

Chemie für Laien

Carl Gottfried Wilhelm Vollmer











Chemie für Laien.

Eine populäre Belehrung über

die Geheimnisse der Chemie,

deren Aufschlüsse über das innere Leben der Natur, sowie ihre Bedeutung
und praktische Nutzung für das Leben.

Von

Dr. W. F. A. Zimmermann.

Sechster Band.

Mit 226 Abbildungen.

Berlin, 1860.

Verlag von Gustav Hempel.

819612



Inhalt des sechsten Bandes.

Die Metalle.

Seite

Die Metalle	1
-----------------------	---

Erze.

Erze	18
Mechanische Vorbereitung	19

Das Eisen.

Das Eisen	34
Eisenerze	36
Der Hochofenprozess	47
Verwandlung des Roheisens in Gußeisen	85
Das Pudeln	89
Weißblech	103
Bearbeitung des Roheisens auf dem Continent	109
Stahlfabrikation	121
Woods, Indischer Stahl	140
Unterschied zwischen Stahl und Eisen	146
Eigenschaften des Stahls	149
Anlassen des Stahls	155
Drabt	159
Eigenschaften des reinen Eisens	166
Magnetismus	170
Galvanismus	193
Magnetisiren durch den elektrischen Strom	223
Sonstige Eigenschaften des Eisens	238
Prüfung des Inhalts einer Eisenmasse	244
Bestimmung der Kohlenmenge	245
Bestimmung des Kiesels und des Phosphors	250
Bestimmung des Schwefels	252
Verhalten des Eisens zu Säuren	253

	Seite
Verbindungen des Eisens	255
Eisen und Sauerstoff	255
Verbindungen mit Schwefel und Selen	264
Verbindungen mit Phosphor	267
Verbindungen mit Kohlenstoff und Kiesels	268
Verbindungen mit Stickstoff	270
Eisen mit Chlor und den übrigen Salzbildern	271
Schwefelsaures Eisenoxydul	273
Schwefelsaures Eisenoxyd	276
Blei.	
Blei	283
Verwendung des Bleies	299
Verhalten des Bleies und Eigenschaften	305
Verbindungen mit Sauerstoff	307
Verbindungen mit Schwefel	312
Verbindungen mit den Salzbildern	312
Salze der Bleiorzde	313
Fabrikmäßige Bereitung des Bleiweißes	314
Verfälschungen des Bleiweißes	323
Anwendung des Bleiweißes	325
Bleioxyd mit anderen Säuren	328
Zinn.	
Zinn	330
Darstellung aus seinen Erzen	332
Legirungen	347
Verbindungen mit Sauerstoff	351
Zinn mit den Salzbildern	354
Verbindungen mit Schwefel	356
Kupfer.	
Kupfer	358
Eigenschaften des Kupfers	361
Gewinnung aus den Erzen	363
Sonderung des Silbers. Das Saigern	382
Die Legirungen	392
Messing	393
Darstellung des Messings	395
Rothguss. Bronze	400
Eigenthümlichkeiten der Bronze	401
Guss von Statuen	405
Kanonengut und Stützgießereien	408
Französische Kanonengießerei	412
Beschickung des Ofens	415
Guss der Canons	418

	Seite
Vorbereitung und fernere Bearbeitung	420
Glodengut, Spiegelmetall u. s. w.	422
Reusilber	431
Umwandlung von Legierungen	435
Bemühung des Kupfers zu galvanischen Niederschlägen. Galvanismus	437
Galvanotechnik	444
Galvanoplastik. Ulich's	454
Galvanische Verbiefsättigung der Holzschnitte	464
Elektrische Induktion	468
Entsilbern von versilbertem Kupfer	476
Kupferpulver	478
Verbindungen des Kupfers mit Sauerstoff	479
Anwendung des Kupferoxydes als Farbmaterial	482
Verbindungen des Kupfers mit Schwefel, Kohle u. s. w.	487
Kupfervitriol	489

Quecksilber.

Quecksilber	495
Gewinnung	601
Reinigen	608
Legierungen	612
Verbindungen mit Sauerstoff	618
Verbindungen mit Schwefel	621
Verbindungen mit den Salzsilbern	630
Quecksilberchlorid (Einfachchlorquecksilber, ätherisches Quecksilbersublimat)	634
Sauerstoffsalze des Quecksilbers	636

Silber.

Silber	641
Vorkommen	644
Verarbeitung der Silbererze	647
Amalgamation der gerösteten Erze	652
Amalgamationsverfahren im Mansfeldischen	657
Legierungen des Silbers	668
Untersuchungen der Silbererze	686
Verbindungen des Silbers mit dem Sauerstoff	687
Knallsilber	689
Verbindungen des Silbers mit Schwefel u. s. w.	690
Verbindungen des Silbers mit den Salzsilbern	692
Photographien	694
Verbindungen der Silberoxyde mit den Säuren	698
Knallsaures Silberoxyd	699
Scheidung des Goldes vom Silber	603
Jährliche Silberproduktion	604
Autogene Versilberung	605

Gold.

Gold	607
Bearbeitung goldführender Geschiebe	620
Reinigung des Goldes	640
Trennung des Goldes vom Silber	645
Scheidung auf trockenem Wege	649
Legirungen des Goldes	654
Rothe Färbung des Goldes	657
Probiren des Goldes	658
Entgoldung	663
Probiren der Erze	665
Erzprobe auf nassem Wege	675
Anwendung des Goldes	677
Chemische Vergoldung	690
Galvanische Vergoldung	702
Münzen	705
Verbindungen des Goldes mit dem Sauerstoff	725
Verbindungen mit dem Schwefel	727
Gold mit den Halogenen	727
Goldpurpur	730

Platina.

Platina	731
Eigenschaften des reinen Platina's	737
Schmelzung des Platina's	744
Hüttenmännische Behandlung des Platinerzes	758
Anwendung des Platina's	761
Die das Platina begleitenden Metalle	764
Darstellung der einzelnen Platinmetalle im reinen Zustande	778
Legirungen der Platinmetalle	785

Die Metalle.

Unter den 64 Elementen, welche die neuere Chemie kennt, sind 48 welche wir als Metalle im eigentlichen Sinne zu bezeichnen pflegen. Sie heißen: Kalium, Natrium, Lithium, Barium, Strontium, Calcium, Magnesium, Aluminium, Beryllium, Thorium, Yttrium, Terbium, Erbium, Cerium, Lanthan, Didym, Zirkonium, Mangan, Eisen, Kobalt, Nickel, Zink, Cadmium, Blei, Wismuth, Uran, Kupfer, Silber, Quecksilber, Zinn, Antimon, Titan, Tantal, Strontium, Vanadin, Wolfram, Molybdän, Tellur, Platin, Rhodium, Palladium, Iridium, Osmium, Ruthenium, Gold, Chrom, Selen, Arsen.

Man unterscheidet von diesen anfänglich die sieben ersten als Metalloide, dann nannte man sie und viele andere Halbmetalle, jetzt ist man zu der sicherer richtigeren Ansicht gekommen, daß sie sämmtlich Metalle sind, und man braucht den Namen Metalloide, d. h. metallähnliche Körper, sonderbarer Weise von den übrigen Elementen, Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Chlor, Fluor &c., welche alle gerade nicht metallähnlich sind, im Gegentheil auch nicht das geringste Kennzeichen eines Metalles besitzen, es wäre denn die Oxydationsfähigkeit, aber selbst diese ist nicht allen diesen Nichtmetallen eigen, das Fluor z. B. verbindet sich nicht mit dem Sauerstoff.

Auch der unbefangenste meiner Leser wird in den gedachten Metallen, wenn er diejenigen, die er davon kennt, unter einander vergleicht, so auffallende Verschiedenheiten finden, daß er sich fragen wird, wo sitzt denn die Aehnlichkeit derselben und was berechtigt zu der Annahme, daß sie alle zu einer Klasse gehören. Das Silber ist zwar so weiß wie das Quecksilber oder das Zink, aber das Quecksilber ist flüssig und die beiden anderen

Metalle sind fest. Silber und Zink sind einander in Farbe ähnlich, aber das Zink bricht und splittert, man möchte fast sagen wie Glas, indessen das Silber außerordentlich zähe ist. Kupfer und Gold haben eine ähnliche Farbe, aber Gold ist beinahe dreimal so schwer als Kupfer. Wolframmetall und Gold sind gleich von Farbe und beinahe gleich von Schwere, das eine aber ist ein fast werthloses, das andere dagegen das allerthenerste Metall. Platin und Zinn sind einander beinahe zum Verwechseln ähnlich, aber Platin ist dreimal so schwer als Zinn und dieses schmilzt in der Lichtflamme, während jenes geradezu unschmelzbar ist, ausgenommen die kleinen Tröpfchen, die man in Knallgasgebläse aus Platinbraut zusammenfließen lassen kann.

Diese Schwierigkeit ist unlängbar, doch lassen sich einige ziemlich allgemeine Zeichen anführen, welche man als die physikalischen Eigenschaften der Metalle anzusehen pflegt.

Alle Metalle sind undurchsichtig, die einzige Ausnahme zeigt uns das Gold, welches in sehr dünnen Blättchen zwar immer nicht durchsichtig, aber doch wenigstens durchscheinend ist; dasselbe zeigt hierbei eine grüne Farbe. Möglich ist es, daß einige andere Metalle, wenn man sie so dünn schlagen könnte, als das Gold, auch eine Art von Durchscheinen zeigen würden, aber auffallend ist hierbei, daß eben dieses durchscheinende Gold sich doch keinesweges so zeigt, wenn es als Vergoldung auf einem anderen Metalle liegt, während doch unzweifelhaft die Dicke einer Vergoldungsschicht geringer ist als die Dicke eines Goldblättchens. Aber es ist ganz gleichgültig, ob man eine Vergoldung auf Silber oder auf Kupfer oder auf schwarz gefärbtem Metalle niederschlägt, immer ist die zusammenhängende Goldschicht von gleicher Farbe, was für einen Hintergrund sie auch haben möge. Es ist daher wohl möglich, daß der Lichteffect, welchen uns ein Goldblättchen zeigt, nur davon herrührt, daß es nicht mehr genügenden Zusammenhang hat, sondern tausendfältig durchlöchert ist.

Ein zweites allgemeines Kennzeichen ist der Glanz, den alle Metalle annehmen, wenn man sie hämmert oder polirt, feilt, schneidet oder schmilzt, in welchem Falle die ganze Oberfläche diesen Glanz zeigt. In seiner Dauer ist er allerdings verschieden. Viele Metalle, wie z. B. Zink, Blei, verlieren ihn sehr bald, wenn sie mit der Luft in Berührung sind, bei anderen, wie Eisen, Kupfer u. dergl. dauert er länger, bei Gold und Platin ist er selbst durch Gläßen nicht zu zerstören.

Man pflegte sonst als wesentliches Kennzeichen der Metalle ihre große Schwere anzugeben, allein nach und nach ist man hiervon als einem eigentlichen Kennzeichen zurückgekommen. Gold, Platin und Wolfram sind zwar 21- resp. 17mal schwerer als Wasser, Blei und Silber sind schon viel

leichter, aber doch noch 11- und 10mal schwerer, dagegen sinkt das Gewicht des Antimons auf das 4fache hinab, und die Metalle, welche wir zuerst genannt haben und die aus den Alkalien gewonnen werden, sind nicht schwerer, sondern sogar leichter als Wasser. Es kann deshalb die Schwere nicht mehr als ein Kennzeichen der Metalle angesehen werden.

Ein wichtiges Kennzeichen dagegen ist die Fähigkeit eine Veränderung der Form zu erleiden, ohne dabei zertrümmert zu werden, man nennt dieses Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit.

Ein Würfel von Eisen, Blei, Gold, kurz von irgend einem Metalle kann durch Schlagen in ein Blech verwandelt werden, ein Stück Gold, Kupfer, Silber kann durch verschiedene Böcher getrieben, in Draht verwandelt werden.

Wer dasselbe versuchen wollte mit einem Stück, Glas, Porzellan, mit einem Stück Schwefel würde wohl diese Substanzen zertrümmern, aber aber nicht strecken oder dehnen können.

Wenn man ein Silber- oder Goldblech an einem Ende aufbiegt, so kann man es nach und nach ohne alle Schwierigkeit zusammenrollen wie einen Bogen Papier. Mit einer Glas- oder Porzellantafel kann man dieses nicht. Sprödigkeit und Elasticität sind Eigenschaften dieser beiden letztgenannten Körper, sie fehlen den Metallen beinahe ganz und gar, dagegen sind dieselben biegsam, dehnbar, hämmerbar, was wider die anderen Körper nicht sind.

Wir sind in unseren Zeiten übrigens in der Kenntniß der Metalle so außerordentlich weit vorgeschritten, daß vielleicht gerade darin der Grund zu finden ist, warum die alten Definitionen nicht mehr passen. Zu der Zeit, von welcher unsere ältesten schriftlichen Urkunden sprechen, zur Zeit der alten Hebräer kannte man nur 6 Metalle. Unsere Uebersetzer sagen, es wären Gold, Silber, Kupfer, Eisen, Zinn und Blei gewesen. Ob unsere Uebersetzer recht haben, wollen wir ununtersucht lassen, das aber ist gewiß, daß auf diese Metalle die Eigenschaften Metallglanz, Schwere, Dehnbarkeit u. passen.

Schon bei den Römern und Griechen finden wir ein siebentes Metall, das Quecksilber, dem eine dieser Eigenschaften, die Dehnbarkeit, gänzlich abgeht, aber eben deshalb wurde es auch keinesweges als ein eigentliches Metall betrachtet, dies geht so weit, daß noch die arabischen Schriftsteller im 8. Jahrh. und die abendländischen im 13. Jahrh. das Quecksilber nicht zu den Metallen zählten, eben weil ihm die Hämmerbarkeit abgeht, indessen wurde es wenigstens in den Kreis der Betrachtungen dieser alten Chemiker gezogen und als späterhin die Alchemie sich ausbildete, da wurde das Wort

Merkur, worunter wir gewöhnlich Quecksilber verstehen, weil es der lateinische Name für dieses Metall ist, gewissermaßen zu einem Symbol, es wurde, ehe man die Einfachheit der Metalle, ehe man das Elementare derselben erkannte, als die geistige Grundlage derselben betrachtet, als das Schwermachende. Daher wird „von dem Merkur eines Metalles“ gesprochen, ferner auch von dem Schwefel eines Metalles, welcher Schwefel auch symbolischer Natur ist, aber nicht das Schwermachende, sondern das färbende Prinzip.

Von da wo jene 6 oder mit dem Merkur 7 Metalle bekannt waren, bis zur Entdeckung eines wirklich neuen Metalles vergingen viel über 2000 Jahre, erst im 15. Jahrhundert nach Christi Geburt erwähnt der gelehrte Erfurter Mönch Basilus Valentinus eines neuen Metalles, des Antimons. Er erwähnt zwar auch des Wismuths und des Zinks, spricht aber nicht weiter von ihnen, so daß sie erst ein Jahrhundert später, und zwar Wismuth durch Agricola und Zink durch Paracelsus bekannt wurden. So wären bis zu dieser Zeit 10 Metalle bekannt, und abermals vergehen zwei Jahrhunderte, ehe von einem neuen die Rede ist. Erst im Jahre 1733 wurde durch den schwedischen Gelehrten Brandt das Arsen entdeckt, die metallische Grundlage desjenigen Oxydes, welches wir im gemeinen Leben Arsenik, in der Chemie aber arsenige Säure nennen. Im Jahre 1741 entdeckte der Engländer Wood das Platina, nicht sowohl, daß es durch ihn gefunden worden wäre, als vielmehr, daß er fand, es habe alle Eigenschaften eines Metalles. Im Jahre 1742 wurde der Kobalt als Metall entdeckt. Cronstedt entdeckte 1751 das Nickelmetall, Scheele 1774 das Mangan; die Brüder von Chujar im Jahre 1783 das Wolfram und Hjelm das Molybdän. Klaproth entdeckte im Jahre 1798 das Tellur, wie er schon früher das Uran entdeckt hatte, er wies 1795 das Titan als ein eigenthümliches Metall nach. Chrom wurde durch den französischen Gelehrten Bauquelin im Jahre 1797 entdeckt, das Tantal durch Seeberg im Jahre 1802. Das Platinmetall wurde im Jahre 1803 eine Fundgrube von 5 neuen Metallen. Wollaston schieb daraus das Palladium, das Rhodium, das Iridium und das Osmium, später wurde das Ruthenium darin entdeckt. Im Jahre 1807 wurden die Metalle der Alkalien und der alkalischen Erden durch Humphry Davy entdeckt. Im Jahre 1818 wies Stromeyer das Cadmium nach. Berzelius entdeckte im Jahre 1823 das Silicium und das Zirkonium. Fünf Jahre später fand Wöhler das Beryllium, das Yttrium und das Thonerdemetall Aluminium. Im Jahre 1829 wurde durch Buffy das Magnesium entdeckt.

Wir sehen, daß in dem Laufe von noch nicht 100 Jahren, von 1733 bis 1829 alle übrigen Metalle außer den zuerst genannten 10 entdeckt

worden sind, ein Zeichen, welche riesige Fortschritte die Chemie in dieser Zeit gemacht hat.

So wie unvollkommen ihrer Zahl nach, so war auch unvollkommen ihren Eigenschaften nach die Kenntniß unserer Vorfahren von den Metallen. Bis zur Zeit der Römer ist uns alles Historische über die Kenntniß der Metalle unbekannt. Wir wissen durchaus nicht, wie sie zur Kenntniß, zur Benutzung, zur Bearbeitung derselben gelangt sind, aber sehr alt muß diese Kenntniß gewesen sein, denn Homer läßt schon die fabelhaften Helden der Iliade mit den verarbeiteten Metallen bekannt sein, weiter aber wissen wir nichts von der ganzen Sache. Im ersten Jahrhundert unserer Zeitrechnung versuchte der arabische Arzt Geber eine Definition von den Metallen, die er kannte, zu geben, hieraus sehen wir, daß er die Metalle durchaus nicht als einfache Körper betrachtete, ja er führt sogar das Quecksilber, den Schwefel und Arsenik, als die Hauptbestandtheile der Metalle an und läßt dieselben hieraus und aus anderen Stoffen in verschiedenen Verhältnissen zusammengesetzt sein. Solche Ansichten übertragen sich noch acht Jahrhunderte lang von einem Chemiker zum andern. Von der Klarheit mit welcher man damals über die Zusammensetzung und Entstehung dieser Körper dachte, giebt uns Kopp in seiner Geschichte der Chemie ein ergögliches Beispiel, indem er eine Stelle aus „Basilius Valentinus Triumphwagen des Antimonii“ anführt:

„Du sollt mit Fleiß observiren, mercken, verstehen und in deinem Gedanken wohl aufzeichnen, daß alle Mineralia sowohl, als die Metalle gleichfalls und ebenermaßen aus einem einfahenden Dinge sind geboren und generirt worden; dasselbe Ding ist nun weiter nichts anderes als ein rechter Schwaden, welcher aus den Elementerden durch das Obergestirn ausgetrieben wird, als durch eine syderische Distillation der großen Welt, welche syderische warme Eingießungen von oben in das untere durch ihre lustige feurige Eigenschaft operiret und wirket, daß eine Tugend und Kraft geistiger unsichtbarer Weise eingepflanzt wird, welcher Rauch demnach sich in Erdreich resolviret und gleich zu einem Wasser aufschleußt, aus welchem mineralischen Wasser ferner alle Metalle gewirket und gezeitiget werden zu ihrer Vollkommenheit; und wird ein solches Metall daraus oder auch ein solch Mineral darnach das Reiste unter dem tribus principiis die Herrschaft überkommen, darnach hat es viel Mercurium, Sulphur und Sal, oder wenig Mercurium, Sulphur und Sal oder sind miscirt in einer ungleichen Abtheilung des Gewichts: daß also etliche Metalle dadurch fix werden, etliche aber unfix, daß etliche beständig, etliche aber flüchtig und unbeständig.“

In seiner Wiederholung des großen Steines der uralten Weisen sagt

er: „Der Geist steckt in Mercurio, die Farbe such in Schwefel und die Coagulation im Salze.“

Vasilius Valentinus hebt aber noch ausdrücklich hervor, daß diese angenommenen Bestandtheile der Metalle nicht mit den unter demselben Namen destillirten Substanzen identisch seien. Wo derselbe von des Metalles Samen (von deren Entstehung) handelt, sagt er:

„Alle so von dem Saamen der Metalle geschrieben haben, sind darin einig, der männliche Saamen des Metalles sei der Schwefel und der weibliche der Mercurius. Das will nun mit Verstand verstanden sein und nicht der gemeine Sulphur und Mercurius dafür gehalten sein, denn es ist der sichtsbare Mercurius selbst Metallum, kann derothalben kein Saamen sein. — So auch ist der gemeine Sulphur des Metalles Speise, wie kann er denn ein Saamen sein.“

In dieser Weise geht es fort bis zu Boyle, welcher zwar immer die Metalle noch für zusammengesetzte Körper ansieht, aber doch nicht glaubt, daß sie gerade so zusammengesetzt seien, wie hier angegeben und überdies noch sagt, es sei gar nicht bewiesen, daß sie Salz oder Schwefel enthielten, ein anderes sei es freilich mit dem Mercurius. Diesen also hält Boyle wirklich für einen Bestandtheil der Metalle.

Dies ist nun wieder ein Ausgangspunkt von etwas veränderten Ansichten, man fängt an zu behaupten, daß Schwefel und Salz keinesweges in den Metallen enthalten seien, daß die Farbe der Metalle keinesweges vom Schwefel herrühre, und am Anfange des 18. Jahrhunderts wird von Stahl erklärt, es sei ihm sehr unklar, was man über den Schwefel als Bestandtheil der Metalle sage, allein es sei ganz gewiß, daß die Metalle aus erbigen und verbrennlichen Bestandtheilen zusammengesetzt seien, aber noch bis lange nach der Mitte des 18. Jahrhunderts spielt das Quecksilber eine sehr wichtige Rolle und mehrere Chemiker behaupten auf diese oder jene Weise Quecksilber aus dem Blei, aus dem Kupfer oder einem anderen Metalle gezogen zu haben.

Die nach den Ansichten unserer Vorfahren aus verschiedenen Stoffen zusammengesetzten Metalle mußten auch in solche Stoffe zerlegt werden können, nur war es nicht gerade Jedermanns Sache dies glücklich zu bewerkstelligen. Das ganze Bestreben der Alchemisten Gold zu machen, beruht auf dieser Ansicht und geht von diesem bis dahin ganz unbestrittenen Grundsatz aus. Den Alten ist nicht das Metall ein Element, sondern das Feuer oder die Erde, das Wasser, die Luft. Wenn Eisen rostet, so sagen die alten griechischen Weisen, die in dem Eisen enthaltene Erde werde durch das Wasser herausgezogen, wenn ein Metall im Feuer verwandelt wird, daß es nunmehr nach unseren Begriffen zu sprechen, ein Oxid ist, so

nennen sie dasselbe verbrannt. Das Feuer ist ihnen ein Stoff, eine Materie, diese Materie ist im Holze, im Schwefel und mehr oder weniger in allen Körpern, weil sie aber im Schwefel, im Harz, im Del in viel größerer Menge vorhanden ist als in anderen Körpern, so verbrennen diese leichter, die Feuermaterie geht dann heraus. Asche und Kohle ist Holz ohne Feuermaterie, könnte man die Feuermaterie wieder zu der Kohle und der Asche setzen, so würde daraus wieder Holz werden. Aus der Kohle ist noch nicht alle Feuermaterie ausgetreten, darum brennt sie noch, aus der Asche ist alles heraus, was brennen könnte, darum brennt sie auch nicht mehr.

Ganz ähnlich wurde die Verbrennung der Metalle betrachtet und behandelt; was wir Oxydation nennen, das nannten sie Verbrennung. Zwar ist die Ansicht so weit ganz richtig, wir können auch die Verbrennung nicht anders bezeichnen, denn als eine Oxydation und umgekehrt, die Alten aber glaubten durch die Verbrennung eines Metalles ginge etwas hinaus aus demselben, wir wissen daß im Gegentheil durch die Verbrennung etwas hinzukommt. Sie nannten das verbrannte Metall Asche, als ob es Holz- asche gewesen wäre, den Namen haben auch wir noch zum Theil behalten, Zinnasche, Bleiasche, sie glaubten aber, diese Asche sei der Rückstand des verbrannten Metalles, wir hingegen wissen, daß es ein Produkt des Metalles ist, des Metalles und des Sauerstoffes, daß es nicht der Ueberrest des Metalles sei, sondern daß dieses Metall noch ganz und vollständig in dieser Asche enthalten, und daß es aus derselben wieder darstellbar ist, darum ist auch dieser Asche immer mehr als des Metalles war, woraus sie entstand.

Aber Jahrtausende dauerte es, ehe man soweit kam. Die ältesten der jetzt lebenden Männer haben als Kinder noch die Lehren von dem Verbrennbaren, von der Feuermaterie, von dem Phlogiston erhalten.

Ob Paracelsus die Verkalkung der Metalle als ein Hinweggehen ihres Schwefels, oder Agricola sie als ein Hinweggehen des Wassers betrachten, ist gleichviel, immer ist das Wenigerwerden, immer ist der Verlust eines Theiles das Wesentliche, indessen wir wissen, daß die Verbrennung mit einer Vermehrung der Masse verbunden ist.

Sowie die Metalle den Alten und überhaupt allen unseren Vorfahren als zusammengesetzte Körper erschienen, so wurden sie auch als solche betrachtet, die in der Erde entstehen, wachsen, sich ausbilden, reifen könnten, und man führte dafür mancherlei Beispiele an. Die Insel Elba ist ein kleines Ländchen, zwar einmal zu einem Kaisertum erhoben gewesen, nichtobestoweniger aber auf einer Karte von Italien nur bei einer gewissen Aufmerksamkeit zu finden, sie hat nur sieben Quadratmeilen Flächeninhalt.

Diese kleine Insel ist reich an den vortrefflichsten Eisenerzen und schon zu Plinius Zeiten wurde das Eisen von dort in so ungeheuren Massen ausgeführt, daß man höchlichst verwundert war, kein Abnehmen desselben zu bemerken. Noch immer werden die Erze dort in Massen gewonnen und fortgeschickt, aber statt daß man daraus hätte lernen sollen, wie unbedeutend klein der Mensch sei, wie geringfügig seine Thätigkeit, wie so gar keinen Eindruck machend auf die Natur überhaupt, ja nur auf ein kleines Fleckchen Erde, so kam man im Gegentheil auf die Ansicht, daß weil soviel sortgeschafft würde, und es doch immer noch kein Ende nehme, das Erz nothwendigerweise nachwachsen müsse.

Die Ansicht reicht bis in das vorige Jahrhundert, so kann es uns nicht wundern, daß hundert Jahre früher ein Gelehrter sich dahin ausspricht, daß die Metalle in der Erde wachsen und sich ausbilden. Er führt als Beweis nicht nur die Insel Elba an, sondern er sagt auch noch, daß man in Slavonien arme, nicht bauwürdige Erzgänge 30 Jahre lang mit Erde zudecke, damit die Metalle darin reifer und besser würden, auch erzählt er, daß der Raseneisenstein (das Erz, welches man aus den Wiesen gräbt) 10 Jahre zu seiner Entstehung brauche, und dieser Gelehrte, der berühmte Becher, führt die größten Autoritäten als Gewährsmänner an.

Freilich ist am Anfange des vorigen Jahrhunderts von Einzelnen solche Entstehung und Verbesserung bestritten worden. Stahl sagte z. B.: „daß die ganghaft befindlichen Erze stets von Anfang in die allerweinste Einteilung, Befestigung und Auszierung der Erde mit eingelegt und eingeschaffen worden“. Er verspottet diejenigen, welche glauben die unedlen Metalle würden mit der Zeit besser, reifer, gahrer, den edlen Metallen ähnlicher, er verweist sie auf die Bergwerke, aus denen man seit Jahrtausenden unedles Metall entnehme, ohne daß das was man jetzt gewinne edler oder von der Zeit gahrer gekocht sei als das früher geförderte. Die brittanischen Cassiterides sind nun über 2000 Jahre bekannt und ist dort die Küche so übel bestellt, daß man sich jeden Gedanken vergehen läßt, daß das Zinn einmal ausgekocht sein möchte. Es ist eine eigene Art Windeier (die unedlen Metalle), sie wollen nicht hart werden.

Die Phantasieen der Goldmacher stützten sich sämmtlich auf die Ansicht, daß die Metalle zusammengesetzt seien. Aus dieser Zusammensetzung geht die Möglichkeit der Veredlung der Metalle hervor und unzählige Beispiele von solcher Veredlung werden angeführt. Der arabische Arzt Geber lehrt diese Metallveredlung, wenigstens sucht er der Lösung dieses Räthfels näher zu kommen, um die Möglichkeit der Veredlung zu beweisen. Er theilt die Mittel dazu in drei Klassen, welche er Medicinen nennt. Die Medicinen erster Ordnung sind die rohen Materialien, wie die Natur die-

selben liefert, die Medicinen der zweiten Ordnung sind die Operationen, durch welche er eine Verwandlung bewerkstelligen zu können glaubt, hierher gehört vor allen Dingen die Schmelzung, Verkalkung, die Sublimation, er sagt aber, wer noch nicht weiter gekommen sei als zur Kenntniß dieser beiden Klassen von Medicinen, der sei freilich außer Stande Metalle zu verwandeln, aber wenn man diese beiden Medicinen weiter vervollkomme, reinige, fixire, so könne dadurch die Medicin der dritten Ordnung hergestellt werden und diese Medicin sei eben der Stein der Weisen und mit Darstellung derselben sei die Aufgabe der Alchemie gelöst.

Die Beobachtungen, auf die er sich stützt, sind für die damalige Zeit gut genug. Wenn man Blei lange Zeit unter Zutritt der Luft schmilzt und geschmolzen erhält, so wird nach und nach daraus Silber.

Die Thatsache ist da, aber es ist eine falsche Thatsache, es ist nämlich nicht Blei, welches man geschmolzen erhält, sondern Bleierz, es wird ferner allerdings Silber gewonnen, aber nicht indem Blei in Silber verwandelt wird, sondern indem das mit dem Blei verbunden gewesene Silber aus der Verbindung abgeschieden wird.

Er erzählt ferner, daß Kupfer ein Mittelglied zwischen Gold und Silber sei, daher es sich so leicht in eines oder das andere verwandeln lasse. Aber er vergißt, daß diese Verwandlung nur ein äußerer Schein ist. Kupfer mit Saltnetz zusammengeschmolzen, giebt allerdings ein goldgelbes Metall, Kupfer mit Arsenik zusammengeschmolzen, giebt ein silberweißes Metall, aber was dem arabischen Arzte für eine beginnende Verwandlung des Kupfers gilt, das ist nichts weiter als einerseits eine Legirung zweier Metalle, andererseits eine Färbung des Kupfers durch ein anderes Metall.

Wenn man Eisen in eine Auflösung von blauem Vitriol bringt, so wird das Eisen sehr schnell von einem rosenrothen Anflug überzogen, der, nach und nach immer stärker werdend, zu der Vermuthung Anlaß giebt, als sei das Eisen in Kupfer verwandelt. Diese Ansicht war in früheren Zeiten so sehr geltend, daß man die Verwandlung für eine ausgemachte Sache hielt, und die Thatsache an sich immer als einen Beweis für die Möglichkeit einer solchen Verwandlung anführte. Daß in diesem blauen Vitriol Kupfer in Menge vorhanden sei, daß es ein Salz sei, zusammengesetzt aus einer Oxydationsstufe des Kupfers und der Schwefelsäure, war so wenig bekannt, daß es den alten Chemikern niemals einfiel, das Salz darauf zu untersuchen.

Becher glühte rothen Lehm mit Del zusammengeknetet in einem Ofen, und er fand, wenn er das ausgeglühte Produkt pulverte, darin Körner, welche dem Magnet folgten. Diese Körner waren wirkliches Eisen. War

es bei dem damaligen Zustande der Chemie denn gar so wunderbar, daß Becher sagte, er habe aus Lehm Eisen gemacht. Wir wissen das freilich besser, aller Lehm ist eisenhaltig, derjenige am stärksten, der die hochrothen Ziegel giebt, Becher hat weiter nichts gethan, als daß er dieses Eisen reducirte. Er verband das Oxyd desselben mit dem Kohlenstoff, mit dem Del und dies ist noch immer das sicherste Reduktionsmittel für alle Oxyde. Dies wissen wir, er wußte es nicht.

Nur wenig gebiegene Metalle sind vollkommen rein, Kupfer und Blei enthalten sehr häufig Silber, manches gebiegen gefundene Silber enthält Gold, das in den Karpathen gefundene jederzeit. Wenn nun Leute, welche mit der Scheidelunst empirisch vertraut waren, dieses Gold oder Silber abzuscheiden wußten, so war es ihnen ganz leicht, andere zu täuschen, viele aber wurden selbst getäuscht durch ihre Kunst, glaubten an das, was sie sagten; in anderen Fällen war es wieder die Unreinigkeit der Materialien, welche solche Täuschung möglich machte. Wir haben zwei sehr schlagende Beweise hierfür. Am Anfange des vorigen Jahrhunderts fand der Chemiker Homberg, daß es möglich sei, aus Silber Gold zu machen, wenn er es mit Spiesglanz zusammenschmolz. Er hatte das angewendete Silber vorher auf das Sorgfältigste gereinigt und fand nach der Zusammenschmelzung jederzeit Gold darin. Die Sache machte großes Aufsehen, indem viele Chemiker die Versuche wiederholten und als richtig bestätigten. Ein zweiter Fall war der, daß der Apotheker Cappell chemisch reines Silber durch Zusammenschmelzung mit Arsenik theilweise in Gold verwandelte. Der französische Chemiker Gupton de Morveau stellte Untersuchungen über denselben Gegenstand an, welche die Angaben des Apothekers vollständig bestätigten.

Genauere Untersuchungen lehrten, daß beinahe alles Spiesglanzerz ein Wenig Gold enthalte, damit war die eine wunderbare Verwandlung erklärt. Später fand man, daß in dem salzburgischen Arsenik immer etwas Gold enthalten sei und daß, wenn man diesen mit Silber zusammenbringe, das letztere Gold aufnehme, indeß der Arsenik verflüchtigt werde.

So lange dergleichen Thatfachen den Leuten nicht zu Gebote standen, war es begreiflich, daß man die Erscheinungen, welche hier angeführt worden, als wirkliche Beweise der Möglichkeit, Metalle zu verwandeln, betrachtete. Aber es kommen Sachen vor, welche doch unendlich viel auffallender sind, als der Umstand, daß man in vielem Silber etwas Gold, oder in vielem Blei etwas Silber findet. Kopp erzählt, daß unter allen Chemikern, welche für die Möglichkeit der Verwandlung der Metalle sprechen, van Helmont der ausgezeichnetste sei, als Arzt und Chemiker berühmte, stand er überdies in dem Rufe einer sehr großen, ja oft zu weit

getriebenen Gewissenhaftigkeit, und doch erzählt dieser gewissenhafte Mann etwas, das zu glauben man sich jetzt so sehr sträubt, als man sich wiederum nicht entschließen kann, den Erzähler für einen Lügner zu halten. Van Helmont erhielt im Jahre 1618 von einem Alchemisten $\frac{1}{2}$ Gran der kostbaren berühmten Materie, welchen man den Stein der Weisen nannte. Hiermit verwandelte er $\frac{1}{2}$ Pfund Quecksilber in vollkommen reines Gold.

Van Helmont erzählt dieses Faktum mehrere Male an verschiedenen Stellen seiner Schriften, und es ist schwer zu fassen, wie der Mann sich selbst täuschen konnte, oder wie er hat getäuscht werden können, da er die Operation selbst in seinem eigenen Hause und nicht in Gegenwart des Alchemisten machte, der ihm die Kostbarkeit gegeben. Hätte ein Anderer ihn täuschen wollen, so wäre das Experiment immer ein theures gewesen, denn 16 Loth Gold repräsentiren zum Wenigsten den Werth von 160 Thlrn.

Daß man aus Quecksilber Gold machen könne, haben sehr viele der Goldmacher bewiesen, und in der That ist auch nichts leichter als dieses, denn Quecksilber löst das Gold in beinahe ungemessener Menge auf, es giebt damit einen vollständig weiß aussehenden Amalgam. Läßt man des Goldes nicht gar zu viel zu dem Quecksilber treten, so bleibt dasselbe nicht nur weiß, sondern noch überdies flüssig, während es die Flüssigkeit verliert, wenn des Goldes zu viel wird.

Wenn nun ein Alchemist irgend einen vornehmen, reichen, halbgläubigen Herrn täuschen will, so zeigt er ihm, oder giebt er ihm das Quecksilber, giebt ihm eine beliebige Quantität der sogenannten Tinktur und weist ihn an, das Quecksilber mit dieser Tinktur so und so lange zu kochen, natürlich verflüchtigt sich dabei das Quecksilber, wehe dem, der seine Dämpfe einathmet, er ist unfehlbar ein Kind des Todes, dagegen aber wird schon Sorge getragen werden.

Nach dem Verdampfen des Quecksilbers findet der Experimentator wirkliches gutes Gold in dem Tiegel, das Quecksilber ist verschwunden.

An eine solche Täuschung ist aber bei van Helmont nicht zu denken, ja er ist selbst von der Verwandlung so überzeugt und zugleich so erfreut, daß er seinen, eben zu dieser Zeit geborenen Sohn trotz des Widerspruchs der Geistlichkeit mit dem heidnischen Namen Mercurius taufen ließ und auf diesen Sohn Franziskus Mercurius van Helmont übertrug er auch seine Ueberzeugung von der Wahrhaftigkeit der Goldmacherkunst, so daß dieser sein ganzes Leben hindurch nach dem Steine der Weisen forschte und im Jahre 1699 zu Berlin als eifriger Alchemist starb.

Dr. Helvetius war um die Mitte des siebzehnten Jahrhunderts Leib-arzt des Prinzen von Oranien, ein gelehrter Mediciner, in einem hohen Rufe von Rechtlichkeit und Aufrichtigkeit. Der Mann war zu aufgeklärt,

um an die alchemistischen Künste zu glauben, ja er zeigte sich in mehreren Schriften als ihr eifriger Gegner, man könnte sagen, er griff sie mit Bitterkeit an. Um so mehr setzte es die Welt in Staunen, daß er plötzlich als ihr eifrigster Vertreter erschien und als Grund zu dieser Umwandlung wird von ihm Folgendes erzählt.

Im Jahre 1666 wurde er in seiner Wohnung in Haag von einem Fremden besucht, welcher mit ihm ein Gespräch über Alchemie anknüpfte. Helvetius äußerte seine Bedenken und Zweifel, der Fremde aber suchte ihn zu widerlegen, und um seinen Worten mehr Nachdruck und Kraft zu geben, zeigte er ihm ein Stück einer schweren Substanz, welche er für den fraglichen Stein der Weisen ausgab.

Helvetius betrachtete sich diese Substanz, deren Aussehen er jedoch nicht beschreibt, auf das Genaueste, und da er sie in Händen hatte, so prüfte er ihre Härte mit dem Nagel seines Fingers. Hierbei gelang es ihm, ein Stückchen davon abzulösen und unter dem Nagel zu verbergen. Er bat nunmehr den Fremden, ihm eine Metallverwandlung zu zeigen, was der Fremde jedoch entschieden ablehnte. Auf wiederholtes Bitten versprach er, nach drei Wochen wieder zu kommen und dann eine solche Verwandlung vorzunehmen.

Als der Fremde das Haus verlassen hatte, wollte Helvetius mit der geringen Menge, die er von dem Stein zurückbehalten hatte, einen Versuch machen, er schmolz daher etwas Blei und warf die Substanz darauf. Es zeigte sich jedoch keine Spur einer Veränderung an dem Blei, und Helvetius mußte nun warten, bis der Fremde wiederkam, was er denn auch in der gefetzten Frist that. Bei diesem zweiten Besuch gestand Helvetius dem Fremden, daß er ihm eine Kleinigkeit von dem Steine der Weisen gestohlen habe, daß ihm aber der Gebrauch desselben nicht gelungen, daß keine Verwandlung des Metalls erfolgt sei.

Der Fremde äußerte, Helvetius habe die kostbare Substanz mit mehr Geschicklichkeit zu entwenden als zu benutzen gewußt, die Substanz sei durch die Bleidämpfe verdorben worden, um sie davor zu schützen, hätte er sie in Wachs einhüllen und dann auf das Metall werfen müssen.

Helvetius bat den Fremden um ein Stückchen des Steines, erhielt jedoch nach vielem und wiederholtem Weigern nur eines Senfornes groß und als er sich über die Geringsfügigkeit dieser Gabe äußerte, sagte der Fremde, es sei noch zu viel, zerbrach das Körnchen und gab Helvetius die eine Hälfte davon, der Versuch selbst wurde auf den andern Tag verlegt, an welchem der Fremde wiederkehren und die Operation leiten wolle, allein er kam nicht, und als es Abend geworden, konnte die Frau Doktorin, welcher ihr Mann den wunderbaren Fall mitgetheilt hatte, ihre Neugierde

nicht mehr bezähmen, sie drang in ihren Mann, den Versuch zu machen und es geschah. Er wickelte das kleine Körnchen in etwas Wachs, schmolz in Gegenwart seiner Frau und seines Sohnes 6 Drachmen Blei, warf den Stein der Weisen in Wachs gehüllt darauf, erhielt das Blei noch $\frac{1}{4}$ Stunde lang im geschmolzenen Zustande und goß es dann ans.

Es war das reinste Gold. Der Münzwardein in Haag prüfte dasselbe, mehrere Goldarbeiter thaten ein Gleiches, es war und blieb Gold.

Von einem Zweifel an der Richtigkeit der Sache konnte unter solchen Umständen und bei der bekannten großen Rebllichkeit des berühmten Arztes keine Rede sein, er selbst machte den Vorfall in einer eigenen Schrift ein Jahr später (1667) unter dem Titel *Vitulus aureus quem mundus adorat et orat* bekannt, was nicht wenig zur Verbreitung eines gründlichen Glaubens an die Metallverwandlungen beitrug, aber noch vor der Herausgabe dieses Buches wurden Männer, die eben nicht zu den Leichtgläubigen gehörten, wie z. B. der berühmte jüdische Philosoph und Reformator Spinoza, so von der Wahrheit der Thatsache selbst durchdrungen, daß er nach genauester Erkundigung über alle Einzelheiten des Vorganges mündlich und schriftlich seine Ueberzeugung dahin aussprach, daß er die hier berührte Metallverwandlung für unlängbar und unzweifelhaft halte.

Der Verfasser besitzt ein Werk, welches den Titel führt: „Hundert Transmutationen, das ist Verwandlungen unedler Metalle in Gold, gesammelt und herausgegeben von Lorenz Gildenstuck.“ Zu diesem Werke sind mit genauester Angabe aller einzelnen Umstände und mit vollständiger Beneidung der Personen und ihrer Wohnorte Metallverwandlungen in überflüssiger Menge angegeben. In eben diesem 17. Jahrhundert waren die wandernden Goldmacher gerade keine große Rarität und geschah es, daß wenn sie auf einen recht Ungläubigen stießen, sie wohl im Wirthshause in öffentlicher Gesellschaft Blei holen ließen um einige Groschen und Pfennige, und dieses Metall in Gegenwart der Zweifelnden nach kurzen unbedeutenden Vorbereitungen in Gold verwandelten und das so gewonnene Gold den Zuschauern überließe, selbst aber spurlos verschwanden. Auch dem sehr ungläubigen Professor der Philosophie zu Helmstedt Martini begegnete etwas Derartiges. Er pflegte in seinen Vorlesungen mit unverwundlicher satyrischer Laune gegen die Goldmacher zu Felde zu ziehen und wo es nur möglich, die Anhänger der Goldmacherkunst mit Sarkasmen zu übergießen. Eines schönen Tages unterbrach ihn einer seiner Zuhörer, ein sogenannter Hospitant, der sich als einen märkischen Edelmann ausließ und sich erbot, seinen Aeußerungen aus Gründen der Erfahrung entgegen zu treten. Der Schluß der Verhandlung bestand darin, daß er in Gegenwart aller Zuhörer des Professors ein Kohlenbeden, einen Tiegel

und etwas Blei aus des Professors eigenem Vorrath sich erbat, und hiermit das Experiment der Verwandlung anstellte, indem er weiter nichts that, als daß er eine kaum sichtbare Menge des sogenannten Steins der Weisen dazu that, und dann das neu entstandene Gold dem Professor mit den Worten hinreichte: „Solve mihi hunc syllogismum.“

Der Professor mußte natürlich schweigen, und wie man zu sagen pflegt, klein beigegeben. Dergleichen Vorfälle sammelten die Anhänger der Alchemie, machten sie bekannt und vermehrten dadurch die Zahl ihrer Anhänger bedeutend genug, aber sie hatten auch noch andere augenscheinliche Beweise für sich. Nicht bloß daß Einer oder der Andere Erzählungen von vorgefallenen Transmutationen sammelte oder herausgab, — diese konnten, obgleich gedruckt, doch rein erfunden sein, man pflegt zu sagen, das Papier sei geduldig — allein wenn Fürsten und andere vornehme Herren Geldmünzen schlagen lassen aus solchem künstlich gemachten Gold, wenn auf denselben der Ursprung des Goldes vermerkt war, so wurde der Zweifel immer mehr aus dem Felde geschlagen. So gab es Rosenobel, (spanische Münze) zu denen Raymondus Lullus im 13. Jahrhundert das Gold gemacht hatte, so gab es dänische Dukatens aus der Mitte des 17. Jahrhunderts, zu denen Christian IV. sich das Gold hatte machen lassen durch seinen Leibalchemisten Caspar Harbach, so ließ Kaiser Ferdinand III. im Jahre 1648 eine große Medaille prägen, welche auf der Hauptseite den Sonnengott darstellte, welcher Mercur's Schlangenstab und dessen Flügelschuhe trug, (Sol, der Sonnengott, ist das chemische Zeichen für Gold und die Symbole des Mercur, welches dem Quecksilber seinen Namen abgetreten hat, sollen vorstellen, daß Sol aus dem Mercur hervorgegangen). Die Medaille trug die Umschrift: „Divina Metamorphosis exhibitae Pragae XV. Jan. Anni MDCXLVIII. in Praesentia Sac. Caes. Majest. Ferdinandi tertii. Auf der Rückseite: Raris haec ut hominibus est ars, ita raro in lucem prodit. Landetur Deus in aeternum, qui partem suae infinitae potentiae nobis suis abjectissimis creaturis communicat.“

Nach den Angaben des Professors Kopp hat diese Medaille sich noch im Jahre 1797 in der Kunstammer zu Wien befunden. Derselbe Kaiser soll nochmals Blei in Gold verwaubelt haben und gleichfalls eine Medaille daraus prägen lassen, welche sich auf dem Schlosse Ambras in Tyrol befand und noch am Ende des vorigen Jahrhunderts von mehreren Personen daselbst gesehen worden ist. Diese Medaille trug die Umschrift: „Aurea progenies plumbo prognata parente.“

Der Augustiner Mönch Menzel Sepler gab dem Kaiser Leopold I. künstlich gemachtes Gold, woraus derselbe Ducaten schlagen ließ. Sie

trugen die Umschrift: „aus Menzel Seyler's Pulvers-Macht, bin ich von Zinn zu Gold gemacht.“

Der Landgraf Ernst Ludwig von Hessen Darmstadt beschäftigte sich viel mit der Alchemie, ohne zu einem Ziele zu gelangen. Die Alchemisten forderten von ihren Schülern große Reinheit der Sitten, der Moralität, ja der Gedanken, ein Wunsch, ein Begehren, welches nicht mit den Begriffen der vollkommensten Tugend vereinbar war, sollte die Möglichkeit der Verwandlung, zu welcher Gottes Segen unerlässlich, unmöglich machen. Möglich, daß deshalb dem Landgraf schriftlich angerathen wurde, von seinen Bemühungen abzustehen, aber der Rathgeber war so gefällig, dem Herrn Landgrafen zwei Päckchen mit rother und mit weißer Tinktur beizulegen und hiermit machte sich der Fürst ans Werk, ließ aus dem gewonnenen Golde hübsche Ducaten und aus dem Silber Thaler prägen. Die letzteren tragen die Aufschrift: „Sic Deo placuit in tribulationibus.“ Der Herr muß also dadurch aus großen Nöthen gerettet worden sein. Späterhin prägten die guten Leute ihr Geld aus Menschenblut, eine Quelle, welche nicht so leicht versiegt, wie die vielen hessischen und württembergischen Regimenter, welche an die Engländer und Holländer verkauft worden sind, beweisen.

In jener Zeit kam es nicht selten vor, daß gerichtliche Gutachten über diesen Gegenstand eingefordert wurden. Vom 12. bis zum 16. Jahrhundert gab es noch zweifelhafte Gutachten, es gab juristische Streitigkeiten darüber, nicht sowohl, ob man Gold machen könne, sondern ob so gemachtes Gold als ächtes verkauft werden dürfe, nach und nach läuterten sich aber diese Ansichten hierüber und man bejahte unbedenklich die Frage. Der juristische Glauben an die Existenz des Steins der Weisen stand fest. So z. B. erhielt der Schneidemeister Christoph Kirchhof aus Lauban in der Oberlausitz von der Kanzlei zu Breslau im Jahre 1668 einen Wapenbrief mit einer silbernen Bulle zu seiner Legitimation und zur Belohnung dafür, „daß er nicht allein denjenigen lapillum oder Stein an das Licht gebracht, sondern auch dazu, vermittelt göttlicher Hülfe und scharfes Nachsinnen, vornehmlich aber durch sein stetiges unverdrossenes Laboriren den spiritum universalem von sich selbst erfunden.“

Daß man mit dieser Kunst auch übel angehen konnte, haben wir schon im vorigen Bande bei Gelegenheit der Erfindung des Porzellans gesehen, da der berühmte Böttger wegen der bei ihm gemuthmaßten Kunst, Gold zu machen, verfolgt und deswegen von dem Kurfürsten von Sachsen und Könige von Polen August dem Starken zwar freundlich aufgenommen, aber doch gefangen gehalten worden. 130 Jahre früher war man in dieser Hinsicht noch thölicher. David Beuther, Leibalchemist des Kurfürsten August

von Sachsen, hatte einigen Andern eidlich versprochen, sein Geheimniß mitzutheilen, hatte aber ferner nicht nur diesen Eid keinesweges gehalten, sondern auch seines Dienstes bei dem Kurfürsten nur nachlässig gewartet. Die Leipziger juristische Fakultät, die oberste Instanz in allen Rechtsstreitigkeiten in Sachsen, fällte das Urtheil: „Der David Beuther sei der Kenntniß des Steins der Weisen für überwiesen zu erachten, er solle darum auf die Folter gespannt und peinlich befragt werden. Wegen seiner Untreue gegen den Kurfürsten von Sachsen solle er öffentlich an den Straßenecken den Staupenschlag durch Henkershand erhalten; wegen seines Meineides gegen seine Genossen sollten die ihm zum Eide aufgehobenen Finger durch den Henker abgehauen werden; und schließlich sei er zum Wohle des Landes, damit sein Geheimniß nicht andern Fürsten und Herren bekannt würde, in lebenslänglicher Gefangenschaft zu halten.“

Daß August der Starke noch fest an die Möglichkeit, Gold zu machen, glaubte, daß er und seine Minister sich von einem solchen albernem Jungen, wie Böttger daselbst war, an der Nase herumführen ließen 20 Jahre lang, wissen wir bereits, daß aber noch nach dieser Zeit die Juristenfakultät in Leipzig der Alchemie günstige Urtheile fällen konnte, setzt nicht nur in ein sehr gerechtes Erstaunen, sondern lehrt auch, wie weit zurück man noch in dem eigentlichen positiven Wissen der Chemie war.

Die Gräfin Anna Sophie von Erbach hatte auf ihrem Schlosse Frankenstein einem Flüchtling Schutz gewährt, welcher in dem Todesgefahr bringenden Verdachte stand, ein Wilddieb zu sein, solche Leute hegte man entweder mit Bluthunden zu Tode, oder man schmiebete sie auf einen gefangenen Keller oder Hirsch, oder man machte sich sonst ein erlaubtes Vergnügen mit ihnen, band sie nackend an einen Baum und schloß ihnen Glied für Glied einzeln entzwei ic.

Der Gerettete war ein Adept und dankte der Gräfin den erhaltenen Schutz dadurch, daß er ihr sämmtliches Silbergeschirr in schweres, gediegenes Gold verwandelte.

Als dieser Fall ihrem Herrn und Gemahl bekannt wurde, nahm er die Hälfte des Werthes dieses Goldgeschirrs in Anspruch als „Errungenschaft während der Ehe und weil der Zuwachs an Werth auf seinem Grund und Boden erfolgt sei.“

Die Leipziger Juristenfakultät entschied gegen ihn, sprach das ganze Goldgeschirr der Frau ausschließlich zu, „weil das streitige Object vor der Verwandlung als Eigenthum der Gräfin erkannt worden sei, so müsse es auch nach der Verwandlung ihr Eigenthum bleiben.“ Die Verwandlung selbst war also den gelehrten Richtern noch im Jahre 1725 durchaus nicht zweifelhaft.

Aus alle dem Gefagten geht zur Genüge hervor, theils wie leichtgläubig die Menschen in früherer Zeit waren, wie wundergläubig, wie wenig geneigt zu kritischen Untersuchungen, wie wenig geschickt dazu, könnte man schließlich sagen. Es fehlte ihnen an einer wesentlichen Bedingung, es fehlte ihnen vor allen Dingen an der Kenntniß, die Chemie, wie alt sie ursprünglich ist, hat doch ihre Ausbildung erst dem 19. Jahrhundert zu danken, alles was früher in dieser Sache geleistet worden, kann nur als die Grundlage zu unseren jetzigen Kenntnissen angesehen werden. Dieser mangelhaften Kenntniß der Chemie ist es auch zuzuschreiben, daß man im Alterthum nur 6 Metalle gekannt hat, ja es ist schon sehr wunderbar, daß es überhaupt so viele waren. Gold und Silber, welche gebiegen vorkommen, bedürfen am Ende, um zu größeren Stücken vereinigt zu werden, nur der Schmelzung, man kann vom Blei und Zinn beinahe dasselbe sagen, aber um Eisen zu erzeugen aus seinen Erzen, bedarf man schon so zusammengesetzter Apparate, so vielfältiger Mittel, so bedeutender chemischer und technischer Kenntnisse, daß man sich billig verwundern muß, dieselben schon im Alterthum zu finden und dennoch ist die Kenntniß der erforderlichen Mittel viel älter als unsere Geschichte, denn das Eisen zum Beispiel war nicht bloß den alten Israeliten bekannt, sondern Moses erwähnt schon dieses Metalles und der Ofen, in denen es geschmolzen wurde, ja er führt die Bekanntschaft mit diesem Metalle weit vor die Sündfluth zurück, denn im 4. Capitel des 1. Buches Mose nennt er „Thubalkain als den Meister in allerlei Erz und Eisen“, und dieser Thubalkain ist in gerader Linie ein siebenter Nachkomme des Adam, ein sechster des Cain. Eine Angabe, welche beweist, daß das Alter der Kenntniß des Eisens beinahe bis zur Erschaffung der ersten Menschen hinaufreicht. Die alten Griechen schreiben die Kenntnißnahme von diesem Metalle den Göttern zu, das will so viel sagen, als wie die Angabe des Moses, daß nämlich ihre gelehrtesten Männer sich außer Stande erklären, etwas Haltbares über die Erfindungszeit dieses Metalles zu sagen.

Auf welche Weise die Alten zur Darstellung des Eisens gelangt sind, ist uns so wenig bekannt, daß selbst Plinius nichts davon erzählt, was uns einen Anhaltspunkt geben könnte, wir müssen daher darauf verzichten, etwas historisch Sicheres zu geben und wollen uns, bevor wir zu den einzelnen Metallen übergehen, mit der Behandlung der Erze im Allgemeinen beschäftigen.

E r z e.

Es ist schwer zu sagen, was man eigentlich unter dem Worte Erze versteht. Am allgemeinsten könnte man die Summe alles dessen, was unter Erz verstanden wird, bezeichnen, indem man sagte, Erze seien Metalle in Verbindung mit Sauerstoff oder mit Schwefel oder mit beiden zusammen, dann aber ist das Natron oder die Pottasche, dann ist Kreide und Thon, oder Lehm auch ein Erz und wiewohl die Metalle Natrium, Kalium, Calcium, Aluminium daraus gewonnen werden, so hat doch noch Niemand ein Stück Marmor oder einen Ziegelstein als Erz bezeichnet, darum ist diese allgemeine Definition nicht haltbar und wir müssen uns an den Bergmann wenden, der uns dann sagen wird, unter Erzen verstehe er alle die Mineralien und Mineralverbindungen, welche durch ihren Metallgehalt seine Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Es ist daher nicht eine besondere Klasse von Gesteinen, sondern es sind gebiegene Metalle, Metalloxyde, Schwefelmetalle und Metallsalze, welche er dahin rechnet. Aber auch hier darf man nicht glauben, daß man einen Schritt weiter gekommen sei, denn eben dieser Bergmann wird uns auslachen, wenn wir ihm ein Mineral als Erz aufbinden wollen, in dem 1 Procent Eisen enthalten ist, hinwiederum wird er ein solches, in welchem sich 1 Procent Gold befindet, sehr gern für ein Erz und zwar für ein sehr reiches erkennen, ja es verändert sich auch die Ansicht je nach dem Vortheil, der aus dem Gestein zu ziehen ist, oder den man daraus zu ziehen versteht, so wurde in früheren Zeiten die Zinkblende, das Kobalterz, das Nickerlerz als durchaus etwas Worthloses fortgeworfen. Kobolde neckten den Bergmann (daher Nickel) mit einem schweren Gestein, welches metallischen Gehalt vermuthen ließ, versprach und doch nicht lieferte, man erkannte diese Steine also keinesweges als Erze an, jetzt weiß man daraus sehr wohl Zink und Kobalt und das sehr werthvolle Nickelmetall zu bereiten. Am auffallendsten ist wohl das Beispiel von dem Thon, der wirklich als das Erz eines bereits in ziemlichen Massen dargestellten Metalles betrachtet werden kann, des Aluminiums nämlich. Bernhard von Cotta zählt 237 Erze auf.

Mechanische Vorbereitung der Erze.

Die Mineralien, welche der Bergbau uns liefert, sind selten reich genug an eigentlich metallischen Stoffen, um unmittelbar zum Schmelzofen geschickt werden zu können, gewöhnlich muß man sie einer mechanischen Zerkleinerung und Sonderung unterwerfen, um das Erzgestein vom tauben Gestein zu trennen. Der Bergmann, welcher in Bergwerken arbeitet, sprengt mit seinem Meißel und dem Hammer oder sprengt durch Pulver Massen des Gesteins ab und vieles davon ist, wie er sich ausdrückt, taub, er nennt dieses dann Ganggestein. Wo dieses sich in größeren Stücken mit dem Erz vereinigt findet, wird es mit dem Hammer unmittelbar bearbeitet und an Ort und Stelle belassen, so daß man nur das Werthvollere mit sich nimmt, das Ganggestein aber an seinem Fundorte läßt, um damit die gemachten Höhlungen, deren Ausdehnung sie nach und nach gefährlich machen könnte, wieder auszufüllen. Nur in dem Falle, daß dieses taube Gestein die Wege versperrt, wird es aus dem Bergwerke geschafft und draußen angehäuft, nicht selten zur großen Unbequemlichkeit der Arbeiter. Es bildet dieses die sogenannten Halben, Hügel, welche sich um Ausgangsöffnungen der Stollen und Schächte anhäufen. Es ist eine Arbeit die bezahlt werden muß und dem Bergwerksbesitzer nichts einbringt, die also gewiß unterlassen wird, wo sie die Umstände nicht nothwendig machen.

Von diesen werthlosen Antheilen möglichst befreit, wird nun das Erz für sich aus den Bergwerken befördert und zur Zerkleinerung gebracht.

Natürlich findet dieses nicht mit allen Erzen statt; das Pochen und Schlämmen wird z. B. bei Eisenerzen niemals angewendet. Sind dieselben nicht so reich, enthalten sie nicht soviel Metalloxyd um sofort eingeschmolzen und reducirt werden zu können, so lohnen sie gar nicht der Arbeit des Förderns. Sie zu pochen und zu Schlämmen würde sie so kostbar machen, daß sie als Erz schon theurer wären, wie sie als Eisen werden sollen.

Die Erze von Kupfer und anderen werthvolleren Metallen behandelt man indessen gewöhnlich so, vor allen Dingen um das eigentlich Schmelzbare von dem tauben Gestein zu trennen. Ist dieses letztere vorzugsweise Thon, entweder im mäßig erhärteten Zustande oder in Form des Schiefers, so läßt man so verunreinigte Erze einige Zeit lang an der Luft liegen, was je nach der Härte des Gesteins Wochen oder Monate in Anspruch nimmt; man röstet die Erze.

So zerfallen sie von selbst in kleine Stücke und können nun geschlämmt

werden. Auch diese Arbeit ist mit den weniger werthvollen Metallen nur eine grobe und oberflächliche. Entweder man wirft die Erze in ein engbegrenztes Bachgerinne und läßt das Wasser des Baches so lang darüber hinwegfließen, bis das taube Gestein fortgespült ist, oder man benützt eine mechanische Vorrichtung dazu, wovon die Fig. 933 eine Ansicht giebt.

Fig. 933.



Wir sehen hier in R ein Mühlrad, welches durch das Wasser eines Gerinnes getrieben wird; von diesem Gerinne zweigen sich zwei kleinere ab, das eine führt nach einer aus drei Brettern zusammengesetzten Schlämмовorrichtung A, worauf die Erze zuerst geworfen werden, um sie von dem Größten zu befreien. Ein zweites Gerinne führt das Wasser des Baches in eine große Mulde B, wo hinein die Erze, nachdem sie in A abgospült worden sind, durch einen Arbeiter geworfen werden. In dieser Mulde bewegen sich starke, eiserne Stäbe, welche kreuzweise befestigt sind auf der Achse C des Rades R.

Wenn dieses letztere durch den Mühlbach in Bewegung gesetzt wird, so rühren die eisernen Stäbe immerfort in den Erzstücken umher, welche im Wasser der Mulde liegen. Hierdurch⁷ wird alles taube Gestein abgestoßen.

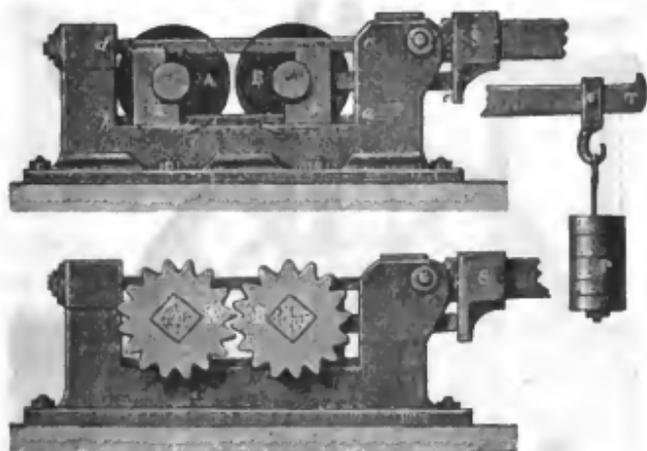
Da das Wasser immerfort erneuert wird, so fließt der Trog unausgeseht über und nimmt mit sich, was leicht genug ist, um bei der fortwährenden Umrührung in Wasser schwebend erhalten zu werden. Nur das viel schwerere Erz bleibt in der Mulde liegen und wird daraus erst entfernt, wenn die Trennung so vollständig erfolgt ist, als man sie für nöthig hält.

Die übrigen metallischen Mineralien, welche man aus den Bergwerken gewinnt, diejenigen also, welche werthvolleren Metallen angehören, werden gewöhnlich durch den Hammer geschieden. Dies besorgen die Frauen und Kinder der Bergleute und sie sondern die Stücke in 3 Klassen, in solche, welche reines Erz enthalten und also gleich zur Schmelzung gebracht werden

können; ferner in solche, in denen das Ganggestein mit dem Erz so durchwachsen ist, daß es durch den Hammer nicht mehr getrennt werden kann, und endlich in solche, die nur noch Ganggestein, also ganz werthlos sind und daher fortgeworfen werden.

Diejenigen Antheile des Erzes, welche mit Ganggestein gemischt sind, unterwirft man vielleicht dem eben beschriebenen Waschungsprozeß, in der Regel aber geschieht dieses nicht, sondern man zerkleinert sie vorher entweder durch Stampfen oder durch Walzen.

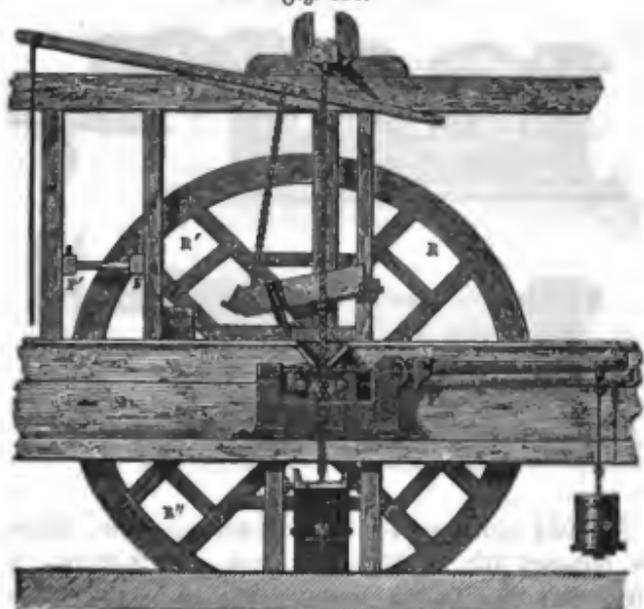
Fig. 935 und Fig. 934.



Die Fig. 934 zeigt uns ein Paar solcher gereifelter Walzen A und B, welche bestimmt sind die Mineralien grob zu zerkleinern. Es ist der Stützpunkt S eines langarmigen Hebels, welcher dazu dient, um die Walzen mit einer gewissen Kraft gegen einander zu drücken, doch nicht so, daß dieser Druck unüberwindlich wäre. Schwere Hindernisse müssen die Walzen verschieben können. Deutlicher als in dieser Fig. sehen wir diese Anordnung in der oberen Fig. (935), welche uns ungeriefelte Walzen zeigt. Auch hier giebt A und B uns die Walzen an, in L und K aber sehen wir die Lager für die Achsen dieser Walzen und bemerken, daß sie sich nicht unten, sondern rechts und links an den Seiten stützen. a b c d ist das sehr schwere eiserne Gestell, in welchem die Wiederlagen und die Achsen der Walzen ruhen, darin ist auch das eine Ende des Hebels S, welchen wir uns mit T vereinigt und mit dem schweren Gewicht P belastet denken müssen, befestigt. Bei e hat dieses Ende einen rechtwinkligen Ansaß, welcher durch das Gestell e a hindurchgeht und bis an die Wiederlage L reicht.

Man kann sich nun wohl vorstellen, daß Gesteine, welche zwischen die Walzen AB gebracht werden, sobald diese durch äußere mechanische Gewalt sich drehen, zerquetscht werden müssen, daß aber auch wenn z. B. ein widerstandsfähiger runder Kiesel oder ein Stück gebiegenes Metall sich zwischen den Erzen befindet, dieses Stück, welches nicht zertrümmert werden kann, die Walzen AB auseinander treibt, indem es den Hebel ST aufhebt. Es gehört unzweifelhaft eine sehr große Gewalt dazu, allein würde eine solche Bewegung unmöglich sein, so würde vielleicht das Maschinenwerk zertrümmert werden.

Fig. 936.



Die Fig. 936 giebt uns nun die Zusammenstellung der ganzen Maschine, wovon ABSTP nur einzelne kleine Theile sind. Wir haben dieselben vorher betrachtet, um ihre Anwendung in der großen Maschine leichter verstehen zu können.

Die Walzen ruhen auf einem sehr starken Balkengestell. An der Achse der einen Walze ist ein großes durch Wasser- oder Dampfkraft getriebenes Rad R befestigt, welches diese eine Walze umdreht. Die andere wird von selbst mitgenommen, indem an dem Umfange beider angebrachte, sehr starke Zähne in einander greifen.

Die Mineralien, welche zerkleinert werden sollen, laufen in kleinen Wagen auf der Bahn, welche die oberste Balkenlage trägt. Sie werden

durch einen Arbeiter in den Trichter U, welcher sich über der Mitte der Cylinder befindet, geworfen und kommen dann zwischen die gereifelten Walzen Fig. 934, woselbst sie gröblich zerkleinert werden. Dieses so zerkleinerte Material kommt noch einmal zwischen Walzen, aber zwischen platte, nicht gereifelte (Fig. 935). Damit hier zwischen nur angemessen kleine Stücke kommen, so wird das einmal zerkleinerte Mineral nicht sogleich in den Trichter U, sondern in eine Art Sieb V geworfen, woselbst Maschen oder kreuzweise gelegte Leisten von Eisen das zu grobe Gestein zurückhalten und nur das angemessen kleine zwischen die Walzen gelangen lassen.

Die so durch die Cylinder zerkleinerten Stücke fallen auf ein anderes Sieb M, welches sie sortirt, indem es die kleineren durch seine Maschen läßt, die größeren aber zurückhält, so daß man sie noch einmal zwischen die Walzen bringen kann.

Diese ganze Operation hat hauptsächlich zum Zwecke, das Ganggestein von dem Erz abzusprengen, und die Zerkleinerung wird deshalb so weit getrieben, um es nunmehr durch erneuertes Schlämmen dahin zu bringen, daß alles Ganggestein fortgewaschen werde und nur das Erz in sehr zerkleinertem Zustande in der Mulde Fig. 933 zurückbleibe.

Haben die Mineralien, welche unter den Walzen verkleinert wurden, eine bedeutend verschiedene Dichtigkeit, ist das Erz 4- bis 5mal so schwer als das Wasser, die Gangart aber nur 2mal so schwer, so scheidet man dieselben in Wasser noch auf eine andere Weise. Man läßt die zerkleinerten Mineralien aus einer gewissen Höhe in einen mit Wasser gefüllten Bottich fallen. Je schwerer das Mineral ist, desto schneller wird es im Wasser zu Boden sinken, es wird sich demnach von selbst eine Trennung in drei Schichten ergeben, am schnellsten wird zu Boden fallen das Erz, dieses wird also die unterste Schicht bilden. Langsamer wird niedersinken das Gestein, welches gemischt ist aus Gangart und aus Erz. Am langsamsten wird fallen, zu oberst also wird liegen bleiben das Ganggestein selbst.

Theoretisch ist dieses ganz richtig und es kann sich ein Jeder davon überzeugen, wenn er eine Flintenkugel und eine gleich große Steinkugel gleichzeitig in Wasser fallen läßt. Wäre die Wasserschicht auch nur einen Fuß hoch, machte man das Experiment also in seinem Zimmer mit einem hohen, wassergefüllten Bierglase, so wird man schon hier ganz unzweifelhaft wahrnehmen können, daß die Bleikugel kaum halb so viel Zeit braucht um zu Boden zu sinken als die Marmorkugel.

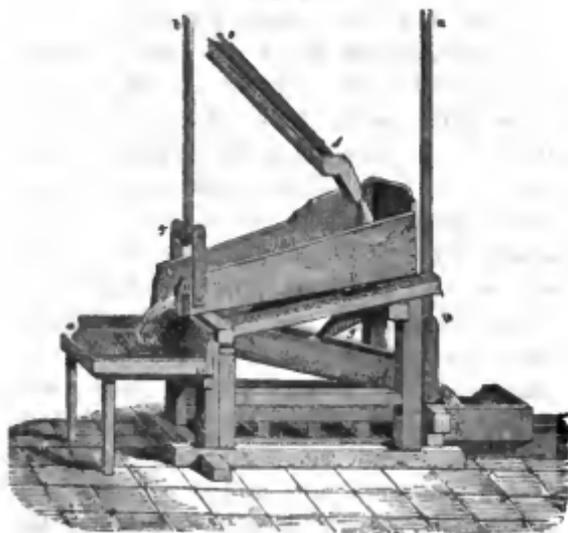
Aber in der Praxis gestattet sich das Experiment doch anders. Daß die Bleikugel 11mal schwerer ist als Wasser, die Marmorkugel aber nur 2mal so schwer, kommt dem Experiment schon sehr zu Hülfe, noch mehr aber der Umstand, daß die beiden Kugeln ganz gleichzeitig in das Wasser

fallen, Erze und Ganggesteine sind nicht in einem solchen Grade verschieden in Schwere, aber sie fallen auch nicht so gleichzeitig. Das Schütten der Erze in das Wasser dauert stundenlang, und es wäre eine Thorheit zu glauben, alles Ganggestein würde eine Stunde lang im Wasser schweben bleiben um allem Erz Zeit zu lassen zu Boden zu sinken.

Da man nun auf diese Weise zu einer Trennung nicht gelangen kann, so schüttet man das zerkleinerte Gestein in eine geneigte Rinne, in welcher ein starker Wasserstrom ziemlich rasch fließt. Dieser nimmt mit Sicherheit die ganze Masse des tauben Gesteins mit sich fort, dieser entführt auch das halbtambe, das mit Erz gemischte Gestein, und nur das eigentliche Erz bleibt unmittelbar unter dem Punkte liegen, von welchem es herabgefallen ist.

Die Theilung der Erze in Stücke von ziemlich gleicher Größe erscheint den Arbeitern, wenn sie dieselben zu gut machen sollen, so wichtig, daß sie alles Mögliche anwenden, um ein solches Sortiren zu bewerkstelligen. Die Form kann natürlich nie gleichmäßig werden. Die zerkleinerten Erze

Fig. 937.



können eben so gut rundlich als eckig, können eben so gut blätterig als würflich sein, man wird es nie bewerkstelligen können, die Form der Stücke gleichmäßig zu machen, wenn man sie nicht in Pulver verwandeln will. Allein so weit verkleinert als erforderlich, sucht man wenigstens das gepochte Gestein ziemlich gleich in seiner Größe zu erhalten und sortirt deshalb das zerstückelte Erz durch mehrere Siebe und zwar immer durch die Gewalt des Wassers. Die Fi-

gur 937 giebt uns eine Ansicht solcher Vorrichtung. Auf einem schräg stehenden, starken Gestell ruht ein auf einer Seite offener Kasten ABCD, die untere, hier nicht sichtbare Seite ist mit einem starken Drahtsieb bezogen. Der Kasten sitzt an seiner breiteren und höheren Seite auf dem Gestelle, an seiner schmälern und offenen Seite ist er durch einen Träger

von Holz tr gehalten, dieser, wovon wir nur ein Bruchstück sehen, wird durch das Hauptrad der Betriebsmaschine ruckweise emporgehoben und fallen gelassen. Das durch die Walzen zerkleinerte Erz wird mit Schaufeln in den Kasten geworfen, viel davon fällt sogleich durch, allein dieses Hindurchgehen wird durch das Schütteln sowohl als durch einen starken Wasserstrahl befördert, der aus einer Rinne cd auf das Erz fällt. Was während des Schüttelns nicht durch die Siebfläche dieses Kastens fällt, rollt auf der Fläche herab und gelangt nach der vorderen offenen Seite, wo ein Tisch uw dasselbe empfängt, dies sind die größten Stücke.

Was nunmehr aber durch die Siebfläche gegangen ist, fällt in eine untenstehende, entgegengesetzt geneigte Rinne oo, welche auf ganz gleiche Weise durch eine Stange uv geschüttelt und durch einen Wasserstrahl g gespeist wird; diese untere Vorrichtung, welche sich unterhalb des Gestells befindet, hat gleichfalls ein Sieb, durch welches die kleinsten Antheile des zerbröckelten Erzes hindurchgehen, indessen die minder klein gespaltenen von dem Siebe herabrollen, die gröbren so herabkommenden Antheile des Erzes werden durch einen Kasten bR, der unter dieser Siebvorrichtung steht, aufgefangen, was aber das Sieb passiert bleibt unter demselben in einem zweiten schmalen Kasten liegen.

Durch diese Vorrichtung wird zwar nicht eine vollständige Sortirung erlangt, wie sie z. B. mittelst der Schrotfriebe erhalten wird, wo man bekanntlich mehr als 20 verschiedene Sorten von ganz gleicher Größe erlangt, aber die Theilung in 3 verschiedene Größen erscheint doch selbst denjenigen Bergwerksbesitzern genügend, welche sonst ziemlich peinlich in ihren Anordnungen sind.

Diese verschiedenen Größen von Erzstücken werden nun wieder gesondert auf die bereits früher beschriebene Weise, wodurch das taube Gestein vom erzhaltigen, und das erzhaltige vom reinen Erz getrennt wird.

Bei edlen Metallen, bei denen des tauben Gesteins bei weitem mehr als des erzhaltigen, muß man ein solches Verfahren jederzeit einschlagen, wenn man bei Gold- und Silbererzen nicht das taube Gestein von eigentlichem Erz trennen wollte, würde man um 50-, ja 100 mal mehr Masse zum Schmelzofen bringen als hinein gehört.

Bei solchen edlen Erzen pflegt man auch wohl auf eine andere und sorgfältigere Weise zu verfahren, um wo möglich gar nichts von den Erzen und dem werthvollen Inhalt derselben zu verlieren. In solchen Fällen ist das Auswaschen derselben die Arbeit eines Tagelöhners, wir sehen die Art der Ausführung in Fig. 938. An einer Wippe Pq, welche an der Decke der Werkstube befestigt ist, hängt vermittelst der Stange b ein Eimer C, dessen unterer Boden ein Sieb ist. Dieser Eimer wird von dem Tische,

der daneben steht und der einen Haufen gepochten Erzes trägt, mit dem nöthigen Vorrath versehen. Der Eimer hängt in einem Bottich B, welcher ihn bequem zu fassen vermag.

Fig. 938.



Dieser Eimer ist zur Hälfte seiner Höhe mit Wasser gefüllt. An dem vorderen Ende befindet sich eine Stange E, deren unteres Ende in einem hohlen Cylinder befindlich ist, und dadurch so geleitet wird, daß sie bei der erforderlichen Bewegung nicht aus der vorgeschriebenen Richtung kommt. Ein Arbeitsmann faßt einen Quergriff dieser Stange und bewegt denselben in kurzen Absätzen ununterbrochen auf und ab. Das Gewicht des Eimers mit Erzen gefüllt, ist nicht unbedeutend, dasselbe gleichmäßig zu heben und zu senken würde

eine schwere Arbeit sein. Diesem Uebelstande kommt zuvor das Gegengewicht Pq am entgegengesetzten Ende der Wippe, es hat mithin der Arbeitsmann nichts weiter zu thun, als dieses Gleichgewicht zu stören, indem er abwechselnd den Eimer ein wenig erleichtert oder ein wenig erschwert, so kann er diese Arbeit Tage lang fortführen.

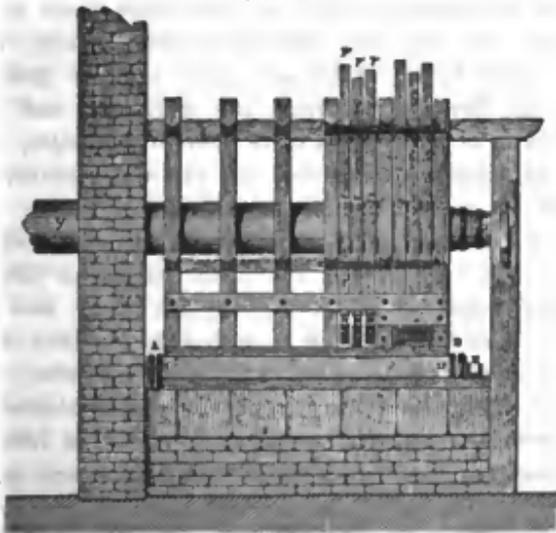
Der Zweck dieser Arbeit ist nun, das taube Gestein von den Erzen zu sondern. Während des Herabziehens des Eimers, welches ruckweise geschieht, dringt das Wasser durch die Maschen des Siebes empor und hebt das taube Gestein aufwärts. Da dieses sehr häufig wiederholt wird, so sondert sich natürlich nach und nach die ganze in dem Eimer enthaltene Gesteinmasse in zwei verschiedene Schichten, deren obere das taube Gestein enthält, als das viel leichtere, als dasjenige, welches der Bewegung des Wassers nachgegeben hat. Dies taube Gestein wird nach und nach mit Schaufeln hinweggenommen, dabei wird die Arbeit des Waschens jedoch nicht unterbrochen, so daß man schließlich zuunterst im Eimer, wenn auch nur eine ganz niedrige, doch reine Erzschicht findet. Ist man bis hierher gelangt, so schüttet man den Eimer aus und füllt ihn aufs Neue mit dem rohen Material.

Es versteht sich von selbst, daß über dem reinen Erz sich noch solches

Gestein finden wird, welches mit dem eigentlich tauben, mit der Gangart, zusammenhaftet. Dieses sondert man von der untersten Lage, welche nur Erz enthält und übergiebt es einer abermaligen Zerkleinerung und einer wiederholten Waschung. Dasselbe geschieht auch mit den anderen Erzen, welche auf die früher gemeldete Weise in einem Bachgerinne gewaschen werden. Das Pochen und Zerkleinern hat zum Zweck, das Erz vom unbrauchbaren Gestein zu trennen. Die Größe der Stücke ist hierbei ganz gleichgültig, man verfährt daher in solcher Art, das man alles zusammen erst gröblich zerkleinert und in die mehrmals angeführten 3 Schichten sondert. Das taube Gestein wird fortgeworfen, das reine Erz wird nicht weiter bearbeitet, aber das mit Ganggesteinen gemischte Erz wird nochmals verkleinert und wieder der Waschung unterworfen, und so wiederholt sich diese Operation immer von Neuem, bis zuletzt dasjenige Mittelgut, welches zwischen dem tauben Gestein und dem Erz gefunden wird, wirklich in Pulver verwandelt werden muß. So nur kann man erreichen was der ganze Zweck aller dieser Waschungen ist.

Wenn man glaubt auf dem bisher beschriebenen Wege noch nicht zu dem Ziele der vollständigen Sonderung gelangt zu sein, so wird die Waschung noch einmal, sowie auch die Zerkleinerung, aber auf eine andere Weise, nämlich durch Stampfen, vorgenommen.

Fig. 939.



Ein solches Stampfwerk zeigt uns die Fig. 939. Auf einem festen Gemäuer steht eine Reihe von sehr starken metallenen Trögen, dieselben

sind so gestellt, daß immer 3 Stampfen in einen jeden fallen können. Die Figur zeigt uns eine Veranstellung zu 15 dergleichen. Drei Fächer sind leer, zwei Fächer sind mit den Stampfen besetzt, welche mit pm bezeichnet sind. Eine jede Stampfe trägt einen metallenen Kopf, welcher auf das Erz fallen und es zermalmen soll.

Sämmtliche Stampfen werden durch die Achse ay, welche an einem Wasserrade befestigt ist, in Bewegung gesetzt, jede Stampfe hat einen vorspringenden Zapfen m, und auf der Achse befinden sich so viele Daumen, um diese Zapfen zu heben, als der Umfang der Welle gestattet.

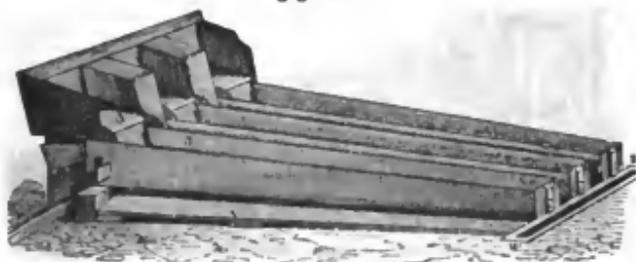
Die Mörser, in denen das Erz zerstoßen wird, enthalten desselben nur wenig, sind aber mit Wasser angefüllt, sie sind auch auswendig mit Wasser umgeben, welches in einem Kanal cd umfließt. Der Wasserstand ist höher, als die Mörser hoch sind, von A aus wird durch ununterbrochenen Zufluß dieser Wasserstand stets gleich hoch erhalten, denn so viel als bei B durch den Kanal E abfließt, so viel fließt bei A immerfort zu. Die Stampfen, welche durch das Wasser auf das Erz fallen, rühren dies immerfort um, und bewirken, daß das fein zerkleinerte Gestein sich schwebend im Wasser erhält. So wird es natürlich von diesem in ununterbrochenem Strome fortgeführt. In den Kanälen, welche die Stampfmörser umgeben, ist die Bewegung zu rasch, als daß sich etwas absetzen könnte, sobald das Wasser aber in den Kanal E tritt, wird die Bewegung langsamer und schon hier fällt das Schwerste zu Boden, aus dieser Rinne aber läuft das Wasser auf eine sehr große mit Steinplatten genau belegte, ein wenig geneigte Fläche. Hier breitet es sich aus, wird langsam fließend und setzt in der Nähe des Ausgugrohres schon das Schwerste, das Metallreichste ab, weiter fließend wird das am feinsten Zertheilte getragen, und was in dieser Form von taubem Gestein noch mit dem Erz verbunden war, läßt man am Ende der geneigten Fläche in große Kübel fließen. Was sich in den Kanälen und auf der schrägen Fläche absetzt, wird Schlich genannt, was schließlich in den Bassins, in den großen Kübeln zu Boden sinkt, ist Schlamm. Der Schlich ist durchaus metallischer Natur, aber seiner Feinheit nach sehr verschieden und auch er wird noch gewaschen und gesondert und zwar auf dieselbe Weise, wie hier angedeutet worden, nur sind die Veranstellungen ein wenig verschieden, die Mittel sind dieselben, fließendes Wasser, welches über eine geneigte Fläche läuft und in seiner Bewegung die ihm beigemengten festen Bestandtheile mehr oder minder weit fortführt, diejenigen am weitesten, welche am leichtesten sind.

Eine Veranstellung zur Sonderung des Schlichs sieht man in Fig. 940 dargestellt.

Mehrere hölzerne Kästen, ungefähr wie Sargdeckel gestaltet, daher man

sie auch Särge nennt, stehen neben einander. Sie sind ein wenig geneigt, ihr höheres Ende B hat eine Unterlage und steht also etwas höher als das andere Ende CD, welches auch niedrigere Wände hat. An diesem unteren Ende sind die Kästen durch Bretter geschlossen, in verschiedenen Höhen befinden sich in diesem Verschuß Löcher gebohrt, welche aber während der Arbeit durch Kork verstopft sind. An dem oberen Ende dieser Särge befindet sich eine erhöhte Bank, worauf der Schlich liegt, welcher gewaschen werden soll. Man leitet fließendes Wasser darauf und dieses spült den Schlich in die Särge abwärts, wo er sich in verschiedenen Entfernungen von der Bank A absetzt.

Fig. 940.



Die feinsten Theile des Minerals bleiben im Wasser schweben und machen es trübe. Wenn die Särge mit Wasser gefüllt sind, so hemmt man den ferneren Zufluß auf die Bank A und öffnet die Löcher an dem unteren Ende der langen Särge, wodurch das trübe Wasser in einen Kanal UU fließt, welcher es nach weiten Kübeln führt, woselbst es in Ruhe stehend, die fein vertheilten Mineralstoffe niedersinken läßt.

Ist dieses geschehen, d. h. hat man die Flüssigkeit, welche die Kästen erfüllte, aus denselben abgelassen, so schließt man die Oeffnungen wieder und beginnt die Waschungen von Neuem, indem man über die Bank A wieder frisches Wasser laufen läßt.

Es fällt sich auf diese Art ein jeder Sarg mit den gröbereren Anthellen des Schlichs, indessen die feineren fortgeführt werden, damit man aber eben diese gröbereren Theile nicht mit aus dem Kasten entfernt, so läßt man im Verlaufe der Arbeit nur immer weniger Wasser abfließen, indem man nicht mehr die untersten, sondern mittlere und höher gelegene Zapflöcher öffnet.

Sind die Kästen mit Schlich gefüllt, so wird die Arbeit unterbrochen und der Inhalt wird gesondert. Das Werthvollste befindet sich zunächst an der Bank A, es ist das schwerste, reichste Erz, welches dem Wasserlaufe am wenigsten nachgegeben hat, es kann in der Regel, sowie es hier

aufgenommen wird, zur Schmelzung gebracht werden, das Andere muß denselben Weg noch einmal durchmachen, vielleicht auch noch zweimal, wodurch es immer mehr von dem tauben Gestein befreit, wodurch es immer werthvoller wird.

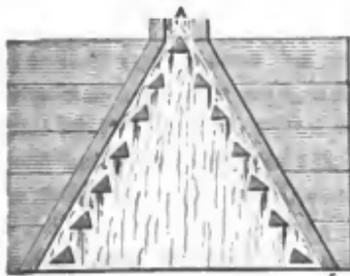
Eine andere Art, den Schlich durch Wasser zu sortiren, ist die auf den ruhenden Tischen, welche uns Fig. 941 zeigt. Ruhend heißen sie im Gegenfaze zu einer ähnlichen Vorrichtung, welche bei ihrem Gebrauche geschüttelt wird, und davon Stoßtische heißen.

Fig. 941.



Die ruhenden Tische sehen wir ähnlich wie die Särge geneigt in A B vor uns liegen, sie haben 24 bis 30 Fuß Länge, sind mit Leisten an den Rändern versehen und haben an ihrem oberen Ende eine stärkere Neigung, worauf sich ein eigenthümlich gestalteter Wasserlauf befindet, welchen wir sogleich näher betrachten werden. Der zu waschende Schlich befindet sich in einem Behälter M mit vielem Wasser zusammengerührt, hier wird er durch ein kleines Rad in steter Bewegung erhalten und dieses kleine Rad wird wieder getrieben durch ein größeres Rad R, welches seine Bewegung durch das Wasser des Kanals o v erhält.

Fig. 942.



Der so aufgerührte Schlich läuft nun auf die Tische, indem er sich aus einem Kanal über die stärker geneigte Fläche A verbreitet und dann in der ganzen Ausdehnung, die er hier angenommen hat, über den Tisch zwischen den Leisten herabfließt.

Um dieses gleichmäßige Ausbreiten über die ganze Fläche möglich zu machen bedarf man einer Vorrichtung, welche Fig. 942 uns zeigt. BC ist die Breite des Tisches, welche auf der Fig. 941 mit A bezeichnet war. Durch

den schmalen Kanal A (942) fließt der mit Wasser vermischte Schlück auf das stärker geneigte Brett, welches auf der Figur 941 mit A bezeichnet ist und welches in der gegenwärtigen Figur sich vergrößert zeigt. Man muß dasselbe sich auch hier nicht aufrechtstehend, sondern schräg liegend vorstellen. Zwischen A und B, sowie zwischen A und C befinden sich außer den rechts und links liegenden graben, mehrere Zoll hohen Leisten noch eine Menge dreieckiger Klöße. Das schlammige Wasser, welches bei A zwischen die beiden Leisten gelangt, wird gleich an dem ersten Dreieck in zwei Theile getheilt, auseinander gedrängt. Jedes weiter abwärts stehende Dreieck nimmt eine gleiche Theilung mit demjenigen Wasserstrahle vor, welcher darauf fällt, und so gelangt das Wasser von oben nach unten, sich immerfort ausbreitend bei BC, d. h. in der ganzen Breite der Tafel und über die ganze Fläche derselben vertheilt an, kann in diesem Raume langsam fließen, führt die schwereren Theile des Schlücks nicht mit sich, sondern läßt sie auf dem Tische liegen, die schwersten zunächst A, die leichteren immer weiter davon entfernt, bis nur noch trübes Wasser von dem unteren Ende der Tafeln in den Kanal C anlangt.

Fig. 943.



Hat sich eine mäßige Schicht auf den Brettern abgelagert, so wird der Zufluß von Schlück unterbrochen, der Saß wird mit einem Besen umgerührt und reines Wasser darüber geleitet, dieses nimmt nun noch mit sich fort, was an Ganggestein etwa in Pulverform dabei gewesen ist. Dasjenige, was aus dem Kanal C fortfließt, wird in weitläufigen Bottichen D gesammelt und möglicher Weise noch einmal gewaschen, in der Regel aber nur, nachdem man sich vom vorhandenen Metallgehalte darin überzeugt hat.

Die Stoßfische, von denen die Figur 943 eine Ansicht zeigt, dienen

zu demselben Zwecke und sind auch im Ganzen den ruhenden Tischen sehr ähnlich, allein sie haben doch ihre Besonderheiten und der eigensinnige Bergmann glaubt bald die eine bald die andere Art anzuwenden zu müssen, je nachdem das Erz und das Ganggestein in Schwere und in Gehalt verschieden ist, so z. B. sind die Stoßtische oder Stoßtafeln nicht geeignet, den allerfeinsten Schlich oder den Schlamm soweit zu sondern als nöthig ist.

Die Figur zeigt uns unter BC eine Tafel mit starken Rändern versehen und selbst von sehr starken Bohlen gemacht, wodurch sie ein bedeutendes Gewicht und eine große Widerstandsfähigkeit erhält. Diese ist ihr nöthig, weil sie an Ketten schwebend nur an den 4 Ecken getragen, demnächst aber in einem fortwährenden Rütteln und Schütteln erhalten wird. Die beiden vordersten Ketten ab und tt hängen am niedrigsten, die beiden am oberen Ende befestigten werden nicht gesehen, um die Zeichnung nicht zu verwirren. Unterhalb A befinden sich starke Ständer, an denen dieselben befestigt sind, die vordersten derselben tt haften an einem langen Hebel lol. Dieser Hebel theilt sich in 2 Arme, welche auf einem beweglichen Lager oo ruhen, das andere einfache und längste Ende des Hebels L reicht bis in die Nähe der Achse XX eines Rades, welches die schüttelnde Bewegung hervorbringen soll. An dieser Achse sind starke Daumen c befestigt, welche einen Theil des Gestelles K bei ihrer Umdrehung abwechselnd heben und fallen lassen. Hierdurch wird das ganze Gestell auf das Heftigste erschüttert. Die Ketten, in denen die große Tafel hängt, verwandeln diese Erschütterungen in eine zitternde Bewegung, vermöge deren auf diese Tafel gebrachter Schlich in unaufhörlichem Schwanken, durch die Neigung aber in langsamem Abfließen erhalten wird.

Der Schlich befindet sich in einem Trog, aus welchem er durch die Oeffnung T auf ein schräges Brett A treten kann, welches mit kleinen Dreiecken besetzt ist, wie Fig. 942, und dazu dient um den Schlich über die ganze Breite der Tafel zu vertheilen. Damit der Schlich genügend flüssig bleibe und immerfort Wasser da sei, um ihn zu verdünnen, so tritt solches durch die Röhre su ununterbrochen in den Trog, welcher mit V bezeichnet ist.

Wir sehen, daß sich diese Stoßtische von den vorher beschriebenen nur dadurch unterscheiden, daß sie fortwährend in Bewegung erhalten werden. Dieses aber ist insoweit sehr günstig für die Bearbeitung des Schlichs, als dadurch die gesammte Masse des fein zerkleinerten Gesteins viel länger wie bei dem ruhenden, im Schweben erhalten wird, wodurch die feineren Theile der leichteren Gesteine leichter zum Abfließen gebracht werden. Man sieht aber auch zugleich, daß die Gewinnung der Erze durchaus keine leichte

Arbeit ist; daß sie viele Mühe und vielfältig wiederholte Mühe erfordert, um zu der Form gebracht zu werden, in welcher sie schließlich verwendbar sind.

Diese feinen geschlemmten Erze werden nun zuerst chemischen Untersuchungen unterworfen, (natürlich in kleinen Proben) um zu entscheiden, welchen Werth, welche Ausgiebigkeit sie haben, in dieser Art werden sie auch einzeln meistens in großen gemauerten Kästen bis zur Einschmelzung aufbewahrt.

Die Zerkleinerung der Erze ist keinesweges eine willkürliche, sie ist allerdings nicht bei allen Erzen nöthig, allein da, wo die Erfahrung die Nothwendigkeit gezeigt hat, darf sie nicht unterlassen werden, weil sonst die Reduktionsmittel nicht in gehöriger Weise mit den Erzen sich vermischen, nicht überall mit denselben in Berührung kommen.

In neueren Bergwerken bedient man sich noch einer Vorrichtung zur Trennung der gröberen Theile von den feineren durch das Sieb, wobei jedoch die Siebvorrichtung nicht geschüttelt wird, wie wir oben S. 24 gezeigt haben, sondern eben dieses Sieb feststeht, dagegen das Wasser dann auf- und absteigt. Das Prinzip an sich ist dasselbe, nur die Benutzung der Wasserkraft ist eine andere.

Fig. 944.



Fig. 944 zeigt uns in A einen viereckigen Wasserbehälter von ungefähr 3 Fuß Höhe, durch welchen quer hindurch ein starkes Sieb ab geht, auf dasselbe werden die zerkleinerten Erze geschüttet. Das Sieb ist in der Mitte unterbrochen und es befindet sich an dieser Stelle ein zweiter, gewöhnlich runder Kasten B, der unten offen, oben dagegen geschlossen ist. In diesem Kasten, welcher als Pumpe wirken soll, befindet sich ein Stempel P, den man durch eine Stange emporziehen kann, der Stempel schließt

nicht genau, denn es soll das Wasser in dem Cylinder nur einige Fuß auf oder ab bewegt werden, wenn man nun den Stempel hebt, so zieht er Wasser mit sich empor, welches früher auf den Erzen über ab gestanden hat, wenn man umgekehrt den Stempel niederdrückt, so wird Wasser aus dem Cylinder in den größeren Kasten gestossen und es erhebt sich dadurch über seinen bisherigen Stand und bespült das auf dem Siebe gelagerte Erz.

Die Folge dieser stets wechselnden Bewegung ist ein immerwährendes Aufrühren, Lockern der Erzstücke, welche auf dem Siebe liegen. Es trennen sich hierdurch alle diejenigen Theile, welche durch das Sieb gehen können und das damit beladene Wasser kann nach einiger Zeit aus den Oeffnungen o fortgeschafft werden. Oben über der Pumpe befindet sich ein hölzerner Kasten, in welchem Vorrath an Erz liegt, das ausgewaschene kann entfernt werden, und es wird dann von hier aus durch bloßes Herabschütten ersetzt. Eine geringe Veränderung ist die, wo die Pumpenvorrichtung nicht in der Mitte eines größeren Wasserkastens, sondern zwischen zwei gleich großen steht, welche zu gleicher Zeit davon gespeist werden.

Diese bisher beschriebenen Operationen sind beinahe allen Erzen gemeinschaftlich, die folgenden hat wiederum jedes Metall für sich. Alle Erze müssen geschmolzen, in Metall verwandelt werden, aber jedes Metall fordert eine eigene Art der Bearbeitung und wir sind deshalb genöthigt das Allgemeine zu verlassen und uns an jedes einzelne Metall besonders zu wenden.

Das Eisen.

Unbedenklich darf man sagen, daß dieses Metall das wichtigste sei, welches wir irgend kennen. Daß es am meisten verbreitet sei, ist keinesweges der Fall, denn das Metall des Kaltes und der Thonerde ist in unendlich viel größeren Massen vorhanden, dasselbe kann man auch von dem Metalle des Kali und des Natron sagen, aber alle vier sind viele Jahrtausende lang vorhanden und doch gänzlich unbekannt gewesen, und dennoch haben die Menschen gelebt und haben Häuser gebaut und Statuen gemeißelt, haben in Kunst und Wissen die gewaltigsten Fortschritte gemacht, was Alles wohl nicht zu sagen wäre, wenn sie das Eisen nicht gekannt hätten, das eine fast unerläßliche Bedingung der Civilisation zu sein scheint.

Man kann allenfalls die Völker des mittleren Amerika, von Mexiko bis Peru als solche auführen, die das Eisen nicht gekannt haben und dennoch civilisirt waren, aber welcher niederen Stufe der Cultur gehörten sie an und wie wenig gehörte dazu um sie zu besiegen und die Spuren von Kunst und Technik, welche sich unter ihnen entwickelt hatten, fast spurlos zu vertilgen. Ein paar hundert Abentheurer mit stählernen Waffen und mit erbärmlichen Feueergewehren versehen, genügten um Heere von vielen Hunderttausenden zu vernichten, genügten um in wenigen Jahren Länder, welche im Zusammenhange größer sind als ganz Europa, zu untersuchen und so war es auch im Alterthum, das Gold konnte eine Million Perser nicht schützen gegen den Stahl in den Händen der 30,000 Griechen.

Da die Darstellung des Eisens aus seinen Erzen eine überaus schwierige ist, so läßt sich vermuthen, daß man zuerst dasjenige benutzte hat, welches als Meteoreisen gebiegen gefunden wird. Dasselbe ist allerdings nur sparsam vertheilt, doch wie es scheint gerade in Asien häufiger als in anderen Erdtheilen, wenigstens findet man in Indien eine ungewöhnliche Menge stählerner Waffen, deren Ursprung aus Meteoreisen sich deutlich nachweisen läßt. Es haben unzweifelhaft die alten indischen Waffenschmiede so wenig als die neueren einen Begriff von der Quelle dieses Eisens gehabt, sie haben sicher nicht gewußt, woher es kommt, sie haben nicht gewußt, daß es kosmischen Ursprungs ist, d. h. nicht von der Erde stammt, sondern aus dem Weltraume zu uns gelangte. Sie haben dieses nicht gewußt, aber sie haben das Eisen gefunden und bearbeitet.

Wir untersuchen solches Eisen und sagen, es enthält immer Nickelmetall, wir feilen eine Fläche glatt, schleifen und poliren sie, benehen sie darauf mit einer schwachen Säure und sagen: „Hier zeigen sich die Wiedemannstedt'schen Figuren“, das ist ein gradliniger Damast, es ist die Krystallisation des Eisens, welches auf eben dieselbe Weise entdeckt wird wie die Krystallisation des Zinnes auf den Eisenblechtafeln, bei denen man die herausgeätzten Figuren, ähnlich den Eisblumen an den Fenstern, Metallmoirée nennt.

Die Indier wissen vom Nickel und den Verbindungen desselben mit dem Eisen nichts, sie wissen auch nichts vom Professor Wiedemannstedt, welcher die nach ihm benannten Figuren entdeckte, aber sie wissen die Figuren zu entdecken, und wenn ein reicher Indier einen Krisch kaufen will, welcher ihm für ein Alterthum, für eine von jenen seltenen Waffen die wir, als von Meteoreisen gemacht kennen, angeboten wird, so weiß er sich wohl von der Wahrheit der Angabe zu überzeugen, er ätzt die polirte Fläche mit dem Saft der Citrone, und sieht die Figuren erscheinen oder **der Krisch** ist kein seltenes Stück, sondern ein nachgemachtes, dann sind die

Figuren nicht geradlinig, sondern bunt krummlinig und bilden gewissermaßen kleine Blumen. Dies ist der Damast, welcher von der Stadt Damascus in Kleinasien seinen Namen hat. Auch diese Waffen sind noch geschätzt, aber ihr Werth hält keinen Vergleich aus mit jenen alten, aus gebiegen gefundenem Eisen geschmiedet.

In der Erde kommt das Eisen, soviel wir wissen, nicht gebiegen vor, wahrscheinlich weil es zu leicht oxydirt. Die bisher bekannten einzigen Ausnahmen sind jenes metallische Eisen, welches in sehr geringen Mengen die Lager des Platina im Uralgebirge begleitet und eine Metallader, welche zu Canaan in Nordamerika im Chloritfleser entdeckt worden ist. Diese Ader hat bei einer sehr ungleichen Breite doch nur 2 Zoll Dicke.

Die Eisenerze dagegen sind ungemein verbreitet, es sind Eisenoxyde in verschiedenen Stufen und Schwefeleisen, auch Eisenoxyde mit Phosphor verbunden kommen in Menge vor, man benutzte sie aber nur, wo man gar nicht anderes hat, denn sie geben gleich dem Schwefeleisen ein äußerst schlechtes Metall.

Vorzugsweise werden nur die Oxyde und ein kohlensaures Oxydul benutzet. Am vortrefflichsten ist das Magneteisenerz zur Darstellung des Eisens, es ist auch wahrscheinlich dasjenige, dessen sich die Alten zur Darstellung des Eisens bedient haben, denn es ist das reichhaltigste Erz und es kommt in ungeheuren Massen vor, so z. B. auf der Insel Elba, wo es ganze Berge bildet, die seit diesen Jahrtausenden schon ausgebeutet werden. In ähnlicher Weise kommt es in Schweden vor, wo der Bergbau darauf gleichfalls am Tage betrieben wird, d. h. wo man nicht Schächte und Stollen gräbt um es zu gewinnen, sondern es nur von der Oberfläche wegnimmt. Dieses vortreffliche Eisenerz liefert jenes berühmte schwedische Eisen, welches namentlich zu Hufnägeln und Flintenröhren verarbeitet wird, und welches so weich ist, daß man davon sagt, es lasse sich mit dem Messer schneiden. Da das Messer von gehärtetem Stahl ist, so will dieser bekannte Ausdruck eigentlich gar nichts bedeuten, allein er ist einmal so hergebracht.

Dieses Magneteisenerz kommt häufig in den allerschönsten regelmäßigen Octaederkrystallen vor und bildet so in jedem Mineralcabinet eine, die Aufmerksamkeit des Besuchers auf sich ziehende Gruppe.

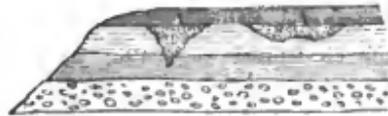
Ein anderes sehr reichhaltiges Erz ist ein wasserfreies Ueberoxyd des Eisens. Der lateinische Name desselben ist Haematit, der gewöhnliche, unter dem es dem Bergmann bekannt ist, heißt Rotheisenstein oder Blutstein. Er kommt in vielen verschiedenen Formen, meistens in strahliger Textur vor, sieht beinahe stahlgrau aus, giebt aber gerieben einen rothen Strich, das Pulver von diesem Stein ist so hart, daß man damit Glas

polirt. An der Oberfläche in sehr verschiedenen Formen geschliffen, dient dieser Blutstein als ein vortreffliches Mittel, welche Metalle durch Druck zu poliren, und in dieser Form wird er dem besten Polirstahl bei weitem vorgezogen. Der Blutstein findet sich in den Uebergangsgebirgen und in den secundären Formationen, mitunter in Lagern, doch meistens in großen Nestern. Dieses außerordentlich reiche Eisenerz speist die meisten Hochofen des nördlichen Deutschlands.

Das Eisenoxydhydrat findet sich in denjenigen Schichten am häufigsten, wo das Uebergangsgebirge mit der secundären Formation in Berührung tritt, das Hydrat hat eine braune Farbe und heißt gewöhnlich Brauneisenstein. Die mehrsten Eisenhütten der nördlichen Pyrenäen bearbeiten dieses Erz.

Ein viertes Erz, gleichfalls ein Hydrat des Eisenhyperoxydes kommt in Körnern von Erbsen- und Linsengröße vor, meistens in Haufen zusammengesüttet, wie A der Fig. 945 zeigt, in der Juraformation eingebettet, als habe man Löcher hineingegraben und das vorher zerkleinerte Erz darin aufgehäuft, um es für die Zukunft zu bewahren. Die Oberfläche dieser Schüttungen ist in der Regel ganz eben und von irgend einem Lagergestein der tertiären Formation bedeckt. In der Champagne und im Herzogthum Berry findet man dieses Mineral und zwar in der angegebenen Form häufig genug um es zu benutzen. Wenn dieses Oxyd in kleinen Körnern schichtenweise und wie zusammengeleimt erscheint, was in der Juraformation nicht selten vorkommt, so nennt man es Dolith-erz, weil es aussieht wie Fischrogen.

Fig. 945.



Der Spatheisenstein ist ein gekohltes Eisenoxydul, welches krystallisirt vorkommt, nicht selten mit beträchtlichen Massen von Manganerz gemengt. Es findet sich in den älteren sowohl als in den Uebergangsgebirgen und begleitet auch den Brauneisenstein in beträchtlichen Massen. Wenn man dieses Erz nicht mit Steinkohlen, sondern mit Holzkohlen behandelt, so erhält man ein schönes, zähes Eisen von fadenartiger Textur, welches vorzugsweise zur Stahlfabrikation benutzt wird.

Sehr häufig findet man in den Steinkohlen Nieren von Eisenoxydul, zwar mit etwas Thon gemischt, aber doch äußerst reich an Metall, dieses Erz kommt vorzugsweise in den Steinkohlenbergwerken von England vor und macht die Eisenindustrie dieses Landes so außerordentlich schwunghaft, weil das Brennmaterial und das Erz gleichzeitig gewonnen wird, man

also nicht nöthig hat, Transportmittel an die Beschaffung des einen oder des andern zu wenden.

Noch findet man ein Eisenerz sehr nahe an der Oberfläche der Erde in Wiesen und Sümpfen, das sogenannte Sumpferz oder den Raseneisenstein, dasselbe liegt unmittelbar unter der Ackerkrume, ist ein Hydrat des Ueberoxydes, ist aber sehr mit Phosphor gemischt, giebt daher ein schlechtes brüchiges Eisen und kann höchstens zu Kanonenkugeln oder zu ähnlichen, schwer zu zerbrechenden Massen benutzt werden.

Die Eisenerze sämmtlich werden nicht solchen vorläufigen Bearbeitungen unterworfen, wie wir sie im Eingange beschrieben haben, sie sind nicht kostbar genug, um viel Mühe auf die Abscheidung kleiner Theile vom Ganggestein zu verwenden. Man benutzt das massenhaft daliegende Erz und giebt sich mit Pochen und Schlämmen nicht ab, nur das in Röhren vorkommende Erz wird seines Thongehaltes, durch den es zusammengelittet ist, durch Waschen in fließendem Wasser beraubt.

Dagegen wird das Erz gewöhnlich geröstet. Dies ist eine Arbeit, welche der Hüttenbesitzer mit dem Erze vornehmen läßt, um es mürber, um es leichter zugänglich zu machen für die Kohle und den Wasserstoff, welche das Eisen aus dem Oxyd reduciren sollen. Es geschieht dieses auf zweierlei Art, entweder indem man dazu eigenthümliche Defen baut oder indem man es im Freien auf großen Haufen röstet. Das Erstere ist die bessere, das Andere dagegen die wohlfeilere Methode.

Fig. 946.

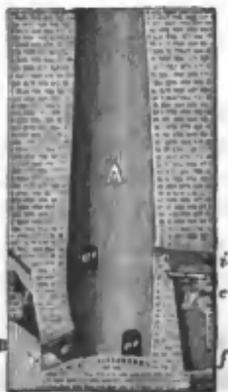
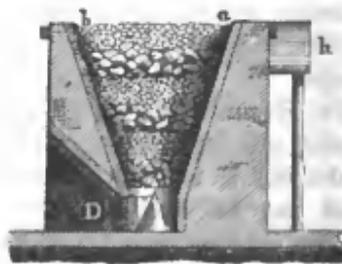


Fig. 947.



Entweder man baut einen Hochofen, wie ihn Fig. 946 zeigt, nur von kleineren Maassen als diejenigen sind, welche man zum Schmelzen des Erzes braucht, denn in diesen kleineren Defen soll gar keine so gewaltige Hitze erzeugt, soll das Erz gar nicht geschmolzen werden.

Das Gemäuer umschließt, wie wir sehen, einen keinahe cylinder-

förmigen, nach oben etwas schmäler zugehenden Schlot A, ganz unten bei o, wo die Feueröffnungen sind, wird eine ziemlich starke Lage Steinkohlen ausgebreitet, hierüber eine noch beträchtlich stärkere Lage von Erz und nun schreitet man mit Füllung des Ofens so fort, indem man abwechselnd und schichtenweise Kohlen und Eisenstein übereinander bringt, nur so, daß man nach und nach die Kohlenschicht immer schwächer macht, denn durch die von unten aufsteigende glühende Luft wird der Röstung schon bedeutend vorgearbeitet, so daß die Kohlenschicht nichts weiter zu thun hat als dieselbe zu vollenden.

Was nun durchglüht worden ist, zieht man mit langen eisernen Krücken aus den dazu bestimmten Oeffnungen hervor und schüttet dann von oben immer neues Material nach, sowie sich Raum dazu zeigt.

Eine andere Art von Ofen ist die in Fig. 947 bezeichnete. Ein viereckiger, gemauerter, inwendig rund ausgehöhlter Ofen ist so kegelförmig von oben nach unten zugehend, daß er bei a b mehr als doppelt so weit ist als unten. Auch dieser Ofen wird so abwechselnd mit Erz und Kohlen gefüllt, damit aber nach dem Abbrennen die Erze leicht aus dem Ofen zu ziehen sind befindet sich am Boden dieses Ofens ein aufrechtstehender, gemauerter Regel, welcher die herabsinkenden Erze immer nach außen weist. Die Figur zeigt nur eine Auszugsöffnung, der Ofen hat deren jedoch vier nach den vier verschiedenen Seiten hin. Um denselben immerfort und zwar mit Bequemlichkeit voll Erz erhalten zu können, ist er auf drei Seiten von einer Gallerie h umgeben, auf die man durch eine schräge Ebene mit Karren fährt, und von wo aus man den freien Ofenraum voll schüttet.

Wenn man ohne Ofen rösten will, so legt man mehrere Bretter zu hohlen Rinnen zusammen, bergestalt, daß ein Paar dieser Bretter die Decken dieser Rinnen bilden, dieselben werden vorher ihrer ganzen Länge nach mit trockenem Gesträuch gefüllt, dann wird Kohlenklein auswendig darum geschüttet und nunmehr kommt das Erz, hierauf wieder eine Lage Kohlen und dann wieder Erz, bis die Haufen ungefähr eine Klafter hoch und so lang wie die Rinnen sind.

Man läßt nunmehr ganz auswendig feuchte Erde auf den Haufen bringen und dann zündet man das Gesträuch in diesen Rinnen auf einer Seite an. Langsam breitet sich das Feuer aus, langsam schreitet es durch die ganze Länge des Haufens fort und hierbei wird die Kohlensäure, wird das Wasser durch das Feuer verjagt und die durchgeglühten Erzstücke können unmittelbar, wenn sie nur soweit erkaltet sind, daß man sie transportiren darf, verwendet werden. Die Bedeckung mit Erde ist darum nöthig, damit man, wie bei einem Weiler zur Verkohlung des Holzes das

das Feuer ziehen und leiten kann wohin man will, indem man zu diesem Behufe Zugöffnungen macht oder schließt.

Befindet sich in den Erzen auch Schwefel, so dient das Feuer theilweise dazu ihn als Sublimat zu vertreiben, theilweise aber ihn zu zersetzen, solche Erze können nicht gleich nach dem Rösten geschmolzen werden, man muß sie in großen Haufen an freier Luft liegen lassen, Schnee und Regen ausgesetzt, damit durch diese aufgelöst und ausgewaschen werde, was sich im Laufe der Röstung an schwefelsauren Salzen gebildet hat.

Die Oxide des Eisens werden in der Glühhitze sehr leicht reducirt, wenn man sie einem Strome von Wasserstoffgas aussetzt oder wenn man Kohlenoxydgas dazu führt, allein es ist nicht das reine Oxid, woraus das Erz besteht, sondern es sind noch andere Stoffe damit verbunden, welche verhindern, daß das geschmolzene Eisen sich vereinige. Sind diese anderen Stoffe leicht schmelzbar, so wird es genügen dieselben bis zu ihrem Schmelzpunkt zu erhitzen, bei welchem das Eisen noch keinesweges geschmolzen ist und dann die geschmolzenen nichtmetallischen Theile aus dieser Masse zu pressen. Die Masse ist ein metallischer Schwamm, die darin euthaltene Flüssigkeit ist das glühende Gestein, welches nicht Metall, nicht Eisen ist. Legt man diesen Schwamm auf einem Amboss und läßt man schwere, mächtige Hämmer darauf wirken, so sprüht das flüssige Gestein wie Wasser nach allen Seiten in langen, dünnen Strahlen heraus.

Ist dagegen das nichtmetallische Gestein schwer schmelzbar, so wird der umgekehrte Fall eintreten,

das Eisen, welches durch mäßige Hitze schon reducirt war, wird sich in der Weißglühhitze mit dem Kohlenstoff verbinden und sich in Gußeisen verwandeln, d. h. in sprödes, zwar leicht

schmelzbares, aber nicht dehn- oder hämmerbares Eisen.

Nun ist das Gestein, welches die Eisenerze begleitet, gewöhnlich Thon

Fig. 948.

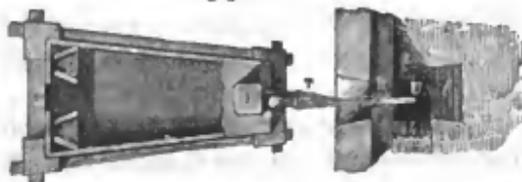


oder Quarz, welche beinahe unsmelzbar sind. Um deren Schmelzung dennoch möglich zu machen, hat man zwei Wege. Sind die Erze vorzugsweise reich und will man daraus Schmiedeeisen gewinnen, so erhitzt man sie mit Kohle, wobei das Ganggestein sich mit einem Theil des Eisenoxydes welches noch nicht reducirt ist, verbindet. Es bildet sich dabei ein Doppelsilikat mit dem Eisenoxydul, eine leicht flüssige Schlacke, deswegen man die Temperatur nicht so hoch zu erheben braucht, daß das reducirte Eisen mit dem Kohlenstoff eine Verbindung einginge, hier geschieht dasselbe wie vorhin, es wird der metallische Schwamm, in dem die flüssige Schlacke enthalten ist, ausgepreßt, allein nicht ohne daß man einen Theil des Erzes selbst verloren hat, welcher Theil um so größer ist, jemehr von der Gangart in dem Erz enthalten war.

Will man die gesammte Masse des Eisens aus dem Erz gewinnen, so bleibt nichts übrig, als der Thonerde ein anderes Schmelzmittel zuzusetzen, und dies ist der Kalk; aber das Doppelsilikat, welches sich mit der Thonerde und dem Kalk bildet, ist bei weitem nicht so schmelzbar, als das vorhin gedachte eisenhaltige, und man muß daher eine so hohe Temperatur anwenden, daß das Eisen gleichfalls in Schmelzung übergeht, was man gerade vermeiden wollte, demnach ist die erstgedachte Methode nur bei sehr reichen Erzen anwendbar, oder sie wird, ohne daß man recht weiß was man thut, da angewendet, wo die Wissenschaft noch nicht hingedrungen ist, wie z. B. in Spanien, von woher die ganze Methode die Catalonische heißt. Da sie etwas ganz Eigenthümliches, besonders in dem Gebläse hat, so wollen wir dieselbe hier anführen.

Die Catalonische Esse besteht aus einer viereckigen, aus feuerfesten Steinen gemauerten Vertiefung U (Fig. 948), von ungefähr zwei Fuß im Lichten. Die Höhlung ist sehr stark ummauert, nirgends aber mit Kalk, welcher durch das Feuer zerstört werden würde, sondern mit Lehm. Damit die Feuchtigkeit nicht eindringen könne, ruht diese Höhlung nicht unmittelbar auf dem Erdboden, sondern auf einem kleinen Gewölbe. Den Boden dieser Vertiefung bildet eine Schicht von Schlacken und Thon, welche Mischung unsmelzbar sein soll.

Fig. 949.



Die Figur 949 stellt dasselbe dar, was uns Fig. 948 giebt, nur im Grundriß, welcher zum Verständniß der Bezeichnung der einzelnen Theile nöthig war.

Betrachten wir hier den mit U bezeichneten Theil, so sehen wir ihn von vier kleinen Buchstaben umgeben, wodurch die einzelnen Wände bezeichnet werden sollen. Der vordere Theil mit h trägt den Namen Chio, der hinten gegenüberliegende i heißt Cave. Der auf der linken Seite liegende R, durch welchen das Rohr des Blasebalges geht, heißt Porges und die gegenüberliegende Wand führt den Namen Contrevent (Gegenwind).

Der vordere Theil Chio hat eine Vertiefung, in welche die beiden Arme zweier mächtiger Hebelstangen gebracht werden, welche dienen um den glühenden Metallklumpen zu kehren und zu heben. Die Wand, welche Porges heißt, enthält ein starkes Rohr von Schmiedeeisen oder von geschmiedetem Kupfer, welches einzusetzen ein schwieriges Stück Arbeit ist, indem auf die Neigung dieses Rohres, auf die Weite desselben, auf die Tiefe, bis zu welcher es in das Feuer bringt, viel ankommt.

Bis hierher wäre eine solche Esse nur wenig von derjenigen verschiedenen, welche wir in den Ankerschmieden oder in ähnlichen großartigen Etablissements sehen, den wesentlichen Unterschied macht eigentlich erst der Blasebalg, derselbe besteht, wie Fig. 948 zeigt, aus zwei großen Wasserbehältern, das eine derselben mit A bezeichnet, bildet den Schluß eines reichen Wassergerinnes, welches genügend ist um ein Paar tüchtige Luftschlinder B zu speisen, das andere Wasserbassin steht ganz unten, etwa 20 Fuß niedriger als das erste, ist mit C bezeichnet und dient dazu die Luft aufzunehmen und zu sammeln, welche durch den Sturz des Wassers aus dem oberen Bassin entwickelt wird; zwischen den beiden Bassins befinden sich zwei ziemlich weite Röhren, wovon wir die eine B im Durchschnitt vor uns sehen. Durch diese Röhren fällt das Wasser aus dem Bassin A in das untere C und zerschlägt sich bei diesem Sturze auf dem gerade unter dem Strahle befindlichen Tische h zu Staub, ein Regel g, welcher genau in eine trichterförmige Oeffnung a paßt, ist die Schütze für dieses Wassergerinne, und je mehr oder je minder der Regel gehoben wird, strömt eine größere oder geringere Masse Wasser aus dem oberen Bassin in das untere. Da dieses Letztere ganz bedeckt ist, so würde es bald mit Wasser gefüllt sein, umsomehr als bei EFG ein Luftkanal die Luft entweichen läßt, welche möglicherweise das Gefülltwerden des unteren Bassins verhindern könnte.

Dieses Rohr aber ist eben das Rohr des Blasebalges, welches durch eine Lederkappe T mit dem Schnabel verbunden ist, der die Luft nach der Esse führen soll.

Zwar ist der Kasten C ziemlich geräumig, aber da solch ein Schmiedefeuer wenigstens 300 Kubikfuß Luft in einer Minute verzehrt, so würde der Vorrath bald erschöpft sein.

Diesem Uebelstande helfen die Wasserstrahlen ab, welche durch die Röhren D aus einer Höhe von 20 Fuß herniederstürzen, sie nehmen eine große Masse Luft mit sich abwärts und zwar nicht diejenige geringfügige Menge, welche im Wasser selbst enthalten ist, sondern diejenige, welche das Wasser im Sturze aus den hohlen Röhren mit sich reißt.

Das Wasser, aus einer runden Oeffnung frei niederfallend, bildet nicht einen cylindrischen Strahl, sondern im Augenblick, wo das Wasser die Oeffnung verläßt, zieht es sich zusammen und bildet einen Keel. Man nennt solch einen Wasserstrahl eine Ader, und die Stelle der Zusammenziehung nennt man eine zusammengezogene Ader, der Kunstausdruck hierfür ist *vena contracta*.

In der hölzernen Röhre B sind da, wo die Stelle der *vena contracta* ist, mehrere Löcher C schräg eingebohrt, von außen nach innen abwärts gehend, so daß kein Wasser hinausdringen, wohl aber Luft in die Röhre einströmen kann.

Durch den fallenden Wasserstrahl wird diese Luft in unzähligen Blasen mit abwärts gerissen und sie wird erst in Freiheit gesetzt, wenn die Wasserader auf dem Tischchen d zerstäubt. Auf diese Weise wird der Kasten C immerfort mit Luft in reichlicher Menge versehen, so daß es in einem gewaltigen Strahle durch das Rohr EFG nach dem Feuer getrieben wird.

Die Masse von Wasser, welche durch die zwei oder drei Adern herniederstürzt, kann durch eine Oeffnung E austreten, besser aber ist es, wenn man eine zweite Wand außerhalb des Kastens C anbringt, welche durch die Oeffnung D mit dem Innern des Kastens zusammenhängt und so hoch emporsteigt als erforderlich ist, um einen Wasserdruck von so und so vielen Follen auf die Luft im Innern des Kastens auszuüben. Nach der Höhe dieser Wand richtet sich die Spannung, indessen, wenn das Wasser unten frei ausfließen darf, eine solche Spannung kaum eintreten kann.

Um nun den Gang der Operationen zu verstehen, müssen wir uns das Feuer und die Wirkung desselben auf das Erz ansehen. Wir wollen annehmen, der zusammengeschmolzene Klumpen Metall sei so eben heraus-

Fig. 950.



genommen und die Esse soll neu beschickt werden, so sehen wir in der Fig. 950 den Durchschnitt des Feuerherdes, welcher zuerst von der Schmelzschlacke gereinigt, dann beinahe bis zur Höhe des Windrohrs mit Kohlen vollgeschüttet worden, worauf nunmehr das Erz seine Stelle einnehmen kann. Dieses wird bei g auf der vorderen Kante des Feuerherdes dem Windrohr gegenüber zu einer hohen Masse aufgeschüttet und es kommt natürlich die vordere Hälfte davon auf die Kohlen selbst zu liegen, damit diese aber nicht davon erdrückt werden, so füllt man den ganzen Zwischenraum M zwischen der Hinterwand, in welcher das Windrohr befindlich und der gegenüberliegenden, worauf das Erz ruht, mit Kohlen aus, nachdem der untere Theil davon in Brand gesetzt worden.

Wie nach und nach die Gluth sich steigert und das Gebläse immer gewaltiger ansacht, so kommt das Erz in Fluß, wenigstens erweicht es sich dergestalt, daß es in großen Klumpen mitten in die glühenden Kohlen hineinsinkt, wo es dann zusammenhängend bleibend durch lange eiserne Gabelstangen gekehrt und gewendet wird, bis man glaubt, es habe eine, zur ferneren Bearbeitung genügende Erweichung erhalten.

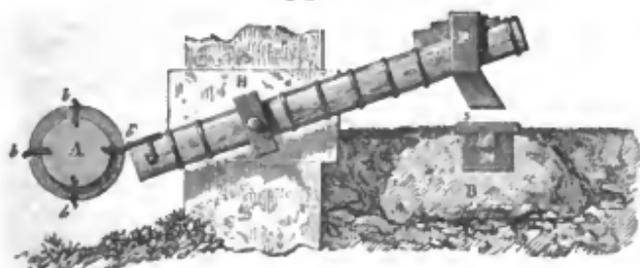
Wie die Kohlen sich vermindern so werden neue aufgeschüttet und die Erzmasse, welche über SS aufgehäuft ist, wird gleichfalls vorgeschoben, so daß dasselbe immer mit seiner ganzen vorderen Fläche in lebhaftester Gluth steht. Damit diese sich nicht zu sehr nach oben fortpflanze und die Kohlen ohne Nutzen für die Arbeit verzehre, werden dieselben an ihrer Oberfläche stets naß erhalten, eine Proceedur, welche alle unsere Schmiede selbst bei dem gewöhnlichsten Feuer, wie sie es zu einem Hufeisen brauchen, zu machen wissen.

Es ist dieses die rohe Arbeit, welche noch jetzt allgemein in Catalonien nicht nur, sondern in ganz Spanien durchgeführt wird, als die einzige Art das Erz zu Gute zu machen, allein es wird dabei keinesweges die Gesamtmasse des Oxides reducirt, eine beträchtliche Masse davon geht in den Zustande des Oxiduls über und verbindet sich in diesem mit dem Gestein der Gangart, welche das Erz begleitet. Dieses giebt eine sehr flüssige Schlacke, in welcher Kiesel und Eisenoxidul vorwaltet. Da dasselbe ganz leichtflüssig ist, so senkt es sich zwischen den glühenden Kohlen zu Boden und füllt den untersten Theil des Gestelles, welches das erweichte Erz enthält, aus. Es würde dieses den Schmieden sehr beschwerlich werden, wenn sie es nicht entfernen könnten, daher ist in derjenigen Wand der Esse, welche man Chio nennt, und welche an der einen Seite des Blaserohrs befindlich ist, ein Zapfloch angebracht ist, das mit einem Thonstöpsel verschlossen, dazu dient die flüssige Schlacke abzulassen.

Nachdem der Brand der Kohlenmasse um das Erz her ungefähr zwei

Stunden lang gebauert hat, versucht der Meister, ob genügender Zusammenhang in dem Erze ist, und wenn er dies gefunden, so wird eine doppelte Teufelstralle (d. h. eine Zange mit 4 starken Griffen, welche an einem Krahn in Ketten hängt) unter die Erzmasse gebracht, diese wird damit gefaßt, vermöge des Krahns gehoben und durch lange, daran befestigte Hebel in die erforderliche Lage unter den Hammer gebracht.

Fig. 951.



Auch dieses Instrument ist äußerst einfach und schwerlich findet man auf irgend einem nordischen Eisenwerke einen Hammer von noch einfacherer Construction.

Derselbe besteht aus einem Baum, welcher von einem Ende bis zum andern mit starken eisernen Reifen beschlagen ist. Bei einem Drittel seiner Länge umkleidet ihn eine starke eiserne Fassung H, welche mit zwei vorspringenden Achsen versehen ist, worin der Hammer sich auf- und abbewegen soll. An dem vorderen Ende befindet sich die Eisenmasse, welche den eigentlichen Hammer T bildet, sie ist sehr fest gefeilt und muß so gut aufgesetzt sein, daß ein Bewegen und Verschieben nicht möglich ist. Unter der graden Bahn S befindet sich ein Ambos *cr* in einem großen, fest verwachsenen, unregelmäßigen Wurzellloy eingelassen.

Da der Hammer verschiedene Zwecke hat, bald schmales, bald breites Eisen formen soll, so muß sowohl seine Bahn als die des Ambos verschiedene Formen haben. Bei dem letzteren wird dieses einfach dadurch bewerkstelligt, daß in dem Ambos *r* ein Zapfloch befindlich, in welches die Bahn *Sc* eingesetzt werden kann. Bei dem Hammer würde dies sehr schwierig, sehr unsicher sein, daher pflegt man, wenn eine Veränderung nöthig ist, nicht eine Bahn, sondern einen Hammer im Ganzen von veränderter Gestalt aufzusetzen.

Die Bewegung des Hammers geschieht dadurch, daß an seinem kürzeren Ende eine starke eiserne Schiene, vielfältig verklammert, befestigt ist, dicht dahinter befindet sich die Welle eines großen Wasserrades A, an der

Stelle, wo derselbe genau hinter dem Hammer befindlich ist, befindet sich ein sehr dicker Kranz von Schmiedeeisen, welcher 4 Daumen b um einige Zoll vorspringend hat, wie sich die Achse nun dreht, so kommen die Daumen nacheinander mit der Schiene in Berührung, welche aus dem kürzeren Ende des Hammers hervorsteht, jeder Druck bewegt diesen kürzeren Theil nach unten, wodurch der vordere Theil nach Maßgabe seiner größeren Länge um so viel mehr als es länger ist emporgehoben wird. Die Fig. 951 zeigt uns, daß der vordere Arm des Hebels doppelt so lang ist als der hintere, wird dieser letztere nun durch die Achse des Mühlrades um einen Fuß niedergedrückt, so wird in demselben Augenblick der vordere Theil um zwei Fuß emporgeschleudert. In der Regel sind diese Verhältnisse etwas größer, also günstiger. Die Achse selbst hat nämlich 2 Fuß Durchmesser, der Umfang derselben beträgt also nicht viel weniger als 7 Fuß, es ist mithin bei einer Theilung in vier der Hub eines jeden Daubens beträchtlich größer als ein Fuß, der vordere Theil des Hammers ist häufig dreimal so lang als der hintere Theil, woraus sich also ein sehr beträchtlicher Hub ergibt.

Diese Hammer wirken lediglich durch den Fall, sie haben keine Planke, welche ihnen eine Federkraft giebt, wodurch die Bewegung und mithin die Wirkung um ein Beträchtliches beschleunigt wird, allein für den vorliegenden Zweck ist ein solcher Hammer genügend.

Das Schmelzen und Vereinigen des Erzes dauert gewöhnlich zwei Stunden, mit der vorhergehenden Beschickung der Esse aber drei. Das Herausnehmen der zusammengesinterten Masse, das Zertheilen derselben in vier Theile und das Ausschmieden eines jeden Theiles zu einer gehörigen Barre nimmt gleichfalls drei Stunden in Anspruch, in dieser Zeit erhält man aus 900 Pfund Erz und 1000 Pfund Kohlen etwa 300 Pfund verkäufliches Eisen in 4 Barren à 75 Pfund. Die 3 Stunden Zeit zur Bearbeitung wären nicht erforderlich, wenn man nicht nach dem Trennen der großen Eisenmasse in 4 Stücke 3 davon wieder in das Feuer zurückbringen und dieses im Gang halten müßte, bis nach und nach die einzelnen Stücke bis zum letzten verarbeitet sind, von wo aus erst die Ausräumung der Esse und die neue Beschickung beginnen kann.

Man sieht aus dem ganzen Verlaufe, daß die Arbeit kostspielig und doch unvollkommen ist, weil, wie bereits oben bemerkt, ein großer Theil des Erzes gar nicht reducirt, sondern zur Schlacke gemacht wird und weil man nur ungewöhnlich reine Erze so behandeln kann, dennoch wird diese Methode in vielen Gebirgen, namentlich in Steiermark, Tyrol und der Schweiz befolgt, gänzlich abgesehen davon, daß man im südlichen Europa gar keine andere Methode kennt, wie denn überhaupt diese an sich sehr ein-

fache Art der Zugutmachung von Erzen die älteste und ursprünglichste gewesen zu sein scheint.

Der Hochofenprozeß.

Der Hochofenprozeß ist ein bei weitem verwickelterer und wir finden weder in Bildwerken noch in Schriften irgend eine Andeutung, daß die Alten bereits einen solchen gekannt haben. Das Eisen, welches sie verwendet, war jederzeit Schmiedeeisen, und obwohl sie auch Metalle gegossen haben, so sind das doch immer leicht schmelzbare gewesen, wie z. B. Kupfer in Verbindung mit Zinn, was zur Zeit der Griechen und Römer vorzugsweise Erz genannt wurde.

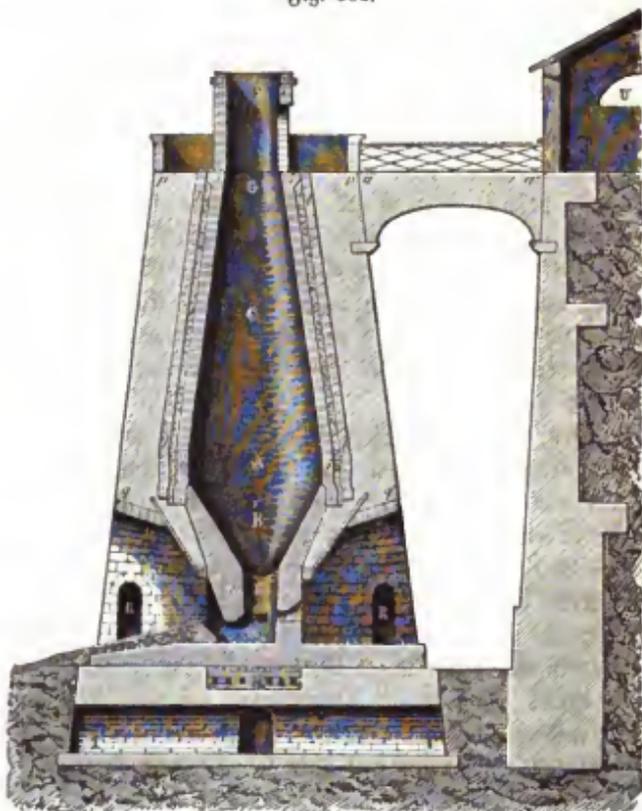
Nach den neueren Principien verfährt man auf eine durchaus andere Weise. Man geht darauf aus, mit weniger Brennmaterial alles Erz zu reduciren und keinen Verlust zu erleiden, was daher an Erz vorliegt wird verwandelt in Flüssigkeit oder in Gas, es bleibt nichts im halbschmolzenen Zustande und eben dadurch wird das Eisen aus seinem Erze ganz gewonnen, aber zugleich wird es so stark mit Kohle versetzt, daß es nun nicht mehr schmiedbar ist, und daß es noch zweier gesonderter Arbeiten bedarf um das Roheisen in feines Gußeisen und um es in Stahl oder Schmiedeeisen zu verwandeln.

Der Hochofen, in welchem diese Arbeit vollzogen werden soll, hat eine eigene künstliche Einrichtung, schon sein Bau ist ein Kunstwerk zu nennen, und es gehört viel technische Kenntniß dazu, um denselben so anzulegen, daß die ganze Arbeit vollkommen und mit wenigstem Aufwande vollzogen werden kann. Wir sehen in Fig. 952 einen solchen Hochofen im Durchschnitte und werden bemerken, daß derselbe wesentlich aus vier Stücken besteht, einem beinahe cylinderförmigen untersten, mit ED bezeichnet, einem darauf sitzenden umgekehrten Kegel B, ferner einem zweiten viel längeren Kegel, dessen Basis mit der des umgekehrten zusammenfällt ACG, und endlich einem cylinderförmigen Aufsatz, welcher zugleich der Rauchfang F ist und auch dazu dient, den Ofen von oben her zu beschützen.

Der Ofen ist aus vier Schichten zusammengesetzt, welche, ineinander geschachtelt, hauptsächlich dazu bestimmt sind, die im inneren hohlen Raume erzeugte Hitze möglichst zusammen zu halten. Natürlich kann man nicht jede einzelne Schicht für sich aufführen und dann die zweite darum legen, sondern der Ofen muß von unten bis oben in seiner ganzen Breite und Dicke und in seinen ganzen vier Schichten gleichzeitig aufgeführt werden.

Den Beginn macht wie immer die Basis, das Fundament J, durch welche eine Kreuzgewölbe geht, d. h. zwei Gänge die sich rechtwinklig schneiden, und welche hauptsächlich dazu dienen den Ofen vor Feuchtigkeit zu schützen. Hierauf ruht der eigentliche Ofen von vier mächtigen Pfeilern getragen, welche zwischen sich vier Eingänge lassen, wovon wir in dem Durchschnitt zwei sehen. Die nach vorne gerichtete heißt die Arbeitsseite, die ihr gegenüberstehende, auf unserem Bilde rechts gelegen nach dem Hintergebäude schauend, heißt die Hinterseite, die beiden anderen, welche in unserem Bilde nicht zu sehen sind, werden die Windseiten genannt.

Fig. 952.



Durch die 4 Pfeiler, welche die Ecken des Ofens bilden, falls er vieredig gemauert ist, sonst aber, ohne eigentliche quadratische Form doch immer seine Stütze bildend, geht hindurch ein gewölbter Gang, welcher den Arbeitern gestattet von einer Seite nach der anderen zu gelangen, ohne nach

Außen, ohne in's Freie zu gehen, auf unserem Bilde sind die gewölbten Gänge mit R bezeichnet.

Alle vier Pfeiler kommen in der Mitte zusammen, woselbst sie eine große, sehr kompakte, nach außen hin gerundete Masse bilden. Dieser Kern enthält diejenige Stelle, in welcher sich die geschmolzenen Erze sammeln, dieselbe ist mit D bezeichnet, zu ihr führt in gleicher Ausdehnung die Fortsetzung des Cylinders E, welche mit D eine gleichlaufende Höhlung ausmacht und sich von jener Hälfte nur dadurch unterscheidet, daß sie nach der einen Seite hin erweitert ist. Dieser Schmelzraum heißt das Gestell, ist dasselbe aus unsmelzbaren Ziegeln gemauert, so ist es, wie bereits gesagt, cylindrisch, hat man es aber aus großen Quaderstücken aufgeführt, so pflegt es einen vierseitigen Durchschnitt zu haben. In diesem Raume befinden sich drei Oeffnungen, wovon zwei mit o bezeichnet sind, es sind diejenigen, in welche die Düsen kommen, die Mundstücke der Windleitungsrohren. Nur die Arbeitsseite hat keinen solchen Luftstrom, weil die Röhre nur die Arbeiter hindern würde.

Ueber dem Gestell befindet sich der umgekehrte Kessel D, er heißt die Kask, darauf steht der aufrecht emporsteigende Kessel ACG, welcher den Ramen Schacht führt. Da wo beide Kessel zusammenkommen, wo die weiteste Stelle ist, heißt sie der Kohlenack. Die oberste Oeffnung mit ihrem Rauchfang F heißt die Gicht. Der Ofen ist nun so gebaut, daß die unteren und sämtlichen inneren Theile entweder von unsmelzbaren, feuerfesten Ziegeln, oder aus eben so schwer schmelzbaren Quarzgesteinen bestehen. In der Gegend der Kask sieht man vorzugsweise zwei Abtheilungen, welche zeigen sollen, daß man auch hier zwei Schichten angewendet hat, eine Bauart die man für besser hält als zusammenhängendes Mauerwerk, weiter oben aber um den ganzen Schacht her bis zur Gichtöffnung sieht man vier verschiedene Schichten, die innerste besteht aus Charmottsteinen, aus Steinen von unsmelzbarem Thon; wir haben über deren Bereitung schon im vierten Bande S. 509 das Erforderliche gesagt. Diese Schicht des Mauerwerkes ist in einem Abstand von ein paar Zoll von einer zweiten Schicht, wie von einem Mantel umgeben und zwischen beiden befindet sich Asche fest eingestampft, eine solche Bauart dient dazu, die Wärmeleitung fast gänzlich zu hindern. Nunmehr ist das übrige äußere Mauerwerk 4—5 Fuß dick von gewöhnlichen Ziegeln aufgeführt. Rings um die Gicht auf der oberen Fläche des Ofens p ist eine gemauerte Gallerie angebracht welche die oben arbeitenden Leute vor der Möglichkeit des Herunterstürzens behütet. Hier ist auch der Hochofen mit dem Magazine U durch eine frei schwebende Gallerie a verbunden und auf dieser Gallerie werden die Erze und die Kohlen zum Ofen gebracht. Ist diese Einrichtung die gewöhnliche, so

steht der Hochofen am Fuße des Berges, aus welchem man das Erz fördert und seine Krone reicht so weit hinauf, daß die Gallerie a gerade auf die Stelle trifft, wo der Förderungsstollen ausmündet oder doch wenigstens in eine gleiche Höhe kommt. Ist dagegen eine solche Anlage nicht möglich, so pflegt man, wie die Figur zeigt, ein Gebäude in gleicher Höhe mit dem Schacht aufzuführen, um von hier aus den Ofen mit dem nöthigen Material zu speisen. Es ist dies allerdings unbequem, denn die Erze müssen nun von den Stollen oder dem Bergwerk überhaupt nach dem Magazin geschafft werden, allein es läßt sich doch nicht allemal ändern. Um übrigens eine gute Stelle und ein sicheres Fundament für den gewaltig schweren Hochofen zu erhalten, gräbt man nicht selten ein Stück von dem Berge ab, bis man auf festen gewachsenen Fels kommt, in diesem wird die erforderliche Form durch Meißel oder Pulversprengung herausgebracht, dann wird das Magazin oben auf dem Berge selbst angelegt, der Hochofen aber hat zum Fundament den bloßgelegten Fels.

Wir sehen auf der Vorderseite des Ofens einen kleinen dreieckigen Stein, welcher gewissermaßen einen Damm, einen Wall bildet, damit das geschmolzene Erz nicht überfließe. Dieser Stein heißt davon der Wallstein, von ihm läuft eine schräge Bahn abwärts, über welche die Schlacke ausfließen kann, damit die Gewalt des Luftstromes, welche von drei Seiten in den Ofen hineindringt, die Kohlen nicht hinauswerfe, reicht auf der Vorderseite das Mauerwerk auf einer eisernen Stange ruhend, etwas tiefer herab, als der Wallstein emporgeht, und dieser Stein durch t bezeichnet, heißt der Tümpelstein, der Theil, welcher unter diesem Stein und unmittelbar hinter dem Wallstein liegt, heißt der Vorderherd und die Steine, welche ihn von beiden Seiten begrenzen, heißen die Vorderbacken. Der Wallstein reicht aber nicht von einem Vorderbacken bis zum andern, er lehnt sich nur auf einer Seite an das Gemäuer, auf der anderen Seite steht er so weit von der Ofenwand ab, daß dadurch eine mehrere Zoll breite Spalte gebildet wird. Diese Spalte füllt man mit trockenem Lehm, welchen man fest schlägt, aus, in dieser Form heißt der Lehm das Gestübbe. Wenn die geschmolzenen Massen so hoch stehen, daß man von der Arbeitsseite her wahrnimmt, sie könnte nun bald den Wall überschreiten, so läßt man die Schlacke ab, dies geschieht, indem man den obersten Theil des Gestübbes wegräumt. Die Schlacke schwimmt immer oben, weil sie leichter ist als das geschmolzene Eisen. Gewöhnlich ist die Schlacke den Bergwerken eine große Last, ganze Hügel häufen sich an und man weiß nicht wohin damit, da ist man in den Preussischen Bergwerken im Harz (in der Grafschaft Mansfeld) auf den glücklichen Gedanken gekommen, diese Schlacke in Formen laufen zu lassen und daraus Mauersteine zu gießen, Fundamentsteine von einer unterwüßlichen

Dauer und auch durch das Wasser nicht zu zerstören, sie weichen nicht auf. Auf diese Weise ist die beschwerliche Schlacke zu einem werthvollen Handelsartikel geworden.

Soll das Metall abgelassen werden, so durchsticht man das Gestübbe mit einem starken kegelförmigen Eisen, die Operation heißt der Stich, sie muß mit großer Vorsicht ausgeführt werden, indem das Eisen nicht selten mit einem Sprunge aus dem Ofen schießt.

In der Fig. 953 sehen wir einen Grundriß des Hochofens und auch die Vertheilung der Röhren, welche ihn mit Luft speisen sollen, die vordere freie Seite ist die Arbeitsseite, die beiden zur Seite gelegenen, rechts und

Fig. 953.

links heißen die Windseiten, weil gewöhnlich der Wind nur von diesen beiden herkam; jetzt baut man aber die Ofen- und Windröhre so, daß auch von der Hinterseite ein gleich starker Strahl zu dem Feuer geleitet wird, die Röhren sind mit *t* bezeichnet, die dazu gehörigen Oeffnungen in dem Gemäuer mit *o*, die Gänge, welche von einer Arbeitsstätte zur andern führen, sieht man mit *R* bezeichnet. *D* ist der unterste Theil des Gestelles oder des Herdes.

Auch die Düsen, welche den Wind in den Ofen gelangen lassen, haben ihre eigene Konstruktion. Man darf den Blasebalg nicht mit seiner Mündung unmittelbar in das Feuer legen, der zusammengepresste Luftstrom würde die ganze Masse der vorliegenden Kohlen aus dem Gestelle hinaus schleudern. Die Düse ist daher nicht ein Stück des Blasebalges, ist nicht das Ausmündungsrohr desselben, sondern sie besteht ganz für sich, ist bei weitem größer als die Ausmündung des Blasebalges und der dem letzteren entströmende Wind findet Spielraum sich in dieser Düse auszubreiten und so seine Stoßkraft zu verringern, ohne doch an Masse zu verlieren.

Aus der Fig. 954 kann man die äußere Form einer solchen Düse erkennen, sie bildet einen an der Spitze abgeschrittenen Kegel und die Mündung des Blaserohrs befindet sich mitten in diesem Kegel. Die hier gegebene Zeichnung hat noch einen andern Zweck, sie soll die Einrichtung zeigen, durch

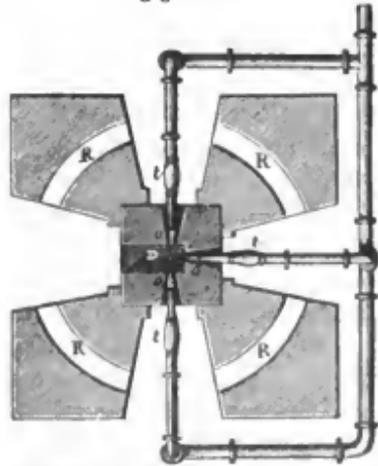
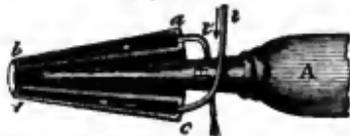


Fig. 954.



welche man die Zerstörung der Düse durch das Feuer zu verhindern sucht, Die Gluth der durch den Sauerstoff der Luft angefachten Kohle ist so außerordentlich groß, daß man Grund hat, in jedem Augenblick zu befürchten die Düse würde geschmolzen werden, deshalb sucht man sie immerfort von außen abzukühlen, nicht selten ließ man zu diesem Behufe einen Strom kalten Wassers darauf fließen, was natürlich die Folge hatte, daß das verdampfende Wasser den Kohlen eine beträchtliche Menge der Hitze entzog, welche auf die Schmelzung des Erzes verwendet werden soll. In neuerer Zeit ist man zu einer bei weitem vernünftigeren Anordnung übergegangen, man macht die Düse, wie die Figur zeigt, verdoppelt, es stecken zwei verschiedene Regler in einander, sie bilden gewissermaßen ein hohles, lonisches Gefäß *abcd*. Sowohl unten bei *bd* als oben bei *ac* sind diese Doppelregel durch kreisförmige Platten geschlossen, wodurch eben das Gefäß gebildet wird. Hier hinein fällt man kaltes Wasser und sorgt dafür, daß es immerfort erneuert werde. Dieses geschieht dadurch, daß man vermöge der Röhre *tc* in der Richtung des Pfeiles einen Strom kalten Wassers zwischen die verdoppelten Wände der Düse treibt. Auf der anderen Seite geht dieses durch die Hitze der Esse erwärmte Wasser wieder hinaus, indem eine zweite Röhre *at* den Ausgang gestattet, auch hier zwischen *b* und *a* giebt die Richtung des Pfeiles an, auf welche Weise das erwärmte Wasser die Düse verläßt.

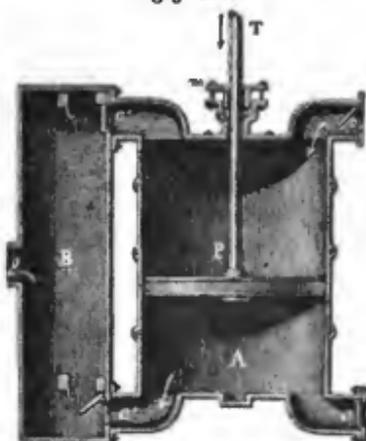
Wir sehen, daß das Uebrige der früher beschriebenen Einrichtung entspricht. Das Mündungsrohr des Blasebalges *B* befindet sich in der Mitte der Düse und berührt sie an keiner Seite, reicht auch nicht bis ans Ende, sondern steht einen halben Fuß hinter derselben zurück.

Auch noch innerhalb des Feuerraums selbst würden die so gemäßigten Luftströme sich stören, falls sie auf einander träfen, daher sorgt der Baumeister dafür, daß jede der drei Mündungen, welche wir in Fig. 953 rechtwinklig gegeneinander gerichtet sehen, doch eine verschiedene Neigung haben, so daß nicht alle drei in einer Ebene liegen, sondern jeder Luftstrom das Feuer in einer Höhe trifft, welche ein Paar Zoll von der Höhe des benachbarten und noch mehr von der des gegenüberstehenden abweicht.

Das Gebläse, dessen man sich in der Regel bedient um den Hochofen zu speisen, weicht von den gewöhnlichen Blasebälgen sehr ab, es ist nämlich entweder ein Cylindergebläse oder ein Centrifugalgebläse. Das erste sehen wir in Fig. 955 abgebildet, es besteht aus zwei Cylindern, welche abwechselnd mit einander wirken, unsere Figur zeigt hier nur einen derselben, denn der kleinere hat einen anderen Zweck. Der größere *A* hat hinter sich einen ganz gleich großen und gleich gestalteten Cylinder, dessen Stempel steigt in dem Augenblick, wo der hier sichtbare sinkt und umge-

lehrt. Da diese Cylinder doppelwirkend sind, so geben zwei derselben eigentlich vier mächtige Blasebälge. Die Einrichtung ist die einer doppelwirkenden Luftpumpe. Der Stempel P wird durch die Stempelstange PT auf- und abgeführt, im Herausgehen schöpft der Theil Luft, welcher unter dem Stempel liegt, im Herabgehen derjenige, welcher darüber steht. In dieser Lage ist die Figur gezeichnet, der Stempel ist im Niedergehen begriffen, wie der Pfeil zeigt, deshalb muß oben Luft Zutreten können und dieses sieht man an dem Ventil c, dessen Klappe offen ist und worin der Pfeil nach dem Innern des Cylinders führt. Da aber dieser Stempel im Herausgehen begriffen, die Luft unter sich zusammengedrückt, so muß man ihr irgendwo einen Ausweg geben und das geschieht indem unten links bei c ein Ventil sich öffnet. Da diese zusammengedrückte und entweichende Luft gerade diejenige ist, welche man dem Feuer zuführen will, so würde man gleich an dieses Ventil das Rohr setzen können, welches die Luft nach dem Gestell leitet, allein in diesem Falle würde das Gebläse stoßweise wirken. In dem Augenblicke, wo dasselbe unten angekommen wäre, und nun durch die Maschine gehoben wieder emporstiege, würde plötzlich die Luft ausbleiben, um nach ein paar Sekunden mit erneuerter Gewalt auf das Feuer zu treffen. Ganz dasselbe würde geschehen, wenn der Stempel oben angelangt wäre, und es könnte schwerlich etwas Unzweckmäßigeres geben als solch eine Anordnung. Deshalb führt man den Luftstrom nicht gleich zum Feuer, sondern in einen Sammelbehälter, in einen Cylinder von kleinerem Maasse, welcher hier mit B bezeichnet ist, und hierin öffnen sich die Ventilvorrichtungen c', hierin sammelt sich die Luft bevor sie weiter geht, hier gleichen sich die Stöße und Abfälle, in denen sie aus den großen Cylindern entweicht, so vollkommen aus, daß man bei dem Wechsel des auf- und absteigenden Kolbens nichts weiter wahrnimmt, als einen um ein geringes vermehrten Luftdruck, welcher sich aber in dem Feuer so vollkommen ausgleichet, daß schon sehr große Aufmerksamkeit dazu gehört, um ihn zu entdecken.

Fig. 955.



Aus der Oeffnung O in der Mitte des Sammelbehälters entweicht

num erst die Luft nach den Röhren, welche das Gestell speisen sollen. Ein solches aus zwei Cylindern bestehendes Gebläse (im Ganzen sin deren mit dem Luftbehälter drei) hat eine unglaubliche Wirkung, obschon der Stempel P nicht einmal genau schließen darf, weil die Reibung zu groß werden würde. Die Masse von Luft, welche von solchem Gebläse beschafft werden muß, beträgt mindestens 800 Kubikfuß in einer Minute.

Die neuere Zeit hat ein Gebläse von noch größerer Wirkung erfunden, es ist dieses das Centrifugalgebläse Die Fig. 956 giebt davon einen

Fig. 956.



Durchschnitt, aus dem man auf den ersten Blick sieht, daß das Prinzip, nach welchem es gebaut ist, kein anderes als das der sogenannten Windsege, einer seit Jahrhunderten zur Reinigung des Getreides benutzten Maschine ist.

Wir sehen einen großen Cylinder abc, in dessen Innerem eine Welle e mit vier Flügeln sich bewegt. Der Pfeil unterhalb a deutet uns die Richtung an, in welcher dies geschieht.

Die Luft ist ein Körper. Jeder Körper kann bewegt werden, jeder bewegte Körper unterliegt ganz

bestimmten Gesetzen. Die Luft wie jeder andere Körper kann im Kreise herumgeführt, kann geschleudert werden. Dies letztere geschieht hier durch die vier Flügel, welche durch eine kräftig wirkende Maschine so schnell gedreht werden, daß sie in einer Minute 800mal ein jeder vor der Mündung d vorbeischießen. Durch die Mitte e, welche kreisförmig offen ist, strömt Luft hinein, sobald man die Maschine bewegt. Die Bewegung schleudert die eindringende Luft nach der Peripherie, dort wird sie zusammengedrückt, um so stärker, je schneller die Bewegung ist, sie findet keinen Ausweg, als von einer einzigen Stelle, wo die Cylindersfläche offen und mit einem Aufsatz d versehen ist; hier hinaus entweicht die zusammengedrückte Luft, auf einmal immer nur, was zwischen den beiden ihr gegenüberstehenden Flügeln vorhanden ist, da dieses aber in einer Minute sich 800mal wiederholt, so kann man sich vorstellen, welche eine Masse von Luft befördert und wie continuirlich der Strom dadurch wird. Mittelft eines solchen Ventilators von 6 Fuß Durchmesser und 1 Fuß Breite speisen unsere großen Maschinenfabriken 60 bis 80 Schmelzfeuer, ein Er-

folg, welchen man mit einem Cylindergebläse, und hätte es auch die riesigsten Ausdehnungen, niemals erreichen kann.

Bei dem Ventilator sowohl als bei jedem anderen Gebläse, welches für Hochofen bestimmt ist, befindet sich ein solcher Sammelbehälter, wie hier B in Fig. 955 zeigt. Bei dem Cylindergebläse ist dieser Behälter aus dem bereits angeführten Grunde ein unabweisbares Bedürfnis; bei dem Centrifugalgebläse fällt dieser Grund fort, denn hier ist eine solche Gleichmäßigkeit des Stromes von selbst vorhanden, wie sie dort durch den Sammler erst hervorgebracht werden soll, allein man muß bei Einem wie bei dem Andern wissen, wie stark der Druck der Luft ist, und darum bringt man ein solches Behältniß an, in welchem man die Spannung messen kann. Ein sogenanntes Manometer, ein Luftdruckmesser wird mit diesem Sammelgefäß in Verbindung gesetzt, er zeigt an, wie stark die Spannung in dem Gefäß ist und belehrt den Maschinisten, ob er genug Luft hat oder ob er die Dampfmaschine oder das Wasserrad, welches seine Blasebälge treibt, in schnellere Bewegung zu setzen hat, ebenso zeigt ihm dieses Manometer die zu starke Spannung an, welche störend, ja vielleicht zerstörend wirken könnte, weil seine Maschine zu schnell wirkt, zu viel Luft schafft.

Nachdem wir nunmehr die Einrichtung des Hochofens und des Gebläses betrachtet haben, wollen wir auch jetzt seine Beschickung ansehen. Wir wollen annehmen, daß der Hochofen zum erstenmal in Thätigkeit gesetzt werde. Das Erste ist, ihn anzuwärmen, um ihn auszutrocknen. Das ganze mächtige Gebäude Jahre lang vor der Benutzung aufgeführt, ist dennoch durchaus nicht getrocknet. Man muß diesem Bedürfnis durch Feuer zu Hülfe kommen, allein auf das Allerlaugsamste, denn wollte man schnell heizen, so würde man zum Mindesten Risse in den Ofen bringen, vielleicht ihn aber noch gefährlicher verletzen.

Wenn der Ofen angewärmt werden soll, so ist der vordere Theil desselben, der Wallstein noch gar nicht angefeht, durch die sehr weite Oeffnung, welche er läßt, bringt man eine Menge trockenen Strauches, welches man entzündet. Der Rauch steigt durch den ganzen Schacht des Hochofens empor, schwärzt anfänglich die ganze innere Fläche desselben und man fährt mit solcher Heizung fort, bis die innerste Mauerschicht sich soweit erwärmt hat, daß nunmehr der Rauch von hier wieder verdunstet. Dieses dauert mehrere Tage, während welcher Zeit das Reissfeuer noch immerfort unterhalten werden muß.

Wenn man nach dieser Heizung die innerste Bekleidung genügend ausgetrocknet findet, um nicht befürchten zu müssen, daß durch stärkeres Heizen Sprünge entstehen könnten, setzt man den Wallstein vor und schreitet nunmehr dazu, ein stärker heizendes Material anzuwenden.

Sobald der Damm vorgefetzt ist, kann man von hier aus das Feuer nicht mehr dirigiren, man wirkt darum die Kohlen von oben her, von der Gallerie aus durch die Sichtöffnung hinab in das Innere des Ofens, füllt die ganze untere Räumlichkeit desselben damit an, so daß das Material bis zur Kaste hinaufreicht, auch hier wird wieder sowohl langsam vorgegangen, als viel Zeit darauf verwendet. Man erhält das Gestell nicht nur voll von Kohlen, sondern man füllt nach und nach auch die Kaste damit an, und nunmehr beginnt man, ein wenig Luft zuzulassen, indem man die Blasevorrichtung langsam in Thätigkeit setzt, was im immer höhern Grade geschieht, bis die Feuerung schon den Schacht selbst erreicht.

Nunmehr wird das Erz in einer dünnen Schicht auf die glühenden Kohlen geschüttet, wodurch diese scheinbar erdrückt werden, sehr bald aber haben die Erze soviel von der Temperatur der Kohlen angenommen, um selbst nunmehr als Zünder für neue Kohlen zu dienen. Diese werden darauf geschüttet und dann kommt abermals eine Schicht Erz auf die Kohlen, immer sind in der ersten Zeit diese Schichten schwächer als bei der regelmäßigen Ladung, im Verlauf von einigen Tagen aber verstärkt man die Erzlagen immer mehr, bis man dahin gelangt, sie in dem Verhältniß aufzuschütten, welches als das beste anerkannt worden ist.

Das Schwierigste ist immer das richtige Verhältniß der Brennstoffe zu den Erzen zu finden, man sucht auf alle mögliche Weise es dahin zu bringen, daß man mit der geringsten Kohlenmenge die größte Menge Erz zu Gute macht, man vermehrt daher zu der sich gleichbleibenden Quantität von Kohlen die Menge des Erzes nach und nach bis zu dem Punkt, daß man gerade noch eine genügende Schmelzung und Reduction erzielt und daß das Roheisen noch eine gute Beschaffenheit hat, sobald man aber bemerkt, daß die Schmelzarbeit nicht mehr vollkommen gut vor sich geht, die Schlacke nicht vollkommen dünnflüssig, das Metall zwar schwerer, aber doch nicht ganz flüssig ist, muß man mit dem ferneren Zusatz von Erz zu der sich gleichbleibenden Kohlenmenge aufhören, oder es leidet die Güte des gewonnenen Eisens empfindlich.

Nur sehr selten kann das Erz ohne Zuschlag, ohne Reductions-, Schmelz- oder Flußmittel gewonnen werden. Mit dem Erze des Eisens sind am häufigsten Quarz- oder Thongestein verbunden, diese aber sind beinahe unschmelzbar, bei der Hitze des Hochofens sind sie es sicherlich, aber gerade in diesem Hochofen soll eine vollkommene Schmelzung eingeleitet werden, damit die Schlacke sich von dem Metall dadurch trennen könne, daß das Leichtere auf dem Schwereren schwimmt. Bringt man nun eine Hitze hervor, groß genug, um das Eisen vollkommen flüssig zu machen, so verbindet sich in derselben der Quarz mit einem Theile des Eisen-

oxydes, welches er an der Reduction hindert, es findet daher ein entschiedener Verlust statt.

Ganz dasselbe geschieht, wenn die Gangart thonhaltig ist, und um diesen Verlust zu vermeiden, sucht man nach einem Flußmittel, wodurch Thon oder Kiesel schmelzbar werden, früher als sich dieselben in einer Gluth befinden, welche ihnen die Möglichkeit gewährt, sich mit dem Eisenoxyd zu vereinigen.

Ein solches Flußmittel ist der gewöhnliche Kalkstein, der kohlensaure Kalk, Marmor oder was man sonst derartiges bei der Hand hat. Wird dieser mit dem Erz gemischt und gelaugt er mit demselben zur Weißgluth, so wird die Kohlen Säure verjagt und der Kalk wird kaustisch. Dieser verbindet sich nunmehr mit dem Kiesel und Thongestein, so daß ein schmelzbares Glas, ein Silicat von Thonerde und Kalk entsteht. Dieses Silicat schmilzt vor der Reduction des Eisens und verbindet sich auch mit dem Eisenoxyd nicht mehr.

Wenn das Erz nur Quarz zum Begleiter hat, so muß man demselben sowohl Thon als auch kohlensauren Kalk zusetzen, aber da die thonigen Eisenerze viel häufiger sind als die mit Quarz verbundenen, so setzt man niemals Thon zu dem quarzreichen Erze, sondern man mischt thonhaltige Erze mit quarzhaltigen Erzen und setzt zu diesem Gemenge nun den Kalkstein in der erforderlichen Menge. Die Franzosen, welche ihre ganze Bergbaukunst, sowie die technische Chemie von den Deutschen haben, benennen auch die einzelnen Sachen, so daß sich ihr deutscher Ursprung verräth. Sowie ihr Potasse unsere deutsche Pottasche ist, so ist ihr Castino auch nichts weiter als unser ehrlicher Kalkstein, aber drollig ist es, wenn man liest, daß der kohlensaure Kalk, sobald er zur Schmelzung der Erze angewendet wird, Castino heiße.

Es giebt auch Eisenerze, bei denen das Ganggestein aus Kalk besteht, um aus diesem eine schmelzbare Schlacke zu erhalten, giebt man ihnen als Flußmittel ein Thonerdesilicat bei, allein um den Ofen nicht unnöthig mit Massen zu beladen, welche nicht Erze sind, pflegt man wie beim thon- und kieselhaltige Eisensteine an die Stelle von Thon und Kiesel selbst zu setzen, das will sagen, man mischt verschiedene Erze miteinander, deren Ganggestein solcher Art sind, daß sie sich gegenseitig die Flußmittel bieten, und man holt oft diese Erze zur Mischung weit her. Weitunter nimmt man auch als Schmelzmittel die Schlacken aus dem Schmiedefeuer, welche sehr eisenhaltig sind, besonders geschieht dieses, wenn man Hochofen und Eisenhammerwerke nahe bei einander hat. Der Gebrauch, den man von diesen Schlacken macht, muß jedoch ein sehr mäßiger sein, weil sonst die Güte des Roheisens darunter leidet.

Die Schmelzbarkeit der Hochofenschlacke ist sehr verschieden, je nach der Zusammensetzung der Erze, d. h. je nach dem Gehalt derselben an verschiedenen Ganggesteinen. Das beste Verhältniß, in welchem die Mineralien miteinander vereinigt werden sollen, muß durch vielfältige Versuche herausgetastet werden.

Das Brennmaterial, welches man bei dem Hochofen verwendet, kann Holz- oder Coakskohle sein, alles andere ist ausgeschlossen, Steinkohle, Braunkohle oder Holz kann man durchaus nicht anwenden. Das trefflichste Material ist immer die Holzkohle, daher das steyerische und schwedische Eisen so ausgezeichnet ist. Die Holzkohle hinterläßt äußerst wenig Asche und diese Asche ist sehr leicht schmelzbar, indem sie sich mit dem vorhandenen Silicaten verbindet, an das Eisen aber giebt sie nichts ab, was demselben nachtheilig werden könnte.

Unter Einfluß der Holzasche wird die Schlacke äußerst leicht schmelzbar, was mit derjenigen, die unter dem Einfluß von Coaks gebildet wird, keinesweges der Fall ist. Die Coaks geben übrigens eine sehr viel größere Menge Asche und dieselbe ist meistens von einer Zusammensetzung, welche auf das Eisen sehr nachtheilig wirkt. Diese Asche nämlich enthält Schwefelkies, nicht selten in beträchtlicher Menge, derselbe geht aber als Schwefeleisen mit demjenigen Eisen, welches aus der Schlacke ausgeschmilzt, eine Verbindung ein, welche seinen Eigenschaften höchst nachtheilig ist. Es wird dadurch spröde und ist besonders bei späterer Verwandlung in Schmiedeeisen kaum mehr brauchbar, denn es hat den großen Fehler, daß es rothbrüchig ist, daß es in der Rothglühhitze unter dem dasselbe formenden Hammer in Stücke bricht, aber auch das so verunreinigte Gußeisen ist sehr schlecht, man hat daher bei der Behandlung der Erze mit Coaks doppelte Vorsicht nöthig.

Will man den großen Uebelstand, den wir angedeutet haben, vermeiden, so muß man den Kalkzuschlag bedeutend vermehren. In diesem Falle verhindert der Kalk den größten Theil des Schwefels am Eintreten in das Eisen, der Kalk faßt diesen Schwefel zuerst auf und bildet damit Gyps, welcher in der Schlacke bleibt. Aber die Schlacke der Coaksöfen ist, wie bereits bemerkt, sehr viel weniger schmelzbar als die der mit Holzkohlen besetzten Hochofen, um nun dennoch eine hinlänglich flüssige Schlacke zu erhalten, muß man die Temperatur um ein sehr beträchtliches steigern und das ist immer kein Vortheil für den Ofen, welcher sich viel schneller vernutzt, noch für den Fabrikherrn, welcher viel mehr Brennmaterial verbraucht.

Die Maße der Hochofen sind gleichfalls verschieden, je nachdem Holzkohlen oder Coaks verwendet werden, für Holzkohlen genügen 35 bis 40 Fuß

im Pichten, für Coaksöfen braucht man 60 Fuß Höhe und darüber, eine gleiche Verschiedenheit hat die innere Weite; für Holzkohlenöfen genügen zwei Röhren, welche Luft zuführen, bei Anwendung von Coaks muß man immer drei Röhren haben, und die Maschine, welche die Pumpen oder den Ventilator in Bewegung setzt, muß sehr viel stärker sein als für Holzkohlen. Es sind Untersuchungen gemacht worden über die erforderliche Spannung, über den Luftdruck, welchen man bei dem Betriebe anwenden muß und es hat sich ein so merkwürdiger Unterschied ergeben, daß es wohl der Mühe werth ist einen Blick darauf zu werfen.

Der Manometer macht seine Angaben über die Spannung der auf ihn wirkenden Luft durch die Höhe einer Quecksilberfäule. Man findet, daß zur kräftigen Betreibung des Schmelzprozesses durch Holzkohlen eine Höhe von anderthalb bis zwei Zoll genügend sei. Bei Anwendung von leicht brennbarem Coaks braucht man sechs Zoll, bei Anwendung von schwer brennbarem Coaks braucht man acht Zoll Luftdruck. Dieses will sagen, die Luft, welche aus den Bälgen strömt, müsse eine Spannung haben, welche beinahe um ein Drittel höher ist als die der atmosphärischen Luft, indessen für Holzkohlen im schlimmsten Falle ein Viertel der Spannung der Atmosphäre als Uebergewicht genügt. Die Menge der Luft, welche ein sehr großer Hochofen braucht, wenn er mit Holzkohlen besetzt ist, beträgt 1200 Kubikfuß in der Minute. Ein Ofen mittlerer Größe braucht 800 Kubikfuß, ist der Ofen jedoch mit Coaks besetzt, so braucht 3000 bis 3500 Kubikfuß in der Minute, es geht aus alle diesem hervor, wie viel größer die Blasevorrichtungen und wie viel mächtiger die Maschine sein müsse, welche sie betreibt.

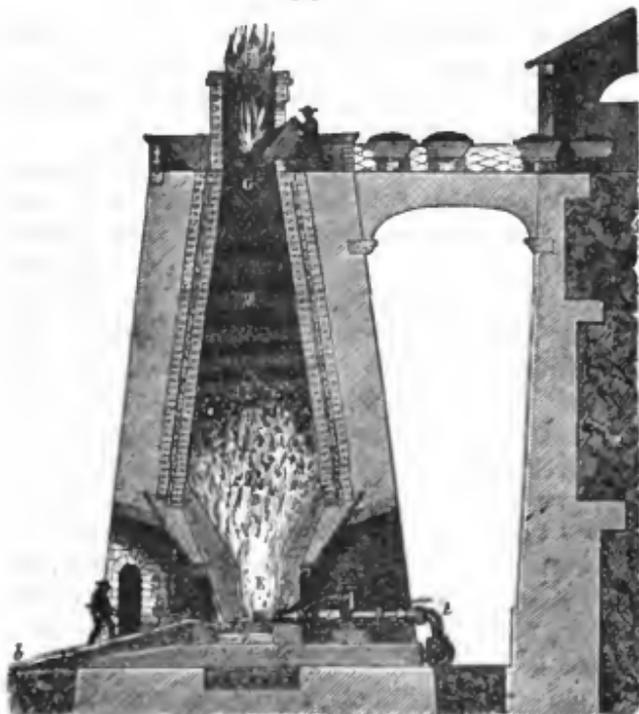
Die Fig. 957 zeigt uns einen Hochofen in voller Thätigkeit, wir wollen nun die physikalischen und chemischen Thätigkeiten betrachten, welche in diesem gewaltigen Apparate wirken.

Wir sehen in demselben, durch verschiedene Schattirungen angedeutet, Erze und Kohlen in Schichten regelmäßig mit einander abwechseln bis hinauf zur Gicht des Ofens G.

Die Ladungen sinken langsam und regelmäßig von G durch den Schacht C bis nach dem breitesten Theil des Ofens, dem sogenannten Kohlensack A. Die Hitze ist ganz oben nur mäßig, sie steigert sich weiter abwärts immer mehr, in dem Raume B in der Raft ist sie schon sehr hoch und die Erze erweichen sich, die Schmelzmittel gehen mit dem Ganggestein ihre Verbindungen ein. Wie die Kohlen nach und nach verzehrt werden, sinkt die auf denselben liegende Masse immer tiefer und wird durch die schrägen Wände der Raft nach dem Gestelle E geleitet, da wo die Düsen der Luft aus den Blasebälgen oder dem Ventilator Zutritt gewähren

steigt dieselbe am höchsten, die Luft findet hier die die Brennstoffe hellglühend und setzt sie durch die Masse des zugeführten Sauerstoffes in Weißglühhitze.

Fig. 957.



Die Kohle verbrennt beinahe vollständig zu Kohlenäure und entwickelt dabei die größte Hitze, welche sie zu geben vermag. Die Luft wirkt zwar noch einigermaßen bis in die Gegend des Kohlenfackes, allein doch schon sehr viel weniger, denn der größte Theil ihres Sauerstoffes ist bereits verzehrt und die Luft, welche hier hinaufsteigt, ist beinahe nur zusammengesetzt aus Kohlenäure und Stickstoffgas, oberhalb des Buchstabens B ist dieses vollständig der Fall, allein dieses Gasgemenge durch die weißglühenden Kohlen gegangen, hat die Temperatur derselben angenommen und trägt sie nunmehr weiter, sie setzt die über ihr befindliche Masse von Erz und Kohlen in den Zustand einer solchen starken Erhitzung, daß beim Abwärtsinken der Zutritt von dem geringeren Antheil Sauerstoff, welcher in den Kohlenfack gelangt, schon genügend ist, sie in Gluth zu versetzen. In dieser Gegend des Ofens zwischen B und A findet eine mächtige chemische

Thätigkeit statt. Wenn Kohlenäure in Gasgestalt über glühende Kohlen streicht, so verbindet es sich mit doppelt so vielem Kohlenstoff, als in der Kohlenäure vorhanden war, diese Letztere verwandelt sich in Kohlenoxydgas, hierdurch entsteht aber keine Temperaturerhöhung, sondern im Gegentheil eine Temperaturverminderung, die Weißglühhitze ist zuerst in Rothglühhitze übergegangen, an dieser Stelle findet nur noch ein dunkelrothes Glühen statt. In dieser Temperatur zersezt das Kohlenoxydgas sehr leicht das vorgefundene Eisenoxyd, dasselbe wird reducirt und es entsteht ein Gemenge von fein vertheiltem Eisen und ebenso fein vertheiltem Ganggestein.

In der Glühhitze aber entläßt der kohlenäure Kalk, welcher mit dem Erz gemengt ist, seine Kohlenäure, um sich in Kalk zu verwandeln. So steigen denn nun über die übrigen Schichten empor: Kohlenoxydgas, Kohlenäuregas und der unverbrannte Rest der atmosphärischen Luft, nämlich Stickstoffgas, auch etwas Wasserstoffgas und Kohlenwasserstoffgas ist noch mit vorhanden, weil das Holz in den Weisern niemals vollkommen verkohlt, erst hier im Hochofen seine vollständige Verkohlung erlangt und deshalb auch hier die letzten Antheile von Wasserstoffgas entläßt.

Alle diese Gase steigen durch die Erz- und Kohlenschichten aufwärts, zwar dadurch, daß sie an diese Schichten einen großen Antheil ihrer Wärme abgegeben haben, bedeutend abgekühlt, aber doch durch das Kohlenoxydgas und das gekohlte Wasserstoffgas höchst brennbar. Um die Lustarten nicht schädlich für die Umgebung werden und um den Rauch nicht lästig auf die Nachbarschaft niederfallen zu sehen, pflegt man diese Gase anzuzünden, wie wir bei F gewahren, am Tage sieht man die Flamme, welche äußerst durchsichtig ist, fast gar nicht, bei Nacht aber leuchtet sie weit hin, und dient, da die Arbeit bei dem Hochofen Tag und Nacht ununterbrochen fortgeht, den Arbeitern statt einer Lampe, deren sie hierbei sehr wohl entbehren können.

Wir sehen nunmehr aus dem ganzen Verlauf der den Ofen durchstreichenden Gase, daß unten, wo die lebhafteste Verbrennung stattfindet, wo also die höchste Temperatur hervorgebracht ist, das eintretende Gasgemenge die atmosphärische Luft höchst oxydirend wirken, sie ist es schon weniger in der Kasse, hört aber ganz auf, oxydirend zu wirken in dem Kohlenfaß, weil dort der Sauerstoff bereits verzehrt ist. Weiter nach oben bilden sich neue Verbindungen, allein die Temperatur ist nicht mehr hoch genug, um noch Reduktionen zu bewirken und so entweicht das Gasgemenge aus der Gicht.

Folgen wir nunmehr dem absteigenden Gange der Erze und der Brennstoffe, so wie wir vorher dem aufsteigenden Ströme der Gase gefolgt sind, so werden wir finden, daß diese Substanzen zuerst eine nur gering erhöhte Temperatur erhalten, daß sie kaum trocknen, im Gegentheil kann man am

Anfange bemerken, daß beim Aufschütten von neuem Material dieses zu schmelzen beginnt. Es beschlägt mit Feuchtigkeit. Dies ist nicht diejenige Feuchtigkeit, welche dem neu aufgeschütteten Material angehört, sondern es ist diejenige der zunächst darunter liegenden Schichten. Diese werden erwärmt, diese verlieren ihre Feuchtigkeit und sie ist es, welche sich an den frisch aufgeschütteten Erzen oder Kohlen niederschlägt. Wie dieselben nach und nach abwärts sinken, so wird auch von ihnen die Feuchtigkeit vertrieben und nun beginnen sie zu trocknen und sich zu erwärmen.

In tieferen Schichten steigt die Hitze immer höher, bald kommen wir bei der Untersuchung in eine Region, wo die Temperatur hoch genug ist, um das Hydrat des Eisenoxydes seines Hydratwassers zu berauben, es wird also nicht bloß getrocknet, sondern es wird hier schon zersetzt, noch eine Schicht weiter abwärts beginnt die eigentliche Reduktion des Eisenoxydes und der Kalkstein verliert einen Theil seiner Kohlensäure. Weiter abwärts wird sowohl die Reduktion des Erzes als die Calcination des Kalkes vollendet und wenn die Stelle, welche der Kohlenack heißt, von dem immer weiter herabsinkenden Erze erreicht wird, woselbst die Temperatur noch viel höher ist, so verbindet sich hier der Aetzkalk mit dem Ganggestein und der Asche des verzehrten Brennmaterial und bildet damit vielfältig zusammengesetzte Silicate, insofern nämlich, als Kieselsäure ein Bestandtheil der Gangart ist. Hieraus bilden sich die sehr flüssigen Schlacken.

Das metallische Eisen befindet sich bei sehr hoher Temperatur in inniger Verbindung mit der hellglühenden Kohle, in einer Atmosphäre, welche nur noch äußerst wenig Sauerstoff hat, aus diesem Umstande geht die Verbindung des Eisens mit der Kohle hervor und das metallische Eisen wird zu Kohleneisen, zu Gußeisen, welches aber nicht diesen Namen führt, sondern von dem Umstande einer sehr großen Unreinheit Roheisen heißt. Ist die Temperatur besonders hoch, wie dies z. B. stets der Fall ist, wenn mit Coaks geheizt wird, so wird auch ein Theil der Kieselsäure reducirt, und das Silicium derselben verbindet sich mit dem Eisen, woraus hauptsächlich die Verunreinigung entsteht.

Von hier ab sinken die Massen des reducirten Erzes, der Schlacke und des noch nicht verbrannten Antheils von Kohlen hinab in den untersten Raum, woselbst nunmehr die sauerstoffreiche Luft die Verbrennung befördert, die Hitze auf das Höchste steigt. Das geschmolzene Eisen und die Schlacke werden vollständig flüssig und fallen in Tropfen in das Gestell hinab. Hier geht immer etwas von dem Metalle wieder verloren, indem das geschmolzene bereits reducirte Eisen sich in einer Atmosphäre befindet, welche so sauerstoffreich ist, wie nur irgend möglich, daher ist es von Wichtigkeit, daß dem herabfließenden Erze nicht Zeit gelassen werde, lange in

dieser glühenden oxydirenben Luft zu verweilen und dieses ist der Grund, warum der Raum des Gestells im Verhältniß zu der Weite des Schachtes hier so sehr verengert wird. In diesem kleinen Raume drängt sich zusammen, was vorher auf einer zehnmal größeren Oberfläche ausgebreitet gewesen ist, dadurch gebrängt fließt Metall und Schlacke mit einander verbunden, ziemlich schnell herab und sammelt sich unten in dem Gestell, Beides auf das Innigste zusammengemeugt, doch sehr bald sich nach dem Gesetz der Schwere trennend, wie sich Wasser und Del trennt, das schwerere Metall füllt den untersten Raum aus, die geschmolzene Schlacke bedeckt dasselbe und schützt die Oberfläche gegen die Einwirkung der glühenden Luft.

Sehr bald erreicht die Schlacke, welche in viel größerer Menge vorhanden ist als das Metall, die Höhe des Wallsteines oder Dammes, sobald dieses geschieht, läuft sie langsam über denselben abwärts, wozu ihr die mit B bezeichnete schräge Fläche hilft, sie fließt draußen auf den Boden vor dem Hochofen ab und wird, wenn sie halb erstarrt ist, mit eisernen Stücken aufgebrochen und bei Seite geschoben.

Beabsichtigt man die Schlacken in die Gestalt von Bausteinen zu bringen, so läßt man sie nicht in einem breiten Strome über den Damm hinwegfließen, sondern man weist ihr eine schmale Bahn an, auf der sie in einer Rinne zu den Formen gelangen kann, gewöhnlich nichts weiter, als regelmäßige Vertiefungen in der trockenen Lehmschicht, welche man vor den Hochofen ausgebreitet hat, um einen festen Boden zu haben und um auch das Roheisen später formen zu können. Der Wallstein schließt nicht ganz das Gestelle, wie wir bereits gesagt haben, diejenige Seite, welche offen bleibt, ist dazu bestimmt, das geschmolzene Metall abfließen zu lassen. Auf eben diesem Wege läßt man nun auch die Schlacke abfließen, der Unterschied liegt nun darin, daß die Einschnitte nicht so tief gemacht werden, als sie sein würden, wenn man das Metall selbst abfließen lassen wollte.

In manchen Fällen hat man auch eigens zu diesem Behufe vorgezeichnete Formen, dann sind dieselben von gebranntem Thon gemacht, unterscheiden sich im Uebrigen aber lediglich durch die Größe von den ganz gewöhnlichen Formen zur Ziegelbereitung, welche aber aus Holz bestehen, was man freilich Behufs der Formung von Metallen nicht benutzen kann.

Die Masse der Schlacke ist räumlich immer 5 bis 6 Mal so groß, als die des metallischen Eisens, der Raum des Gestelles füllt sich daher sehr viel langsamer mit Eisen als mit Schlacke, erst nach etwa 24 Stunden ist das ganze Gestell mit Metall gefüllt, nun tritt erst der Zeitpunkt ein, wo man dasselbe gewinnen kann, nun erst wird es aus dem Ofen gelassen und zwar geschieht dieses auf die demnächst zu beschreibende Weise.

Wir sehen in der beigegebenen Fig. 958 einen Hochofen in dem Augenblick des Ausfließens des Eisens und wir sehen auch zugleich die Formen,

Fig. 958.



in welche dasselbe läuft. Bevor der Ofen angestochen wird, haben die Arbeiter einen Hauptkanal in den Lehm oder Sand gezogen, welcher ganz direct auf das Auslaßloch stößt. Dieser Kanal hat jedoch jederseitig mehrere Zweige, mehrere Kanäle, welche ihn rechtwinklig durchschneiden, an jedem solchen Seitenkanal befinden sich wieder eine große Menge Vertiefungen, welche parallel mit dem zuerst gezogenen Hauptkanal laufen, jedoch nicht mit diesem in irgend einer Verbindung stehen. Es sind diejenigen Formen, in welche das Eisen fließen soll, das aus dem Hochofen kommt. Der Damm, welcher das geschmolzene Eisen in dem Hochofen zurückhält, ist, wie wir bereits wissen, nicht vollständig, an der einen Seite desselben reicht der Wallstein nicht bis zur Seitenmauer, sondern ist mit

trockenem Lehm zugeschüttet und festgeschlagen. Ganz am untersten Theile dieses Dammes hat, während er beschüttet und festgeschlagen wurde, ein glatter, runder eiserner Dorn von etwa 2 Zoll Durchmesser und etwas konisch zugehend, gelegen. Wenn der Damm fertig geschüttet und geschlagen ist, wird dieser Dorn herausgezogen und durch einen ähnlichen von gebranntem Thon ersetzt, so daß dadurch die Oeffnung in dem Damm, das Auslaufloch wieder vollständig geschlossen ist. Soll nunmehr der Guß beginnen, so zieht ein Arbeiter diesen Thonpfropfen heraus, und alsbald strömt in einem mächtigen Strahle das geschmolzene Eisen in den Hauptkanal, verbreitet sich nach den Seitenwegen, und fließt endlich auch in die Formen, in die Vertiefungen, welche zur Aufnahme des Roheisens bestimmt sind, und denen die langen Kanäle nur als Zuflußwege dienen.

Während dieses geschieht, werden die Windströmungen unterbrochen, man hält die Dampf- oder sonstige Maschine, welche die Gebläse in Bewegung setzt, an, und wartet ruhig ab, bis alles Metall den Ofen verlassen hat, dann wird der Thonstöpsel wieder eingesetzt und nun werden auch die Gebläse mit erneuerter Macht in Thätigkeit gebracht, denn ein solcher Hochofen soll nicht dazu dienen, einmal Erz zu schmelzen, sondern die Arbeit geht Tag und Nacht ununterbrochen fort, so lange, bis der Ofen sich in einem solchen Grade schadhast zeigt, daß man den Einsturz desselben fürchten muß, deshalb wird auch, wie unsere Figur zeigt, der Ofen immerwährend gefüllt erhalten, es sind Arbeiter da, welche auf kleinen vierrädrigen Handwagen die Erze und die Kohlen immersfort oben einladen, so daß der Ofen stets bis zur Höhe von G bis unmittelbar unter der Gicht gefüllt bleibt.

Wenn die Metallmasse den Ofen verlassen hat, breitet sie sich feurig-roth in dem Sande oder Lehm aus, welcher ganz trocken sein muß, denn die geringste Feuchtigkeit könnte großes Unglück herbeiführen und die Masse des ausfließenden Eisens gewaltsam umherschleudern, indem die Feuchtigkeit in Dampf aufgelöst, (und zwar von der Rothglühhitze des Eisens) so mächtig wirksam ist, daß Nichts seiner Gewalt widerstehen könnte.

Sobald das in die Kanäle geflossene Eisen an der Oberfläche hart zu werden beginnt, wobei es immer noch roth von Farbe ist, so gehen Arbeiter zwischen denselben umher und bestreuen es mit trockenem Sande, welches zur Folge hat, daß es sich etwas langsamer abkühlt. Ist endlich die Erkalzung erfolgt, so wird der Sand wieder weggekehrt und die Stücke werden losgeschlagen von den Kanälen, aus denen sie gefüllt worden sind. Diese Stücke sind gewöhnlich 3 Fuß lang und haben 3, 4, 5 Zoll Breite, welches sehr verschieden ist, nach den verschiedenen Ländern, in denen das Roheisen erzeugt wird, ebenso ist der Name verschieden, bei uns

heissen diese Stücke Gänse, im südlichen Deutschland heissen sie Floren oder Flotten, und der Werth derselben ist sehr verschieden, je nachdem die Erze, welche man angewendet hat, reichhaltig und in ihrer Mischung gut gewesen. Wenn das Roheisen weich ist, so kann es gleich benutzt werden, um große massige Gegenstände daraus zu formen, dergleichen sind nicht selten Kanonenkugeln, Centnergewichte, besonders aber schwere Säulen und Träger zu Gebäuden, bei denen es nicht darauf ankommt, daß sie einer Biegung, sondern nur, daß sie einem bedeutenden Druck Widerstand leisten. Es würde gefährlich sein, die Bogen oder die Gitter zu einer Brücke von großer Spannung aus solchem Eisen zu gießen, die Pfeiler solcher Brücke aber, oder die Träger zu einer Kettenbrücke kann man ohne Gefahr aus gutem Hochofeneisen machen. Den Balancier einer Dampfmaschine dürfte man schwerlich daraus verfertigen, die Pfeiler aber, auf denen er sich bewegt oder das vierzig Fuß im Durchmesser haltende Schwungrad dürfte man ohne Zweifel in dieser Art herstellen. Es ist begreiflich viel wohlfeiler, als wenn das Eisen erst raffinirt und dann noch einmal zum Guß geschmolzen werden müßte. Die Formen zu diesen Gegenständen werden in mäßig feuchtem Sand gemacht und dann scharf getrocknet, erst wenn dieses geschehen, darf der Guß beginnen, man sucht soviel Gegenstände zusammen zu bringen als möglich, und man verbindet alles miteinander mit Kanälen, so daß die ausfließende Eisenmasse nicht nur alle Formen anfüllt, sondern auch die geformten Stücke untereinander verbindet. Es geschieht dieses, damit das Metall sich überall hin gleichmäßig vertheile und nirgends Lücken bleiben. Da es nicht möglich ist den angestochenen Ofen anzuhalten, da kein vernünftiger Mensch sich dazu hergeben würde, das Auge mit dem Thonkegel zu verschließen so lange noch das geschmolzene Eisen im Laufen ist, so muß man dafür sorgen, daß genug Gegenstände da sind, um die Gesamtmasse des Eisens in Formen aufzunehmen. Weil es aber nun schwer ist, den Inhalt der Formen so zu berechnen, daß derselbe mit dem Inhalte des Hochofens in Uebereinstimmung ist, man auch wiederum nicht gern unvollkommenen Guß hat, so nimmt man wissentlich weniger Gegenstände zum Formen, als man Metall im Ofen hat, und um über dieses Herr zu werden, setzt man zu allen geformten Gegenständen noch ein paar Reihen offene Formen für Flotten oder Gänse zu. Was nunmehr an Metall übrig bleibt, was von den Formen nicht aufgenommen ist, das läuft hier hinein und wird als Roheisen verkauft.

Es ist von großer Wichtigkeit den Gang des Ofens (d. h. des Schmelzprozesses, doch würde diesen Ausdruck der Arbeiter gar nicht verstehen, er sagt: „der Ofen geht gut“) beurtheilen zu können. Hierzu giebt es verschiedene Mittel.

Von zwei bis drei Seiten kann man in den Ofen hineinschauen, dort nämlich wo die Düsen liegen. Diese sind nicht im Ofen eingemauert, sondern sie befinden sich frei schwebend, nur an einigen Punkten gestützt, in einer Oeffnung der Mauer, welche genau der Form einer Düse entspricht, aber größer ist. Von den Windseiten und also bei einem Coaks-Ofen auch von der Hinterseite, kann man in den Ofen sehen, kann wahrnehmen ob das Metall und die Schlacke in runden Tropfen herabfließt, kann sehen, ob Stücke des Erzes zum Vorschein kommen (welches sehr übel ist), kann die Farbe des Feuers beurtheilen und daraus entnehmen, ob eine hinlängliche Masse von Luft Zutritt, ob die Temperatur hoch genug ist. Ein anderes Anzeichen gewährt die Flamme, welche zwischen dem Damm und dem Tümpelstein hervorbricht, auch die Sichtflamme ist von nicht geringer Bedeutung. Das regelmäßige Niedersinken der Schichten, die Beschaffenheit der Schlacken und die Beschaffenheit des Eisens selbst geben Mittel an die Hand, den Gang des Processes zu beurtheilen.

Man unterscheidet besonders drei Stufen des Ganges, den rohen, den gahren und den hitzigen Gang.

Der rohe Gang, welcher auch übersehter Gang genannt wird, ist derjenige, wo wegen des Ueberschüttens der Kohle mit Erz, wo wegen des zu geringen Kohlen- und des zu großen Erzgehaltes, das Eisen nicht die gehörig hohe Temperatur erhält, sich also nicht vollständig reduciren läßt, sich auch nicht vollständig mit der Kohle verbindet. Die Folge davon ist ein beträchtlicher Verlust von Eisen, welches als Oxidul mit in die Schlacke übergeht, daher diese eine dunkle Färbung erhält. Je mehr Oxidul auf diese Weise verloren und in die Schlacke übergeht, desto dunkler ist dieselbe. Bei der Heizung des Ofens mit Coaks ist die Schlacke an sich nicht hell, da würde dann diese dunkle Farbe kein sicheres Zeichen sein, dieses liegt aber nunmehr in der braunen Färbung, sobald Eisenoxidul in die Schlacke übergeht, so wird die Farbe der Schlacke braun, überdies ist ein gutes Kennzeichen des Rohganges die Dünnschmelzbarkeit der Schlacke und das leichte Erstarren derselben, denn die Silikate des Eisenoxiduls sind sehr dünnflüssig. Es entsteht aus diesem Uebelstande ein noch viel größerer, der nämlich, daß der Gang des Ofens vollständig in's Stocken kommt. So leichtflüssig die Schlacke ist, so leicht erstarrt sie auch, wenn sie nun eine gewisse Höhe erreicht hat, nicht mehr weit von dem Tümpelstein absteht (unter welchem hervor sie quellen soll, um über den Damm zu stehen), so trifft hier der Luftstrom sie in vollster Schärfe, da sie aber nicht brennbar ist, so kann diese Luft nicht dazu dienen, sie im Fluß zu erhalten; dieses geschieht nur dadurch, daß immer neues Erz und neue Schlacke herabträufeln, nun aber erreicht die Schlacke die Höhe der Formen,

derjenigen Oeffnungen, in denen die Düsen stecken und bei der leichten Erstarrbarkeit der Schlacke ist es möglich, daß hierdurch die Formen verstopft werden und das ist kein Spaß, denn solche Verstopfung macht nothwendig, daß die vorliegende Schlacke entfernt wird, was nicht nur äußerst mühsam und gefährlich ist, sondern wohl gar zur Folge hat, daß man den Ofen ausgehen lassen muß, etwas, das unberechenbare Folgen nach sich ziehen kann. Der Ofen, inwendig weißglühend, muß erkalten, neu beschickt werden und dann wieder bis zur Weißgluth kommen — dieses erträgt er nicht allemal.

Der beste Gang des Ofens ist derjenige, welchen man den gahren nennt. Hierbei ist das Verhältniß zwischen Kohle und Erz genau das richtige, das Erz selbst wird vollständig reducirt, das Eisen wird genügend gekohlt, die Schlacke nimmt kein oder nur sehr wenig Oxidul des Eisens auf, sie ist daher hellgrau oder weiß mit einem Stich in's Blaue oder Grüne. Bei Coaksheizung fällt das Graue fast ganz weg, die Schlacke ist blau oder grün, dunkler wie bei Holzkohlen. Diese Schlacke fließt nicht sehr dünn, sondern wie ein recht weicher Mehlteig und sie läßt sich in diesem Zustande in langen Fäden ausziehen, und wenn sie erstarrt, hat sie ein glasähnliches Ansehen. Wird die aus dem Ofen geflossene Schlacke mit Wasser begossen, so wird sie durch die Dämpfe desselben vielfältig blasig, splitterig, zerrissen und hat das Ansehen von Bimsstein.

Die dritte Art des Ganges ist die hitzige. Diese entsteht, wenn zu viele Kohle zu dem vorhandenen Erze genommen wird, wodurch, wie begreiflich, eine zu hohe Temperatur hervorgebracht wird, vor Allem ist dabei ein unnöthiger Aufwand von Brennmaterialien zu beklagen, aber außerdem findet auch eine zu starke Beladung des Eisens mit Kohlenstoff und mit Kiesel statt.

Die Gichtflamme muß, wenn der Ofen gut im Gange ist, mit einer gewissen Lebhaftigkeit emporsteigen und im ganzen Umfange des Rauchfangs gleichmäßig brennen. Ist sie dunkel und hat sie viel Rauch, Ruß, der sich in Flocken absondert, so ist die Temperatur des Ofens zu niedrig und man muß die Kohlenmenge vermehren, um die Temperatur so hoch zu erheben, daß die Gesamtmasse im Innern des Ofens den Verkohlungs- und Reduktionsprozessen keinen Widerstand entgegensetzt.

Wenn der Gang des Ofens vollkommen gut ist, so erhält man nun zwar ein Roheisen, welches man als gut anerkennt, allein dieses Roheisen ist sehr zusammengesetzt, denn es enthält außer Kohlenstoff und Kiesel fast immer Mangan, Arsen, Schwefel, auch wohl Phosphor, zu dem noch andere Metalle kommen, z. B. das der Thonerde (Aluminium), Chrom, auch wohl Kupfer oder Titan, aber selbst dieses genügt noch nicht, denn auch die

Verhältnisse und die Gestalten, in denen diese Beimengungen vorkommen, sind sehr verschieden. So z. B. erscheint die Kohle nicht nur in vielen verschiedenen Verhältnissen, sondern sie erscheint auch in zwei ganz verschiedenen Gestalten, einmal chemisch verbunden mit dem Eisen, und dann noch nebenbei in vielen feinen Blättchen mit dem Eisen nicht verbunden, sondern nur zu demselben gemengt. Die auf solche Weise sich zeigende Kohle ist Graphit, und Eisen, welches dieses enthält, hat eine graue Farbe und heißt daher auch graues Roheisen und die mehr oder minder dunkle Farbe rührt lediglich von dieser Beimengung her, denn die chemische Beimischung der Kohle zum Eisen, wenn sie auch verschieden an Menge ist, wird doch nie so groß, daß sie dem Eisen eine wirklich dunkle Farbe beibrächte.

Es ist kein Tadel, wenn das Eisen diese Beschaffenheit hat. Graues Roheisen ist nicht übermäßig spröde, an den Gußkanten läßt es sich sogar durch den Hammer bearbeiten, es ist ferner auch nicht hart, denn der Meißel greift darauf, man kann es bohren, abdrehen und hobeln, es schmilzt nicht so leicht als das weiße Roheisen, erstarrt auch nicht so schnell als dieses, ist aber für den Guß vortrefflich geeignet, weil es sich beim Erstarren vermöge einer anfangenden Krystallisation ausdehnt, also die ihm angebotene Form sehr gut ausfüllt, aber es hat eine nicht angenehme Porosität und ist deshalb auch nicht so schwer als das andere, sondern nur etwa $6\frac{1}{2}$ mal so schwer als Wasser, indeß das weiße $7\frac{1}{2}$ mal so schwer ist. Wenn man dieses graue Roheisen schmilzt und die geschmolzene Masse sehr schnell abkühlt, so wird es dadurch in weißes Roheisen verwandelt; bei der Schmelzhitze wird nämlich der Graphit in dem Eisen aufgelöst. Bei langsamen Erkalten scheidet er sich krystallisch aus und das sind die Graphitblättchen, welche wir darin erkennen, bei schnellem Erkalten findet keine Krystallisation statt. Der Graphit bleibt in dem Eisen aufgelöst und dieses ist dann das weiße Roheisen, äußerst spröde, äußerst hart, so daß es von keiner Feile angegriffen wird, wohl aber das Glas ritzt. Es wird vor dem Schmelzen teigig wie das Schmiedeeisen, wirklich geschmolzen und in Formen gegossen, füllt es diese nicht gehörig aus, es brängt sich nicht in die Ecken, welche daher stumpf bleiben und in den größeren Flächen sinkt es so zusammen, daß dieselben hohl werden.

Wie das graue Roheisen bei schnellem Erkalten sich in weißes verwandelt, so kann das weiße, sehr viel weniger brauchbare, in graues Roheisen verwandelt werden, wenn man dasselbe bei einer so hohen Temperatur schmilzt, als sie um dasselbe flüssig zu machen eigentlich gar nicht nöthig ist, und diesen Guß dann langsam erkalten läßt. Dann tritt der Vorgang der Krystallisation ein, es scheidet sich dabei Graphit in un-

zähligen kleinen kristallinischen Blättchen aus und man hat graues Roheisen.

Das weiße Roheisen wird nicht selten zu Stahlfabrikationen benutzt, darum heißt es auch wohl rohes Stahleisen. Wenn es auf dem Bruche spiegelnde Flächen zeigt, so nennt man es Spiegeleisen. Ist das weiße Roheisen nicht spiegelnd auf dem Bruche und ist seine Farbe mit grau gemischt, hat es ferner ein körniges Ansehen, so wird es weißes körniges Roheisen genannt. Es giebt auch welches, das eine bläuliche Farbe und ein strahliges, faseriges Gefüge hat, dieses wird blumiges Eisen genannt, lückig heißt es von kleinen Lücken oder Blasenräumen, welche darin sind.

Der Gehalt an Kiesel ist im grauen Roheisen viel größer als im weißen, in dem letzteren beträgt er gewöhnlich $\frac{1}{2}$ Procent, im grauen steigt der Kiesel mitunter auf das Siebensfache, d. h. bis auf $3\frac{1}{2}$ Procent. Das kohlenreichere Roheisen enthält in der Regel weniger Kiesel, man glaubt daher, daß der Kiesel vorzüglich im Schmelzraum zu dem Eisen tritt, durch einen Theil der Kohle dieses Eisens reducirt und in diesem Zustande von dem kohlenärmer gewordenen Eisen aufgenommen wird.

Phosphor befindet sich in sehr verschiedenen Verhältnissen bis zu 2 Procent und darüber in dem Eisen, allerdings auch in sehr viel geringeren Quantitäten, so daß man sie nicht mehr bestimmen kann, sondern sie nur mit dem Ausdruck „Spuren von Phosphor“ bezeichnet. Gewöhnlich ist das graue Roheisen reicher an Phosphor; im Allgemeinen aber kommt es doch auf den Phosphorgehalt der Erze an; so wird das aus Rasen- oder Wiesenerz erzeugte Eisen immer einen starken Phosphorgehalt haben, es möge nun zu grauem oder weißem Roheisen geworden sein.

Der Schwefel ist immer eine schädliche Beimengung zum Roheisen, in seinem Gehalt aber umgekehrt wie der Phosphor, im grauen Roheisen weniger als im weißen, denn der Schwefel verhindert die Kohlung des Eisens. Wenn es möglich ist, so sucht man sich dessen zu entledigen, dies geschieht dadurch, daß man über die Düsen etwas Wasser hinabfließen läßt in den weißglühenden Ofenraum. Das Wasser wird hier zerlegt, der Sauerstoff dient zu Erhöhung der Gluth, dagegen der Wasserstoff mit den Schwefeldämpfen eine Verbindung zu Schwefelwasserstoff eingeht.

Die Erze der jüngeren Formation haben fast sämmtlich eine Beimengung von arsensaurem Eisenoxyd, ist das Erz hierdurch stark verunreinigt, so findet sich in dem Roheisen eine nicht geringe Menge Arsen im metallischen Zustande, man hat solches mit mehr als 4 Procent gefunden, besonders in dem französischen weißen Roheisen. In der Regel aber ist der Arsengehalt nur ein sehr geringer, mitunter weniger als ein Zehntel Procent.

Mangan findet sich besonders in demjenigen Metalle, welches aus Spatheisenstein gewonnen wird. In diesem Erz ist neben dem kohlensauren Eisenoxydul noch sehr häufig kohlensaures Manganoxydul und dieses wird dann mit dem Eisen zugleich reducirt.

Kupfer und einige andere Metalle sind zwar in dem Eisen gefunden, doch nur in sehr geringen Mengen.

Es wäre von großer Wichtigkeit, wenn man wissenschaftlich entwickeln könnte, unter welchen Umständen derselbe Hochofen mit denselben Erzen beschickt, weißes oder graues oder Spiegeleisen giebt. Zwar weiß der geschickte Arbeiter den Gang des Ofens so zu lenken, daß er dasjenige Metall erhält, welches er haben will, aber erklären, so daß man es weiter fortpflanzen könnte — dieses versteht der geschickteste Praktikus nicht. Man kann im Allgemeinen sagen, daß nicht nur die Beschaffenheit der Erze, sondern auch die Beschickung des Ofens mit diesem oder jenem, mit mehr oder minderem Brennmaterial und endlich die Temperatur des Ofens von größtem Einfluß ist. Das Spiegeleisen wird bei gahrem Gange des Ofens aus möglichst reinem Erze gewonnen. Namentlich wird es aus Spatheisenstein gewonnen, weil dieses durch das Rösten sehr porös wird und dem Kohlenstoff leicht den Zugang zu dem Eisen gewährt. Schwefelgehalt der Erze oder des Brennmaterials verhindert die Bildung des Spiegeleisens, deshalb erhält man dieses in einem Coaksofen niemals. Wenn man es erzeugen will, muß man immer Holzkohlen anwenden.

Das graue Roheisen kann niemals erhalten werden, wenn der Gang des Ofens nicht vollkommen gahr ist, daher kann man durch das erforderliche Ab- und Zuthun von Kohlen die Temperatur hervorbringen, welche zur Darstellung einer guten Schmelzung nöthig ist. Der Zuschlag zu den Erzen muß so genommen werden, daß die Schlacke nicht zu leicht flüssig wird, das Erz also eine so hohe Temperatur erhält, als es haben muß, um sich mit genügend viel Kohle zu verbinden. Ist die Schlacke zu leichtflüssig, so wird daß Eisen fast niemals grau. Wenn man dasselbe in Formen gießt, die aus einem guten Wärmeleiter gemacht sind, z. B. aus Metall, so entziehen diese dem Guß eine solche Menge Wärme, daß derselbe erstarrt, bevor die ersten Spuren von Krystallisation eintreten, dann wird das Eisen weiß, zu gleicher Zeit aber auch so hart, daß diese Procebur ein sehr bequemes und sicheres Mittel ist Walzen zu gießen, welche äußerlich sehr hart sind, und doch inwendig, wo sie aus grauem Roheisen bestehen, die erforderliche Zähigkeit haben um selbst bei Anwendung eines sehr starken Druckes nicht zu leiden. Dergleichen Walzen braucht man z. B. um Eisenblech zu liefern, das Eisen wird in rothglühendem Zustande zwischen Walzen gebracht, welche die Dicke von Bombenkeßel haben, welche

eine sehr ebene, reine Oberfläche zeigen, aber doch so hart sind, daß sie eine bedeutende Widerstandsfähigkeit des Eisens überwinden. Gedreht können diese Walzen allerdings nicht werden, die Form muß daher eine sehr gute sein, damit eine Nachhülfe durch den Meißel überflüssig ist.

Zu diesen Formen bedient man sich immer des strengflüssigen Roheisens, welches daher nicht erweicht wird, wenn die glühende Masse, die oft viele Centner beträgt, dazwischenkommt.

Auf vernünftige Weise und mit Holzkohlen beschickt, ist die Dauer eines Hochofens ziemlich lange, aber allerdings nicht mit der Dauer eines Stubenofens zu vergleichen. Ein gut gebauter, gut ausgetrockneter, dann regelmäßig und ununterbrochen gefeuerter Hochofen dauert volle 2 Jahre. Man hält es schon für sehr günstig, wenn die Campagne desselben 3 Jahre dauert, es soll allerdings Fälle geben, in denen sich der Ofen 5 Jahre erhalten hat, aber die Fälle möchten äußerst selten sein. Sobald der Ofen unten ausgebrannt ist, d. h. sobald durch die zerstörende Gewalt des Feuers und die auflösende Kraft des geschmolzenen Gesteins, der Schlacke, der untere Raum erweitert ist, er die Materialien also nicht mehr so eng zusammenhält, als zur Entwicklung der größten Hitze nöthig, beginnt seine Thätigkeit nachzulassen und er immer weniger brauchbar zu werden. Dann ist seine Zeit gekommen, dann läßt man nach und nach den Ofen ausgehen, man schüttet weder Kohlen noch Erz oben zu, zieht unten immerfort Eisen und Schlacken aus, der Ofen entleert sich in ein paar Tagen.

Man läßt denselben nunmehr ganz erkalten, und wenn er irgend ohne Unbequemlichkeit beschritten werden kann, so wird ausgebrochen was schadhaft ist. Man beginnt damit von oben, die ganze innere Umkleidung von unschmelzbaren Steinen wird hinweggenommen, und sobald man bis unten gelangt ist, auch die Quadersteine weggebrochen hat, welche vom Feuer stark angefressen sind, so beginnt man eine gänzlich neue Aufmauerung der inneren Bekleidung, welche man so gut als irgend möglich mit dem übrigen Gestein des Ofens verbindet, denn das eigentliche Gemäuer bleibt unberührt, die ganze äußere Umkleidung pflegt von ungeheuren eisernen Reifen so stark überdeckt zu sein, daß dieser Theil nicht zerstört wird. Der Verlust würde in einem solchen Falle auch ein zu bedeutender sein, ein Hochofen ist ein kostbares Bauwerk.

Wollte man während der ganzen Zeit der Reparatur und während der ganzen Zeit die das Trocknen erfordert, die Arbeit des Hochofens einstellen, so würde auch dadurch eine beträchtliche Einbuße entstehen. Um einer solchen aus dem Wege zu gehen, hat man einen zweiten Ofen angefangen sobald der erste in Gang gebracht ist. Man hat nur mit wenig Leuten und im Ganzen sehr langsam daran gearbeitet, so daß seine Erbauung einen

Sommer in Anspruch nimmt, von da ab bleibt er unangerührt stehen und hat nunmehr 1½ bis 2 Jahre Zeit um auszutrocknen. Wenn man bemerkt, daß der erst gebrauchte Hochofen schadhast zu werden beginnt, so feuert man den zweiten an. Man brennt Strauchwerk darin, so lange bis man glaubt, daß der lufttrocken gewordene Ofen nunmehr auch durch Hitze vollständig ausgetrocknet sei, dann beschickt man ihn allmählig mit Kohlen und mit Erz und ist er nach und nach soweit gefüllt worden, daß er ganz im Brand ist, so unterbricht man die Arbeit an dem schadhast gewordenen auf die vorhin beschriebene Weise. Der ausgebrochene und ausgebefferte Ofen wird nunmehr dem langsamen Trocknen überlassen, bis der zweite in Gang genommene Ofen ebenso schadhast zu werden beginnt als der reparirte war.

In sehr großen Eisenschmelzereien hat man 3 auch 6 Hochöfen zugleich im Gang, wie dieses z. B. in England der Fall ist, wo der niedrige Zinsfuß die reichen Kapitalisten darauf hinweist, ihre Gelder auf industrielle Unternehmungen zu verwenden. Wir werden später ein solches Unternehmen betrachten, wollen aber hier noch in dem Gegenstande fortfahren, der uns unmittelbar zunächst berührt, die Betreibung unserer Hochöfen.

Die kalte Luft, welche in ungeheuren Massen dem Ofen zugeführt wird, nimmt eine beträchtliche Menge derjenigen Hitze in Anspruch, welche von den Kohlen entwickelt wird. Es hat sich herausgestellt, daß man eine bedeutende Ersparniß macht, wenn man die Luft vorher erhitzt bis auf 200 oder 300 Grad. Es würde auch nichts schaden, wenn die Temperatur der gebrauchten Luft eine noch höhere wäre, wenn die Röhren, in denen die Erwärmung vor sich geht, bis zum Glühen erhitzt würden, allein dann würde die Luft, welche darin erwärmt werden soll, einen beträchtlichen Theil ihres Sauerstoffes verlieren und man würde also nun um so mehr Luft in den Ofen jagen müssen, was auch wieder kein Vortheil wäre. Ein anderer Umstand ist der, daß die Erhitzung der Luft wieder Brennmaterial kostet und so scheint, daß nicht gerade ein Ersparniß erzielt wird.

Die Sache aber stellt sich viel anders als hieraus hervorzugehen scheint, wenn man nicht vergessen will, daß alle unsere Feuerungen von solcher Art sind, daß $\frac{1}{3}$ der Hitze, welche das Brennmaterial entwickelt, ungenutzt verloren geht. Man kann dieses deutlich an der Heizung mit Gas sehen. Diejenige Wärme, welche aus einer Ladung Steinkohlen erzeugt wird, welche gerade hinreicht um einen recht gut construirten thönernen Ofen und dadurch ein Zimmer zu heizen, reicht hin um 10 solche Zimmer zu heizen, wenn die Steinkohlen zur Gas erzeugung benutzt werden und es bleiben in der Gasretorte noch mehr Coals übrig, als erforderlich

um eine neue Menge Steinkohlen wieder in Gas zu verwandeln — es bleiben mehr übrig, denn sonst würde keine Gasanstalt Coaks verkaufen können.

Dies ist eine so feststehende Thatsache, daß sich darüber gar nicht streiten läßt. Aus dem Stubenofen entweicht während des Heizens eine so ungeheure Masse Hitze, daß man damit noch ganze über dem Ofen liegende Geschosse heizen kann, falls man diese heiße Luft durch eiserne Röhren führt.

Ebenso ist es nun auch mit der Hitze des Hochofens. Schon allein die Sichtflamme ist hinreichend, um hundertmal mehr Luft zu erwärmen, als der Hochofen beim stärksten Betriebe braucht, aber der ganze Ofen selbst raubt dem in ihm verbrennenden Material eine Menge derjenigen Hitze, welche bestimmt ist, die Erze zu zersetzen und zu reduciren und man hat nunmehr die Wahl, die Röhren, in denen die Luft erhitzt werden soll, von der Sichtflamme oder von derjenigen Hitze erwärmen zu lassen, welche das Material des Ofens seinem Inhalte raubt.

In dem einen wie in dem anderen Falle führt man aus der Hauptöffnung des Gebläses die Luft, welche zur Speisung des Ofens dient, nicht direct nach den Düsen, sondern man läßt sie durch lange und hinlänglich weite Röhren bis zur Sicht emporsteigen und hier wird die Luft in den einschließenden Röhren in Spirallinien mehrmals um die Sichtflamme geführt, so daß dieselbe die Röhren ganz umspielt. Sie erhalten auf diese Weise kostenlos eine sehr bedeutende Temperaturerhöhung, sie müssen alsdann zwar wieder durch eine ziemliche Strecke abwärts gehen, um zu den Düsen zu gelangen und können sich dabei abkühlen, allein man sucht diesem Uebelstande auszuweichen, indem man die absteigenden Röhren mit recht schlechten Wärmeleitern umgiebt, mit roher Baumwolle z. B., mit Berg, welche durch Wachsteinwand oder durch ein hölzernes Rohr zusammengehalten und vor den äußeren Eindrücken in der Luft bewahrt wird.

Eine andere Art, Gebläseluft zu erwärmen, muß gleich beim Bau des Hochofens zur Ausführung gebracht werden. Die möglichst weite Röhre, welche die Luft aus dem Gebläse empfängt, wird innerhalb des Ofens selbst, zwischen der ersten und zweiten Ziegelsteinschicht eingemauert, hier erhält sie zwar beim Beginn der Campagne noch gar keine Erwärmung, allein wie sich nach und nach das Innere des Ofens mehr erhitzt, so beginnt auch die eingemauerte Röhre heiß zu werden und folglich der hierdurch hinströmenden Luft ihre Temperatur mitzutheilen. Solche Röhre, etwa von 6 Zoll Durchmesser, läßt man zweimal spiralförmig um den Kohlen sack laufen. Von hier steigt die Röhre in einem der Pfeiler abwärts, umschlingt den Ofen von der ersten Windseite angefangen, durch einen zweiten Pfeiler gehend, bei der Hinterseite vorbei und endlich bei der

zweiten Windseite aufhörend. An allen 3 Stellen befinden sich Ansaugröhren, welche in die Düsen gehen und auf diese Weise erhält der Ofen stark erhitzte Luft und der Kanal, durch den sie geht, ist so ziemlich vor jeder Verschädigung bewahrt.

Durch so erwärmtes Gebläse bringt man Erze, welche sehr schwer zu reduciren und ebenso schwer in recht genügenden Fluß zu bringen sind, bequem zum Schmelzen, und zwar mit einer beträchtlichen Ersparniß an Brennmaterial. Ebenso ist es mit Kohlen selbst. Anthracit, welcher auf keine Weise zur Feuerung zu verwenden ist, kann mit wenig Coals gemischt und durch erhitzte Luft angefaßt, dahin gebracht werden, eine Hitze zu entwickeln, wie sie auf sonst keine Weise zu erzielen ist.

Es wäre aber nicht ganz wohlgethan, wollte man an Kohle so sehr sparen, wie man es bei erhitzter Luft wirklich kann, es wäre fehlerhaft, wollte man die Kohlenmasse bis auf das Minimum verringern. Es gehen nämlich in dem Hochofen Prozesse vor, bei denen die Kohle nicht sowohl als Brennmaterial, sondern als Mischungsantheil des zu gewinnenden Eisens von Wichtigkeit ist. Wird nun bei Anwendungen von erwärmter Luft die Kohlenmasse so sehr verringert, daß nur gerade die Schmelzung der Erze und Schlacken eintritt, so bleibt nichts übrig, um als Kohlenstoff mit dem Eisen in Verbindung zu treten und man erhält demnach ein schlechtes Produkt. Wie in allen solchen Fällen, so auch hier, ist die Erfahrung die einzige Lehrmeisterin, ein guter Werkführer wird überhaupt wissen, wie weit er mit der Verminderung der Kohle ohne Schaden für sein Produkt vorgehen kann, überdies aber wird er auch noch während des Ganges immerfort beobachten, und sich durch die Resultate dieser Beobachtung leiten lassen.

Die Entweichung brennbarer Gase aus dem Sichtraume, die klasterhohe Flamme, welche sie geben, liefert einen unzweideutigen Beweis von dem Verlust an Brennmaterial, welches man bei der Beschickung des Hochofens erleidet. Besonnene, ihren Vortheil im Auge haltende Fabrikherren haben sich wohl angelegentlich damit beschäftigt, diese gewaltigen Massen von Brennstoffen anderweitig zu verwertzen.

Ganz kann man den Verlust nicht vermeiden, wollte man die Gase dort oben abschneiden, wollte man ihre Hitze so vollständig benutzen, daß sie selbst dadurch abgekühlt würden, so wäre die nächste Folge, daß man keinen Zug im Ofen hätte, und man würde dann denselben durch eine neue Maschinerie, z. B. durch einen Ventilator, der auf dem Hochofen läge, hervorbringen müssen. Allein ein großer Theil der Hitze kann doch wirklich verwertzet werden, und zwar, indem man die brennbaren Gase durch irgend ein Luftpöpselwerk einige Fuß tief unter der Mündung der

Sicht aus dem Ofen zieht und sie nun z. B. in lange Röhren unter die Erzhausen leitet, um dieselben zu rösten, oder indem man ebenso diese brennbaren Gase unter den Kessel der Dampfmaschine leitet, welche die Gebläse oder sonstige Maschinerien in Bewegung setzt, wodurch, wie nicht zu läugnen, sowohl an Arbeitskraft, als an Brennmaterial gespart wird. Ja man ist noch weiter gegangen, man hat es vermocht, diese Gase zu sehr verschiedenen chemischen Prozessen anzuwenden, und z. B. das gewonnene Roheisen in Schmiedeeisen zu verwandeln.

Eine große Menge des Roheisens wird in anderen Werkstätten verarbeitet, als in derjenigen, wo es gewonnen worden ist. Solche Eisengießereien sind gewöhnlich in der Nähe großer Städte und jetzt hauptsächlich in der Nähe von Centralpunkten der Eisenbahnen angelegt. Dorthin sendet man also den Ueberfluß des Roheisens, und diese Werkstätten sind denn auch darauf eingerichtet, größere Massen zu bewältigen, als der Hochofen sie liefern kann. Stücke z. B., welche mehr Metall erhalten, als bei einmaliger Fällung des Gestelles in demselben Raum hat, und welche doch aus einem Stück gegossen werden müssen, wie große Träger von Gewölben, große Brückenpfeiler werden dann entweder aus einem sehr großen oder aus 3 bis 4 nahe bei einanderstehenden mäßig großen Ofen gegossen.

Solche Ofen, in denen aus dem Roheisen ein zweiter Guß vorgenommen wird, heißen Reverberiröfen. Fig. 959 zeigt einen solchen. Sie haben 12 bis 15 Fuß Höhe und sie pflegen auswendig ganz mit gußeisernen Platten bekleidet zu sein. Der innere Raum ist ein Cylinder AB, das Mauerwerk ist mehrere Ziegel dick, reicht aber nur an einer einzigen Stelle bei M bis an das umkleidende Eisen DC. Der Raum zwischen dem Mauerwerk und den Eisenplatten ist mit Sand oder mit Asche vollgeschüttet. Der Ofen ist erbaut auf einem etwas breiteren Fundament und auf einer Eisenplatte ef, welche das Fundament ganz bedeckt und dazu dient, das Eisenwerk, welches den Ofen umgiebt, fest zu halten. Ganz oben ist der Ofen gleichfalls von einer Eisenplatte DC geschlossen, diese aber ist in der Mitte bei A so weit offen, als die innere Weite des Ofens beträgt. Ein Paar Schichten unschmelzbarer Ziegel sind auf die untere Platte ef gelegt und man bedeckt diese wieder mit einer geebneten Thonschicht gh, welche eine schwache Neigung hat, so daß das geschmolzene Eisen auf dieser Thonplatte ablaufen kann. M ist die Mündung des Ofens, welche durch ein passendes Stück Thon zugesetzt und dann auch mit einer Eisenschiene geschlossen wird. Dicht über G, wo die Thonplatte gh eine kleine Vertiefung bildet, befindet sich das Auge, welches mit einem Thonköpfel versehen ist.

Solch ein Ofen wird bei uns auf dem Festlande fast immer mit Holz-

Kohlen geheizt, in Belgien und in England aber bedient man sich stets der abgeschwefelten Steinkohlen, der Coaks, nur um den Ofen in Thätigkeit zu setzen, bringt man nach unten Holzkohlen, welche man in Gluth versetzt, darauf kommt eine neue Schicht Holzkohlen oder man wendet von nun an nur Coaks an. Auf diese noch nicht entzündete Schicht kommt das in Stücke zerschlagene Roheisen, darauf wieder Brennmaterial und dann wieder Roheisen, bis der Ofen gefüllt ist. Durch 2 Düsen o o, welche übereinander liegen, wie Fig. 959 zeigt, (bei anderen aber auch nebeneinander befindlich sind) kommt die Gebläseluft zu dem Inhalt. Das geschmolzene Metall sammelt sich unten auf der Thonplatte bei B, man beschleunigt das Schmelzen so sehr als möglich, und wenn der Schooß des Ofens genug von dem geschmolzenen Metall enthält, so schreitet man zum Guß. Die Formen, in welche das Eisen fließt, sind nahe beieinander unmittelbar vor dem Ofen angebracht. Der Boden selbst bildet die Form und er ist dazu vorbereitet, indem man das vorhandene Erdreich entfernt und durch Formsand ersetzt hat, oder indem man die Modelle in eine feste Sandschicht, die in einem großen eisernen Rahmen befindlich ist, bringt und sie nach genommenem Abdrucke und nach Abhebung der oberen Formhälfte, der Decke, entfernt.

Fig. 959.



Fig. 960.



So oder anders befinden sich viele Gegenstände zum Guß vor der Mündung M des Ofens, sie sind alle unter einander verbunden: der Gießmeister nimmt nunmehr den Thonzapfen aus dem Auge und läßt das Metall über die Rinne G nach den Formen fließen. So geschieht es, wenn die Stücke groß sind. Ist dies nicht der Fall, so bedient man sich eines Gießlöffels, welchen uns Fig. 960 zeigt. Derselbe ist aus starkem Eisen-

blech gemacht, ist inwendig nach Maßgabe seiner Größe $\frac{1}{2}$ bis einen ganzen Zoll dick mit Lehm beschlagen und er hat einen eisernen Ring mit zwei Handhaben zu seiner Stütze. Derselbe wird von 2 Mann getragen, deren einer die zwei Griffe, die Gabel, der andere aber nur den einfachen Stiel in Händen hat.

Mit diesem Gießlöffel treten die Leute vor den Ofen, halten denselben unter die Ausgüßöffnung G und lassen ihn da voll laufen, danu entfernen sie sich damit bis zu der sogenannten Flasche, in welcher die Form des Modells eingedrückt ist, und der Mann, welcher die Gabel in Händen hat, leitet den Guß, indem er den einen oder den anderen Schnabel des Löffels über die Mündung der Form hält und das Metall hineinfließen läßt.

In diesen Ofen wird das Roheisen bedeutend verfeinert, es wird der zu viele Kohlenstoff verbraucht, das Eisen wird mehr dem Stahle ähnlich und es wird bedeutend dichter. Der Abgang vom Eisen, welches theils in Schlacke übergeht, theils sich oxydirt, beträgt ungefähr 5 Procent, aber trotz dieses geringen Abganges wird das Metall so schön und rein, daß man die feinsten Sachen daraus gießen kann. Wenn man größere Massen zu verarbeiten hat, so bleiben diese Ofen oft Tagelang im Gange und man pflegt dann alle 10 Minuten neues Roheisen mit dem nöthigen Brennmaterial oben in den Schacht einzuwerfen, unten aber das Eisen abzulassen, so wie es dünnflüssig genug ist. Man pflegt hierbei 48 Pfund Coals auf 100 Pfund Eisen anzuwenden.

Die Eisengewinnung in Großbritannien war lange Zeit der unsrigen beträchtlich überlegen, vielleicht hauptsächlich, weil neben den trefflichsten Erzen Holzkohlen zur Schmelzung angewendet wurden. Gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts erlitt aber die ganze Eisenindustrie in England eine gewaltige Umgestaltung, indem man Steinkohlen anwendete. Bis zu jenem Zeitpunkte hatte man geglaubt, Steinkohlen wirkten durchaus nachtheilig auf das Eisen, allein es hat sich gezeigt, daß sich wirklich ein weiches und ein flüssigeres Eisen gewinnen lasse, wenn man Steinkohlen anwendet, auch wird ohne Zweifel eine beträchtliche Ersparniß erzielt, nur läßt sich wiederum nicht läugnen, daß selbst, wenn man schwefelfreien Coals anwendet, doch das Roheisen sehr reich an Kiesel wird, was man durchaus nicht zu wünschen Ursache hat. In England, wo die Steinkohlen die ganze Industrie beleben und wo man ohne sie durchaus nichts machen könnte, wendet man zur Eisenschmelzung doch nur Coals an, wenn man nicht Steinkohlen von ganz besonderer Art, z. B. die Sinter- und Sandkohle hat, welche äußerst wenig Asche liefern; wo man nun in England Coals anwendet, sucht man dieselben so herzustellen, daß sie möglichst schwefelfrei werden. Um dieses zu erzielen, pflegt man sie mit Kalk zu mischen.

Man nimmt den letzteren gepulvert, entweder schon gebrannt oder auch Kohlensäurehaltig, man nimmt dessen so viel, daß auf jedes Procent der in den Steinkohlen enthaltenen Asche ein gleiches Gewicht Kalk, für jedes Procent Schwefel aber ein dreifaches Gewicht Kalk kommen würde. Im Allgemeinen kann man etwa sagen, auf 9 Theile Steinkohle müsse man einen Theil gemahlene Kalkstein anwenden. Die Steinkohlen werden als Gruß mit dem zerriebenen Kalk gemischt und dann zu Coaks gebrannt. Was nun noch an Schwefel in den Coaks übrig bleibt, das geht in Verbindung mit dem Eisen glühend, nicht an dieses sondern an den Kalk. Seit der Zeit der Benutzung der Steinkohlen hat die Eisenerzeugung in England einen solchen Schwung erhalten, daß man beinahe sagen kann, sie sei die mächtigste Säule des ganzen englischen Gewerbefleißes.

Es sind nun auch in England die allermannichfaltigsten Maschinen entstanden, wodurch es möglich geworden ist, dem Eisen jede beliebige Form zu geben, es zu Stangen, Cylindern, Schienen, Blechen zu strecken, wie man nur irgend will, aber vor allen Dingen haben die Hochofen selbst eine beträchtliche Umwandlung erlitten. Wir wollen anführen, was sie besonders auszeichnet. Sie werden fast jeder Zeit von Mauersteinen in Gestalt eines Kegels oder auch in Gestalt einer Pyramide mit quadratischer Grundfläche erbaut und außen mit einer Menge eiserner Bänder und tief verankerter Stangen bekleidet. Hierdurch ist es möglich, ihnen eine schlankere, gefälligere Gestalt zu geben.

Gewöhnlich stehen drei, auch mehr Oefen nahe bei einander, sie sind immer durch einen schmalen Gang getrennt, um den Arbeitern Eingang zu den Arbeitsräumen, besonders zu den Formen, in denen die Düsen stecken, zu gestatten. Da diese Oefen meistens auf ganz ebenem Boden liegen, sich nicht an einen Berg lehnen können, so sind sie immer mit einem schräg ansteigenden Schienenwege versehen, welcher auf einer sehr lustigen, aus Gußeisen gebauten, vielfach durchbrochenen Gallerie liegt. Diese Wege steigen gewöhnlich an der Hinterseite des Baues empor und sie werden durch kleine Wagen befahren, welche, von Eisen gemacht, durch ein Gewinde emporgezogen und herabgelassen werden, das die für alle schweren Arbeiten vorhandene Dampfmaschine betreibt.

Die Oefen haben dort viel größere Dimensionen, als auf dem Festlande, häufig ist ihre Höhe 60 Fuß, der Durchmesser des Schachtes in einem Drittheil seiner Höhe 12 Fuß, bei zwei Drittheilen über 8 Fuß, an der Mündung 4½ Fuß, der größte Durchmesser der Raft beträgt 15 Fuß.

In diesen mit Coaks geheizten Oefen können immer drei Luftströme in Wirksamkeit gesetzt werden, die Direction dieser Ströme ist so, daß sie 6 Zoll weit von einander vorübergehen, gewöhnlich werden nur 2 gebraucht.

Der 3. Luftgang wird nur zu Hülfe genommen, wenn entweder eine nicht zweckgemäße Abkühlung im Ofen stattfindet, oder wenn der untere Herd, das Gestell gereinigt werden soll, und deshalb alles darin Befindliche dünnflüssig gemacht werden muß.

Die hier angewendeten Gebläse sind fast immer Cylindergebläse.

Zu der äußeren Ummauerung eines jeden Ofens gehören 160,000 gewöhnliche Mauersteine, zum Kernschacht 4000 feuerfeste Steine, und zur Ausmauerung der Rast 9000; die Größe der feuerfesten Steine ist verschieden, ihre Dike aber beträgt immer 6 Zoll. Nach der Stelle, wo sie angewendet werden sollen, ist ihre Form sehr verschieden.

Die Maße, nach denen die Ofen erbaut werden, sind von dem Brennmaterial abhängig. Dasjenige, was am leichtesten brennt, braucht die kleinsten Dimensionen. Holzkohlen sind diejenigen, welche am leichtesten brennen, und daher am wenigsten Raum fordern. Solche Ofen werden etwa 30 Fuß hoch gemacht. Da man in England aber keine Holzkohlen mehr brennt, so sieht man dort auch diese kleinen Ofen gar nicht. Diejenigen, welche auf dem Festlande in den waldbreichsten Gebirgen gebaut werden, haben einen innern Raum von 700 bis 800 Kubikfuß. Die Coaksöfen, welche man in England findet, haben schon den doppelten Inhalt, brennt man aber die älteste, härteste Steinkohle, Anthracit, so ist die innere Ausdehnung 3500 bis 4000 Fuß, und die Höhe ist jederzeit doppelt so groß, als die eines Holzkohlenofens, nämlich 60 Fuß statt 30. Die innere Ausdehnung und die größte Ausbreitung des Kohlensacks steigt bei Steinkohlenöfen von 14 bis 19 Fuß. Die Weite der Gicht hat gewöhnlich die Hälfte, also 7 bis 9½ Fuß.

Sowie die Höhe und Weite eines Hochofens von dem Brennmaterial abhängig ist, so auch die Größe des Gestelles, denn je schwer verbrennlich die Kohlen, in desto größeren Massen müssen sie beisammen liegen, um in Schmelzgluth erhalten zu werden, in Folge dessen ist auch die Masse der Erze, welche aufgehäuft wird, eine sehr viel größere und man muß in dem Gestelle dafür sorgen, daß immer der nöthige Raum zur Aufnahme des herabgeschmolzenen Eisens und der Schlacke vorhanden sei. Der Tümpelstein liegt besonders bei Holzkohlen in gleicher Höhe mit den Formen, d. h. mit der Einmündung derjenigen kegelförmigen Oeffnungen, in welchen die Düsen befindlich sind. Wenn aber Coaksöfen oder Anthracitöfen gebaut werden, und man weiß, daß man strenge Erze zu verschmelzen hat, so liegt der Tümpelstein höher und der Unterschied kann bis auf 4 Zoll steigen. Sind umgekehrt die Erze leicht schmelzbar und geben sie leichtflüssige Schlacken, so bringt man den Tümpelstein so tief, daß er 2 Zoll unter der Höhe der

Formöffnungen liegt. Seine Dicke an der Stelle, wo er mit der Schlacke in Berührung kommt, steigt von 1 Fuß bis auf $2\frac{1}{2}$.

Da dieser Stein sehr leicht zerspringt, weil er nur auf einer Seite erwärmt wird, so ist man in England und in Schweden auf den nicht sehr glücklichen Gedanken gekommen, ihn von Eisen zu machen, und zwar in Schweden von Schmiedeeisen, in England aber von Gußeisen. Er hat ganz dieselbe Größe und Form, welche der steinerne Tümpelstein hat, ist aber hohl und wird dadurch vor dem Schmelzen oder Verbrennen geschützt, daß er mit Wasser, Lehm oder mit Schlackenstücken gefüllt ist. Die ganze Anordnung ist jedoch durchaus nicht zweckmäßig, indem, wie leicht begreiflich, das Eisen durch das Feuer zerstört wird, in Schweden, wo nicht grade diese Methode am häufigsten angewendet wird, sieht man sich trotz der Vortrefflichkeit des unerschmelzbaren schwedischen Schmiedeeisens doch genöthigt, diesen eisernen Tümpelstein fast alle Monat durch einen anderen zu ersetzen, eine Arbeit von der furchtbarsten und gefährlichsten Art, da sie bei voller Gluth des Ofens vorgenommen werden muß.

Der Wallstein liegt nur in den Fällen, daß man Holzkohlen anwendet, in gleicher Höhe mit dem Tümpelstein, sonst immer um etwas niedriger, man will haben, daß die Kante $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll unter dem Formenraum befindlich sei, damit die Schlacke leicht abfließen könne, es kommen aber auch Fälle vor, in denen die Schlacke so leichtflüssig ist, daß sie von dem Gebläse über den Wall hinweggetrieben werden würde. Dieses ist z. B. bei den belgischen Hochofen der Fall. Dort verwendet man eine beträchtliche Masse Kalk zur Beschickung des Ofens, was zur Folge hat, daß die Schlacke sehr dünnflüssig wird. Hier nun tritt der Umstand ein, daß die stark gepresste Gebläseluft die Schlacke über den Wallstein treiben und das Eisen bloß legen würde, welches nun geschmolzen und mit der Luft in Berührung den Prozeß rückwärts durchmachen muß, den man es hat vorwärts durchmachen lassen, aus dem Oxyd wurde Eisen, jetzt würde aus dem Eisen wieder Oxyd werden. Um dieses zu verhindern, legt man den Wallstein so viel höher als den Tümpelstein, daß die eingepresste Luft die Schlacke bis auf 10 Zoll in dem Vorherde erhebt, es befindet sich also zwischen dem niedriger stehenden Tümpelstein und dem höher stehenden Wallstein eine förmliche Wand von einer glühenden Flüssigkeit. Es ist begreiflich, daß diese rückwirkend einen Druck ausübt, vermöge dessen noch eine große Menge dieser flüssigen Schlacke auf dem geschmolzenen Eisen stehen bleibt und es vor der gefürchteten Oxydation schützt.

Der Raum zwischen dem Wallstein und dem Tümpelstein in horizontaler Richtung gemessen, beträgt nach der Größe des Ofens etwas weniger als einen Fuß, bis zu etwas mehr als 2 Fuß.

Die Sichtsäse sind, wie wir gesehen haben, sämmtlich brennbar, daher sie oben entweichend angezündet werden können. Wir haben bereits bemerkt, daß dieses eine Verschwendung von Materialien ist, viele Eisenhüttenbesitzer sind auf den Gedanken gekommen, solche Säse zweckmäßiger zu verwerthen, als indem man mitten auf dem Festlande einen Leuchtturm anzündet. Zu diesem Behufe werden denn nun die Säse zum Theil wenigstens abgelenkt und zwar dadurch, daß man einige Fuß unter der Sichtöffnung eine zweite seitwärts gehende Oeffnung anbringt, die schräge verlaufend den Austritt des Gases nach der Seite gestattet. Um diese Säse zu benutzen, führt man von dem Hochofen aus denjenigen schrägen Gang, welcher einen Theil der brennbaren Säse aus dem Ofen leiten soll, in einer genau schließenden steinernen oder eisernen Röhre, immer ein Wenig aufsteigend nach demjenigen Orte, wo die Säse als Brennmaterial benutzt werden sollen.

Die Sache hat sich so sehr bewährt, daß in Schweden und Norwegen bei Weitem mehr als die Hälfte der Röstöfen durch dieses Sichtsäse ge-

Fig. 961.



heizt werden. Wir geben hier die Zeichnung von dem Gasröstofen zu Dannemora in Schweden nach Lehmann's und Gerding's Bearbeitung von Muspratt's Chemie. Die deutsche Bearbeitung, wie begreiflich, ist viel vollständiger und reichhaltiger als das englische Original, daher die Benutzung des deutschen Werkes, das den vollkommenen Anspruch auf den Titel eines deutschen Originalwerks hat, der des englischen Originals weit vorzuziehen ist. Wir finden hier genau dasselbe wieder, was uns Otto's Bearbeitung der Chemie von Graham giebt.

Fig. 961 zeigt uns einen Röstofen für die Erze halb in äußerer Ansicht, halb im Durchschnitt. Derselbe ist ungefähr wie ein Hochofen aus drei von einander verschiedenen Schichten aufgebaut, hat im Innern eine Bekleidung von

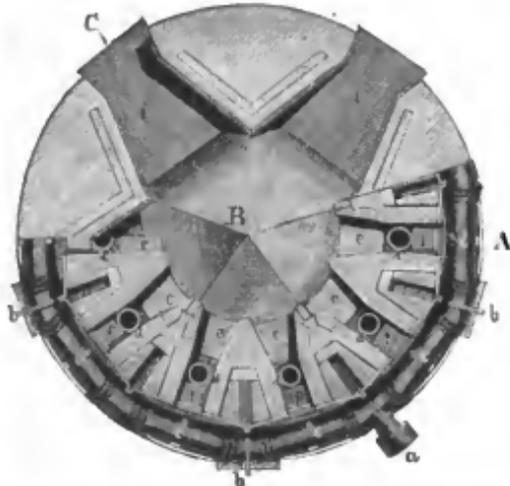
feuerfesten Ziegelsteinen, auswendig von gewöhnlichen oder von Quadersteinen, er ist cylindrisch und ist mit einer ganzen Reihe starker eiserner Reifen versehen, welche rings umherlaufen, verklammert und verankert sind, so daß sie dem Ofen eine große Festigkeit geben.

Die Gase werden von dem Hochofen nach dem beliebig entfernten Röstofen geführt und gelangen in ein starkes eisernes Rohr *bb*, welches rund um den Ofen läuft. Dasselbe hat 10 Röhren, welche rechtwinklig davon abgehen, wie *cd* auf der linken Seite von der Zeichnung zeigt. Dieselben führen nach viereckigen mit Eisen ausgefütterten Gängen *ee*, in denen Schieber *f* liegen, welche gestatten die 10 Röhren *cd* beliebig zu schließen oder offen zu lassen, wozu die Thüren *gh*, welche man auf der anderen Seite der Zeichnung sieht, den Zugang gestatten.

Um des besseren Verständnisses willen geben wir in Fig. 962 einen Durchschnitt des Ofens, unmittelbar über der Stelle, wo die große Gasröhre ihn umschlingt. Was die Fig. von *A* bis *b* zeigt, das müssen wir uns rundum fortgesetzt denken. Die Fortsetzung ist hier nur unterlassen um auf der anderen Hälfte die Einrichtung zeigen zu können, durch welche die gerösteten Erze aus dem Ofen entfernt werden. Vorkäufig haben wir es nur mit dem Gase zu thun.

Bei *a* sehen wir den Anfaß zu der Gasleitungs- röhre, welche das Gichtgas von dem Hochofen her und nach beiden Richtungen in das kreisförmige Kranzrohr *cc* führt, wir sehen in *dd* die runden Oeffnungen der in der vorigen Figur mit *cd* bezeichneten, rechtwinklig vom Rohre abgehenden und dann aufsteigenden Röhren, welche nach den eisernen Kästen führen, die in den Ofen münden, hier wie in der vorigen Fig. mit *e* bezeichnet. Wir sehen ferner in *ff* die Schieber, welche dazu dienen die Oeffnungen *d* zu schließen. Ueber den Oeffnungen *e* in der vorigen Fig. befindet sich eine zweite Röhre von ganz ähnlicher Beschaffenheit *h*, sie hat denselben Zweck wie die untere und das Kranzrohr speist auch diese

Fig. 962.



Deffnungen, so daß das Gichtgas aus zweimal zehn Deffnungen in den Ofen tritt.

In der Mitte, da wo der Schacht des Ofens befindlich, sieht man bei B einen fünfseitigen Kezel, welcher dazu dient um die Erzmasse, wenn sie geröstet worden, nach den Gassen ii zu leiten und zu gestatten, daß man sie durch die Mündung C oder irgend eine andere ausziehe. Denn es sind solcher Deffnungen fünf, nur die mit i bezeichneten sind hier sichtbar, aber von b nach A führt ebensogut ein solcher Gang i wie von B nach b, oder von B nach C, aber die Mündungen dieser Gänge i sind bei bb und A durch das Kranzrohr und die Gaseinrichtung, welche gezeigt werden sollte, verdeckt. In der vorigen Figur sieht man die Thüren zu den Gängen i im Fundamente und zwar gleichfalls mit i bezeichnet. Um den Gang des Ofens beobachten zu können sind in den Thüren, welche zu den Gasleitungen führen, Deffnungen angebracht, die man mit einem Schieber verschließen kann. Auch ist es möglich durch die ganze obere Reihe der Deffnungen den Gang des Ofens zu beobachten, auch nöthigenfalls durch lange Schürstangen eingetretenen Stockungen abzuwehren, denn die ganze zweite Reihe h wird in der Regel nicht für den Gasbetrieb gebraucht.

Der Ofen von Dannemora hat von der Höhe des Kranzrohres bis zu seiner obersten Deffnung 16 Fuß, von da bis zur Sohle abwärts $2\frac{1}{2}$ Fuß, er geht nur wenig schräg zu und hat unten einen inneren Durchmesser von $6\frac{1}{2}$ Fuß. Die Thüren i durch welche man die gerösteten Erze auszieht, bedecken eine Deffnung von ungefähr $3\frac{1}{2}$ Quadratfuß Fläche, durch welche man mit langen Haken die Erze von dem in der Mitte befindlichen Kezel herabzieht sowie sie gahr sind. Der Brand geht Tag und Nacht fort, denn wie bei einem Hochofen wird unaufhörlich neues Erz oben aufgeschüttet und geröstet, unten ausgezogen. Dieser Ofen liefert binnen Tag und Nacht ungefähr 500 Centner gerösteten Erzes, zu denen man kein Brennmaterial braucht, würde die Ersparniß an solchem pro Centner auch nur $1\frac{1}{2}$ Sgr. betragen, so hätten wir hierin schon einen täglichen Gewinn von 25 Thaler, wobei nicht zu vergessen ist, daß diese Berechnung bis ins Lächerliche gehend zu klein ist, außerdem wird an Zeit außerordentlich gespart, denn auf keine andere Weise gelangt man zum Rösten der Erze binnen 24 Stunden.

Alle Thüren, welche zu den fünf Abgängen führen, haben mehrere Löcher, welche mit Schiebern versehen sind, sie dienen dazu, um der atmosphärischen Luft Zutritt zu verschaffen und eben diesen Zutritt so zu regeln wie es zur bestmöglichen Verbrennung der Gase erforderlich ist. Würden alle Deffnungen geschlossen werden, so würden natürlich wegen Mangel an

Sauerstoff die Gase unverbrannt bleiben, die schon brennenden würden erlöschen. Würde umgekehrt der Zutritt von atmosphärischer Luft zu reichhaltig sein, so würde die Flamme nahe an der Schachtmauer hinaufsteigen und die Erze hier rösten, während der Kern der Säule von Erz unverändert bliebe. Daher ist eine solche Regelung des Luftzutrittes eine unerlässliche Bedingung. Für den Fall, daß dennoch ein zu starker Strom brennender Gase an der Schachtmauer aufwärts steige, würde man dieses dadurch zu verhindern haben, daß man oben an der Gichtöffnung den Kranz selbst, d. h. den Kreis der eingeschütteten Erze, wo sie mit der Schachtmauer in Berührung sind, mit Kohlenlösch beschüttete. Diese größtlich zerkleinerte und angefeuchtete Kohle schließt die Luftwege längs der Mauer, und zwischen ihr und den Erzstücken. Hierdurch werden die Flammen gezwungen sich nach der Mitte zu wenden, und so wird das Erz bald durch und durch gahr.

Verwandlung des Roheisens in Gußeisen.

Überall wo das Holz selten geworden ist, bagegen das mineralische Brennmaterial zu geringem Preise zu haben ist, also auch in England und zwar gerade dort vorzugsweise bedient man sich der Steinkohlen nicht bloß zum Ausschmelzen der Erze im Hochofen, sondern auch zum Raffiniren des Roheisens, zur Verwandlung desselben in gutes Gußeisen, daher heißt diese Methode auch die englische. Sie besteht gewöhnlich in zwei aufeinander folgenden Operationen, welche in verschiedenen Ofen vorgenommen werden.

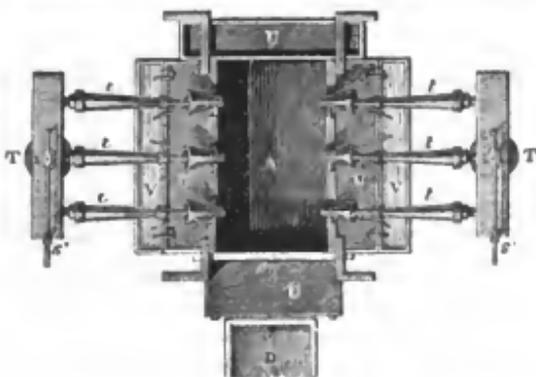
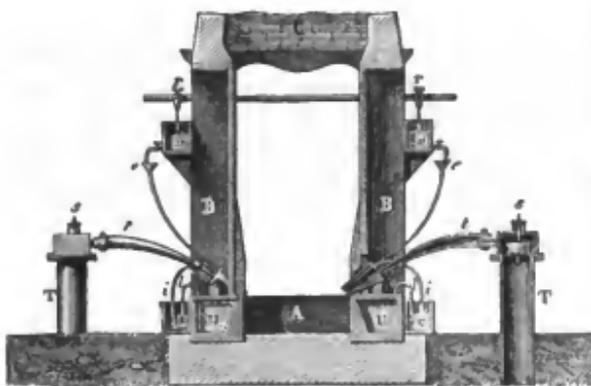
In der ersten Arbeit schmilzt man das Roheisen durch Berührung mit Kohlen und unter Zuströmung von Gebläseluft. Das geschmolzene Metall wird durch eine Rinne nach einer großen, ganz horizontalen, sehr flachen Form geführt, wo es sich zu einer großen und breiten Platte ausdehnt.

Das Roheisen hat hier in der Weißglühhitze und unter dem Einfluß des Sauerstoffes der Luft einen großen Theil seiner Kohle und eine beträchtliche Menge seines Siliciums (unter günstigen Umständen beinahe alles) verloren. Es bildet nunmehr weißes Gußeisen, sehr kurz, sehr hart, äußerst spröde und bedarf, wie begreiflich, einer nochmaligen Umarbeitung um es zu brauchbarem Gußeisen zu machen. Der Apparat aber, mit welchem dieses erstere Raffiniren geschieht, muß noch zuvor betrachtet werden.

Das Raffinirfeuer besteht aus einem rechteckig gestalteten Kasten von Gußeisen A Fig. 963, worin man in der oberen einen Durchschnit, in der unteren einen Querschnitt in der Höhe der Gefläse hat.

Dieser Kasten wird gebildet aus vier rechtwinklig zusammengestoßenen Wasserbehältern U. Dieselben sind rundum geschlossen, gestatten aber so-

Fig. 963.



wohl einen Zufluß als einen Abfluß von Wasser, und der erstere wird ermöglicht, indem aus einem Wasserbassin, welches höher gelegen ist, durch die Röhre rr immer kaltes Wasser nach v, einem Gefäse, welches den Trichter ee speist und von diesem durch Röhren das Wasser den sehr deutlich bezeichneten Weg nach den Düsen sowohl als nach den Wasserkasten U nehmen läßt. Diese Vorsicht ist nothwendig, weil hier innerhalb einer eisernen Esse, Eisen geschmolzen werden soll, man also darauf zu sehen hat, daß die Esse nicht selbst zusammenschmelze.

Ueber dem Wasserkasten erheben sich starke Pfeiler B, welche dazu dienen den Rauchmantel C zu tragen. Was die Figur nicht zeigt, ist eine ziemlich weit herabreichende Umhüllung von Eisenblech, welche einen Mantel um die ganze Esse bildet, hierdurch verursacht, daß ein aufsteigender Strom heißer Luft die ausgenutzten Gase entführt und der nachbringenden noch brauchbaren Luft eine vermehrte Wirkung gestattet. In diesem Mantel sind an verschiedenen Orten Thüren angebracht, durch welche die Arbeiter eintreten und den Verlauf des Prozesses beobachten oder leiten können.

Der Boden des Herdes A ist von fettem Sande, von solchem, welcher etwas Thon enthält und dadurch bindend ist, geschlagen. Der Boden wird mit glühenden Holzkohlen bedeckt, hierauf kommen Coaks in der erfahrungsmäßigen Menge und darauf legt man die Gänse oder Flotten von Roheisen, niemals wird die ganze Masse, welche bis auf 2500 Pfund steigt, zugleich eingebracht, sondern wie nach und nach ein Theil der Flotten eingeschmolzen ist, so wird mit neuem Coaks ein neuer Antheil darauf gebracht.

Die Zeichnung giebt uns an, daß ein Gebläse hier wirksam sei, wir sehen die Röhren desselben bei T aufsteigen. Das Gebläse selbst befindet sich irgendwo in einer beliebigen Entfernung und steht durch weite eiserne Röhren, welche unter der Erde nach der Esse geleitet sind, mit den Ausflußöffnungen in Verbindung. Ueber T sieht man in der zweiten Figur auf jeder Seite einen Windkasten, welcher die aus T ausströmende Gebläseluft empfängt und weiterschiebt. Dazu sind auf jeder Seite drei Röhren t vorhanden, welche direct in die Düsen und von da in das Schmelzfeuer führen, bei s befindet sich der Hebel eines Ventils, das in beiden Zeichnungen zu sehen ist. In der oberen Zeichnung sieht man dasselbe geschlossen, die im Innern liegende große Metallplatte bedeckt gerade die Oeffnung der Hauptröhre T. Wenn aber der Hebel s gehoben wird, so steigt diese Metallscheibe empor und gestattet der Gebläseluft sich sowohl durch den Windkasten als von da durch die sechs Röhren t zu verbreiten und zum Feuer zu gelangen.

Die Zutretende Luft darf am Anfange der Feuerung nicht zu stark wirken, wenn aber die Coaks in heller und die Eisenbarren in dunkler Gluth sind, so steigert man die Kraft des zuströmenden Windes immer mehr, wozu eben das Ventil dient, welches man nach Belieben öffnen kann. Sehr bald beginnt das Eisen zu schmelzen und es läuft in Tropfen über die Kohlen herab. Durch den Luftstrom, in welchem ein Theil des Eisens sich oxydirt, wird auch die davon getroffene Kohle oxydirt, d. h. als Kohlsäure ausgeschieden, ein Gleiches geschieht mit dem Kiesel, welcher in dem Roheisen enthalten war und welcher durch den Sauerstoff des Gebläses zu Kieselsäure wird.

Die Kieselsäure bildet mit dem oxydirten Eisen und der Asche des Brennmaterials eine Schlacke, welche auf dem geschmolzenen Eisen schwimmt und dasselbe nicht nur gegen die fernere Oxydation durch den Luftstrom schützt, sondern auch noch eine entkohlende, eine den Kohlenstoff aufnehmende Wirkung gegen das geschmolzene Eisen übt, so daß unter dem Schutze dieser Schlacke fortglühend, es beträchtlich ärmer an Kohlenstoff wird.

Wenn nach und nach die ganze Roheisenmasse geschmolzen und herab-

gestiegen ist, so läßt man das Gebläse noch einige Zeit gegen die Oberfläche des flüssigen Metalls wirken.

Hier ist nun die Erfahrung die einzige Führerin, der Meister muß nach dem Anblick des Eisens, nach dem Glanz seiner Oberfläche und nach seiner Flüssigkeit beurtheilen, ob dasselbe genügend raffinirt sei, ist dieses der Fall, so öffnet er das an der tiefsten Stelle des Herdes befindliche Ausgufsloch, welches in Fig. 963 mit a bezeichnet ist. Er stößt den Zapfen von Thon aus und läßt das Eisen durch die punktirte Rinne *ac* nach der flachen Form *D* laufen, wo dasselbe sich ausbreitet, und die ihm nachfließende Schlacke seine Oberfläche überdeckt.

Wenn der Herd ganz ausgeflossen ist, so gießt man Wasser auf die noch glühende Fläche des Metalls, um dasselbe schnell abzukühlen, wodurch es außerordentlich brüchig wird.

Wenn das so ausgeflossene und im glühenden Zustande mit Wasser begossene Eisen sehr übel riechende Dämpfe, nämlich Schwefelwasserstoffgas ausstößt, so ist dies ein Zeichen, daß es noch keinesweges gahr gewesen, sondern unverbrannten Schwefel enthält.

Man bringt die Schlacke von der Oberfläche fort und zerschlägt das darunterliegende Eisen, welches sich nur an der unteren Fläche fest und dicht an der obigen aber blasig zeigt.

Die Umwandlung ist nicht bedeutend gewesen und doch war sie groß genug, um ein ganz anderes Metall daraus zu machen. In 100 Theilen Roheisen sind gewöhnlich nur 92 Theile wirkliches Eisen, zwischen 4 und 5 Theile Kiesel und wenigstens 3 Theile Kohle. Von Phosphor findet man ein bis höchstens zwei Zehntel eines Procents. Hat man solches Roheisen raffinirt und untersucht man es nun, so findet man in 100 Theilen beinahe 98 reines Eisen, gar kein Phosphor, $\frac{1}{2}$ Procent Kiesel und $1\frac{1}{2}$ Procent Kohle.

Die Menge der zu einem solchen Prozesse nöthigen Luft beträgt für das angegebene Quantum Metall per Minute 400 Kubikfuß. Die Luft soll aber nicht allein die Temperatur der Kohlen erhöhen, sondern auch zugleich auf das Eisen selbst so wirken, daß ein Theil der Kohle verbrannt wird, deshalb pflegt man die Düsen und die Röhren, welche die Luft zuführen, nicht horizontal zu legen, sondern so zu stellen, daß der Strom auf die Oberfläche des Eisens trifft. Unsere Figur giebt hiervon eine deutliche Anschauung. Der Winkel, unter welchem die Achse einer jeden Düse gegen die Oberfläche des geschmolzenen Eisens gerichtet ist, beträgt 25 bis 30 Grad. Bei dieser Arbeit darf man das geschmolzene Eisen nicht umrühren oder aufbrechen, sondern man hat nur die Temperatur auf dem Punkte zu erhalten, daß das Eisen geschmolzen bleibt.

Die Form, in welche man das Eisen fließen läßt, wird in den englischen Eisengießereien aus Gußeisen gemacht. Die Ausdehnung derselben richtet sich natürlich nach der Größe des Betriebes, die Tiefe dieser Formen beträgt aber nie mehr als 2 Zoll. Unten wird solche Form durch kaltes Wasser auf einer möglich niedrigen Temperatur erhalten. Es darf jedoch kein Tropfen von diesem Wasser in die Form selbst kommen, denn dieses würde zur Zersetzung des Wassers in Knallgas und zum Umher-schleudern des Eisens führen.

Soll dieses verfeinerte Eisen zu Gußwaaren verbraucht werden, so muß es von Neuem umgeschmolzen und unter Einwirkung von möglichst wenig atmosphärischer Luft und dadurch, daß man es in vorher stark erhitzte Formen bringt und langsam abkühlen läßt, in graues, nicht sprödes Gußeisen verwandelt werden. Der Gang dieser Eisen ist ein solcher, daß sie täglich etwas mehr verarbeiten, als der Hochofen liefert, es geschieht dieses in Rücksicht auf den Sonntag. Der Hochofen nämlich geht ununterbrochen Jahr aus Jahr ein seinen Gang, und die über alle Begriffe orthodoxe englische Geistlichkeit, welche sogar die Postbureau's während des Sonntags außer Thätigkeit setzt, ist doch dahin gebracht worden, einzusehen, daß ein Hochofen nicht alle 6 Tage ausgeblasen werden könne, damit am siebenten die Arbeiter Zeit haben, in die Kirche zu gehen. Ein Anderes ist es mit den Raffinirfeuern, die Arbeit des Affinirens oder Raffinirens dauert immer nur 2 Stunden, man kann daher allemal nach 2 Stunden aufhören und somit ist kein Grund vorhanden, die Arbeit am Sonntag fortzusetzen. Da aber nun der Hochofen 7 Tage lang in jeder Woche, das Affinirfeuer aber nur 6 Tage lang arbeitet, so muß dieser, um gleichen Schritt mit dem Hochofen zu halten, um $\frac{1}{7}$ mehr verarbeiten, als der Hochofen täglich liefert, und hierauf sind diese Feuer auch, wie gesagt, eingerichtet.

Das Puddeln.

Der Hauptzweck des Affinirens ist keinesweges der, es besser zu gießen, brauchbar zu machen, man will dasselbe verarbeiten, um es in Schmiedeeisen verwandeln zu können. Würde man nämlich das graue Roheisen dem nachfolgenden Prozeß unterwerfen, würde man es glühen, ohne es zu schmelzen, so würde es fast unmöglich sein, den krystallisirten

Kohlenstoff, d. h. die Graphitblättchen, welche in dem Roheisen vorhanden sind, zu verbrennen, bleiben diese aber darin, und wird das Eisen nunmehr zu Stäben ausgeschmiedet, so fehlt es denselben an dem erforderlichen Zusammenhang, solches Eisen ist brüchig. Das raffinirte Roheisen aber hat nicht nur einen Theil seines Kohlenstoffes verloren, sondern es ist auch der zurückbleibende Kohlenstoff mit dem Eisen in eine chemische Verbindung getreten und in dieser ist er nicht so schädlich. Die Entfernung des Kiesels und des Phosphors darf auch nicht übersehen werden.

Wenn nun das Eisen, welches aus dem Raffiniröfen hervorgegangen ist, zu Schmiedeeisen werden soll, so muß man demselben vor allen Dingen die unmäßige Härte und Sprödigkeit nehmen, welche es durch das Affiniren erhalten hat.

Der Ofen in dem dieses geschieht, ist ein Flammenofen und Reberhüttenöfen, d. h. ein solcher, der die Flammen gewissermaßen spiegelt und

Fig. 964.



wie von einem Spiegel zurückwirft. Figur 964 zeigt uns einen senkrechten Durchschnitt desselben. Der Ofen hat eine horizontale Sohle, welche sich bei B beträchtlich abwärts senkt bis zu einer Oeffnung o, durch welche man die sich bildenden Schlacken fließen lassen kann.

Bei T ist der Rost, auf welchem das Feuer geschürt wird. Dieser Rost ist von der Sohle

auf welcher das Metall liegt, durch eine Wand von etwa 10 Zoll Höhe geschieden, es ist hier kein Gebläse mehr, welches die nöthige Luft zuführt, diese muß unter dem Rost eintreten, damit aber die ausgenutzten Gase entführt werden, so ist ein starker Zug nöthig und dieser wird durch einen sehr hohen Schornstein BC hervorgebracht. Derselbe ist conisch gestaltet, seine Röhre ist zwar gleich weit, sein Gemäuer aber wird immer schwächer, je höher er wird, ganz oben befindet sich ein Verschuß, eine Klappe R, welche während der Arbeit geöffnet ist, beim Stillstand des Ofens aber verschlossen wird, damit die darin befindliche warme Luft zusammengehalten

werde und bei Erneuerung der Arbeit der Zug unmittelbar beginne, sobald man die Klappe R wieder öffnet.

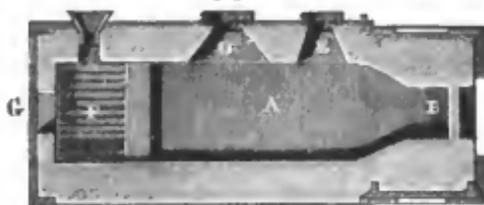
Die Fig. 965 zeigt uns denselben Ofen im Grundriß, die nämlichen Buchstaben bezeichnen überall dasselbe. A ist die Sohle, B ist die Senkung für die Schlacke. F zeigt den Kof, D und E sind Oeffnungen in der Seitenwand von außen durch Thüren geschlossen. Die Thüre D hat über sich ein Schieberwerk, vermöge dessen sie auf und ab gezogen und in einer beliebigen Höhe gehalten

werden kann. Sie dient um während des Affinirens zu dem Metall gelangen zu können. Die Thüre E bleibt während der Arbeit geschlossen, sie dient nur dazu um den Ofen mit Metall zu beschicken oder um die Sohle nach vollendeter Arbeit zu reinigen. Diese Sohle ist zwar meistens aus feuerfesten Ziegeln gemauert, aber mitunter wird sie auch durch eine große Gußeisenplatte ersetzt, welche, damit sie nicht schmelze, unten so offen ist, daß die Luft einen ganz ungehinderten Zutritt dazu hat, wie wir in der Fig. 965 sehen. In dem hier bezeichneten Falle bedeutet das Gemäuer weniger die Sohle als den aufrechtstehenden Rand derselben, allein auf dieselbe Weise wird auch die ganze Sohle wirklich gemauert aus lauter Steinen, welche auf der hohen Kante stehen und durch Lehm verbunden sind. In jedem Falle und aus was für einem Material der Herd auch gemacht sein möge, immer hat derselbe eine geringe Neigung von der Seite nach der Mitte zu, so daß sich eine zwar äußerst flache, aber doch deutlich sichtbare Mulde bildet.

Wie der Grundriß zeigt, so verengert sich nach der Gegend von B zu der Herd einigermaßen und er wird in der Gegend von B selbst halb so breit, als er in der Gegend der beiden Oeffnungen D und E gebaut worden ist, denn hier soll eine höhere Temperatur auf das weicher werdende Eisen wirken, darum wird die Flamme des Herdes F hier bis zur Hälfte ihrer früheren Ausdehnung zusammengedrückt, aber auf gleiche Weise neigt sich auch die gewölbte Decke des Ofens abwärts, wodurch auch die aufstrebende Flamme niedergebrückt und gezwungen wird auf das, in dieser Gegend liegende Eisen mit ihrer ganzen Gewalt zu wirken.

Die Breite der Sohle beträgt gewöhnlich 4 Fuß und ihre Länge ist ungefähr doppelt so groß, auch etwas länger. Da wo sie sich ganz zusammengezogen hat, beträgt die Breite der Sohle nie mehr als 2 Fuß.

Fig. 965.



Damit das Eisen, wenn es erweicht ist, nicht mit der Schlacke ablaufe, so wird nicht selten an dieser verengerten Stelle eine zweite Feuerbrücke angebracht, ähnlich der vorderen bei dem Herde F, allein diese zweite Brücke hat höchstens die Höhe von 2 Zoll. Der Schornstein hat etwa 14 bis 16 Zoll im Quadrat, und hat um des Zuges willen eine beträchtliche Höhe, man will nämlich durch diesen Zug die Flamme von vorn bis nach der Verengerung B ziehen und dies läßt sich nicht wohl auf eine andere Weise bewerkstelligen. Wenn die Puddelöfen die gewöhnliche Form haben, wie wir sie bei uns kennen, so ist ihre Höhe im Ganzen selten über 6 Fuß, natürlich den Schornstein abgerechnet. Von diesen 6 Fuß nimmt das Gewölbe über der Sohle 2 in Anspruch, die Sohle selbst liegt 3 Fuß über dem Boden, die gewölbte Decke hat einschließlich ihrer Beschüttung mit Sand etwa 1 Fuß Dicke. Da wo die Decke sich senkt über der Verengerung der Sohle liegt sie noch nicht halb so hoch von derselben entfernt. Die Sohle wird gewöhnlich mit Sand bedeckt, welcher etwas thonig ist, feucht ausgeschüttet wird er geebnet mit großen eisernen Schaufeln und mit denselben festgeschlagen, immer so, daß nach der Mitte zu eine Neigung herauskommt. Der Sand selbst geht in die Schlacke ein, was davon mit der Schlacke abfließt, muß jedesmal vor dem neuen Eintragen von zu pudelndem Eisen ersetzt werden. Dieses Abschmelzen des Sandes ist der steten Erneuerung wegen sehr unbequem, aber auch für das Eisen nachtheilig, indem gerade dieser Sand Gelegenheit zur Verschlackung des Eisens giebt. Man hat daher nach einem Ersatzmittel dafür gesucht und hat es in der Eisenschlacke selbst gefunden, welche gestoßen, trocken auf die Sohle geschüttet wird und so einen viel geringeren Abbrand des Eisens, ja sogar eine Verringerung der Feuerungskosten verursachen soll.

In der Fig. 966 sehen wir das Aeußere eines solchen Puddelofens. Er ist gewöhnlich mit Gußeisentafeln bekleidet, welche durch verschraubte Stangen und Klammern unter einander sowohl, als mit dem Mauerwerk verbunden sind. Die Figur zeigt hier den Mechanismus der Schiebethüren D und G, die beiden anderen Oeffnungen E und F sind einfach zugeseht, weil sie während des Ganges nicht weiter benutzt werden, sondern nur beim Ein- und Ausbringen des Erzes und bei der ersten Feuerung dienen, indessen durch G das Feuer unterhalten und durch D die weich werdende Eisenmasse bearbeitet wird.

Auf die Sohle des Ofens bringt man das zerschlagene feine Metall, das aus dem Affinirfeuer gekommene sehr harte weiße Gußeisen. Es wird mit eisernen Schaufeln eingetragen und in Form von kleinen Pfeilern an beiden Seiten des Herdes aufgethürmt bis beinahe zur Decke, d. h. also etwas weniger als 2 Fuß hoch. Die Pfeiler untereinander berühren sich

nicht und lehnen sich auch nicht an die Mauer, die flachen Stücke werden so geschichtet, daß sie eine Art Mauer mit vielen Zwischenräumen bilden, denn man will, daß die Flamme des Ofens die Pfeileru nicht nur von allen Seiten umspiele, sondern auch so viel als möglich durchbringe. Dieses Einsetzen geschieht durch die Arbeitslöcher D und E, und sie werden geschlossen, sobald die Arbeit vollendet ist. Nunmehr beginnt man zu feuern, die Steinkohlen werden auf den Kofst gebracht, angezündet, dann wird die Klappe des Rauchfanges R geöffnet, um sofort Zug hervorzu- bringen.

Fig. 966.



Sehr bald stehen die Steinkohlen in loderem Brande. Die Flammen dringen bis zum Rauchfange hin, umgeben das Metall von allen Seiten, bedecken es züngelnd, es wird rothglühend in etwa 20 Minuten weißglühend und beginnt an den Ranten zu schmelzen und auf den Herd herabzutropfen.

Der Arbeiter verfolgt den Gang des Ofens möglichst sorgfältig und sobald er wahrnimmt, daß der Zeitpunkt des Schmelzens eingetreten ist, so öffnet er die kleine Thür, welche sich in der Hauptthür D befindet, und sucht nun mit einer langen eisernen Krücke die ganzen Haufen des aufgeschapelten Eisens so zu wenden, daß sie nach und nach von allen Seiten durch die Flamme getroffen werden und eine teigartige Beschaffenheit annehmen, d. h. weich werden, ohne zu schmelzen.

Nunmehr muß die hohe Temperatur etwas verringert werden, was dadurch geschieht, daß man den Zug vermindert, man läßt nämlich die Klappe R so tief auf den Rauchfang herab, daß nur noch eben genug Luft austreten kann, als erforderlich ist, wenn das Feuer nicht ganz unterdrückt werden soll. In diesem Zustande bleibt das Eisen eine ganz kurze Zeit,

dann wird es mit der Krücke umgestoßen und auf der Sohle des Ofens verbreitet und dabei immerfort bewegt und gewendet, denn es müssen immer neue Oberflächen der erweichten Stücke zur Berührung mit der Luft gebracht werden.

Diese Arbeit ist das eigentliche Puddeln. Die Oberfläche der Eisenstücke schwillt dabei auf, bald blähet sich die ganze Masse, es wird in dem Eisen durch Zersetzung der Kohle, welche das Eisen eingeschlossen hält, und durch Verbindung dieser Kohle mit der Luft eine Menge Kohlenoxydgas entwickelt, welches das Eisen durchbricht und mit kleinen Flämmchen verbrennt, so daß bei gutem Gange die ganze den Boden bedeckende Eisenmasse zu brennen scheint.

Wie das Eisen seinen Kohlengehalt verliert, so theilt es sich in immer kleinere Stücke, was sehr befördert wird durch das unausgesetzte Umrühren. Die Neigung zum Schmelzen, welche Anfangs vorhanden war, hört immermehr auf, es wird strengflüssiger, und weil dieses mit dem äußern Anschein einer gewissen Körnigkeit verbunden ist, so sagen die Arbeiter, das Eisen wird trocken.

Unter fortwährendem Umwenden und Durcharbeiten vermindert sich die Entwicklung des Kohlenoxydgases, das Eisen scheint immer feiner vertheilt und wird zuletzt beinahe sandig. Dieses ist der Zeitpunkt, in welchem das Feuer wieder verstärkt werden muß, man öffnet die Klappe auf dem Schornstein, veranstaltet lebhaften Zug, die Kohlen gerathen in hellen Brand und das Eisen wird zugleich röther und weicher, womit eigentlich der Puddelprozeß beendet ist, denn man verlangt nichts weiter, als ein Zusammengehen der Eisenmasse, und dieses ist so ziemlich erlangt und wird auch jetzt noch durch die Arbeiter befördert. Wenn das Eisen diesen Grad von Bildsamkeit erreicht hat, so braucht man nämlich weiter nichts, als es in Klumpen zu vereinigen. Der Arbeiter bringt mit seinem Haken einen Theil desselben auf irgend eine andere Stelle und drückt dies Klumpchen mit dem darunter liegenden Eisen zusammen, es vereinigt sich nunmehr mit demselben und erneuerter Druck und erneuertes Verschieben vermehrt nach und nach die Größe des Klumpens, bis derselbe eine solche Ausdehnung erreicht hat, als der Arbeiter für zweckmäßig zur ferneren Bedienung hält, gewöhnlich läßt man diese Klumpen so weit anwachsen, daß sie 70 bis 75 Pfund — annäherungsweise natürlich — haben.

Ist dieses bewirkt, so rollt und schiebt man die Klumpen bis in die Nähe der Feuerbrücke nach der heißesten Stelle des Ofens, um den Klumpen noch weicher werden zu lassen und um in diesem Zustande einen Theil der neu entstandenen Schlacke auszuschmelzen.

Nach und nach wird alles Eisen auf die gedachte Art in Klumper

zusammengeballt und nach der heißesten Stelle gebracht, dann wird das Arbeitsloch verschlossen und das Feuer von Neuem verstärkt, damit die Eisenmasse sich noch inniger und vollständiger verbindet. Bei etwa 4 Centner Feineisen, welches man in den Ofen eingeseht hat, und wovon man 6 bis 7 Klumpen erhalten hat, gestaltet sich die Arbeitszeit folgendermaßen. Das erste Erhitzen dauert eine halbe Stunde, das Puddeln bis zur sandigen Vertheilung noch 1 bis $1\frac{1}{2}$ Stunde, in etwa einer halben Stunde erlangt das Eisen diejenige Gahre, welche erforderlich ist, damit es in Ballen geformt werden könne, und dieses Formen endlich nimmt 20 Minuten in Anspruch.

Der Verlust, welcher nie zu vermeiden ist, beträgt doch bei guter Leitung nur selten mehr als 8 oder 9 Procent, wenn aber ein ungeschickter Arbeiter die Feuerung nicht richtig leitet, viel Eisen in die Schlacke übergehen läßt, oder wenn er Anfangs das Eisen zu dünnflüssig werden läßt, und dadurch viel Eisen sich mit dem Sande oder der Schlacke des Bettes verbindet, so ist der Verlust viel größer und kann bis auf 20 Procent steigen.

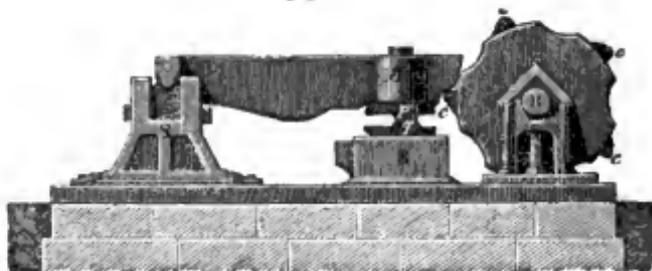
Der Steinkohlenverbrauch ist ungefähr gleich dem Gewicht des Metalles, auf jeden Centner des raffinirten Eisens rechnet man 1 Centner Steinkohlen. Die Anzahl der Oefen richtet sich natürlich nach der Größe der Anlagen, gewöhnlich aber braucht man für einen Hochofen und einen dazu gehörigen Affinirofen 5 Puddelöfen.

Der Schlackenherd oder Sandherd fordert große Aufmerksamkeit, er muß, nachdem am Sonnabend die Arbeit beendet worden, durch ein lebhaftes Feuer ganz eingeschmolzen und bei B Fig. 964 durch das Schlackenloch o abgelassen werden, worauf man den Herd neu beschlittet und festschlägt. Man läßt ihm nun während des Sonntags Zeit zum Trocknen, was unter dem glühenden Gewölbe des Ofens vollständig geschieht, aber bevor am Montag die Arbeit begonnen wird, muß der Hölzer schon thätig sein. Zwölf Stunden vor Anfang der Montagsarbeit wird die Sohle mit Brennumaterial bedeckt, dieses wird angezündet und die Sohle wird auf solche Weise vorgewärmt, nunmehr geht die Arbeit wieder ihren Gang fort.

Sobald das Eisen zu Klumpen geformt im Ofen die nöthige Hitze erlangt hat, welche das Eisen weich und die Schlacke flüssig macht, so kommt es unter den Hammer, welchen uns Fig. 967 zeigt. Derselbe ist ein Stirnhammer, d. h. er wird an seiner vordersten Erhabenheit durch die Daumen der Welle gehoben, nicht wie der Fig. 951 gezeichnete nicht von der Hinterseite niedergebrückt. Der Hammer hat je nach der Größe der Fabrik ein Gewicht von 6000 bis 12000 Pfund, er ist gewöhnlich

von Gußeisen, von M bis o und nur die eigentliche Bahn P ist von gehärtetem, eingesetztem Schmiedeisen.

Fig. 967.



Bei o hat dieser Hammer seinen Stützpunkt. Derselbe besteht nicht aus einer runden, in einer Pfanne eingeschlossenen Achse, sondern er hat die in der Fig. 967 gezeichnete Form, ist mit dem Hammer aus einem Stück gegossen und liegt einfach auf einem etwas vertieften Lager von Rothguß, welches vermöge zweier Keile von Buchenholz (wie man in dem Gestelle S übereinander liegen sieht) um die erforderliche Höhe gesenkt oder gehoben werden kann. Das Gestell selbst besteht aus Gußeisen und ist sehr stark zusammengesetzt.

Würde man den Hammer an seinem Ende o mit einer Achse versehen, welche in einem Lager eingeschlossen ist, so würde die ungeheure Last dieses Instrumentes beim Niederfallen gegen seinen Stützpunkt prallen, diesen nach wenigen Schlägen zerschmettern, daher befindet sich der Ruhepunkt des Hebels freiliegend nicht in, sondern auf seinem Lager.

Die Form der Bahn P und die des Ambosses q ist verschieden und richtet sich ganz nach der Größe und Masse, welche man, und dem nächsten Zweck, wozu man sie zu bearbeiten hat.

Die Mittel zur Bewegung dieses Hammers sind einfach, und sind dieselben, welche wir Seite 45 bei der Fig. 951 angewendet gesehen haben. Nur die Stelle, an der diese Mittel wirken, ist verschieden, dort drücken die Daumen der Welle den Schwanz des Hammers nieder, hier heben sie die Stirne oder Nase desselben auf. Damit diese Stirn beim Fallen bis an die Bahn gelange und nicht gegen die Welle schlage, so hat man dieselbe überall zwischen den Daumen cc so weit ausgehöhlt, daß der Hammer vollkommen freien Spielraum hat.

Die Welle ist sehr massiv von großem Durchmesser und ruhet auf einer wenigstens 6 Zoll dicken Achse von schönem Schmiedeisen. Der Hub dieses Hammers beträgt bei der Größe des Durchmessers eines so

den Wellbaumes 2 Fuß und da der Wellbaum sich 16 bis 20 Mal in einer Minute umdreht, so macht der Hammer in dieser Zeit 70 bis 100 Schläge. Man kann sich denken, welche ungeheure Gewalt ein solcher Hammer ausübt. Die Schlacke, welche in dem Eisen enthalten ist, wird vollständig ausgepreßt, und das schwammig und locker gewesene Eisen wird verdichtet und wird geschweißt, so nennt man die innige Verbindung kleinerer Eisenstücke in der Glühhitze unter dem Hammer. Die Schmelzung allein würde das nicht hervorbringen was hier durch den Hammer hervorgebracht wird, das Eisen ist viel dichter geworden als es selbst in Gußstahl verwandelt, werden kann.

Wenn das Eisen aus dem Puddelofen unter dem Hammer gebracht werden soll, so geschieht dieses dadurch, daß man ein oder zwei ziemlich lange und spitze Eisen in die teigige Masse schiebt und dieselbe daran hebt, soll jedoch das Eisen unter das Walzwerk, so hat man hierzu sehr große mit vier Klauen versehene Zangen. In diesem Falle auch pflegen die Klumpen so schwer gemacht zu werden, daß sie sich nicht leicht von einem Maune regieren lassen, darum hängen dann die langen Hebelarme der Zange an der Kette eines Krahnes, dessen Aufstellungspunkt genau so genommen ist, daß der vorspringende Balken desselben so gut über der Thüre des Puddelofens als bei der Stirn des Hammers vorbeigeht. Die ganze Last ruht nunmehr an der Kette und die Leute haben nichts weiter zu thun, als den Klumpen in seiner Bahn zu leiten.

Ein solches Walzwerk, wie es zur Bewältigung großer Massen dient, zeigt uns Fig. 968. Was hier des besseren Verständnisses wegen in eine fortlaufende Linie gebracht worden, das ist in der Regel in drei Abtheilungen zerfällt, wovon A die eine, B die andere und F die dritte ist. Diese Walzen nämlich

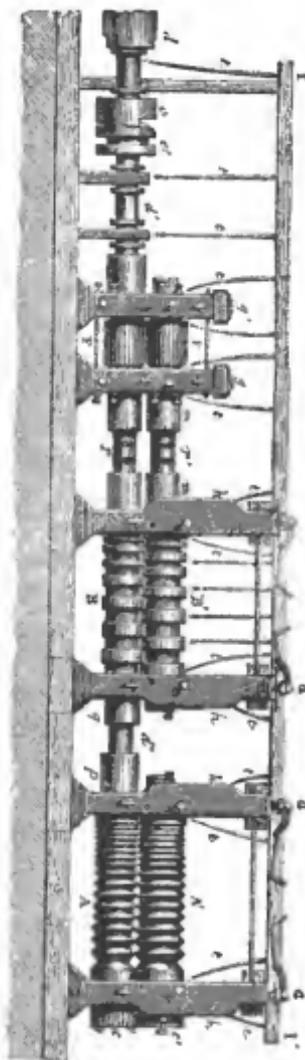


Fig. 968.

haben sowohl verschiedene Durchmesser, als sie auch gleichzeitig verschiedene Mengen von Eisen zu bewältigen haben. Deswegen ist es erforderlich, daß die Walzen verschiedene Geschwindigkeit haben. Die kleineren, denen man zu gleicher Zeit weniger zu bewältigen giebt, können sich viel schneller drehen als die großen, welche sehr schwere Massen zu dicken Stangen zu formen haben.

Es ist unzweifelhaft, daß diese Walzwerke von größtem Einfluß auf die Eisenproduktion gewesen sind, daß sie ein besseres Produkt von sehr faseriger Textur in wenigen Sekunden liefern, während man im Anfange dieses Jahrhunderts stundenlanger Arbeit bedurfte, ohne doch das Erforderliche erzielen zu können.

Die Walzwerke unterscheiden sich in Zügelwalzen, in Präparirwalzen und in Reckwalzen. Die ersteren sehen wir bei AA', sie haben ganz und gar den Zweck des Hammers, sie sollen eigentlich weiter nichts thun als die Schlacken auszupressen, aber sie formen zugleich das Eisen in Stangen und indem die Eisenmasse auf der einen Seite zwischen die Walzen gebracht, auf der anderen Seite als ein halbes Duzend Stangen von mehrzölligem Durchmesser herausgezogen wird, hat man es in seiner Gewalt dieselben sogleich wieder engere Oeffnungen desselben Walzenpaares passieren zu lassen, wodurch also das Eisen in einer Hitze 4- bis 5mal zu strecken und zu verdichten ist.

Diese Walzen ruhen zwischen sehr starken Ständern von Gußeisen. Das Paar, welches zusammengehört, muß einander genähert oder von einander entfernt werden können, deshalb sind oben bei diesen Ständern Schrauben mit Hebeln a angebracht, durch welche man die obere Walze der unteren nähern oder von ihr entfernen kann. Die untere Walze A erhält ihre Bewegung direct von der Maschine, die obere läuft mit vermöge der Reibung des eingebrachten Metalles. Die Bewegung wird mitgetheilt durch die Daumen, welche aus dieser Walze bei c herausstehen, zwischen sie passen genau ähnliche Daumen der Hauptachse des bewegenden Werkes. Ein solches Zusammengreifen sehen wir an dem entgegengesetzten Ende der Zeichnung, wo d die Hauptachse der Hauptmaschine ist, c ist ihr äußerstes Ende mit Daumen versehen, c' das Ende der Achse des Walzwerkes gleichfalls mit Daumen versehen. Beide Scheiben mit ihren Daumen greifen, wie die Zeichnung zeigt, hier bergestalt in einander, daß die Achse des Gehwerkes die Achse des Walzwerkes mit sich nimmt. Ein Rückwärtsdrehen löst natürlich die bewegenden Theile aus.

Haben die Eisenmassen das erste Walzenpaar so oft passiert, als erforderlich, bis das Eisen seine Rothgluth verloren hat, so werden die Stangen bündelweise in einen Ofen gebracht und darin abermals hell-

glühend gemacht. Jetzt kommen die Bündel nach dem Walzenpaar BB', diese heißen die Präparirwalzen, sie werden so gestellt, daß die Erhabenheiten der einen genau in die Vertiefungen der anderen und umgekehrt passen, man sieht auf der Fig. 968 ganz deutlich, daß die oberen oder unteren Erhabenheiten der beiden Walzen gerade in die Zwischenräume rücken, welche zwischen zwei Erhabenheiten jeder Walze befindlich sind.

Diese Walzen aber stoßen doch nirgends so zusammen, daß die Zwischenräume ausgefüllt würden. Unsere Figur zeigt viereckige Räume, ganz hell gelassen, den Raum andeutend, welcher zwischen zwei Walzen übrig bleibt, es ist derjenige, durch welchen die neu zu bildenden Stangen gehen und dessen Form sie annehmen sollen.

Wenn nun ein Bündel gezängter dünner Eisenstangen im Glühofen die Schweißhize erlangt hat, so wird dasselbe zwischen das größte Reifenpaar der Walzen B gebracht. Dieselben fassen dieses Eisen und drücken es zusammen, und da es die Schweißhize hat, so werden durch diesen Druck die vielen dünnen Stangen zu einer starken vereinigt, da ferner aber ihrer mehr waren, als erforderlich, um bei mäßiger Zusammenpressung den Zwischenraum zwischen den Walzen zu füllen, so werden diese Stangen gestreckt, das Bündel, welches an das Walzwerk gebracht wurde, war 8 Fuß lang und die Stange, die daraus geformt wurde, ist nunmehr 10 Fuß lang, sie wird aber sogleich durch andere engere Oeffnungen gebracht, wird noch länger gestreckt, aber eben hierdurch wird das Eisen außerordentlich dicht und weil es in Form von dünnen Stangen zwischen die Walzen gebracht ist, so zeigt es eine vollständige faserige Textur, etwas, das nur sehr schwer unter dem Hammer zu erreichen ist.

Damit die Walzen sich nicht zu sehr erhitzen, so läuft über das ganze Walzwerk eine Rinne II' und von dieser laufen abwärts eine große Menge feiner Röhren mit t bezeichnet, einige derselben sind gekrümmt und ihre Mündung ist auf die Achsen gerichtet. Aus der Rinne I fließt in alle diese Röhren Wasser und dasselbe verbreitet sich in einem Strahle über die Achsen und über die Walzen. Da dieselben stets warm sind, so verdampft das Wasser sehr schnell und hat keinen andern Zweck, als ihnen diejenige Hize zu rauben, welche über die Verdampfungswärme des Wassers hinausgehen würde. Die Walzen sind daher nicht naß, denn das Wasser hat nicht Zeit, herabzulaufen, sie können also auf die Weichheit des Eisens nicht störend einwirken, dagegen wird verhindert, daß sie selbst sich zum Weichwerden erhitzen.

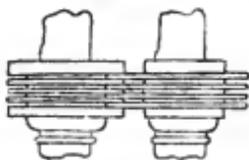
Die Stücke p und q, sowie die Stücke m bei T dienen lediglich zur Verbindung der verschiedenen Walzwerke. Es sind die Koppelungen, bei m sieht man ganz deutlich eine solche Anordnung zum Zueinandergreifen

der Daumen, wie zwischen c und c' , wenn diese Verkoppelungen verschoben werden, so hört die Verbindung auf und die Bewegung wird nicht von einem Walzwerk auf das andere übertragen.

Da es möglich ist, daß die Präparirwalzen nicht vollkommen gleichmäßig laufen, weil das dazwischen gebrachte Eisen sehr großen Widerstand leistet, so versteht man die herausstehenden Enden der Achsen dieser Walzen mit Zahnrädern, wie man dieses sehr häufig bei Maschinen findet, wo man ganz übereinstimmende Bewegungen haben will, da indessen hier eine unerhörte Kraft angewendet werden muß, so ist es nicht genügend, die Achsen freischwebend mit Zahnrädern zu versehen, sondern sie müssen wie ein eigenes Walzwerk zwischen mächtigen Ständern liegen. Die mit F bezeichneten Walzen sind solche, zu gleichmäßigen Bewegungen beider Werke dienender Räder. F ist das untere Rad, welches durch die Achsen der Dampfmaschine in Bewegung gesetzt wird, es hat die ganze Breite zwischen den schweren Pfeilern $g g'$. Zwischen eben denselben Pfeilern ruht dicht darauf ein gleich großes Rad F' , welches von dem unteren durch die ineinandergreifenden Zähne gefaßt und mitgedreht wird. Glaubt man nun, daß bei dem Walzwerke BB' die obere Walze B' nicht willig folgen werde, so koppelt man sie durch das Koppelwerk m mit dem walzenförmigen Rade F und nun wird die Walze B' durch eine unwiderstehliche Kraft mitgenommen. Die übrigen Antheile der Zeichnung bis nach g sollen außer dem Koppelwerk c noch zeigen, wie sorgfältig man die Achse an verschiedenen Punkten und ziemlich nahe bei einander stützt, wenn sie einige Ausdehnung hat.

Wenn die Stangen, nachdem sie wiederholt gestreckt und gebichtet worden sind, eine sehr geringfügige Stärke haben sollen, wie man sie z. B.

Fig. 969.



anwenden muß, um Nägel daraus zu schmieden, so pflegt man das schon fertige Eisen gleichfalls durch Walzen mit Einschnitten gehen zu lassen, aber diese Einschnitte sind, wie die Fig. 969 zeigt, bei Weitem enger und tiefer als die auf dem größeren Walzwerke gezeichneten. Sie zertheilen das Eisen in $\frac{1}{4}$ Zoll dicke Stangen und gestatten so, daß man bei sehr kleinem

Kohlenfeuer die Nägel bearbeitet.

Sollen runde Stücke Eisen, sollen Cylinder durch das Walzwerk gebildet werden, so sind die Einschnitte zwischen den beiden Walzen halbrund statt dreieckig. Die zwei Dreiecke der beiden Walzen A und A' bilden zusammen ein Viereck, und das Eisen kommt in Form einer viereckigen

Stange aus dem Walzwerke. Sind die beiden Einschnitte aber halbrund so hat das durch die Walze gehende Eisen die Cylinderform.

In ganz gleicher Art werden auch Stangen von anderem Querschnitt gebildet, wie z. B. die Eisenbahnschienen, sie haben keinen Schlag eines Hammers erfahren, sie sind aus dem Puddelofen in klumpigen Klumpen unter die Zängewalzen gebracht, haben dann Fig. 970.]
bündelweise eine neue Glühung erfahren und sind nunmehr in den Ausschnitt zweier Walzen gebracht worden, welchen Fig. 970 zeigt, und welcher genau die Form hat, die wir an dem Querschnitt der Eisenbahnschienen sehen.

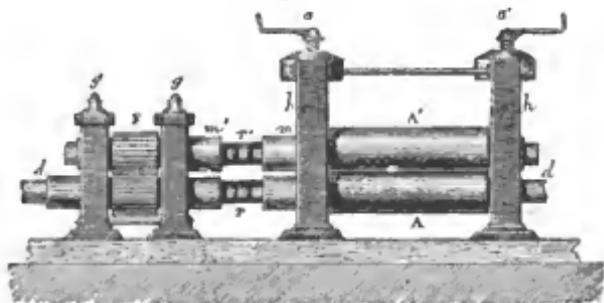


Soll Eisen zu dünnen Platten gestreckt werden, so haben natürlich die Walzen gar keine Einschnitte. Sie sind größer als die Platte, welche zwischen ihnen gebildet werden soll und sie können durch die Hebel und die damit verbundenen mächtigen Schraubengewinde beliebig weit von einander gestellt werden. Das glühende Eisen aus dem Puddelofen wird zu diesem Behufe zuerst unter dem Hammer entschlackt, dann wird das Eisen nochmals glühend gemacht und nunmehr kommt es unter die Walzen, durch welche es wiederholt passirt, von der einen Seite zwischen dieselben geschoben, wird es in dem Augenblick, wo es dieselben verlassen hat, auf die obere Walze gelegt, deren Bewegung die Tafel zurückführt in die Zange des ersten Arbeiters. Augenblicklich schiebt er die Platte wieder zwischen die Walzen, um sie gleich darauf zum dritten Male zu empfangen und so fort, bis sie nicht mehr glühend, nicht mehr schmiegbar ist. Nunmehr soll sie entweder noch dünner gewalzt werden, dann muß man sie wieder glühend machen, oder sie hat die richtige Stärke, dann soll sie aus ihrer unregelmäßigen Form in eine regelmäßige, z. B. viereckige gebracht werden, deswegen kommt sie unter die Scheere.

Während der Bearbeitung der Platte zu einem Blech muß man die Walzen bei jedem Durchgange enger stellen, dazu dienen die Schrauben, welche wir bereits oben mit a bezeichnet haben, und welche wir in Fig. 971 mit demselben Buchstaben bezeichnet, deutlicher und genauer sehen. In dieser Figur ist ein vollständiges Blechwalzwerk dargestellt. Die Walzen sind in der Regel von weichem Eisen, von grauem Roheisen gegossen. Die Formen zu diesem Guß, auf das Sorgfältigste ausgedreht, sind gleichfalls von Gußeisen und befinden sich in einem Mantel von Blech, weit genug um außer der Gußform noch eine große Menge kalten Wassers aufzunehmen. Das Roheisen, welches hier hineingelassen wird, erstarrt, wie bereits bemerkt, durch die schnelle Abkühlung der Form zu weißem Roheisen von mehr als Stahlhärte, aber auch von noch größerer Sprödigkeit, deshalb wird sobald die Walze Consistenz erlangt hat, das Wasser abge-

lassen, damit dem Gußeisen nicht mehr Hitze entzogen werde als nöthig ist um die Härtung zu bewirken, nun bleibt das Eisen im Kern der Masse weich und das ganze Instrument ist widerstandsfähig. Es ist genau so, wie mit den Werkzeugen aus eingesetztem Eisen. Man könnte sie von Stahl machen und härten, dann aber wären sie durch und durch spröde und würden bei einiger Anstrengung brechen, darum macht man diese Werkzeuge von Eisen und verwandelt, nachdem sie fertig sind, ihre äußere Oberfläche in Stahl.

Fig. 971.



Die Figur zeigt uns in AA' die Walzen selbst, in dd' die Achsen derselben, und da es hier von Wichtigkeit ist, daß die obere Walze sich genau eben so schnell bewege als die untere, so ist das Paar der Achsen bei F gekoppelt. Die geriefelten Walzen F sind die Zahnräder, welche ineinander greifen, hier von solcher Breite, weil Räder im gewöhnlichen Sinne des Wortes sehr viel schmäler als hoch, den ungeheuren Druck nicht aushalten würden.

Die Ständer a, in denen die Walzen laufen, sind von ungewöhnlicher Stärke, sind unten in den Boden eingelassen und oben durch eine eiserne Stange verbunden. Da die Koppelung außer Wirkung treten würde, wenn nicht eine bedeutende Kraft die beiden Räder F zusammenhielte, so sind sie gleich den Hauptwalzen durch Schrauben gg' gegeneinander gedrückt, und diese Schrauben werden bewegt durch eben solche Schlüssel, wie die Hauptwalzen dieselben zeigen.

Damit der Klumpen Eisen, welcher zwischen die Walzen geschoben werden soll, diese an der richtigen Stelle treffe, befindet sich auf der Seite wo das Auslegen stattfindet, ein Tisch aus einer gegossenen Eisenplatte mit eisernen Füßen, dessen Tafel gerade so hoch steht, wie der Zwischenraum zwischen den beiden Walzen. Auf der entgegengesetzten Seite befindet sich ein ganz ähnlicher Tisch, um ein ganz klein wenig niedriger als der vorher beschriebene, auf diesen Tisch schiebt sich die Blechtafel und sie kann

nummehr von Zangen gefaßt den Arbeitern auf der Vorderseite wieder hinübergereicht werden.

Da das Eisen sehr dehnbar ist, so läßt es sich in jede beliebige Dicke bringen. Man hat Blech von einem ganzen, einem halben, einem viertel Zoll Dicke, man hat es bis auf Papierdicke herab, weiter natürlich kann man es mit dem Eisen nicht treiben, denn das wiederholte Walzen und Glühen und wieder Walzen beschränkt doch zuletzt seine Dehnbarkeit in solchem Grade, daß es bei noch geringerer Dicke den Zusammenhang verliert und selbst diese Stärke kommt nur in sehr seltenen Fällen vor.

Weißblech.

Mit der Blechfabrikation ist häufig noch die Verzinnung desselben verbunden. Kann man überhaupt zur Verfertigung dünner Bleche nur sehr weiches Eisen anwenden, so sucht man doch für die Weißblechfabrikation noch das allerweichste und allerbeste aus, denn es hat neben der Streckbarkeit später noch unter dem Hammer des Klempners oder Flaschners viele Strapazen auszuhalten. Bis zu dem Punkt, wo das Blech die erforderliche Stärke erreicht hat, unterscheidet sich seine Bearbeitung von der des allgewöhnlichsten Sturzbleches nur durch die größere Sauberkeit der Walzen, mit denen es verarbeitet wird. Nun aber soll dasselbe verzinkt werden und dazu muß man es erst von dem Glühspan befreien, den es durch das wiederholte Ausglühen erhalten hat. Man legt dasselbe in sehr verdünnte Salzsäure, bringt es dann in einem Flammenofen, wo die Säure, welche das Eisenoxydul auflösen sollte, wieder zerstört wird. Mit einem hölzernen Hammer klopft man diese so vorbereiteten Tafeln auf einem flachen Ambos aus und nummehr walzt man sie noch einmal, um sie völlig zu ebenen, weil das Klopfen und Pochen ihnen doch verschiedene Beulen beigebracht hat. Was nun noch an Unreinigkeiten, an einem feinen Oxid, das die Tafel überzieht, darauf geblieben ist, wird durch eine sehr milde Beize weggenommen. Man hat nämlich Kleie zehn bis zwölf Tage lang in weichem Wasser liegen und dann gähren lassen und hierdurch hat sich schwache Essigsäure gebildet; in diese Beize werden die Tafeln zehn bis zwölf Stunden lang gelegt und völlig gereinigt. Sie werden nun noch in sehr verdünnte Schwefelsäure gelegt, mit Wasser und Sand abgeseuert und dann in reinem Wasser bis zum Verzinnen aufbewahrt.

Soll das Verzinnen vorgenommen werden, so bringt man 5 bis 6 viereckige gußeiserne Kessel, ABCDEF Fig. 972, neben einander in einem Herde eingemauert, zu einer solchen Temperatur als erforderlich, um die hineingebrachten Substanzen Talg und Zinn geschmolzen zu erhalten.

Fig. 972.



A enthält Talg, welches ziemlich stark erhitzt worden, B enthält Zinn von größter Reinheit, C enthält wieder Zinn, jedoch nicht so reines als das zuerst gebrauchte, dagegen D wieder vollkommen reines Zinn umschließt und E abermals geschmolzenes Talg enthält, in dem sechsten Kessel F befindet sich eine ganz niedrige, kaum einen Zoll hohe Schicht des reinsten Zinnes, alle mit Zinn besetzten Gefäße aber haben auf ihrer Oberfläche etwas Talg, welches die Oxydation des Zinnes verhindert.

Vor dem Verzinnen werden die Tafeln aus dem Wasser genommen und mit trockenen Sägespähen abgerieben, wodurch sie eine vollkommen reine, metallische Oberfläche erhalten. Sie werden nunmehr, etwa 250 auf einmal, in den Talgkessel gesetzt, worin sie eine Stunde verweilen, dann bringt man sie in den Kessel B, woselbst sie mit dem reinen Zinn in Berührung, von diesem auf ihrer Oberfläche eine dünne Schicht annehmen. Man läßt sie zwischen 1 und 2 Stunden darin stehen, von dem Zinn vollständig bedecken, und man glaubt, daß hier eine Art Legirung vor sich gehe. Aus diesem Zinn gehoben, läßt man sie auf einem eisernen Gestelle, welches große Ähnlichkeit mit der Tellerbank unserer Küchen hat, eine kurze Zeit stehen, damit das Zinn möglichst vollständig abtropfe. Noch im heißen Zustande kommen sie nach dem Kessel C, in welchem sich schlechtes und nicht gerade reines Zinn befindet. Dieses giebt den eigentlichen Ueberzug her, denn es scheint als ob bei der ersten Operation kaum ein Hauch von dem feinen Zinn auf dem Blech haften, welcher aber nöthig ist, damit der Ueberzug von dem schlechteren Zinn einen Halt an dem Metalle habe. In dem Kessel D befindet sich wiederum sehr reines Zinn, in welches die Bleche aber nur auf einen Augenblick getaucht werden. Hier erhalten sie ihren Schmuck, ihre äußere Schönheit. Eine ganz kurze Zeit genügt zu der Aufnahme dieses feinen Zinnes, ein längeres Verweilen darin würde zur Folge haben, daß das vorher aufgenommene schlechtere Zinn in Fluß käme, es würde nunmehr herabfließen, sowohl das gute Zinn verunreinigen, als auch das Blech seines Ueberzuges entkleiden.

Die Bleche, welche aus D gehoben werden, kommen nach dem Kessel E welcher mit geschmolzenem und stark erhitztem Talg gefüllt ist. Hier senkt sich das in zu großer Masse aufgenommene Zinn abwärts und bildet unten, wo die Bleche aufstehen, eine Kruste, deren letzte Spuren man an

jeder verkäuflichen Tafel sehen kann. Um aber die größere Masse davon zu entfernen, taucht man die Tafeln aus diesem fünften Gefäß kommend, in das letzte F, welches nur eine ganz niedrige Schicht Zinn enthält. Dieses schmilzt den Rand, der sich unten gesammelt hat, ab, und läßt nur die Marke davon übrig.

Bei allen diesen Operationen ist es von Wichtigkeit, daß sich die einzelnen Tafeln nicht berühren. Es ist auch ferner von Wichtigkeit, daß die Verzinnung dreifach vorgenommen wird. In den deutschen Blechfabriken, wo man diese Vorsicht unterläßt, gewinnt man niemals Bleche von so vollkommener Schönheit als die englischen sind. In früheren Zeiten war deutsches Blech vom englischen auf den ersten Blick zu unterscheiden, denn das englische war gewalzt und also vollkommen eben, das deutsche aber war unter dem Blechhammer gestreckt, hatte mithin niemals eine ganz glatte Oberfläche und unterschied sich vom englischen ungefähr so wie sich Fensterglas von Spiegelglas unterscheidet. Dieser Unterschied hat aufgehört, denn auch bei uns giebt man dem Blech seine Form nicht mehr durch den Hammer, sondern durch die Walze, aber andere Fehler hat das deutsche Weißblech, obschon sein Eisen besser ist als das des englischen. Wir haben nämlich nicht so gutes, reines Zinn und mögen uns des englischen nicht bedienen weil dasselbe zu theuer ist, demnächst wird im Ganzen weniger Sorgfalt auf die Arbeit verwendet, und das kommt davon her, daß bei uns der Mensch noch nicht ganz so zu einem Theile der Fabrik, zu einem Stücke einer Maschine geworden ist, wie in England. Dort nämlich ist die Arbeit so sehr getheilt, daß z. B. derjenige, der beim Verzinnen behülfflich ist, wenn er etwa bei dem Talgtopf angestellt ist, in seinem Leben nicht zu dem Zinnkessel gelangt, daß er, wenn er das Metall zu scheuern hat, niemals soweit gelangt, um es etwa in dem letzten Kessel abtropfen zu lassen.

Dies hat nun freilich — wie wir schon öfter zu bemerken Gelegenheit hatten — zur Folge, daß ein Mensch, wenn die Fabrik seiner nicht mehr bedarf, oder sich seiner entledigen will, ausschließlich aller anderen Hülfsmittel, lediglich auf das Verhungern angewiesen ist, aber es hat auch zur Folge, daß die Arbeit, die dieser Mann einmal gelernt hat, in der allerhöchsten Vollkommenheit geliefert wird, darum bewundern wir mit Recht die Schönheit der englischen Produkte, und sie hat ihren Grund darin, daß wir auf dem Festlande nur Maschinen von Eisen und Messing, sie aber noch welche von Fleisch und Blut haben.

Wir in Deutschland verfahren beim Verzinnen etwas anders. Die Blechtafeln werden durch Scheuern mit Sand und gesäuertem Wasser gereinigt, sie werden getrocknet durch Sägespähue und dann werden sie in eine eiserne Pfanne von 18 Zoll Länge, 14 Zoll Breite und 18 Zoll Tiefe

eingesetzt, welche mit sehr heißem, geschmolzenem Zinn gefüllt ist, und auf dessen Oberfläche eine Portion Talg schwimmt. In diesem Zinn stehen 200 Tafeln längere Zeit bis sie sich mit dem Zinn verbunden haben. Man nennt diese Operation das Einbrennen.

Von diesen Tafeln werden je 25 Stück herausgenommen und in kaltes Wasser getaucht. Wenn dieses mit allen geschehen ist, so wird in die Pfanne für das Zinn, aus welcher sie so eben genommen worden sind, eine Scheidewand eingesetzt, welche diese Pfanne in eine größere und in eine kleinere Abtheilung trennt, wie wir sie bei C unserer Fig. 972 sehen.

Nunmehr bringt man wieder einen Satz der bereits eingebrannten Tafeln in die größere Abtheilung, worin sie wieder ganz in Zinn stehen, nimmt sie wieder heraus und stellt sie auf einen eisernen Schragen zum Abtropfen, welches man das Abbrennen nennt.

Endlich werden sie zum drittenmal in das Zinn getaucht, und zwar in die kleine Abtheilung des Kessels C, aus dem sie auch sogleich wieder herausgenommen werden. Man nennt diese Arbeit das Durchföhren.

Abermals werden sie zum Abtropfen hingestellt, und wenn sie kalt geworden sind, bringt man dieselben einzeln in den, in unserer Figur mit F bezeichneten Kessel, worin sie den Wulst von Zinn, welcher sich unten angeammelt hat, verlieren sollen. Es geschieht dieses zwar sehr schnell, aber keinesweges vollständig, und das herausgenommene Blech hat immer noch eine sichtbare Kante, diese wird nun entfernt, indem man das Metall mit Berg abwischt. Schmelzendes Zinn ist nicht so heiß, daß dadurch das Berg anbrennen könnte.

Die fertigen Bleche putzt man nun mit Moos und Kreide ab, sodas sie eine ziemlich spiegelnde Fläche erhalten.

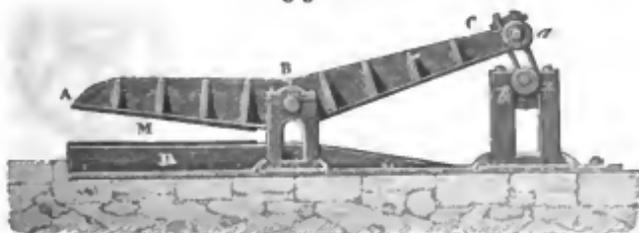
So wie jedes Metall, so hat auch das Zinn eine Neigung zu Krystallisiren, und diese spricht sich bei langsamem Erkalten auf den Tafeln ganz besonders aus; aber da die Oberfläche ganz gleichmäßig geflossen ist so nimmt man nichts davon wahr, entfernt man jedoch diese Oberfläche, so tritt die Krystallisation augenblicklich und nicht selten in sehr schönen Zeichnungen hervor. Das Entfernen dieser Oberfläche geschieht sehr leicht und einfach durch eine verdünnte Säure, welche das nichtkrystallisirte Zinn, die zarteste Haut des Ueberzuges, sofort angreift ohne daß sie eben so schnell auf die darunter liegende Schicht wirken könnte.

Die Blumen (so pflegt man diese Erscheinung zu nennen), welche durch das Wegähren der Oberfläche entstehen, haben die größte Ähnlichkeit mit den Eisblumen auf den Fensterscheiben, und sie haben auch dieselbe Entstehungsweise, denn sie sind flachgestreckte, sehr große Krystalle. Eine Zeit lang hat man mit dieser Erfindung viel Aufsehen gemacht, da man nicht

eigentlich wußte, was die Entstehungsweise dieser Blumen sei, so wurde darüber viel närrisches Zeug gesagt, unter anderem hat der Verfasser wiederholentlich gehört, dieser ganze Schmuck sei ein Journir von Marmor, sei sehr fein geschliffener, durchsichtiger Stein, welcher auf das Blech geklebt wäre. Je unsinniger die Ansichten sind, desto hartnäckiger hängen die Leute gewöhnlich daran, so wie denn auch in diesem Casus es ganz unmöglich war den Leuten ihre Thorheit begreiflich zu machen.

Das Schneiden des Bleches fordert sehr verschiedene Instrumente, je nachdem das Blech mehr oder minder stark ist. Sehr dünnes Blech, besonders wenn es nicht Eisen, sondern von irgend einem anderen Metall ist, kann man mit einer gewöhnlichen guten Sheere schneiden. Das Blech, welches die Klempner verarbeiten, fordert schon eine sogenannte Blechsheere mit kurzen Schneiden und langen Handgriffen. Zu stärkerem Eisenblech braucht man eine Sheere, deren eine Bahn in einem Amboskloß steckt und deren beweglicher Theil durch einen zweiten 2 bis 3 Fuß langen Hebel regiert wird, allein wenn es sich darum handelt, das sogenannte Sturzblech zu schneiden, welches bis zu $\frac{1}{2}$ Zoll dick ist, so bedarf man schon eines anderen Instrumentes.

Fig. 973.



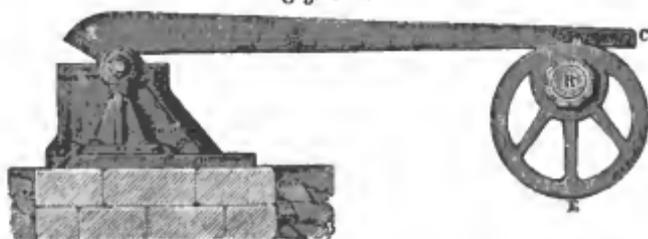
Die Figur 973 zeigt eine solche Sheere, wie sie in Maschinenfabriken immer gebraucht wird. A und D sind die beiden Schneiden, welche sich soweit nähern können, daß sie gleich den Blättern einer Sheere sich decken. D liegt ganz fest und ist durch starke Schrauben mit dem Boden verbunden. Die Schneide A ist beweglich, sie hat bei B ihren Angelpunkt, von B bis C geht ein Arm, welcher länger ist, als die Schneide, um kräftig daran wirken zu können. Bei C befindet sich eine bewegliche Scheibe a, unmittelbar darunter eine ähnliche d, diese letztere ist das Schlußstück einer drehbaren Achse, welche von der Dampfmaschine aus bewegt werden kann. Sie trägt eine sehr starke Gabel ba, zwischen deren Zinken die Scheibe a an den Hebelarmen BC befindlich ist. Wenn nun b in dem Gestell gedreht wird, so nimmt diese Achse die drehbare Scheibe a mit sich im Kreise herum, wodurch der Hebelarm bald gesenkt, bald gehoben wird,

wodurch nun wieder die beiden Schneiden D und A abwechselnd einander genähert und entfernt werden können. Was nun bei M zwischen diese beiden Schneiden gebracht wird, das muß, falls die Kraft ausreicht, getrennt werden, und mit solchen Scheeren schneidet man die Sturzbleche auf die leichteste Weise durch.

Die Engländer bedienen sich eines ganz ähnlichen Instruments, um Eisen, welches aus dem Puddelofen kommt, zusammenzudrücken, compact zu machen, bevor es unter die Walzen kommt. Der Unterschied zwischen dem englischen Instrumente und der so eben beschriebenen Scheere besteht lediglich darin, daß die beiden Blätter keine scharfkantige Schneide haben, sondern mehrere Zoll breite ebene Bahnen, das Eisen, welches zwischen dieselben kommt, wird gewissermaßen gekaut, die beiden Blätter A und D sind die Rinnsacken des Eisensressers.

Ist das Blech aber nicht $\frac{1}{2}$, sondern $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ Zoll stark, so wird man mit dieser Scheere nicht ausreichen, man braucht eine mit kürzerem Maule und längerem Arm.

Fig. 974.



Die Fig. 974 zeigt uns die Einrichtung einer solchen Scheere. Das Blatt B ist auf einem sehr starken massiven Gestelle befestigt und mit diesem in einen Unterbau eingelassen, so daß es durch keine Gewalt, welche der Maschinist anzuwenden vermöchte, von seiner Verankerung gerückt werden kann.

AC ist der Hebelarm mit der zweiten Backe der Scheere. Man sieht, daß derselbe so eingerichtet ist, daß der eine Arm des Hebels zwölfmal so lang ist, als der andere, wenn das Ende C mit der Kraft von einem Centner aufgehoben wird, so drückt die Schneide A dasjenige, was zwischen A und B liegt, mit der Kraft von 12 Centnern zusammen.

Es wird aber durch die Maschine eine zwanzigfache, ja vielleicht vierzigfache Kraft ausgeübt werden und man wird also bei Anwendung eines Druckes von 40 Centnern zwischen B und A eine Wirkung von mehr als 400 Centnern haben, nun kommt aber noch ein anderes mechanisches Hülfsmittel hinzu, das ist das excentrische Rad DE. Dieses sitzt bei R

auf einer beweglichen Achse. Die Zeichnung zeigt uns das excentrische Rad bei seiner geringsten Wirkung, dasselbe steht nämlich so, daß der kürzeste Radius von R nach C hinreicht, und bei einer halben Umdrehung dieses Rades würde der längste Radius RE zwischen der Achse und dem Hebel befindlich sein, der Hebel würde also beträchtlich in die Höhe gedrückt und eben dadurch die Waage A herabgedrückt werden.

Das excentrische Rad ist eine in Kreisform gelegte schräge Ebene. Durch diese kann man, wie uns die Mechanik lehrt, um so stärkere Lasten überwinden, je geringer ihre Steigung ist. Was man dadurch überwinden kann, zeigt uns die Riesengewalt der Schraube. Wenn nun eine Dampfmaschine von 10 Pferdekraft 360,000 Pfund in einer Minute einen Fuß hoch hebt und sie wendet ihre Kraft auf die Achse R an, welche ein excentrisches Rad hat, von dem Verhältniß von 1 : 5, das heißt, dessen kürzere Durchmesser 2 Zoll beträgt, während der längere 10 Zoll mißt, so wird jene Zahl auf 1,800,000 gehoben, wenn der Hebelarm C, gegen den das Rad wirkt, nicht zwölfmal, sondern nur zehumal so lang ist, als der Hebelarm A, so wird diese Kraft nochmals mit 10 multiplicirt und dasjenige, was zwischen die beiden Blätter der Schere gesteckt wird, hat einen Druck von 18,000,000 Pfund auszuhalten.

Der Leser wird gern glauben, daß unter solchem Druck, wenn er auf die schmale Kante der Schere reducirt wird, ein Stück Blech von $\frac{1}{4}$ Zoll Dike durchschnitten wird.

Bearbeitung des Roheisens auf dem Continent.

Wir haben bereits Seite 77 von der Umwandlung des Roheisens in feineres Gußeisen gesprochen, und haben gezeigt, wie das Eisen durch die Cupolöfen von einem Theil seiner Schlacke befreit und zu feineren Gußarbeiten verwendbar werden kann. Es liegt uns nun ob, auch von der Frischarbeit, d. h. von der Verwandlung des Gußeisens in Schmiedeeisen zu sprechen.

Vor allen Dingen müssen wir sagen, daß man, so weit die deutsche Zunge reicht, fast nur mit Holzkohlen zu frischen, das Gußeisen in Schmiedeeisen zu verwandeln pflegt, denn nach unserm Verfahren kommt das Roheisen mit dem Brennmaterial in unmittelbare Berührung, und das erträgt es nicht, wenn man ihm Steinkohle bietet, ja sogar schon fertiges

Schmiedeeisen kann durch die Behandlung mit Steinkohlen gänzlich verdorben werden, wenn man nicht sehr behutsam dabei verfährt, wenn man nicht die Hitze so sehr mäßigt, als die Arbeit es nur irgend erlaubt. Es scheint nämlich, als ob der Schwefelgehalt, welcher den Steinkohlen eigen ist, von der übelsten Wirkung auf das Eisen sei. Bei dem englischen Puddelverfahren wird niemals die Steinkohle mit dem Eisen in Berührung gebracht, sondern die Flamme derselben schlägt über das Eisen hin, in dieser Flamme aber befindet sich kein Schwefel mehr, sondern nur irgend ein Oxyd derselben, in der Steinkohle aber ist der Schwefel in Substanz vorhanden, und es ist bekannt, daß dieser sich mit jedem Metalle sehr leicht verbindet, dazu gar nicht erst der Glühhitze oder Schweißhitze bedarf, viele unserer Leser werden schon als Kinder das Kunststückchen gemacht haben, eine kleine Münze in einer Rußschaale zu schmelzen. Man füllt diese nämlich mit einem Gemenge von trockenen Sägespähnen und gepulvertem Schwefel, steckt dahinein einen Pfennig oder Groschen und zündet dann das Gemenge an. Noch lange bevor es abgebrannt, ist die Münze zerflossen, aber es ist nicht mehr Kupfer oder Silber, sondern Schwefelkupfer oder Schwefelsilber, durchaus nicht mehr ein dehnbares, hämmerebares Metall, sondern eine spröde, zerreibliche Verbindung von Schwefel und Metall.

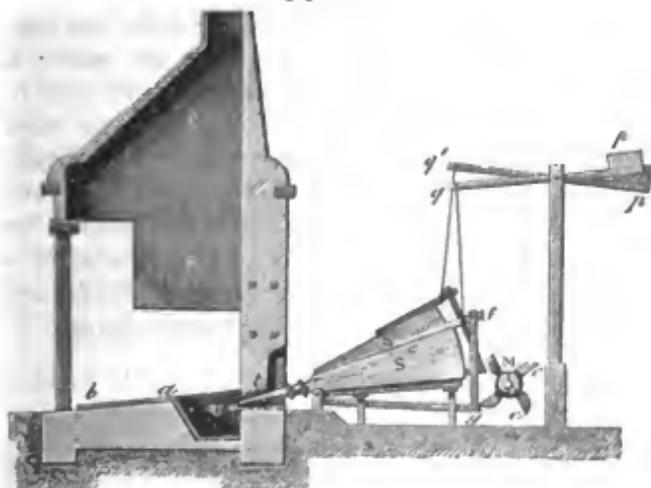
Eine ähnliche Verbindung erleidet das Eisen in direkter Berührung mit Steinkohle, darum kann man sehr wohl diese anwenden, wo keine solche Berührung stattfindet, wie im Flammenofen, durchaus aber nicht beim Herdfeuer.

Auf dem ganzen Continent nur mit geringen Unterschieden in dem Bau der Herde, wird das Eisen unter dem Hammer gefrischt und die Einrichtung dazu zeigt Fig. 975.

Wir sehen hier eine Schmiedeeise in etwas vergrößertem Maasstabe, bei U befindet sich der Herd, gewöhnlich von Eisenplatten zusammengesetzt und mit Lehm stark genug bedeckt. Ohne diesen Schutz würde das Eisen des Herdlastens schmelzen. Die Tiefe dieses Kastens beträgt nahezu 1 Fuß, seine Breite 2 Fuß, es befindet sich über demselben ein Herdmantel, ein Dach, welches die ausgebrauchten Gase ableitet. PC, der Vordertheil, ist auf ein Paar eiserne Säulen gestützt, die Rückseite bildet eine Mauer, hinter welcher das Gebläse befindlich, dieses besteht aus Blasebälgen, gewöhnlich noch von einer sehr rohen, man möchte fast sagen, antediluvianischen Form, es sind nämlich bloße hölzerne Kästen, in der Nähe des Herdes niedriger, als am entferntesten Ende, eben so in der Nähe des Herdes ganz schmal und am andern Ende mehrere Fuß breit. Diese Kästen sind durch einen zweiten Kasten von ganz gleicher Beschaffenheit bedeckt, dieser zweite

Kasten ist aber grade um so viel größer, daß er umgekehrt mit seiner offenen Seite nach unten, über den ersten Kasten gestülpt werden kann, welcher mit seiner offenen Seite nach oben gerichtet, auf dem Gestelle steht. Wir sehen in unserer Figur denselben mit S bezeichnet.

Fig. 975.



Diese Kästen, deren gewöhnlich 4 bis 5 auf ein Feuer gerechnet sind, werden durch eine Achse M, die am Wasserrade befindlich ist, bewegt. Es sind daran viermal so viel Daumen, o, als Blasebälge vorhanden.

Die Einrichtung dieser Daumen ist, den oberen beweglichen Kasten S, welcher über dem unteren hier nicht sichtbaren schwebt, herabzudrücken und den Raum, welcher zwischen beiden Kästen befindlich ist, zu verkleinern, wodurch die zwischen beiden ruhende Luft ausgepreßt wird, wenn der Daumen der Radwelle den Deckel des Blasebalges herabgedrückt hat, so muß derselbe wieder emporgehoben werden, dieses geschieht durch eine eben so einfache Vorrichtung entweder auf einer hohen Stange oder oben an dem Gebälk der Schmiedewerkstätte sind so viele Hebel mit Gegengewichten pq angebracht, als Blasebälge vorhanden sind. Wenn die Welle den Blasebalg S durch das Gestänge ofg herabgedrückt hat, so nimmt das Gewicht p, an dem Hebel pq befindlich, diesen Theil des Blasebalges wieder mit in die Höhe, noch hat aber der Daumen diesen einen Blasebalg nicht losgelassen, so faßt ein nächster Daumen schon den zweiten Blasebalg und dann den dritten und vierten, bis der zweite Daumen desselben Kreuzes das für den ersten Blasebalg bestimmt, den unterdessen hinauf-

gezogenen Rahmen fg wieder faßt, um den Blasebalgdeckel daran herabzuziehen, und so geht das Spiel weiter fort und es ist ein ununterbrochener Luftstrom vorhanden, welcher von großer Mächtigkeit sein kann, selbst bei diesen elenden Bälgen, falls nur der Rand des unteren Kastens mit einem Streifen Schaafspelz bekleidet ist, wodurch eine größere Luftdichtigkeit hervorgebracht wird.

In der nachstehenden Fig. 976 sehen wir dasselbe und mit den nämlichen Buchstaben bezeichnet, was die erste Figur uns angab, nur ist die Ansicht von oben herab genommen, was uns in Fig. 975 unter U den Herd zeigte, ist hier ebenso benannt, rund um denselben aber sehen wir eine große Tafel ab, welche vorhin nur in einem schmalen Durchschnitt zu sehen war. Diese gußeiserne Tafel dicke, um das gefrischte Eisen vorläufig aufzunehmen, bis es durch Zangen gefaßt, unter den Hammer kommt. In SS' sehen wir die Blasebälge, deren um größerer Deutlichkeit willen nur zwei angebracht sind, in M sehen wir die Welle des Wasserrades, welche die Blasebälge bewegt und c zeigt uns die Daumen daran.

Fig. 976.

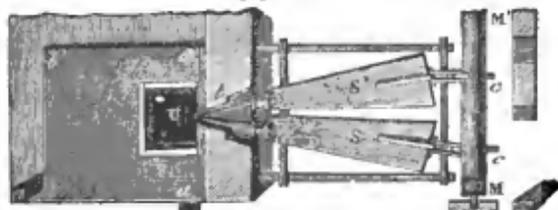


Fig. 977.



Die Röhren der Blasebälge führen nicht direct in das Feuer, dadurch würde die Masse der Kohlen herausgeworfen werden. Man hat also hier so gut wie bei jedem andern Gebläse eine sogenannte Düse, welche die Fig. 977 unter TO uns zeigt, dieselbe ist entweder ziemlich dick aus Thon gemacht, oder sie besteht aus Kupfer. In eine solche Düse münden gewöhnlich 2 Blasebälge wie in den beiden vorhergehenden Figuren bei t angedeutet ist. Die Fig. 977 zeigt uns in B nur eine solche Blasebalgröhre, dieselbe reicht nicht bis an das Ende der Düse, so daß die Luft des Blasebalges hier Spielraum findet, und elastischer mehr mit Druck als mit Stoß wirkt.

Begreiflich findet man bei ganz neuen Anlagen solche Blasebälge nicht mehr, man hat sowohl Cylinder-, als Centrifugalgebläse. Aber die meisten derartigen Anlagen, wenn sie älteren Ursprungs sind, haben dieselben noch bewahrt und die alten Schmiedemeister haben eine wahre Zärtlichkeit dafür und wollen nicht davon abgehen.

Um die Arbeit selbst zu machen, pflegt man zunächst den Kasten, der den Herd bildet, mit Holzkohlen zu füllen und in Brand zu setzen. Ist dieses vollständig geschehen, so wird ein Stück von dem Roheisen so weit hineingeschoben, daß es mehr als einen Fuß breit in der Kohlengluth liegt und sich 5 bis 6 Zoll von der Mündung der Düse befindet. Das Roheisen ist in mehrere Fuß lange halbcylindrige Stücke gegossen und daher ganz bequem zu handhaben.

Das Roheisen ist leicht schmelzbar, es erweicht sich daher in der Gluth sehr bald und wird so von dem vollen Luftstrome getroffen. Dieser hat eine sehr entschiedene Wirkung darauf, es wird eine beträchtliche Menge der Kohle verbrannt und das Eisen von dieser befreit, fließt hernieder und sammelt sich in dem untersten Herde U.

Bei diesem Schmelzen trennen sich die in dem Eisen enthaltenen Schlacken zum Theile davon, zu einem andern Theile aber werden auch wieder neue Schlacken gebildet, indem Eisenoxydul entsteht und sich mit dem Kieselsäure, der im Eisen enthalten war, zu kiesel-saurem Eisenoxydul verbindet.

Das Metall als das schwerste senkt sich nach unten, indessen die leichtere Schlacke darüber schwebt, und dasselbe vor dem ferneren Oxydiren schützt.

Nach einiger Zeit entfernt man die Schlacken dadurch, daß man sie von der Seite her durch eine zu diesem Behufe angebrachte Oeffnung abläßt. Ist dieses geschehen, so räumt man die Kohlen bei Seite, hebt mit einem Paar starken eisernen Brechstangen den zusammengeschmolzenen Klumpen Eisen aus dem Herde, füllt die Kohlen wieder mit anderen vermischt in die Herdvertiefung und bringt auch das glühende Eisen darauf, nachdem es in mehrere kleinere Stücke zererschlagen ist.

Hier wird es abermals geschmolzen und das Aufbrechen und Umschmelzen geschieht noch 1 bis 2 Mal, so lange nämlich, bis man sich durch die Farbe des Eisenklumpens (welcher in der Kunstsprache die Luppe heißt) von der Entkohlung desselben überzeugt glaubt.

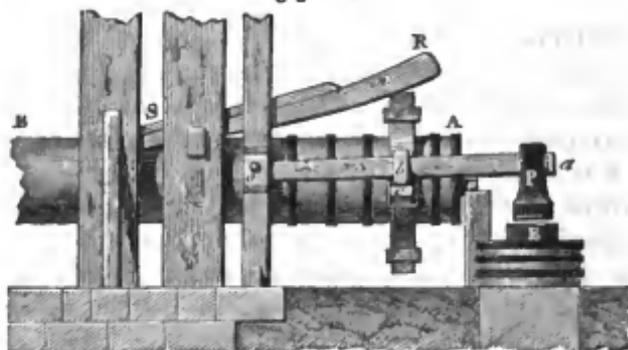
Das Gebläse wird nunmehr gehemmt. Die Schlacken werden abgelassen und die Luppe wird auf die Herdplatte gehoben, hier nicht mehr zerkleinert, sondern mit großen Zangen, welche an einem Krahn hängen, gefaßt und unter einen Hammer gebracht.

Dieser Hammer hat sehr verschiedene Gestalten. Der Zweck desselben ist durchaus verschieden, also müssen die Mittel, zu dem Zweck zu gelangen, auch andere sein.

Die Fig. 978 zeigt uns einen Hammer, welcher zu gleicher Zeit durch sein Gewicht und durch Federkraft wirkt. P ist der Hammer, welcher an

einem langen hölzernen Schaft *a o* befestigt ist. *AB* ist die Welle des Wasserrades, auf welcher die starken und weit vortretenden Daumen *c* befestigt sind. Dieselben heben den Hammer in seiner Mitte da, wo dieser Punkt mit *b* bezeichnet und wo der Stiel mit einer Hülse von Eisen umgeben ist.

Fig. 978.



Der Hub ist sehr bedeutend und die Bewegung rasch, der Hammer wird daher nicht bloß gehoben, sondern geworfen und zwar gegen eine starke hölzerne Feder *RS*, deren hinteres Ende in aufrecht stehendem Gebälk sehr stark befestigt ist, deren vorderes Ende aber dem Wurf des Hammers insoweit nachgiebt, um dadurch gespannter zu werden und dem Hammer bei seinem natürlichen Falle noch einen beschleunigenden Wurf zu geben.

In einem sehr starken Klotz, welcher mit eisernen Reifen umgeben ist, ruht der Amboss, und die zwischen Hammer und Amboss gebrachte Eisenmasse, gewöhnlich 2 Centner schwer, wird durch die wiederholten raschen Schläge sehr bald so verdichtet, daß aus dem Gußeisen nunmehr Schmiedeeisen wird.

Ebenso wie beim Puddeln, so ist auch hier der Kohlengehaltstoff beträchtlich vermindert worden, ferner ist der Rieselgehalt nebst anderen Metallen, die das Eisen noch umschleift und worunter besonders Mangan ist, oxydirt und in die Schlacke geführt werden. Diese Oxydation geschieht zum Theile durch die Gebläseluft, zum Theile aber auch durch das auf der Oberfläche gebildete Eisenoxydul, welche auf das Roheisen wirkt, so wie umgekehrt dieses auf das Eisenoxydul, beide nämlich sind hauptsächlich Eisen, beide sind aber mit für die Eisenbildung nachtheiligen Stoffen gemischt, verbunden, das eine mit Kohle, das andere mit Sauerstoff, wenn diese beiden Körper in so inniger Berührung sind wie hier und wenn sie sich beinahe in der Schmelzhitze befinden, so zersetzen sie einander gegen-

feitig, das Kohleneisen giebt seine Kohle, das Eisenoxydul seinen Sauerstoff her, diese beiden abgegebenen Substanzen verbinden sich zu Kohlenoxydul, indeß die beiden zurückbleibenden Antheile Eisen sich verringern.

Aber nicht nur der Kohlenstoff, sondern auch der Kiesel und das Manganmetall werden in gleicher Weise oxydirt und schmelzen mit dem Eisenoxydul, welches im Ueberschuß vorhanden ist, zusammen eine schwarze Schlacke bildend.

Diese Schlacke nunmehr preßt der Hammer aus, und zwar so, daß 275 Pfund Roheisen 2 Centner durchschweißtes Eisen geben, also beträchtlich mehr als ein Viertel an Schlacke verloren geht.

Das 2 Centner schwere Stück Eisen ist für die meisten Fälle der Anwendung zu unbehülflich, in der Regel braucht man dergleichen Massen nur bei Ankerschmieden, darum wird noch roth der eben fertig gewordene Klumpen in mehrere, in 4 bis 6 Theile zerschnitten. Man nennt diese Arbeit Schrotten. Ein dreikantiges Stück Eisen, dessen Kante wohl verstäht ist, wird auf den Amboss gelegt, hierauf kommt der Eisenklumpen und nun läßt man den Hammer wirken, welcher die Kanten des kalten Eisens in die glühende Masse treibt. Bequemer ist es wenn man umgekehrt verfährt, wenn man den Metallklotz auf dem Amboss liegen läßt und das Schroteisen unter den Hammer bringt, es kann so viel besser gehandhabt, viel öfter mit Wasser gekühlt werden, aber es fordert einen geübten, tüchtigen Arbeiter, denn eine nicht vollkommen regelrechte Stellung des Schroteisens giebt dem Stiele, durch welchen es regiert wird, so furchtbare Erschütterungen, daß der Arm des Mannes sie nicht ertragen kann. Der Hammer wiegt 10 bis 12 Centner und er wird nicht nur fallen gelassen, sondern er wird geworfen, geschleudert. Man kann sich denken, wie gewaltthätig dieses gegen den Arm wirken muß, wenn der Stiel des Schroteisens gegen den 10 Centner schweren Hammer gepreßt wird.

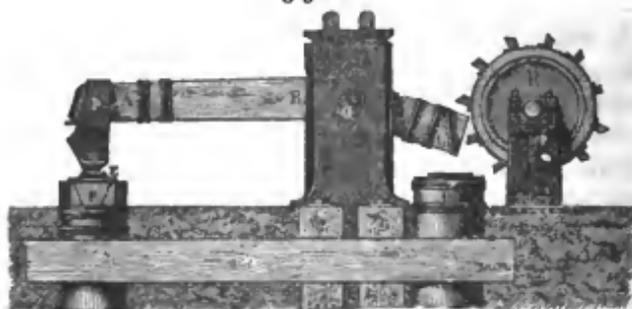
Um die kleineren Stücke Eisen, welche von dem großen Klumpen abgeschrotet sind, zu bearbeiten, bedient man sich eines Hammers von anderer Construction, dessen Einrichtung in Fig. 979 angegeben wird.

Der Hammer P hat einen Stiel ABC, welcher bei einem Drittel von seinem hinteren Ende in einer Achse o beweglich ist. Wie immer in diesen Fällen müssen die Widerlagen außerordentlich stark sein, aus dem festesten Holz mit dem besten Eisen verbunden, ist auch hier das Achsenlager des Hammers gegen jedes Wanken geschützt, und das Gebälk, worauf es ruht, ist tief in den Boden eingelassen und selbst unterirdisch noch stark untereinander verbunden.

R ist der Durchschnitt der Welle, welche den Hammer bewegen soll. Wie wir sehen, hat derselbe viel mehr Zähne als die früher gezeigten,

denn man will schnellere Schläge haben. Es sind der Daumen hier 11, einer davon wird durch das Gestell verdeckt. Je nach der Größe des Durchmesser kann diese Zahl sowohl verringert als vermehrt werden. Der hier gezeichnete Hammer ist ein sogenannter Schwanzhammer, das ist der Gegensatz von Stirnhammer, welchen wir in Fig. 967 gesehen haben. Der hier gezeichnete erhält seinen Hub an dem von dem Amboß abgekehrten Ende. Dieser Theil des Schaftes ist nur halb so lang als derjenige, an welchem der Hammer sitzt, wird dieses Ende um 9 Zoll herabgedrückt, so hebt sich der Hammer vorn um 18 Zoll und er erhält eine solche Bewegung, bei einer Umdrehung des Wasserrades 10- oder 12mal, und so fällt demnach der formende Schlag auf das untergeschobene Eisen.

Fig. 979.



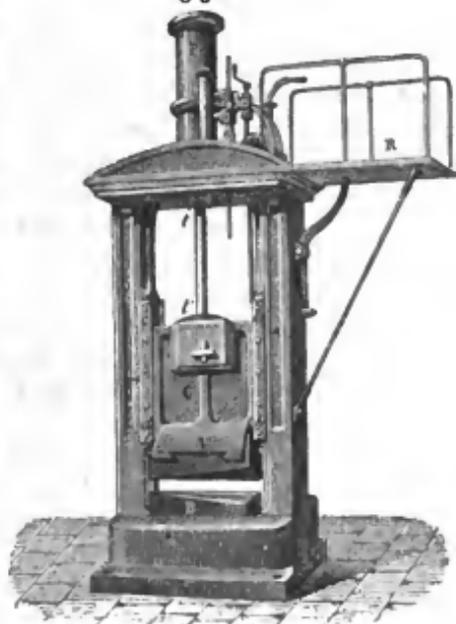
Auch hier ist übrigens die Gewalt des Hammers noch beschleunigt durch die Federkraft, denn das Ende des Hammers C wird durch das Rad abwärts auf eine Art Amboß D geworfen und erhält von diesem einen so kräftigen Rückschlag, daß der Fall hinlänglich beschleunigt wird um durchzupassiren, um den Hieb zu vollenden, bevor der nächste Daumen auf das Schwanzende des Hammers drückt und dadurch seine Wirksamkeit bis zum erneuerten Falle hemmt. Dieser Amboß ruht auf dem Ende eines Balkens und wirkt dadurch federnd, sowie in der vorigen Figur eine ähnliche, nur anders gestaltete Feder RS wirksam war.

Zu allen diesen Hilfsmitteln, um das Eisen zu strecken, hat die neuere Zeit noch ein höchst wichtiges gefügt, das ist der Dampfhammer, welcher in fast allen Maschinenfabriken die großen Arbeiten ausführt, wo es sich darum handelt, gewaltige Metallmassen zu vereinigen oder zu formen, und wo es sich zu gleicher Zeit darum handelt einen möglichst kleinsten Flächenraum einzunehmen, anderen Arbeiten und Maschinen den geringsten Abbruch zu thun, unübertroffen ist.

Figur 980 zeigt uns diesen Dampfhammer in einer sehr zweckmäßigen

Einrichtung, wie er in einer unserer größten Maschinenfabriken zu erblicken ist. C ist ein eiserner Klotz von 6000 bis 10,000 Pfund, welcher sehr genau und accurat in den Bahnen a b c d des eisernen Gestelles läuft. Der eigentliche Ambos B ist hier weit kleiner, er ist unterhalb A sichtbar und ist ein Stück verstärkten Schmiedeeisens, welches mittelst eines Schwalbenschwanzes in die gußeiserne Masse C eingelassen auf dem Boden liegt. Der Ambos B muß in seiner Form dem Hammer entsprechen und deshalb sind Hammer und Ambos in verschiedenen Exemplaren vorhanden und müssen je nach dem Zweck gewechselt werden. Das ganze Gestell aus Gußeisen ist von solcher Stärke, daß es durch die Erschütterung, welche der fallende Hammer hervorbringt, nicht leidet. Die Höhe des Gestelles wechselt zwischen 10 und 8 Fuß und der Hub des Hammers richtet sich nach der Länge des angewendeten Dampfzylinders.

Fig. 980.



Diesen Zylinder sieht man, mit P bezeichnet, auf der Mitte des Gestelles sich erheben. Der Ambos C ist an dem Stempel befestigt, welcher in diesem Zylinder spielt, z zeigt diese Stange, einen starken, massiven Zylinder von ein paar Zoll Durchmesser, oben auf dem Gestelle befindet sich eine Gallerie R, auf welcher der Mann stehen soll, der die Bewegung des Hammers leitet. Wir sehen dort zwei Handgriffe, deren einer den Hahn schließt und öffnet, welcher den Zylinder mit dem Kessel der Dampfmaschine in Verbindung setzt. Sowie dieser geöffnet wird, strömt Dampf von sehr großer Hitze, d. h. von sehr großer Spannung unter den Stempel des Zylinders. Sobald der Arbeiter sieht, daß der Hammer die erforderliche Höhe erreicht hat, schließt er diesen Hahn und öffnet gleichzeitig einen anderen, um den Dampf zu entlassen.

Dieses Öffnen und Schließen des ersten Hahnes bewirkt die Bewegung des Hammers dadurch, daß der Dampf, unter den Stempel des Zylinders tretend, diesen emporhebt, an dem Stempel aber hängt durch

die Stange *t* die ganze Last des Hammers *AC*, und wenn der Stempel gehoben wird, so muß nothwendigerweise die ganze Masse folgen.

Das Schließen dieses Hahnes hat zur Folge, daß kein neuer Dampf mehr einströmt, es würde hiermit der Hammer sich langsam nieder senken, so nämlich, wie der Dampf durch Abkühlung seine Spannkraft verliert, denn entweichen kann er nicht, weil die Stempelstange *t* bei ihrem Eintritt in den Cylinder durch eine Stopfbüchse geht. Soll der Hammer also nicht langsam sinken, sondern plötzlich fallen, so muß man dafür sorgen, daß nicht allein der Dampf aus dem Kessel abgeschlossen, sondern auch der im Cylinder enthaltene Dampf plötzlich entlassen wird, hierzu dient der zweite Hahn, welcher in dem Augenblick geöffnet wird, wo man den ersten schließt. Die Entweichung dieses Dampfes würde aber einen solchen Qualm in der Werkstatt hervorbringen, daß kein Mensch darin aushalten könnte, abgesehen davon, daß er einen Jeden lebensgefährlich verletzen würde, der sich dem Strahle näherte, man führt diesen Dampf also in einer verschlossenen Röhre fort, man leitet ihn bis über das Dach hinaus und läßt hier an die freie Luft entweichen.

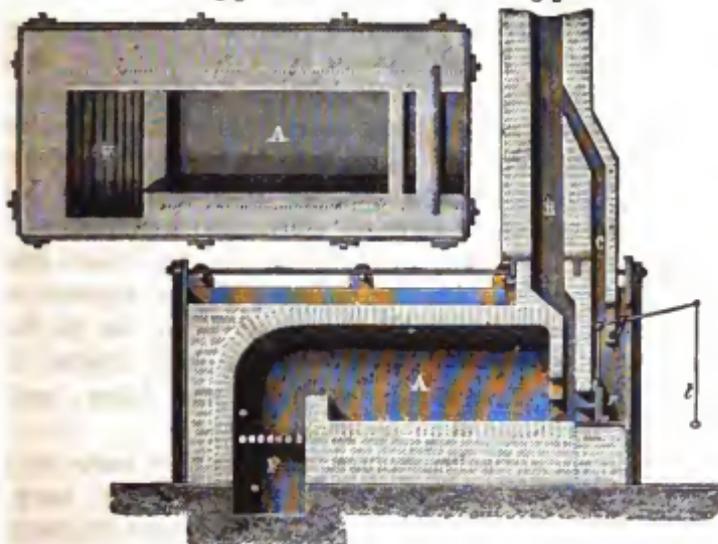
Der Dampf des siedenden Wassers hat die Temperatur desselben. Da eine solche Maschine, wie sie zur Bewegung eines Dampfhammers erforderlich ist, immer eine Hochdruckmaschine sein muß, so hat der Dampf in derselben auch die Temperatur des unter solchem Drucke kochenden Wassers, d. h. je nach der Höhe des Drucks 120, 150, 180 Grad C. Solche Spannung ist nämlich nöthig, um einen Dampfhammer von 10,000 Pfund zu heben. Nehmen wir an, der Durchschnitt des Cylinders betrage 50 Quadratzoß, so würde man, um 10,000 Pfund zu heben (auch wenn wir für die zu überwindende Reibung nur 500 Pfund annehmen wollten) doch eine Spannung von 14 Atmosphären brauchen, denn der Dampf von einer Atmosphäre giebt nur 15 Pfund Druck auf den Quadratzoß, d. h. also 750 Pfund auf eine Fläche von 50 Quadratzoß. Würde die Dampfmaschine nur 2 Atmosphären Spannung haben, so würde man 1500 Pfund damit zu heben vermögen, und einen Hammer von 3000 Pfund bei 4 Atmosphären. Wir sehen, daß hieraus eine beträchtliche Höhe des Druckes hervorgeht, wenn man nicht vorzieht, den Cylinder sehr weit von Durchmesser zu machen. Um 14 Atmosphären zu erzielen, würden wir schon beinahe 200 Grad Hitze haben müssen und es wird sich also immer fragen, ob der Kessel der Dampfmaschine im Stande ist, einen so riesigen Druck zu ertragen, oder ob man, da dieses nicht der Fall ist, die Oberfläche des Stempels verhältnißmäßig vermehren müsse.

Wenn man das Eisen, nachdem es gefrischt ist nachdem es auch unter dem Schrothammer getheilt worden ist, in großen Massen unter dem Hammer

strecken will, so pflegt man einen eigenen Ofen zu diesem Behufe zu bauen, denn es ist nicht gut, das Eisen wiederholt der glühenden Gebläseluft auszusetzen, überdies kann man bei der Esse nur Holzkohlen brauchen, indessen man bei Anwendung eines Glühofens die Steinkohle benutzen kann.

Fig. 981.

Fig. 982.



Ein solcher Glühofen ist in Fig. 982 gezeichnet, wir sehen, daß derselbe ziemlich nahe mit dem Puddelofen übereinstimmt, wiewohl er auch seine bedeutende Verschiedenheiten hat. Der Feuerraum F ist beträchtlich größer als bei dem Puddelofen von gleicher Ausdehnung, das Gewölbe ist viel höher und bleibt in gleicher Entfernung von der Sohle, die Schirmmauer zwischen dem Rost und der Sohle ist niedriger, der Ofen hat ferner nur 2 Thüren, indessen der Puddelofen deren 5 hat; die eine dieser Thüren dient um das nöthige Brennmaterial aufzunehmen, sie befindet sich daher vor oder neben dem Rost, die andere Thür ist bei r ganz am entgegengesetzten Ende des Ofens zu sehen, durch sie werden die Eisenbarren zur Erhitzung in den Ofen gebracht, durch sie werden die glühenden Stücke herausgezogen um unter den Hammer zu kommen. Diese Thür ist durch einen Schieber r geschlossen, welcher vermöge eines Hebels und einer kleinen Stange t bewegt wird. Die Thür hat noch einen anderen Zweck, sie wird gebraucht, wenn der Ofen eingeheizt wird, dann nämlich ist der Rauchfang B ganz kalt und gewährt also dem Steinkohlenfeuer keinen Zug, deshalb wird auf einem kleinen Herde bei r ein lebhaftes Feuer von trockenem

Gesträuch angezündet, welches durch eine Abtheilung des Rauchfanges C in den Hauptgang B geht, dort die Luft erhitzt und hierdurch ein solches Steigen und hinter sich eine solche Luftverdünnung hervorbringt, daß die Luft aus dem Ofen A durch die Oeffnung o mitgeschleppt wird, und so in den Rauchfang B gelangt.

Ist das auf dem Rost F angezündete Feuer einmal im Gang, so ist eine fernere Erwärmung des Schornsteins nicht mehr nöthig; der Zug ist dann schon stark genug um die Flamme der Steinkohlen über die Feuerbrücke zu führen, und in diesem Falle würde vielleicht die Oeffnung o mit dem kleinen Kanal unterhalb B nicht einmal Raum genug gewähren um die Steinkohlengase abziehen zu lassen, dann hebt man diesen Schieber r, und es wird dadurch der Durchschnitt des Rauchfanges mehr als verdoppelt, er erhält mithin eine bedeutend größere Leitungsfähigkeit.

In dem in Fig. 981 gezeichneten Durchschnitt des Ofens sehen wir die beiden Rauchfänge oder vielmehr die beiden Zungen desselben deutlich von einander gesondert und sehen auch, daß der äußere um ein Beträchtliches größer ist als der innere, welches dadurch nöthig scheint, als auf diesem äußeren Herde die Flammen entzündet werden sollen, welche bestimmt sind den Rauchfang B zu erwärmen.

Wenn man nun diesen Ofen benutzen will um Eisen darin zu glühen, so bringt man die Eisenstücke durch die kleine Thür r und durch o auf die Sohle des Ofens, man bringt ferner eine genügende Quantität von Steinkohlen auf den Rost und dann, wenn der Zug hinlänglich befördert ist, schließt man alles an äußeren Oeffnungen, wodurch atmosphärische Luft in den Ofen gelangen könnte, denn es ist von Wichtigkeit, daß das Eisen in die Gluth gebracht werde, ohne daß Sauerstoff dazu tritt, darum bringt man dieses Eisen auch soweit als möglich von dem Rost in den Ofen, damit es in einer Flamme erhitzt werde, welche des Sauerstoffes zum größten Theile beraubt ist. Dies ist auch zum großen Theile der Grund, warum in Fig. 981 und 982 der Rauchfang getheilt ist. Das Eisen liegt so in dem Ofen, daß beim Oeffnen der Thür, welche zum Ramin führt, und bei dem darauf folgenden Oeffnen des Schiebers r, die jedenfalls einbringende atmosphärische Luft nicht bis in den Ofen gelangt, sondern sich sogleich durch den Kanal C nach dem Rauchfang erhebt.

Wenn unter diesen Vorsichtsmaßregeln das Luppeneisen die nöthige Gluth erreicht hat, bringt man dasselbe einzeln unter den Hammer oder zwischen die Walzen, wodurch es gestreckt werden soll. Die Hitze, welche es erlangt haben muß, darf nicht gering sein, sie soll ausreichen, um dasselbe sowohl unter dem Hammer als unter der Walze fertig zu machen, ohne daß man nöthig hätte, das Eisen nochmals in den Ofen zu bringen,

was allerdings bei einem kräftigen Walzwerke sehr wohl möglich ist, doch unter dem Schmiedehammer seine sehr bedeutenden Schwierigkeiten darbietet.

Stahlfabrikation.

Alles dasjenige Metall, welches in dem Handel vorkommt unter dem Namen „Eisen“, ist niemals vollkommen rein, ist immer eine Legirung von Eisen und Kohle. Wir sagen Legirung, um den Ausdruck Verbindung zu vermeiden, weil dieser in der Chemie eine bestimmte Bedeutung hat, welche auf die Vereinigung zwischen Eisen und Kohle, die im gegenwärtigen Falle vorliegt, nicht angewendet werden kann. Eine Verbindung zwischen zwei verschiedenen Substanzen geht nach ganz bestimmten Zahlenwerthen vor sich. Ein Antheil Sauerstoff mit zwei Antheilen Wasserstoffgas geben zwei Theile Wasserdampf. Es ist vergeblich, drei Theile Wasserstoff mit zwei Theilen Sauerstoff zu verbinden, es wird immer etwas Sauerstoff übrig bleiben, ebenso vergeblich ist es, einen Theil Sauerstoff mit drei Theilen Wasserstoff zu verbinden, es wird immer Wasserstoff übrig bleiben. Die Verbindungen zwischen den beiden Gasarten, welche Wasser geben, geschieht genau nach dem oben angeführten Verhältnisse, zwei Raumtheile Wasserstoffgas mit einem Theile Sauerstoffgas. So wie hier, ist es mit jedem anderen Körper den wir kennen, wenn sich eine chemische Verbindung gestalten soll.

Mit Eisen und Kohle ist es etwas durchaus anderes, sie vermengen sich in jedem denkbaren beliebigen Verhältnisse, gerade so wie Kupfer mit Zinn, oder Kupfer mit Zink, Silber mit Kupfer, Gold mit Silber u. Chemisch reines Eisen findet man nur bei dem Chemiker, und chemisch reines Eisen würde vielleicht in der Technik gar nicht brauchbar sein, aber wünschenswerth wäre es, die Verbindung zwischen Kohle und Eisen nach chemischen Gesetzen, d. h. nach ganz genau begrenzten Verhältnissen darstellen zu können, da dieses nun nicht stattfindet, so giebt es zwischen Eisen und Stahl auch keine bestimmte Grenze, man kann leider auch nicht sagen, Stahl hat soviel, Gußeisen soviel und Roßeisen soviel Kohle, sondern man kann nur sagen, das eine hat mehr, das andere hat weniger, und zwar hat Roßeisen die mehrste Kohle und sonst auch noch die mehrste Unreinigkeit, Gußeisen hat von beiden beträchtlich weniger, Stahl soll neben dem Eisen eigentlich nur Kohle enthalten, aber er hat auch noch einige

Unreinigkeiten, wenn schon viel weniger. Schmiedeeisen endlich soll eigentlich keine Kohle und keine Unreinigkeiten enthalten, allein es ist dieses in der Praxis noch nicht erreicht worden.

Wenn wir nun wissen, daß Stahl sich vom Roßeisen und vom Schmiedeeisen nur durch ein Mehr oder Weniger von Kohlenstoff unterscheidet, so wird man Stahl machen können, indem man entweder dem Gußeisen Kohle entzieht, oder dem Schmiedeeisen Kohlen zusetzt. Beides ist richtig, so macht man es in der That und man unterscheidet auch die beiden Stahlarten, indem man demjenigen, der aus Guß- oder Roßeisen gewonnen, Roßstahl den andern aber geschmiedeten oder Cementstahl nennt.

Der Roßstahl wird gewöhnlich gleich auf den Schmelzöfen als Nebenarbeit bei dem Hochofenbetriebe gewonnen, will man solchen darstellen, so pflegt man den Gang des Feuers um ein Geringes zu vermindern, man schiebt die sich bildenden Schlacken ab, um ihre schützende Wirkung auf das darunter liegende Eisen zu verhindern, und dem Luftstrome, der durch das Gebläse darauf geführt wird, eine direktere Einwirkung auf das Metall zu gestatten, wodurch viel von der Kohle verbrannt wird. Beim Abstechen des Eisens läßt man dasselbe in flache, kalt gehaltene gußeiserne Formen fließen, wodurch, wie wir bereits wissen, weißes Roßeisen erzeugt wird, in welchem die Kohle sehr gleichmäßig durch die ganze Masse vertheilt ist. Dasjenige Eisen, welches graue Graphitblätter hat, würde seiner Ungleichmäßigkeit wegen zur Stahlerzeugung nicht brauchbar sein.

Will man dergleichen Eisen in Schmiedeeisen verwandeln, so bringt man es auf die oben beschriebene Weise in einen Frischherd vor ein Gebläse, gewöhnlich noch gestaltet, wie das Seite 111 beschriebene zeigt, aber man hält die Eisenschiene nicht unmittelbar vor das Gebläse, sondern etwa 4 bis 6 Zoll hoch über der Mündung desselben. Auf diese Weise schmilzt es zwar viel langsamer, aber auch ohne daß ihm der Kohlenstoff in solchem Grade entzogen würde, wie es bei der Umwandlung in Stabeisen geschieht.

Hier wie bei allen diesen Arbeiten kommt es durchaus auf den Takt des Meisters an, welcher nach einer genommenen Probe sich dahin entscheidet, den Stahl für fertig oder nicht fertig zu erklären. Das weiße Roßeisen ist über der Düse geschmolzen, an dieser vorbeigeflossen und hat sich dann auf der Sohle des Herdes gesammelt. Es hat also nur kurze Zeit unter Verührung der Luft zugebracht und muß seine Umwandlung in Stahl, (d. h. den Verlust eines Antheils Kohlenstoffes) auf dem Boden des Herdes durchmachen und von hier nimmt der Hammermeister eine Probe, um zu sehen, ob dieselbe die erforderliche Consistenz zeigt. Nun hebt man den ganzen Stahlklumpen, der „Stahlschrei“ heißt, aus dem

Herde und bringt ihn unter den Hammer, wo er dann ausgeschmiedet wird. Die Schlacke wird ausgepreßt, die Kohle bleibt ihm. Man hat Rohstahl, welcher sehr wohl brauchbar ist, um grobe Werkzeuge, wie Pflugscharen und Schwerter und ähnliches daraus zu bereiten, der aber keinesweges dazu genügt, wenn es sich darum handelt, auch nur die schlechteste Säbelklinge zu schmieden, von feineren Sachen, wie Messer, Degen u. s. w. gar nicht zu reden.

Soll dieser Stahl zu anderen Gegenständen, als den Ackerwerkzeugen oder groben Maschinentheilen, welche besondere Härte fordern, benutzt werden, so muß man ihn raffiniren, d. h. man schlägt solchen Stahl in Stücke, bringt ihn in Schweißhitze und schmiedet ihn dann nochmals zusammen. Die nunmehr nochmals geschmiedeten Stahlstäbe bindet man durch stählerne Bänder zusammen, bringt sie abermals in Glüh- und Schweißhitze, und streckt sie nunmehr nieder. Solcher Stahl ist fast zu allen Werkzeugen, außer etwa zu den Rasirmessern, sehr brauchbar, man nennt ihn „doppelt raffinirten Stahl.“ Wollte man aber mit diesem Raffiniren fortfahren, und ihn vier, fünf bis sechs Mal zusammenschweißen, um vier, fünf bis sechsmal raffinirten Stahl zu haben, so würde man zuletzt Eisen und zwar sehr schlechtes Eisen bekommen, denn mit jedem neuen Glühen geht wieder ein beträchtlicher Antheil Kohle verloren, und gerade dieser Antheil (wiewohl man nicht bestimmen kann, wie groß derselbe sein müsse) ist es, welcher das Eisen zu Stahl macht.

Das beste Eisen, welches man zu dieser Art von Stahlfabrikation anwenden kann, ist das sogenannte Spiegeleisen, weißes Roheisen, welches so hart ist, daß es wie Glas bricht, und welches so gleichmäßig mit der Kohle verbunden ist, daß es beim Brechen krystallinisches Gefüge zeigt und die Flächen des Bruches gewissermaßen wie Spiegel glänzen.

Man muß seine Erze kennen und wissen, ob sie viel kiefersaures Eisenoxydul enthalten. Dieses ist nämlich dem Stahle schädlich, weil es ihn spröde macht, anstatt daß er trotz aller Härte doch zähe bleiben sollte. Der Spatheisenstein wird als das beste Erz zu Stahlbereitungen bezeichnet, er heißt darum bei den Hüttenarbeitern auch wohl Stahlstein.

Gewöhnlich erhält man aus 100 Pfund Roheisen 75 Pfund Stahl, in ungünstigen Fällen auch wohl nur 72 Pfund.

Ein entgegengesetztes Verfahren ist die Bereitung des Stahles aus Stabeisen. Dieses Eisen ist bereits entkohl't, es muß mithin, um Stahl zu werden, wieder gekohl't werden. Im Allgemeinen läßt sich der Prozeß, durch den dieses geschieht, mit wenig Worten geben. Man legt das Eisen in Kohlenpulver und glüht beides mit einander; allein so richtig dieses ist, so wenig würde man nach solcher einfachen Vorschrift Stahl bereiten kön-

nen, denn es kommen doch noch mancherlei praktische und technische Arbeiten dazu, welche dieser Operation das anscheinend höchst Einfache nehmen.

Schon die Wahl des Eisens selbst ist von der größten Wichtigkeit. In England z. B., wo die Stahlfabrikation die allergrößte Ausdehnung erreicht hat, würde man doch aus dem dort erzeugten Eisen gar keinen Stahl machen können, denn das Stabeisen, welches man dazu braucht, muß durchaus mit Holzkohle gefrischt sein und dergleichen hat man in England nicht, mit Ausnahme des zu Ulverstone, in den walddreichen Gebirgen von Wales (Grafschaft Lancaster) erzeugten. Diese Gegend, rauh und unfruchtbar, dem Ackerbau nicht günstig, und darum nicht bevölkert, hat noch Holz genug.

Da es nun an dem Hauptmaterial fehlt, so bleibt den Engländern weiter nichts übrig, als sich an das Ausland zu wenden und so wird von Schweden und Rußland Stabeisen in ungeheuren Mengen nach England eingeführt, ja es kommt selbst aus Indien dahin.

Den ersten Rang für jede Stahlfabrikation nimmt das Eisen von Dannemora in Schweden ein, es ist für England so wichtig, daß es fast ausschließlich diesem zukommt, gar kein allgemeiner Handelsartikel ist, sondern von den Fabriken England's absorbiert wird. Es ist so vortrefflich, daß es fünfmal höher bezahlt wird, als das beste englische Stabeisen, sein Preis ist $11\frac{1}{2}$ Thaler für 100 Pfund, und das englische Stabeisen kostet kaum $2\frac{1}{2}$ Thaler. Wahrscheinlich hat es seine Vortrefflichkeit dem Erze zu danken, aus dem es erzeugt wird, denn die Bereitung kann keinen Unterschied hervorbringen, da sie in allen schwedischen Eisenfabriken ganz gleich ist, auch überall dasselbe Brennmaterial angewendet wird. Das Dane-

Fig. 983.



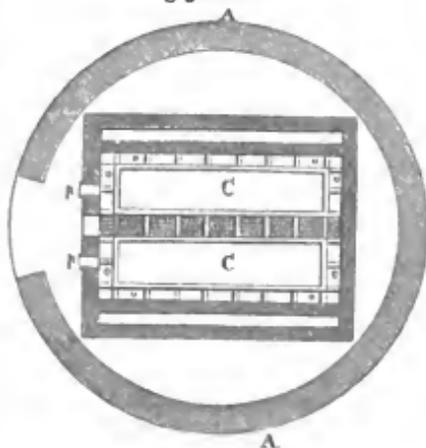
moraeisen ist übrigens sehr hart, und auf dem Bruch feinkörnig, wahrscheinlich hat es schon einen Anflug von Stahlartigkeit; vor allen Dingen aber ist es sehr rein. Wie weit übrigens das Vorurtheil hier mit im Spiele ist, können wir nicht sagen, nur so viel steht fest, daß schwedisches Eisen ganz im Allgemeinen zu Schmiedear-

beiten höchst vortrefflich ist und daß trotz dessen das Danemoraeisen auch das beste schwedische Eisen im Preise um das Vierfache übertrifft.

Die Cementation, d. h. das Verwandeln des Schmiedeeisens in Stahl wird niemals im freien Feuer vorgenommen, hierdurch würde im Gegentheil der Stahl in Eisen verwandelt, er würde nicht gelocht, sondern entlocht. Die Veranstaltung dazu besteht aus zwei viereckigen Gefäßen von Thon, ganz von der Art wie die Gasretorten, nur mit dem Unterschiede, daß die beiden kurzen Seiten geschlossen, eine lange Seite aber offen ist. Figur 983 zeigt unter C zwei solche Kasten im Querschnitt, wie dieselben auf einem Rost im Ofen gesetzt sind. Dieser Ofen ist durch ein flaches Gewölbe M geschlossen. Die Feuerung liegt auf dem Rost bei F und besteht jederzeit aus Steinkohlen. Die Kasten sind viel länger als breit, wie Figur 984 zeigt, und sie stehen auf einem aus unerschmelzbaren Ziegeln gebildeten Rost, welcher dem Feuer, von F ausgehend, gestattet, unter den Kasten hinweg nach beiden Seiten zu strömen, so daß es diese Kasten C rings umgiebt. Damit das Feuer nicht eine bestimmte Richtung annehme, sondern nach allen Richtungen vertheilt werde, befindet sich nicht bloß in dem Gewölbe M der Figur 983 ein Fuchs, eine Oeffnung, aus welcher die Flamme direct emporzuschlagen kann, sondern es sind auch noch rundum Rauchfänge, mit o bezeichnet, angebracht, welche das Feuer seitwärts ziehen. Der ganze Bau ist von einem großen Mantel A umgeben, welcher so hoch hinaufsteigt, wie wir in Figur 802 des vierten Theils bei der Porzellanfabrikation gesehen haben.

Die Ofen sowohl, als die darin befindlichen Thonkisten zur Cementation des Eisens sind sehr verschieden in Größe, namentlich haben die Cementkisten acht bis sechszehn Fuß Länge und zwei bis drei Fuß Breite, gewöhnlich werden sie aus weißem Pfeifenthon mit Tharmot vermengt, zusammengeschlagen oder man fügt sie auch aus unerschmelzbaren Ziegeln, welche auf der hohen Kante stehen, zusammen. In diesem Falle ist nur die unterste Platte aus einem Stück, da sie jedoch auf einem gemauerten Rost steht, so ist selbst dieses nicht einmal eine nothwendige Bedingung. Begreiflich werden die Ziegel nicht mit Kalk, sondern mit Thon zusammengefügt, denn bei der ungeheuren Hitze, welche sie auszuhalten haben, würde der Kalk beim ersten Male schon in Aetzkalk verwandelt werden. Thon

Fig. 984.



hat aber hierfür eine genügend bindende Kraft, indem die Kasten keine Flüssigkeit enthalten, also auch kein Seitendruck ausgeübt wird, wodurch sie natürlich auseinander gebrochen werden würden.

Die Kasten werden einige Zoll hoch mit Holzkohle in gepulvertem Zustande beschüttet, hier hinein stellt man die Eisenstangen auf ihre hohe Kante, d. h. nicht aufrecht wie einen Stab, sondern liegend, aber wie ein Lineal auf seiner schmalsten Seite. Um den Cementprozeß zu beschleunigen, wählt man gerade Eisenstangen von Linealform, von ziemlicher Breite, von sehr geringer Dicke.

Die Stangen werden regelmäßig neben einander gelegt, so daß sie sich nirgend berühren. Die Zwischenräume werden mit Kohlenstaub vollgeschüttet, dann wird diese ganze Lage wieder ein Paar Zoll hoch mit Holzkohlenpulver zugedeckt, und auf diese Lage wieder eine neue Lage Eisenstangen gesetzt.

Man fährt nun so fort, bis ein jeder Kasten beinahe voll ist. Der oberste Raum wird mit schon gebrauchtem Kohlenpulver gefüllt und dann mit trockenem Sande beschüttet oder mit Thonplatten dicht zugedeckt.

Auf vielen Stahlfabriken wendet man statt des reinen Kohlenpulvers ein Gemenge von neun Theilen desselben mit einem Theile Holzasche an, man setzt auch wohl zwei bis drei Procent Kochsalz zu. Es ist schwer zu bestimmen, was diese Zusätze bewirken, was ihr Gebrauch für Vortheile gewähren sollen. Die Stahlfabrikanten aber würden glauben, man wolle ihnen den ganzen Credit der Anstalt nehmen, wenn man ihnen anrieth, diese Zusätze wegzulassen, es wird behauptet, sie haben sich bewährt und darum bleibt man dabei. Die Schmiede und Schlosser, welche für sich einzelne Gegenstände von Eisen äußerlich in Stahl verwandeln wollen, verfahren bei diesem sogenannten Einsetzen noch viel wunderlicher, sie legen z. B. ihre Kluppen (Schraubenschneidezeuge) in ein Gemenge von Ruchdünger, geraspeltem Horn und Hundeloth, welchen sie drolliger Weise „weißen Enzian“ nennen, und glühen das eingesezte Eisen in diesem Gemenge mehrere Tage lang.

Wenn sie wüßten, was sie thun, so würden sie sich viel Unbequemlichkeiten ersparen. Alle diese Substanzen nämlich geben thierische oder Pflanzkohle, bevor sie aber in dem Einsetzkasten durch die Gluth des umgebenden Feuers zu Kohle werden, verbreiten sie einen entsetzlichen Geruch und der arme Schmied und seine Gesellen athmen denselben Tagelang ein in der Voraussetzung, etwas ganz Apartes zu bekommen, während gestohene Holzkohle ganz dasselbe liefern würde, ohne die gedachten Unbequemlichkeiten.

Der Ofen, in welchem der Stahl bereitet werden soll, wird nun mit

Steinkohlenfeuer angewärmt, doch so langsam, daß er erst nach 2 bis 3 Tagen in volle Gluth kommt. Von da an läßt man die Gluth aber unverändert bis zur Beendigung des Cementirprocesses fortbauern, und dieses kann bei sehr großen Anlagen bis gegen 12 Tage lang dauern, auch nur in England verfährt man übrigens so, denn es ist gar kein Vortheil dabei, große Rasten anzuwenden, wenn man bei kleinen schon in 4 Tagen eben so weit ist.

Durch die Oeffnungen p kann man in den inneren Ofen und zu jedem der Rasten C gelangen. Man hat bei der Beschickung derselben einige Stangen so gelegt, daß man sie durch diese Oeffnungen bequem erreichen kann, man nennt dieselben Probestangen, eine davon wird herausgezogen und nach der Abkühlung zerschlagen. Zeigt sich der Stahl überall ganz feinkörnig, so ist die Cementation beendet und man kann den Ofen erkalten lassen. Zeigt sich aber in der Mitte der Stange noch ein schmaler Streifen von etwas größerem Korn, so ist die die Verwandlung des Eisens noch nicht bis dahin gebrungen und man muß also das Glühen fortsetzen, bis dieses geschehen ist, und zieht späterhin eine zweite Probe.

Man darf indessen weder die Glühhöhe, noch die Dauer derselben überschreiten. Allerdings hat man gesehen, daß bei bedeutend erhöhter Temperatur das Eisen schneller in Stahl verwandelt wird, aber man hat auch den sehr beträchtlichen Nachtheil erlebt, den Stahl überkohlt, in eine Art Gußeisen verwandelt und zusammenfließend zu sehen, darum ist eine gemäßigte Temperatur der Hellrothglühhöhe, welche sich der Weißglühhöhe nähert, die zweckmäßigste Temperatur, aber auch in dieser wird, wenn sie zu lange anhält, das Eisen über die Grenze der Stahlbildung hinaus gekohlt, und das vorher schon in Stahl verwandelt gewesene Schmiedeeisen wird wieder zu Gußeisen.

Betrachtet man den Stahlbildungsprozess, wie er hier vorliegt, so drängt sich die Bemerkung auf, daß die Verwandlung von außen nach innen vorwärts schreitet. Hat man des Versuches wegen in einem solchen Cementirkasten 10 oder 12 Stücke Schmiedeeisen von viereckiger Form gebracht, (sie dürfen nur einen Fuß lang sein) so bemerkt man beim Ziehen der ersten dieser Stangen, etwa 24 Stunden, nachdem der Ofen in volle Gluth gekommen ist, eine Umwandlung in Stahl nur an der Oberfläche, nach 2 Tagen hat diese Stahlschicht schon die Dicke von $\frac{1}{4}$ Linie, nach 4 Tagen wird sie schon über $\frac{1}{2}$ Linie hinausgeschritten sein, nach 8 Tagen über eine ganze und war die Stange nicht dicker als etwa einen halben Zoll im Quadrat, so wird sie am zehnten Tage wohl ganz in Stahl verwandelt worden sein. Würde sie einen ganzen Zoll dick sein, so würde man kaum die Hälfte davon als Stahl erkennen, in der Mitte bliebe im-

mer ein beträchtlicher Antheil noch unveränderten Eisens, welcher sich durch den Bruch kenntlich macht.

Da nun das Eisen bei der gedachten Temperatur nicht ins Schmelzen kommt, Schmiedeeisen überhaupt bei dem Feuer, welches wir durch unsere gewöhnlichen Mittel zu geben vermögen, nicht schmilzt, da ferner Kohle ebensowenig geschmolzen werden kann — besser gesagt, noch viel weniger, denn wir haben gar kein Mittel, um Kohle in Fluß zu bringen — so haben sich hier zwei feste starre, ungeschmolzene Körper miteinander verbunden, und das ist ganz gegen alle Regeln der Chemie. Der Chemiker hat ganz Recht, wenn er den Stahl verächtlich von sich wirft als ein elendes Mittel Ding zwischen Gemenge und Gemisch, womit er nichts anfangen kann.

Was ist denn ein Gemenge? Bohnen und Erbsen in einen Sack geschüttet, geben ein sehr leicht zu trennendes Gemenge. Roggen und Weizen ist schon viel schwerer zu sondern, noch viel schwerer würde schwarzer Gartenmohn von schwarzem Feldmohn zu trennen sein.

Sind wir denn nun an der Grenze der Gemenge? fangen bei noch feinerer Vertheilung der einzelnen Bestandtheile die Gemische, die chemischen Verbindungen an? Dann müßte Schießpulver ein Gemisch, ein chemisch zusammengesetzter Körper sein, was doch keinesweges der Fall ist, indem sich die Theile doch auswaschen, sondern lassen. Man löst den Salpeter auf, und es bleiben Kohle und Schwefel zurück, man gestattet ihnen, sich abzusetzen, so trennt sich die Kohle vom Schwefel in ganz deutlich gefärbten Schichten.

Befindet sich nun etwa der Stahl in diesem Zustande? Die Chemie weiß es nicht. Wenn die Kohle, wie es nicht anders sein kann, in das Eisen eingedrungen ist, auf welche Weise ist es geschehen — die Chemie weiß es nicht. Man mutht, daß die Kohle bei der großen Hitze in Dampf verwandelt worden sei, daß ferner in eben dieser großen Hitze das Eisen gewissermaßen gequollen, aufgelockert worden, den Kohlenstoff aufgenommen habe, so wie ein Schwamm das Wasser aufnimmt, aber das sind lauter Muthtmaßungen, nirgends ist eine Gewißheit.

Einen Anhaltspunkt möchte vielleicht der Umstand geben, daß eine Säure, z. B. Salpetersäure auf ein Stück Stahl gebracht, daselbst einen entschiedenen schwarzen Fleck zurückläßt, während, dieselbe auf Eisen gebracht, der Fleck silberweiß geworden ist. Es bleibt hier also die Kohle von der Salpetersäure unberührt, während das Eisen aufgelöst wird. Dies dürfte wenigstens anzeigen, daß die Verbindung zwischen Kohle und Eisen eine sehr schwache ist, allein allerdings haben wir unzählige Beispiele, wo Körper sich ganz ähnlich verhalten und unsere analytische Chemie stützt sich ja

grade darauf, daß die verschiedenen Elemente, aus denen ein Körper gebildet ist, sich verschieden gegen Säuren und Alkalien verhalten. Wir thun also besser, wenn wir die Sache unentschieden lassen, als wenn wir sie unrichtig erklären.

Ist der Zeitpunkt gekommen, daß die Cementation vollständig gelungen, so läßt man das Feuer abgehen und den Ofen erkalten. Nachdem dieses geschehen, werden die Stangen ausgeräumt, und es wird auch das Cementpulver entfernt, um die Thonkasteu untersuchen zu können, und wenn sie etwa Sprünge erhalten haben sollten, sie auszubessern. Nachdem dieses geschehen, werden die Kasten wieder beschickt, wie bereits beschrieben, und der Prozeß geht dann so fort. Was man aber aus dem Ofen erhalten hat, der Stahl, meistens an seiner Oberfläche von kleinen Blasen bedeckt, fordert nun noch eine fernere Bearbeitung.

Die Stangen werden gegläht, durch Walz- oder Streckwerke gezogen, mehrmals übereinander gelegt und wieder gewalzt, dann aber nimmt man mit diesen schon in Stahl verwandelten Stangen die schon einmal durchgemachte Cementation nochmals und zu besonders feinen Instrumenten sogar zum dritten Male vor. Bei diesen neuen Operationen bleiben die Stangen weniger lange in dem Kohlenkasten, denn man will weiter nichts, als die Stahlbildung gleichmäßiger machen. Allein es gelingt niemals vollständig, denn überall ist die Oberfläche stahlreicher als das Innere, und bei dem wiederholten Zusammenschweißen wird nichts weiter bewirkt, als daß die Ungleichheiten in engere Grenzen gebracht werden. Es ist hiermit wie mit dem aus dem Gußeisen gebildeten Stahl, er ist gleichfalls nicht homogen, nur das Verhältniß der Kohlung ist ein umgekehrtes. Der Cementstahl hat äußerlich, der aus Gußeisen gebildete Rohstahl hat inwendig mehr Kohlenstoff. Die Ursache liegt auf der Hand, bei dem einen ist der Kohlenstoff von Außen herzugekommen, bei dem Andern ist der Kohlenstoff, welcher schon darin enthalten war, von Außen her verbrannt, entfernt, beide aber sind im Ganzen genommen, nicht gleichmäßig, wo dieses verlangt wird, muß man zu einem anderen Mittel greifen, als das wiederholte Schweißen und Strecken.

Dieses Verfahren beruht auf der Möglichkeit, den Stahl in Fluß zu bringen, man würde mit Stangeneisen nicht so verfahren können, mit Stahl aber geht es, man bricht den Cementstahl oder auch den Rohstahl (dieser giebt nur eine schlechtere Sorte) in kleine Stücke und schmilzt dieselben in einem Tiegel.

Die Tiegel, welche dazu dienen, haben in Frankreich die Form der beigegebenen Fig. 985, sie haben einen sehr starken Fuß und eine ziemlich ungleiche Dicke, auch werden sie aus freier Hand geformt, welches ver-

hindert, daß sie diejenige Festigkeit haben, die man von einem Stahlschmelztiegel fordert.

Sehr viel besser ist das Verfahren, welches wir im vierten Bande Seite 542 beschrieben haben. Der Tiegel, welcher in der Form der Fig. 986 geschlagen wird, und zwar aus zwei Theilen unschmelzbaren Thones und einem Theil pulverisirter Kohle, hat eine solche Festigkeit, daß er ein dreimaliges Schmelzen von Stangenstahl zu Gußstahl aushält.

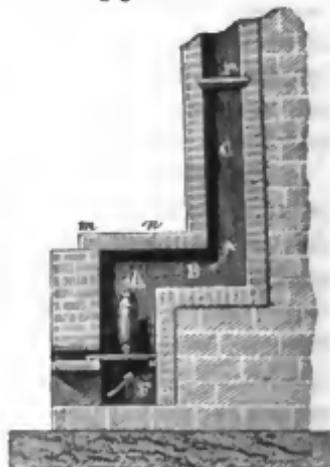
Fig. 985.



Fig. 986.



Fig. 987.



Um solche Tiegel zum Gebrauche vorzubereiten, kommen sie in einen sogenannten Temperofen, einen Ofen, welcher lediglich bestimmt ist um die leerbleibenden oder höchstens mit Holzlohlen gefüllten Tiegel bis zum Rothglühen zu erhitzen. Derselbe steht in der nämlichen Räumlichkeit, welche die Stahlschmelzöfen enthält und ist sogar denselben so benachbart als irgend thunlich, allein er ist doch dem Stahlschmelzprozeß selbst ganz fremd.

Einen solchen Schmelzofen zeigt Fig. 987 im Durchschnitt. Der Ofen ist klein, er kann und soll nur 2 Tiegel nebeneinander fassen. Er wird mit Coals gefüllt, diese werden in Gluth gebracht, und nunmehr wird erst der schon glühende Tiegel in denselben gesetzt. Gewöhnlich hat ein solcher Ofen bei A einen Fuß Breite und zwei Fuß Länge und doppelte Tiefe, so daß der Tiegel, welcher etwas weniger als einen Fuß mißt, rundum von Kohlen umgeben und mit diesen hoch genug bedeckt werden kann. Ueber dem Tiegel biegt sich der Ofenraum rechtwinklig um AB, von B aus steigt die Esse empor. Die Tiegel stehen auf einem Kofst und auf diesem liegt das ganze Brennmaterial.

Ist dieses in hinlängliche Gluth versetzt, so räumen die Arbeiter durch

die Oeffnung, welche gerade über dem Feuer ist, soviel Coaks bei Seite, daß die beiden Tiegel, wie sie in voller Gluth aus dem Temperofen kommen, darin bequem Platz finden, mit einem Zwischenraum groß genug, um zu gestatten, daß sie auch von den Seiten, wo sie einander am nächsten stehen, reichlich mit Kohlen umgeben werden können. Man bedient sich hierzu ausschließlich der in dem Ofen glühend gewordenen Coaks, damit die Tiegel durch Beschickung mit kalten Kohlen nicht von ihrer Temperatur verlieren. Damit sie auch von unten nicht abgekühlt werden können, hat man schon vor der Heizung auf den Kofst ein Paar dicke und kurze Ziegel aus unschmelzbarem Thon gelegt, welche mit den Kohlen zugleich glühend geworden sind. Auf diese Untersätze und nicht auf den Kofst selbst kommen die Tiegel.

Sobald dieselben vollständig in ihr neues Bette eingesenkt sind und die glühenden Kohlen so zurecht gelegt worden, daß kein Wanken derselben möglich ist, so werden sie mit etwa 25 Pfund zerbrochener Stahlstücke besetzt. Man hält einen Trichter von hinlänglicher Weite über jedem Tiegel und schüttet die auf einer Schaufel liegenden Stahlstücke hinein. Der Deckel des Tiegels, gleichfalls von Thon und mit im Temperofen glühend gemacht, wird darauf gedeckt, heiße Kohlen werden darüber geschürt. Dann wird der ganze Ofen bis man mit Coaks ausgefüllt, hierauf die Deckplatte man, welche den Ofen vollkommen schließt, darauf gelegt und dann die Klappe r im Rauchfang geöffnet, wodurch sogleich ein heftiger Zug entsteht, der die oberste Schicht der todtten Coaks in lebhafteste Gluth versetzt.

Die Fig. 987 zeigt uns den Ofen, wie er in französischen Fabriken gebräuchlich ist. Derselbe ist ein treues Nachbild derjenigen, welche in den ältesten deutschen Stahlfabriken seit vielen Jahrhunderten im Gange sind, was ganz begreiflich und natürlich ist, da die Franzosen den Bergbau, die Metallurgie, die Technologie und die ganze neuere Chemie sammt allen ihren Kunstausdrücken von den Deutschen übernommen haben. Deutsche Bergleute sind es gewesen, welche den Bergbau dort einführten; deutsche Metallurgen und Techniker haben ihre Werkstätten dort eingerichtet; nur in einem Dinge unterscheidet sich der französische Stahlofen von dem deutschen, der erstere liegt, wie die Figur uns zeigt, über der Erde, der deutsche liegt soweit in der Erde, daß die Schließplatte des Ofens mit dem Boden gleiche Höhe hat und die Luft wird dem Ofen zugeführt durch einen in diesem Boden befindlichen Kanal.

Die Absicht bei dieser Construction des Ofens liegt sehr nahe. Bei uns ist der Arbeiter doch ein Mensch, was man in Frankreich und England nicht von ihm zu glauben scheint, darum kommt man dem Arbeiter mit Menschlichkeit entgegen und erleichtert ihm seine Arbeit soviel als

thunlich. Im vorliegenden Falle ist es sehr viel leichter die glühenden Tiegel einzusetzen und herauszusetzen, wenn sie ebensöhlig, als wenn sie drei Fuß über der Sohle liegen und darum baut man den Ofen in Deutschland wie hier beschrieben.

Der Stahl, mit welchem die Tiegel gefüllt werden, ist gewöhnlich Cementstahl und um denselben vor der Veränderung durch die Luft zu schützen, pflegt man, nachdem die Tiegel gefüllt sind, etwas grünes Bouteillenglas darauf zu decken, dieses schmilzt zwar früher als der Stahl und fließt dann an demselben herunter, so lange aber der Stahl selbst nicht geschmolzen ist, bedarf er auch eines solchen Schutzes nicht, und wenn dann das Schmelzen eintritt, so versteht sich von selbst, daß der Stahl die tiefste Stelle einnimmt und das geschmolzene Glas obenauf schwimmt, so tritt also sein Schutz gegen die etwaige Berührung mit der glühenden Luft gerade zu der Zeit ein, wenn er nöthig werden könnte. Neuere Beobachtungen haben gelehrt, daß die Vorsicht überflüssig ist, denn die Luft, wenn sie bis hierher gelangt, ist durch die Kohlen selbst schon so ihres Sauerstoffs entladen, daß sie wenig mehr Schaden könnte, hauptsächlich aber hindert der auf dem Tiegel liegende Deckel jede Berührung mit der Luft vollständig.

Man pflegt nur ungern neues Brennmaterial zuzusetzen, wenn die Tiegel einmal im Feuer stehen, man sucht sich daher so feste und dichte Coaks aus, daß sie bei einmaliger Füllung des Ofens gerade anreichen, um den Schmelzprozeß zu beenden. Hat man so gutes Material nicht, so bleibt allerdings nichts übrig, als neue Kohlen aufzuschütten, was man nach einer oder zwei Stunden auch thut.

Ist das Schmelzen vollendet, so hebt man einen Tiegel nach dem andern aus dem Ofen; dies geschieht mit der sogenannten Tiegelzange, deren Maul nicht mit den Hebeln in einer Linie fortläuft sondern rechtwinklig umgebogen ist, die Tiegel werden damit auswendig ganz umfaßt und ruhen sicher darin. Die Zange muß so eingerichtet sein, daß wenn das Maul geschlossen ist und den Tiegel erfaßt hat, die vordersten Enden einander gerade berühren, der Tiegel also keinen Druck erfährt, wodurch er leicht zerstört werden könnte.

Der herausgehobene Tiegel wird leicht geneigt um die Schlacke zu entfernen, dann wird das Metall in eine gußeiserne Form gegossen, welche vierseitig oder achtfseitig oder auch wohl rund ist. Der leer gemachte Tiegel kommt augenblicklich in den Temperofen zurück, um ihn nicht erkalten zu lassen. Die Stahlbarren lassen sich sehr gut ausschmieden und sind, wie begreiflich von einer viel gleichmäßigeren Textur als der Cementstahl oder der auf sonst eine Weise unter dem Hammer gewonnene.

Härtet man solchen Stahl und bricht man dann die Stange durch,

so scheint der Bruch beinahe milchweiß, zwar körnig, aber von äußerster Feinheit. Wird der gehärtete Stahl erst angelassen und dann zerbrochen, so ist der Bruch gröber von Korn, wodurch die viel größere Zähigkeit des angelassenen Stahls bedingt zu werden scheint.

Die deutschen Stahlfabrikanten pflegen größere Öfen anzuwenden, diejenigen z. B. welche in Solingen im Gebrauch sind, haben eine Tiefe von drei Fuß, eine Länge von zwei und eine Breite von einem und ein drittel. In jedem Ofen haben daher sehr bequem zwei größere Tiegel Platz. Es befinden sich in Solingen mehrere Öfen nebeneinander. Der Aschenfall derselben mündet in einen Canal, welcher sämmtlichen Öfen gemeinschaftlich ist, derselbe liegt $6\frac{1}{2}$ Fuß unter dem Ofen und ist der herrschenden Windrichtung nach angelegt, in diesem speciellen Falle geht derselbe von Osten nach Westen, es bietet sich daher von selbst ein starker Luftstrom dar, der Kanal ist groß und weit genug um mehreren Menschen den Zutritt zu gestatten, und damit die Asche, welche in den Kanal fällt, durch ihre Glimmen nicht die Luft verderbe, geht über die Sohle des Canals hinweg ein kleines Bächlein, worin die Asche sich augenblicklich abflößt.

Die Koste des Ofens sind nicht zusammenhängend, sondern bestehen aus einzelnen Stäben, welche leicht herausgenommen werden können, um die Möglichkeit einer vollständigen Reinigung der Öfen zu gestatten. Diese Öfen selbst sind gebaut wie der oben beschriebene, sie sind aus feuerfesten Steinen gebildet, die schräg durchlaufenden Kanäle, welche wie AB in unserer Zeichnung, das Feuer nach dem Rauchfang hinziehen, haben eine Breite von 8 Zoll und eine Höhe von 6 Zoll, sämmtliche Öfen in einer Fabrik haben nur einen gemeinschaftlichen Rauchfang, dessen untere Durchschnittsfläche 10 Quadratfuß beträgt.

Die Tiegel, welche man hier in Anwendung bringt, werden auf eigene Weise gefertigt. Aus einem sehr fetten und eisenfreien Pfeisenthon, welcher bei dem Dorf Schoningen am Soling vorkommt, werden $\frac{3}{4}$ Zoll dicke Platten geformt, getrocknet, scharf gebrannt und dann zerpocht bis zur Kleinheit von ziemlich feinem Schrot.

Dieses Charnottpulver wird mit trockenem, pulverisirtem Thon derselben Gattung, der aber nicht gebrannt ist, zusammengesetzt. Man nimmt 14 Theile Charnott, 10 Theile rohen Thon und 6 Theile Kohlenpulver, doch nicht dem Gewichte, sondern dem Maasse nach.

Dieses Gemenge wird in großen Kasten mit soviel Wasser übergossen, daß sich daraus ein steifer Teig bildet. Derselbe wird mit schweren Schlägeln tüchtig durchgearbeitet, dann in große Klumpen geformt und in einem feuchten Keller so lange wie möglich aufbewahrt, damit das Charnottpulver

und die Kohle sich recht innig mit der Feuchtigkeit der Masse verbindet. Während der ganzen Zeit aber, während welcher man den Thon im Keller liegen lassen kann, wird derselbe täglich mehrmals mit Schlägeln auf das Schärfste durchgearbeitet. Nun erst werden die Thonklumpen für reif gehalten und aus denselben werden auf die S. 542 des vierten Bandes beschriebene Weise die Tiegel geformt.

Nachdem sie lufttrocken geworden, setzt man das Trocknen in einem heißen Zimmer fort und wenn sie endlich gebraucht werden sollen, so bereitet man sie auf die schon gezeigte Weise vor. Das Brennmaterial ist auch Coaks; Holzkohlen zu benutzen würde man eine große Verschwendung nennen müssen. Dieses Material ist nur dann von Wichtigkeit, wenn das Metall mit demselben in unmittelbare Berührung kommt.

Soll nun geschmolzen werden, so wird der Ofen zum starken Rothglühen gebracht, die Coaks werden dann entfernt und die Tiegel aus dem Temperofen genommen und so rasch als möglich in den Schmelzofen eingesetzt, zugebedt, reichlich mit Kohlen umgeben und durch volle Zulassung des Zuges in Weißglühhitze gebracht.

Jetzt erst entfernt man die Deckel derselben und schüttet die Stahlbrocken hinein, bedeckt sie mit ein wenig Kohlenpulver und legt den Deckel genau wieder auf, worauf dann die Temperatur so erhöht wird, als irgend durch Zug möglich ist. Die Coaks sind hier nicht so dicht als man sie wünschen möchte, darum ist es unausbleiblich, daß man neue nachfüllt, nur eine Stunde vor dem Guß hört man damit auf. Ist die Operation als beendet zu betrachten, so nimmt man die Deckel ab, hebt die Tiegel aus und gießt sie in die Formen. Diese bestehen aus Gußeisen, sind aus zwei Hälften zusammengesetzt und werden durch eiserne Bänder mit einander verbunden, sie sind 2 Fuß lang und haben einen Querschnitt von 2 oder 3 Zoll, und fassen gewöhnlich gerade den ganzen Inhalt eines ganzen Tiegels, 25 bis 27 Pfund. Vor dem Gießen werden sie etwas erwärmt und mit Steinkohlentheer ausgestrichen. Tritt der Fall ein, daß der Stahl im Ofen überhitzt worden, so läßt man denselben bei geöffnetem Ofen innerhalb seines Tiegels ein wenig abkühlen, bis sich statt der blendend weißen Farbe die hellrothe Farbe zeigt.

Unmittelbar nach dem Ausgießen wird der glühende Tiegel zwar behutsam, aber doch möglichst schnell von den Schlacken gereinigt und in einen zu diesem Behufe geheizt gehaltenen Schmelzofen gesetzt, damit er so wenig als möglich von seiner Temperatur verliere, dasselbe geschieht auch mit dem anderen Tiegel, und dann schreitet man zum Reinigen des Ofens, dessen Roststäbe herausgenommen und dessen verbrannte Coaks sammt der Asche in das Wasser fallen. Augenblicklich aber werden die Roststücke

wieder eingefest und mit neuen Coaks beladen. Sobald diese in heller Gluth sind, bringt man, wie beim erstenmale, die leeren, jetzt zugedeckten Tiegel aus dem Glühofen in den Schmelzofen.

Haben sie hier volle Weißglühhitze erhalten, so werden sie wieder mit Stahl besetzt. Allein da sie durch die heftige Glühhitze geschwunden, kleiner geworden sind, so besetzt man sie nur mit 22 Pfund und beim dritten Schmelzen nur mit 20 Pfund.

Viele Tiegel würden noch ein viertes Mal dienen können, da man aber ihrer nicht vollständig gewiß ist, so unterläßt man es lieber und begnügt sich mit einem dreimaligen Dienste, um nicht ein paar Arbeiter durch Verbrennen unglücklich zu machen. In Frankreich und England ist man nicht so gewissenhaft, dort pflegt man die Tiegel alle zu brauchen bis sie brechen, denn die Tiegel sind theuer und es liegt immer einige Ersparniß darin, die Arbeiter aber sind so gescheut wie ihre Herren grausam, und da diese ihnen keinen Schutz gewähren, so suchen sie ihn sich selbst zu verschaffen, dadurch, daß sie die ihnen nicht mehr sicher scheinenden Tiegel zerschlagen.

Die fertigen Stahlbarren, wenn sie aus der Form genommen sind, werden in Holzkohlen eingepackt, zum Glühen gebracht und unter einem Schwanzhammer, wie ihn Fig. 979 zeigt, ausgereckt. Dieser Hammer macht in einer Minute 240 Schläge, hat also eine fabelhafte Schnelligkeit.

Vor einigen Jahren hat eine neue Methode Stahl zu bereiten großes Aufsehen gemacht. Es ist eine Thatsache, daß Roheisen, Gußeisen, gefrischtes Eisen, Stahl und Stabeisen sich in keiner Weise von einander unterscheiden, als dadurch, daß sie eine größere oder geringere Quantität Kohlen eingeschlossen haben. Allerdings muß man auch noch zugeben, daß andere Unreinigkeiten vorkommen, dasjenige was als Schlacke bei den verschiedenen Verfeinerungsprozessen des Eisens ausgeschieden wird, die verschiedenen Stoffe, welche den Eisenerzen angehören: wenn wir denn aber doch das Eisen selbst näher betrachten, so liegt wirklich der Hauptunterschied in der größeren oder geringeren Menge Kohle, welche damit verbunden ist.

Wenn nunmehr diese Thatsache feststeht, so drängt sich von selbst die Frage auf, ob es nicht möglich sein sollte die überflüssige Kohle in dem Roheisen zu verbrennen und auf solche Weise Stahl oder Stabeisen darzustellen, wie man ja den Rohstahl so macht.

Einem Engländer Bessmer ist es endlich gelungen, ein Verfahren zu finden, welches diese schwierige Frage zu lösen scheint, so daß sie, wenn sich die Sache bestätigt, aufgehört hat eine offene zu sein.

Die Sache an sich ist sehr wichtig, für kein Land aber wichtiger als für jenes Inselreich, dessen außerordentlich ausgedehnte Eisen-

einen einzigen faulen Fleck hat, den nämlich, daß sein Brennmaterial das schlechteste ist, was man für die Gewinnung der Metalle nur haben kann, die Steinkohle nämlich, deren Schwefelgehalt auch das reinste und beste Eisen verdirbt.

Der Berichterstatter über diesen Gegenstand sagt zwar: „es sei zu bedauern, daß England bei seinem Reichthum an Eisenerzen doch keines aufzuweisen hat, das rein genug wäre, um nach Vertreibung des überflüssigen Kohlenstoffes ein reines Stabeisen oder guten Stahl zu geben.“ Der Berichterstatter zeigt damit, daß er nichts von der Sache versteht, denn ein solches Erz giebt es überhaupt nicht, aber das was man aus den besten Erzen bekommt, das allerschönste und allerreinste Roheisen ist immer mit allen möglichen Unreinigkeiten beladen und mit Kohlenstoff überladen, und auf die Fortschaffung dieser Substanzen kommt es an, sie kann auch in England gelingen, wo man nur Steinkohlen brennt, denn man bedarf auch überhaupt keines Brennmaterials.

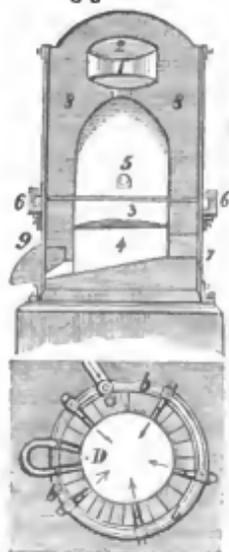
Wir haben in dem Bisherigen gesehen, welche eine Reihe von Prozeduren erforderlich ist, um das Roheisen in Stabeisen und dieses wieder in Stahl zu verwandeln. Dabei muß einem Jedem auffallen, daß ein fünf- bis sechsmaliges Umarbeiten, Schmelzen, Schmieden, Zusammenlegen, Schweißen dem Eisen unmöglich dienlich sein könne, und man kommt auf den Gedanken, die Prozeduren müßten vereinfacht werden können.

Wenn man sich nun seiner Univerfitätsjahre erinnert, und daran denkt, wie lebhaft das Eisen brennt, wenn es glühend in Sauerstoffgas gebracht wird, wenn man ferner sieht, wie ein Stück glühend gemachtes Eisen in dem Luftstrom des Blasebalges einer Schmiede zu glühen fortfährt, ja noch lebhafter glüht als vorher, fragt man sich, wenn auf diese Art das Eisen verbrannt werden kann, warum soll denn nicht auf dieselbe Art die leichter entzündliche Kohle verbrannt werden. Dies gerade ist der Schlüssel zu dem Problem und Bessmer hat denselben gefunden.

Das Titelbild zum ersten Theile der Chemie für Laien giebt einen anschaulichen Begriff von diesem Gegenstande und die beiden Zeichnungen Fig. 988 geben uns einen senkrechten und einen Querdurchschnitt des Ofens, welcher zu der Stahlgewinnung benutzt wird. S ist das Gemäuer des Ofens aus feuerfesten, aus Charnottsteinen mit Thon aufgemauert, der untere Theil des inneren Durchschnitts gleicht so ziemlich jenen Ofen, welche zur Umschmelzung des Eisens benutzt zu werden pflegen; es ist ein hohler Cylinder, oben gewölbt, aber die Mitte der Wölbung ist offen und führt zu einer Kammer, welche mit 2 bezeichnet ist, indessen die Zahl 1 eine der beiden Oeffnungen darstellt, durch welche auf unserm Titelbilde die Flammen herausströmen.

In dem großen Gewölbe sehen wir bei 5 eine Oeffnung, durch welche das geflossene Roheisen in vollster Weißglühhitze aus dem Hochofen kommt, in den Stahlschmelzofen eintritt, auf der unteren der beiden Figuren ist diese Oeffnung durch 6 bezeichnet. In dem unteren Theile des Ofens bei 4 und 3 steht das Metall, welches nicht über die Grenze des Striches 6 und 6 steigen darf; hier ist die geschmolzene Eisenmasse, welche durch die vorhabende Operation umgewandelt werden soll. Die Sohle des Cylinders liegt schräge und neigt sich nach der Abstichöffnung in der unteren Figur mit D bezeichnet. Rings um den Ofen, welcher, wie das Titelbild bezeichnet, ganz mit Eisen bekleidet ist, läuft ein starker metallener Wulst 6 6, in der unteren Figur mit b bezeichnet, derselbe ist ein weites, hohles Rohr und hat fünf Ansätze, welche alle nach Innen, nach dem Kern des Ofens führen. Dieser Wulst oder diese Röhre dient dazu, um die Gebläseluft in mächtigen Massen einzuführen. Der Druck muß ungeheuer sein, denn es soll eine Schicht von geschmolzenem Eisen mehrere Fuß hoch durchdrungen und spielend bewegt werden, das Gebläse muß mithin von einer ganz außerordentlichen, nachhaltigen Kraft sein.

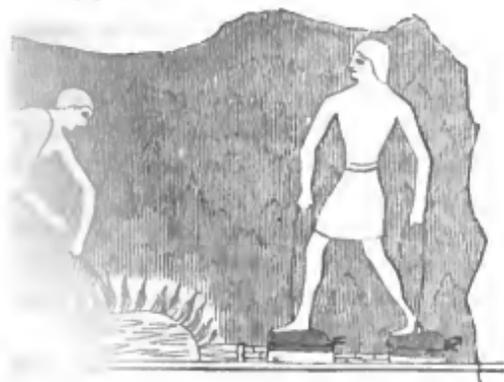
Fig. 988.



Wenn nunmehr das geschmolzene Roheisen in den Ofen gebracht wird, so läßt man zugleich die Blasebälge wirken. Es tritt dabei zwar eine viersach größere Menge Stickstoff als Sauerstoff ein, dennoch wird durch diesen letzteren die Gluth so gewaltig erhöht, daß das zähe Roheisen zum leichtflüssigen Metall wird, es kocht, es sprudelt, es schäumt und die aufsteigenden Schaumblasen werden mit größter Gewalt gegen die Decke geworfen, kommen aber von der Wölbung abgewiesen immer wieder herab und machen so den Schmelz- und Verbrennungsprozeß weiter durch. Nur dasjenige, was leicht ist, was eigentlich Schlacke genannt werden muß, nicht 7- bis 8 mal so schwer wie Wasser, sondern höchstens 2 mal so schwer, wird durch den mächtigen Luftstrom gefaßt und aus dem Ofen in die darüber liegende Kammer geführt, aber hier kann die Luftmasse auch nicht verweilen, sie wird durch immer neuen Nachschub getrieben und entweicht mit großer Gewalt aus den beiden Seitenöffnungen dieser Kammer und reißt mit sich die dahineingeführten schlackigen Blasen und streut sie glänzende Funken sprühend umher. Dies ist der Momet, welchen unser Titelbild darstellt. So lange nun noch Kohlenstoff in dem Eisen vorhanden ist

zu von Erz- und Kohlenschichten, stets mit ein-
vier bis fünf Stunden ist die Arbeit vollbracht.

Fig. 989.



Paar Blasebälge, welche mit den
so sehr irren, wenn man glaubte,
mit den unfrigen, im Gegen-
sahren dieselben in Aegypten
sicht giebt, den Darstellun-
nten und seit Jahrtausenden
zeigen. Die Arbeiter stehen
die darin enthaltene Luft
gehoben und die Hand
er wieder Luft schöpfen
dem andern Beine, und
Luftstrom nie unter-

ment. Es ist der

„Fleisch zu ge-
Hörner willen,
zum Blase-
t rings um
hier streift,
auftrennt,
werden,
ll ganz
r von

dauert dieses Kochen und Sprühen, dauern diese ausbrechenden Flammen fort, man hat es daher in seiner Gewalt, den Verbrennungsprozeß so weit zu treiben, als man es für dienlich hält. Soll Schmiedeeisen erzeugt werden und nicht Gußstahl, so setzt man die Operation so lange fort, bis die Funken aufhören auszutreten, bis keine Flammen mehr erscheinen, in welchem Falle der vorhandene Kohlenstoff verzehrt ist, nun öffnet man die Mündung der Ausflußgasse, man zieht den Thonpfropf, welcher sie schließt, heraus und läßt den Inhalt des Ofens in große Formen fließen, gewöhnlich nur Vertiefungen in den Formensand gedrückt. Hieraus werden die Eisenklumpen noch im glühenden Zustande durch sogenannte Teufelskrallen gehoben und mittelst eines Krannes unter die Schmiedehämmer oder in die Walzwerke gebracht.

Soll das Eisen, welches aus dem Hochofen gekommen ist, nicht so vollständig von Kohle befreit werden, will man nicht reines Schmiedeeisen sondern Stahl haben, so hört man mit der Wirkung des Gebläses früher auf, und es gehören natürlich Takt und Erfahrung dazu, um den richtigen Zeitpunkt zu treffen. Die Versuche, welche nicht sehr ins Große getrieben worden sind, haben folgende Resultate geliefert: 7 Centner Roßeisen wurden auf die hier beschriebene Weise binnen einer halben Stunde so weit gahr gemacht, um unter die Walzen zu kommen, und gaben ein vortreffliches Stabeisen; der Verlust an abgebrannter und verjagter Schlacke betrug nur 18 Procent. Nach der früheren, oben beschriebenen Frischmethode betrug der Verlust 25 bis 28 Procent, und um 4 Centner Roßeisen in Schmiedeeisen zu verwandeln, bedurfte man einer Zeit von drittehalb Stunden. Welch eine Masse von Kohlen während dieser Zeit verbrannt wurde, nur um die kalte, 4 Centner schwere Masse in die nöthige Gluth zu bringen, kann sich ein Jeder leicht vorstellen. Bei dem Verfahren, welches wir jetzt beschrieben, findet ein Verbrauch von Brennmaterialien gar nicht statt, denn die Hitze, welche es im Hochofen erhalten hat, reicht aus, um es in Eisen oder Stahl zu verwandeln, reicht aus um es zu schmieden oder zu strecken.

Das Bessmer'sche Stahlerzeugungs-Verfahren hat nun in Schweden einen vollständigen Erfolg gehabt, während es in England, wie es scheint, noch im Stadium des Versuchs geblieben ist. Es hat mit Recht die Aufmerksamkeit der schwedischen Eisenhüttenbesitzer erregt, da Schweden, wie bekannt, so vorzüglich reines Eisen liefert und solches Hauptbedingung für die Herstellung eines guten Stahls ist. Die Herren Elfstrand und Comp. in Gessle (im Gästraland am bothn. Meerb.) haben das Patent für Schweden an sich gebracht und stellen nun in ihrer Eisenhütte zu Högbö Stahl von ausgezeichnete Qualität in großer Masse dar. Die er-

fahrenden Stahlkonsumenten erklären, dieser Stahl sei nicht nur dem besten englischen Gußstahl zur Seite setzen, sondern dürfte auch noch in mancher Beziehung vor demselben den Vorzug verdienen. Ein sehr wesentlicher Vortheil besteht schon darin, daß die Fabrikanten im Stande sind ganz nach Belieben die verschiedenen Härtegrade, wie solche für besondere Zwecke erforderlich sind und dem Gebrauche der respectiven Arbeiten entsprechen, herzustellen, und daß eine so äußerst sorgfältige und exacte Sortirung der verschiedenen Härtegrade stattfindet, um jeden Abnehmer mit Gewißheit in Betreff der benötigten Sorte zufriedenstellen zu können. Dies Resultat ist mit um so größerer Sicherheit zu erzielen, als ein jeder besonderer Guß in allen seinen Theilen von ganz gleichmäßiger Härte und Beschaffenheit ist, während es in der Macht des Fabrikanten liegt, dem ganzen Guß gerade den beliebigen Härtegrad zu geben.

Ueber die ausgezeichnete Qualification des Högbo-Bessemer-Stahls für Werkzeuge, als Dreh- und Hanmeißel, Stichel, Gewindbohrer und Baden für schneidende Instrumente u. s. w. liegen bereits die empfehlendsten Zeugnisse der geachtetsten hiesigen und auswärtigen Etablissements vor.

Agent der Herren Elffstrand und Comp. ist Herr Hermann Kirchhoff in Berlin, Breite Straße 28, welcher gern Proben, auch nach außerhalb, verabreicht.

Vorausichtlich wird dieser schwedische Gußstahl eine allgemeine Anwendung um so mehr finden, als die Preise sehr billig sind.

Bewährt sich dieses Verfahren, so ist namentlich für die Verfertigung der stählernen Geschütze etwas Außerordentliches gewonnen. Die Darstellung derselben wird im höchsten Grade erleichtert, die Kosten werden verringert, die ganze Schwierigkeit, sehr große Massen von Stahl zu gießen, hört auf.

Auf der Ausstellung in London im Jahre 1851 zeigte sich die deutsche Stahlindustrie von einer glänzenden Seite, abgesehen von den unzähligen Produkten aus dem trefflichsten Stahl, hatte die Fabrik von Krupp einen Stahlklotz von 4300 Pfund geliefert, welcher absichtlich in zwei Stücke zerschlagen worden war, um seine Gleichmäßigkeit und Feinheit zu zeigen. Die Engländer zeigten hier recht, daß sie gar nicht begriffen hatten, was sie sahen, denn sie äußerten sich dahin, daß es eine Schande sei, aus so schönem Stahle nichts anderes zu machen, als einen großen Klotz. Diese Größe war eben das Merkwürdige, sie bewies, daß der Stahl zu Sachen angewendet werden könne, die bisher außer seinem Bereich gelegen hatten, z. B. zu Achsen für Lokomotiven, zu Ankern u., wozu man sich bisher immer des Eisens bedient hatte, weil man Stahl nicht in so großen

Massen zu beschaffen vermochte, und welche man jetzt aus dem eine viel größere Sicherheit gewährenden Stahl zu machen im Stande war. Die Erfindung dieses wichtigen Zweiges der Stahlindustrie ist von einer sehr hohen Bedeutung.

Woodz. Indischer Stahl.

Im Gegensatz zu diesen Stücken von solcher riesigen Ausdehnung steht der indische Stahl, welcher in so kleinen Barren zu uns kommt, wie sonst kein Metall außer Gold und Silber. Dieser indische Stahl, Woodz genannt, zeichnet sich besonders durch die Fähigkeit aus, eine solche Härte anzunehmen, daß er anderen, gehärteten Stahl angreift, dabei aber eine noch viel größere Zähigkeit behält, als anderer Stahl beim Anlassen zeigt, was ihn zu Meißeln, Grabsticheln und ähnlichen schneidenden Instrumenten so höchst brauchbar macht.

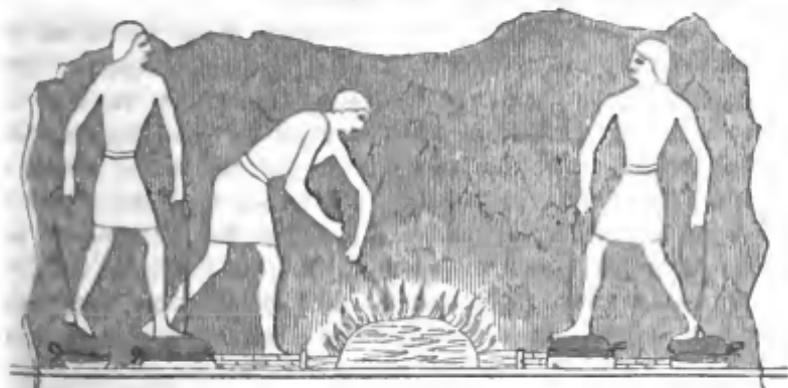
Woodz ist Gußstahl, welcher in Indien auf eine sehr ursprüngliche Weise bereitet wird. Man macht das Stabeisen, aus welchem man ihn erzeugt, gleichfalls in Indien, und zwar aus Magneteisenstein, welcher stark mit Quarz versetzt ist. Diesen Magneteisenstein zu pulvern und vom Quarz zu befreien, ist Sache der armen Frauen, welche das Erz zwischen zwei Steinen zerstampfen und dann mittelst eines Fächers von Palmen die leichten Quarztheile fortführen. Ein Schlemmprozeß statt des Wassers durch die Luft betrieben.

Die Männer bauen unterdessen den Ofen aus Thon auf, wozu sie, da er nur 4 bis 5 Fuß Höhe hat, nur einige Stunden brauchen und ihn auch schon am nächsten Tage heizen. Der Schacht desselben ist birnförmig und hat unten eine Weite von 2, oben von 1 Fuß. An einer Seite dieses Ofens ist eine Oeffnung von einem Quadratfuß Größe, welche während der Arbeit mit einem passenden Thonstück geschlossen, zum Herausnehmen des Eisenklumpens aber geöffnet wird.

Der Ofen wird ganz mit Holzkohlen gefüllt, dann bringt man unten hin einige glühende Kohlen, bläst sie an und bringt so den Ofen nach und nach in volle Gluth. Ist dieses geschehen, so wird oben auf die Kohlenfläche eine dünne Schicht des mit Wasser angefeuchteten Erzpulvers gebracht, und wie dieses niedersinkt mit den verglühenden Kohlen, so fährt

man oben fort mit Zugeben von Erz- und Kohleuschichten, stets mit einander abwechselnd. Nach vier bis fünf Stunden ist die Arbeit vollbracht.

Fig. 989.



Die Leute brauchen aber hierzu 2 Paar Blasebälge, welche mit den Füßen getreten werden. Man würde sich sehr irren, wenn man glaubte, diese Bälge hätten irgend eine Aehnlichkeit mit den unsrigen, im Gegentheil sind sie noch so, wie vor 4 bis 5000 Jahren dieselben in Aegypten gebräuchlich waren, und wovon Fig. 989 eine Ansicht giebt, den Darstellungen nach gezeichnet, welche sich auf dem berühmten und seit Jahrtausenden schon im Schutt liegenden Tempel von Luxor zeigen. Die Arbeiter stehen auf zwei Bälgen, der Druck des Fußes preßt die darin enthaltene Luft aus, der andere Fuß wird in demselben Augenblick gehoben und die Hand des Arbeiters zieht den Balg auseinander, damit er wieder Luft schöpfen könne, so geht es abwechselnd mit dem einen oder dem andern Beine, und da hier vier Beine in Thätigkeit sind, so wird der Luftstrom nie unterbrochen.

Balg, dies ist der rechte Ausdruck für dies Instrument. Es ist der Balg eines Thieres.

In Indien, wo man kein Thier schlachtet, um dessen Fleisch zu genießen, schlachtet man sie doch um des Felles, der Haare, der Hörner willen, und die Haut, welche ihm abgezogen wird, der Balg, wird zum Blasebalg. Dieser Balg wird abgezogen, indem man einen Schnitt rings um den Hals macht, das Fell umkehrt, und es nun so über das Thier streift, daß es nicht gespalten wird, daß kein Schnitt die Bauchseite austrennt, nur die 4 Beine müssen rundum gleich dem Hals eingeschnitten werden, um den Balg vom Thiere zu trennen, so hat man dann das Fell ganz und nur mit 6 Oeffnungen versehen, der nämlich von dem Halse, der von

dem Aftcr und den vier von den Beinen. In diese Halsöffnung wird ein Stück Bambusrohr eingesetzt, woraus der Wind entweichen kann, die vier Beine werden fest zugeschnürt, und in der sechsten Oeffnung sitzt das Ventil aus Stücken von Bambusrohr gemacht.

Diese gewöhnlich von Ziegenfellen gemachten Bälge werden nun ganz so gehandhabt, wie unsere Figur zeigt. Auf zwei entgegengesetzten Seiten des Ofens, rechts und links von der Thür, befinden sich die Düsen aus ungebranntem Thon gemacht, in denselben liegen die Mündungen der Bälge, die Bambusröhre, welche man von Zeit zu Zeit mit Wasser beneht, um sie vor dem Verbrennen zu schützen. Mit solchen Gebläsen arbeiten die Leute 4 bis 5 Stunden, in welcher Zeit sie ein Paar Centner Erz aufschmelzen, nun läßt man das Feuer abgehen, die Oeffnung des Ofens wird frei gemacht und die in der untersten Höhlung desselben liegende Eisenmasse wird, wenn sie im Begriff ist, zu erstarren, mit Zangen herausgenommen.

Die leichter schmelzbaren Schlacken sind noch flüssig geblieben und haften daher nicht gar zu fest an dem Eisen. Der größte Theil fließt herab und nur eine dünne Schicht bleibt auf der Oberfläche des Eisens, diese wird mit den Zangen abgetragt und dann wird die Luppe auseinandergehauen, doch nicht ganz, sondern nur soweit, daß man das Innere des Klumpens beurtheilen kann.

In diesem Zustande wird das Roheisen an die Grobschmiede verkauft, welche es sogleich verarbeiten können, dasselbe ist dennoch von so vorzüglicher Reinheit, daß man es gleich als Schmiedeeisen behandeln kann, daß es also gar kein Gußeisen ist. Die Sache scheint dadurch erklärlich zu werden, daß man aus 100 Pfund Erz nur 15 Pfund Eisen erhält, alle Unreinigkeiten mithin verbraunt, zerstört werden.

Um dieses Eisen nach indischer Mode in Stahl zu verwandeln, bringt man dasselbe in kleine Stücke zerschrotet in die Schmelztiegel, welche sehr klein sind, so daß sie höchstens 2 Pfund Eisen fassen. Auf einen solchen Tiegel, dessen Inhalt man genau abwägt, nimmt man ungefähr $\frac{1}{10}$ des Gewichts Eisen, an Holz und Blättern von der *Cassia auriculata*, oder von einer *Asclepias*, hier hinein wird das Eisen eingebettet, denn das Holz ist zu kleinen kurzen Spähnen zerhackt, die Blätter aber werden oben aufgelegt. Sind die Tiegel soweit gefüllt, so werden sie mit feuchtem Lehm fest zugestampft, worauf man sie langsam trocknen läßt und die entstehenden Sprünge immer gut ausbessert. Sind sie erst luft- und dann sonnentrocken, so bringt man sie in einen Ofen, wie der vorhin beschriebene, sie stehen auf einer hohen Kohlschicht, werden darin einzeln nebeneinander gesetzt, immer mit Kohlen genau umgeben und werden auch wohl noch in

einer zweiten Reihe über der ersten aufgehäuft, doch immer mit der Rücksicht, daß genügend Kohlen zwischen ihnen sind, worauf man sie noch ganz damit bedeckt.

Nunmehr zündet man von den Düsen her die Kohlen an und läßt das Gebläse Anfangs sehr langsam, dann immer mehr und stärker wirken, bis die ganze Masse in vollster Weißgluth steht, was ungefähr nach einer halben Stunde statthat.

Jetzt hört das Blasen auf und man erwartet das freiwillige Abkühlen des Ofens, ist dieses so ziemlich erreicht, so wird derselbe geöffnet und die hinausgenommenen Tiegel werden dann im Freien vollständig abgekühlt und nun entleert.

Der so gewonnene Stahl erscheint in kleinen Klumpen von der Form des Tiegels, in dem er erstarrt. War der Stahl wirklich ganz geschmolzen, so ist die obere ebene Fläche desselben ganz frei von Blasen und scharfen Kanten, wohl aber sieht man darauf damastartige, aber gradlinige Figuren, welche strahlenförmig von der Mitte ausgehen. Gewöhnlich findet man den sechsten Theil der eingesehten Tiegel nicht vollkommen geschmolzen und diese kleinen Klumpen sind zu kohlenstoffreich, um gehämmert zu werden. Bei dem nächsten Schmelzverfahren bringt man diese Stücke ohne Schmelztiegel direkt in die Kohlen, und zwar an einer Stelle, wo der Luftstrom der Düse sie gerade treffen kann, wodurch ein Theil ihres Kohlenstoffgehaltes verbrennt und sie nunmehr sehr gut hämmerbar werden.

Aus diesem Umstande scheint hervorzugehen, daß der indische Stahl nicht aus Schmiedeeisen gemacht, durch die Operation gekohlt, sondern daß er aus Gußeisen gemacht und entkohlt ist. Zur Cementation des Stahleisens ist selbst bei so kleinen Quantitäten der Zeitraum von 2 bis 3 Stunden ein viel zu kurzer, wenn aber vollends das unfertige geschmolzene Stück zu viel Kohle hat, das besser geschmolzene aber desselben weniger enthält, so scheint dieses zu beweisen, daß hier nichts weiter geschieht, als eine vortreffliche Sorte Roheisen aus ihrer Verkohlung zu reduciren.

Die kleinen Klumpen werden nach einfachem Glühen unter sehr kleinen Handhämmern von kaum 2 Pfund Gewicht zu Stangen ausgestreckt. Wie es scheint, ist die Stahlbereitung in Indien noch ganz dieselbe, wie sie zur Zeit des Zuges Alexanders des Großen gewesen, aber trotz dessen ist es uns noch nicht gelungen, einen Stahl zu machen, welcher jenem gleich käme. Es giebt der Beispiele mehrere, daß scheinbar wenig gebildete Völker technische Fertigkeiten besitzen, mit denen sie Alles übertreffen, was unsere künstlichsten Maschinenkonstruktionen und unsere besten chemischen Operationen zu leisten vermögen.

Der Stahl der Indier, so wie der Lack der Chinesen ist der Beweis

für das Eine, und die Feinheit des Flechtwerks der ersteren, welche aus Bambussplittern Theetassen machen, so wie die feinen baumwollenen Mouffeline der Indier, welche noch auf keinem europäischen Webstuhl in gleicher Schönheit geliefert worden sind, mögen das Letztere beweisen.

Großes Aufsehen machte Jahrhunderte lang der sogenannte Damascenerstahl. Es scheint, als sei der echte kein Produkt Klein-Asiens, es scheint, als sei er nicht in Damascus verfertigt, sondern er komme aus Indien, er ist in diesem Falle also wirklich Woods. Tavernier, ein berühmter Reisender, welcher sich im 17. Jahrhundert über 40 Jahre lang in der Türkei, in Persien und in Indien aufgehalten, hat aus Damascus kleine Stahlbarren von Cylindersform, von noch nicht einem Zoll Stärke und etwa einem Fuß Länge mitgebracht, welche ein Handelsartikel der Indier sind und von diesen nach Persien gebracht, oder von den Persern aus Indien geholt werden. Aus diesen Stahlbarren schmiedet man nun in Damascus jene berühmten Säbelklingen, indem man einen Stab in der Mitte durchschlägt und jede Hälfte zu einer Klinge streckt.

Die Oberfläche dieser Klingen ist nicht blank, polirt, sondern hellgrau von Farbe, sie zeigt sich fein gewässert mit krummlinig oder gradlinig nach allen möglichen Richtungen verlaufenden und sich kreuzenden Linien. Die Klingen sind so hart, und zugleich so zähe, daß man einen Nagel damit durchhauen kann, ohne daß die Klinge schartig wird.

Man glaubt, das Wesentliche dieser Damascirung liege besonders in der geschickten Verbindung mehrerer Stahlorten von verschiedener Härte, das heißt von verschiedenem Kohlenstoffgehalt. Das Zusammenschweißen dieser Stahlorten macht sie niemals homogen, um dieses zu erreichen, müßte man sie schmelzen, aber gerade mit erlangter Gleichmäßigkeit würde auch das blumigte Ansehen schwindet. Der Damascener-Stahl ist für Stahl dasjenige, was sehniges oder fasriges Eisen für Eisen ist, es ist ein ungleiches streifiges Gefüge, aber gerade deshalb für geschmiedete und gestreckte Gegenstände von um so größerem Werthe, je fasriger es ist.

Man hat die närrische Behauptung aufgestellt, Damascener-Stahl sei aus Stahl und Eisendraht zusammengeschiedet, und hat für den ersteren den Clavierdraht ausgegeben. Erstens aber ist dieser Draht nicht Stahl, sondern Eisen und der Name Stahlsaiten ist ein irrthümlicher, zweitens aber würde solcher Draht, ins Feuer gebracht, sofort verbrennen. Die sich erzeugende Oxidschicht würde stärker sein, als das in der Mitte übrigbleibende Eisen. Aber dies ist wahrscheinlich und möglich, daß vielerlei Stahl in Pakete zusammengelegt, gewunden und gedreht, und dann zusammengeschiedet und auf diese Weise bunt und blumig gemacht wird. Wie es aber im Orient gemacht wird, wissen wir nicht.

Bei uns ist die gewöhnliche Art zu damasciren, folgende: Man bindet $\frac{1}{2}$ Duzend Stahlstäbe ganz verschiedener Sorten mit ganz dünnen Stahlklammern zusammen, erwärmt das Packet und dreht es fünf bis sechs Mal um seine eigene Achse, so daß ein Strick daraus entsteht. Nun glüht man diesen Stahlbündel stärker und schweißet ihn zusammen.

Die Stange wird in 4 Stücke zerschlagen und diese werden wieder zusammengebunden und geglüht und nach einer entgegengesetzten Richtung gedreht, hierauf geschweißet und wenn dieses geschehen ist, der Länge nach aufgeschrotet, mit dem Rücken zusammengelegt und wieder unter dem Schweißhammer verbunden.

Aus so behandeltem Stahl geschmiedete Klingen haben eine außerordentliche Zähigkeit, ein sehr natürliches und doch sehr mannigfaltiges Muster.

Ein Franzose, Clonet, welcher eine große Klingenfabrik besitzt, hat Säbel von ganz ungewöhnlicher Schönheit geliefert, und er scheint das Räthsel der bis jetzt verborgen gebliebenen echten Damascirung gefunden zu haben. Vor allen Dingen hat er dargethan, daß der Stahl der orientalischen Klingen kohlenstoffreicher sei als der europäische und er hat ferner dargethan, daß in demselben mehrere verschiedene Kohlenstoffverbindungen sind, eigentlicher Stahl, sehr wenig gekohltes Gußeisen und etwas mehr gekohltes Gußeisen. Die Gußeisensorten, wenn sie zu den weißen gehören, sind immer härter als Stahl, der Stahl dagegen ist dasjenige, was zähe ist in der Verbindung.

Auch in unserem europäischen Stahl, welcher Gattung er auch immer sei, findet ganz dasselbe statt, aber da wir denselben in gußeiserne Formen gießen, so entsteht eine viel zu rasche Abkühlung, als daß eine Sonderung möglich wäre, wenn dagegen, wie bei der indischen Stahlerzeugung der fertig gewordene Stahl im Glühofen bleibt, und sehr langsam, Schritt für Schritt, mit dem Ofen selbst erkaltet, so bleibt Zeit genug übrig, daß sich die verschiedenen Kohlenstoffverbindungen des Eisens von einander trennen. Wenn man nun den so gewonnenen Stahl schmiedet, die Oberfläche polirt, und darauf mit einer Säure äht, so kommen natürlich diese Unterschiede zum Vorschein, die nebeneinander liegenden fadenförmig gesonderten Kohlenstoffverbindungen zeichnen sich durch verschiedene Farben aus, das eine ist hell-, das andere dunkelgrau, so lassen sie sich deutlich unterscheiden und da in den kleinen Klumpen Stahl diese Aussonderung in der mannichfaltigsten Weise vor sich gegangen ist, so bedarf es gar keines so oft wiederholten Schmiedens, um den gewünschten Erfolg zu erzielen.

Daß in dem indischen Stahl eine größere Quantität Kohlenstoff enthalten, als in dem unsrigen, scheint wahr zu sein, und wahrscheinlich rührt daher auch die Unmöglichkeit, indischen Stahl in Europa zu verarbeiten.

Es ist eine bestimmte Temperatur nöthig, damit so kohlenstoffreicher Stahl geschmiedet werden könne.

Wird der Stahl zu warm, so zerbröckelt er unter dem Hammer wie Gußeisen, mit welchem er durch seinen zu großen Kohlengehalt verwandt ist. Wenn dagegen die Temperatur nicht hoch genug ist, so wird er bald hart und spröde und will dem Hammer gar nicht nachgeben, er wird, wie die Leute sagen, widerspenstig und will sich nicht verarbeiten lassen. Die Indier und die Asiaten überhaupt, welche nur mit ganz kleinen Massen arbeiten, wissen die richtige Temperatur sehr genau zu treffen und festzuhalten, und darum gelingt ihnen auch die Bearbeitung dieses widerspenstigen Stahles vollkommen.

Den Damast des Stahles durch Zusammenschmieden von Stahl und Eisen hervorbringen zu wollen, ist wirklich unsinnig. Die Verschiedenheit der Farbe wird allerdings noch auffallender erreicht werden, als bei der Vereinigung von mehreren Stahlorten. Aber da, wo das Eisen ist, wird das Messer oder der Säbel niemals schneiden, und wenn solche Vermischung von Eisen und Stahl in der dicken Masse der Klingen wirklich einen Vortheil hätte, so würde derselbe dadurch schwinden, daß es unmöglich wäre, aus diesem Stahl eine gleichmäßig scharfe und gleichmäßig harte Klinge zu verfertigen.

Unterschied zwischen Stahl und Eisen.

Diese Legirung von Eisen und Kohle unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Eisen erstens dadurch, daß sie überhaupt Kohle enthält, dann aber von Guß- und Roßeisen dadurch, daß sie viel weniger Kohlenstoff enthält. Im Roßeisen steigt die Menge des Kohlenstoffes bis auf $3\frac{1}{2}$ Procent auch wohl darüber noch, wovon chemisch gebunden erscheinen, im grauen Roßeisen 1 Procent, im ordinären weißen Roßeisen $1\frac{1}{2}$ Procent, im vollkommenen Spiegeleisen 3 Procent, die sonst noch vorkommende Kohlenmenge ist dem Eisen nicht chemisch beigemischt.

Bei dem Stahl ist die Masse der beigemengten Kohle von $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ Procent, und chemisch gebunden ist von dieser Kohle etwas weniger als $\frac{1}{2}$ Procent bis zu etwas mehr als 1 Procent.

Das Eisen, gnt ausgeschmiedet, enthält doch noch immer $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{10}$ Procent Kohle, wovon $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{10}$ chemisch gebunden sind.

Aus diesen von Bromeis aufgestellten Analysen ergibt sich die Richtigkeit der oben ausgesprochenen Ansicht, daß selbst das beste Stabeisen nicht frei von Kohlenstoff sei, aber das halbe Procent, welches der Stahl mehr hat als das Schmiedeeisen, bewirkt daß er ganz bequem schmelzbar ist, was mit dem Stabeisen nicht der Fall, so wie ferner die zwei Procent Kohle, welche das Roheisen mehr hat als der Stahl, bewirken daß dieses noch sehr viel leichter schmilzt als eben der Stahl.

Dieser letztere zeigt eine in's Graue spielende weiße Farbe, indessen das Eisen ganz rein weiß ist, sein Bruch ist körnig und von der mehr oder minderen Feinheit dieses Kornes geht man bei der Beurtheilung des Stahles aus; bei recht schönem Gußstahl sieht die Bruchfläche fast gar nicht zackig, sondern ganz eben und so hellgrau aus, daß man sich veranlaßt sieht, sie weiß zu nennen.

Wenn in dem Stahl Adern vorkommen, so zeigt sich dieses auf dem Bruch sehr deutlich, gehen diese Adern mit der Länge der Stange parallel, so hat dieses in den mehren Fällen nichts Nachtheiliges, man nennt solchen Stahl sehnig, und es ist diese Eigenschaft fast nicht zu beseitigen, selbst durch das vielfältigste Umschmieden, nur durch das Schmelzen vermag man völlige Gleichheit hervorzubringen, und dieses auch nur, wie wir bereits gesehen haben, wenn man den verschiedenen Kohlenstoffverbindungen, aus denen der Stahl besteht, nicht Zeit gewährt, sich durch langsames Abkühlen von einander zu sondern.

Das Kohlenstoffeisen ist ungewöhnlich hart; in welcher Art es diese Härte dem Kohlenstoff verdankt, ist vielleicht sehr schwer zu ermitteln. Kohlen scheinen sehr weich, sie lassen sich ohne Schwierigkeit mit einem Messer schneiden, allein Kohlen sind bei alledem sehr hart, vom reinsten krystallisirten Kohlenstoff, vom Diamant angefangen, den von Allem, was wir auffinden können, nichts an Härte übertrifft, bis zu dem weichen Kohlenpulver herab, mit welchem wir uns die Zähne putzen; dieses weiche Kohlenpulver ist nämlich so hart, daß es gehärteten Stahl angreift. Wenn man einen polirten Stahlgegenstand, z. B. die Klinge eines Rasirmessers oder die Fläche des Kastens einer englischen Lichtscheere mit der Fingerspitze, die in ein solches Kohlenpulver getaucht ist, reibt, so zeigt sich in wenig Sekunden auf der geriebenen Stelle ein matter Fleck. Demnach würde die Weichheit des Materials uns kein Hinderniß in den Weg legen, was aber überhaupt nicht geschieht, denn auf diese Weichheit oder Härte kommt es gar nicht an, wie man bei allen Legirungen sehr wohl bemerken kann. Kupfer und Gold sind beide sehr weich, ebenso Kupfer und Silber. Mit einander verbunden erscheinen sie hart genug, um bearbeitet werden zu

können, Kupfer und Zinn sind außerordentlich weich, miteinander legirt (9 Theile Kupfer mit 1 Theil Zinn) geben sie das harte Kanonenmetall.

Man weiß demnach sich nicht zu erklären, auf welche Weise die Härtung vor sich geht, würde man eine Gewißheit darüber haben, daß hier eine chemische Verbindung zwischen Eisen und Kohle vorläge, so bedürfte es keines weiteren Wortes. In dem ganzen Bereich der Chemie findet man dasselbe wiederholt, daß zwei Elemente miteinander verbunden einen neuen Körper geben, welcher von den Eigenschaften, die seine einzelnen Bestandtheile hatte, vielleicht nicht eine einzige mehr zeigt. Zudem da wir auch für die Legirungen, für die Verbindung zweier Elemente, welche nicht nach genau bestimmten Zahlenverhältnissen vor sich gehen, nichts Besseres wissen, so bleibt uns auch hier nichts weiter übrig, als zu erklären: zwei solche Körper, also z. B. Eisen und Kohle, bilden einen dritten Körper von ganz anderen Eigenschaften als die einzelnen Elemente hatten.

Bei den Untersuchungen über diesen Gegenstand verwickelt man sich geradezu in Widersprüche. Löst man Roheisen in concentrirter Salzsäure auf, so entwickelt sich eine beträchtliche Menge von Kohlenwasserstoffgas, und dieses nöthigt uns zu der Annahme, daß im Roheisen eine chemische Verbindung von Eisen und Kohlenstoff vorhanden sei. Erstarrt aber das geschmolzene Roheisen, nachdem es bei hoher Temperatur flüssig geworden war (etwas das der chemischen Verbindung der beiden Stoffe, die das Roheisen bilden, sehr günstig ist), so findet, besonders wenn die Erkaltung nicht rasch vor sich geht, eine ganz deutliche Ausscheidung des Kohlenstoffes in Gestalt feiner Graphitblättchen statt, was wiederum ganz und gar gegen die Annahme einer chemischen Verbindung spricht.

Zu diesem sehr einfachen Versuch sind eine große Menge anderer von den berühmtesten Gelehrten gekommen, welche alle dahinauslaufen, daß Eins oder das Andere oder Beides stattfinden müsse. Wenn man also mit Bestimmtheit weiß, daß bei gekohltm Eisen entweder eine Legirung oder eine chemische Verbindung, oder Beides stattfindet, so ist man eben so klug als vorher, nämlich man weiß nichts.

Eigenschaften des Stahls.

Der Stahl hat eine grauweiße Farbe und unterscheidet sich durch diese Farbe von dem Eisen, mit welchem er zusammengeschweißt worden, sehr deutlich. Bei den Tischlerwerkzeugen, z. B. namentlich bei den sogenannten Streckbeuteln, wird neben großer Härte der Schneide doch große Zähigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen grobe Zumuthungen von Seiten der Gesellen und Lehrburschen gefordert. Dieses wird dadurch erreicht, daß man eine Stahl- und eine Eisenplatte zusammengeweißt. Auf der sogenannten Fase, welche von der Rückseite, wo das Eisen liegt, nach der Vorderseite, wo der Stahl befindlich ist, schräge herabläuft, kann man sowohl bei dem ganz neuen, noch nicht gebrauchten Instrument, als auch später bei dem schon vielfach geschliffenen auf das allerdeutlichste die Grenze zwischen Eisen und Stahl wahrnehmen.

Der Stahl nimmt eine viel höhere Politur an als das Eisen, gewöhnlich läuft die Fähigkeit Politur anzunehmen parallel mit der Dichtigkeit, nur ist sehr merkwürdig, daß erstens gehärteter Stahl nicht so dicht ist als ungehärteter, daß zweitens aber der gehärtete Stahl bei der Politur einen sehr viel höheren Glanz annimmt als der ungehärtete.

Die Leute sagen gewöhnlich, der Stahl sei niemals sehnig gleich dem Eisen, dies ist ein gründlicher Irrthum, im Gegentheil, man sollte sagen, er sei eben so gut und gerade so sehr sehnig als das Eisen.

Wo der Stahl aus dem Roheisen durch Verbrennen eines Theiles des Kohlenstoffes gemacht ist, wo der Stahl nachher unter dem Schmiedehammer zuerst von der Schlacke befreit, dann aber gestreckt worden ist, zeigt derselbe jederzeit jenes sehnige, streifige Gewebe, welches man beim Eisen als einen großen Vorzug zu rühmen pflegt, und welches beim Stahl, sobald derselbe zu groben Instrumenten verwendet wird, eben so werthvoll ist, besonders wenn sie durch Hebelkraft, mit welcher sie wirken sollen, wie Stemmeisen und dergleichen, angestrengt werden.

Dasjenige Eisen, welches wir Gußeisen nennen, es sei nun einmal, zweimal oder gar nicht raffinirt, hat keine Sehnen, gerade so ist es mit dem Gußstahl, gleichviel ob raffinirt oder nicht, er ist durchaus ohne alle Streifen, wie das auf gleiche Weise bereitete Eisen.

Das spezifische Gewicht des Stahles ist 7,6 bis 7,8 und es schwankt hierin wie das Gußeisen, indeß das reine Schmiedeeisen einer solchen Schwankung natürlich nicht unterliegt, da es ein Element ist, Stahl aber

eine Legirung zweier Elemente und zwar, wie wir bereits wissen, eine Legirung in verschiedenen Verhältnissen.

Die Härtung bringt eine Ausdehnung hervor, wie wir bereits gesagt haben, sie ist aber so stark, daß geschmiedeter Stahl, welcher 7,8 wiegt, nach dem Härten nur noch 7,6 specifisches Gewicht zeigt. Man glaubt dies so zu erklären, daß die einzelnen Theilchen des Stahles, welche durch Glühen stark ausgedehnt worden, nun beim plötzlichen Erkalten, d. h. eben beim Härten in dieser ausgedehnten Lage verharre. Dies ist nun unter allen Umständen unrichtig. Wenn man eine Stahlstange in dem Augenblick wo sie glühend und zum Härten bereit aus dem Feuer kommt, zwischen die gekrümmten Spitzen eines Tasterzirkels nimmt und dann den Stahl ablöscht um ihn zu härten, so wird man wohl wahrnehmen, daß er zusammengezogen ist, daß sein Volumen sich meßbar verringert hat. Der Unterschied zwischen dem Stahlstabe vor dem Ausglühen und demselben Stahlstabe nach dem Härten ist aber nicht meßbar, wenn schon unzweifelhaft eine Ausdehnung da ist, wie uns das verringerte specifische Gewicht mit großer Schärfe zeigt. Die Behauptung also, daß der gehärtete Stahl in demselben Ausdehnungszustande beharre, in welchem er beim Glühen gewesen, ist unrichtig, dagegen läßt sich nicht bestreiten, daß eine Spannung der Theilchen untereinander stattfindet, und daß sie sich wahrscheinlich in demselben Zustande befinden wie das Glas, wenn dasselbe nicht langsam genug abgekühlt ist. Auch in diesem findet eine viel größere Härte statt als in dem wohlgekühlten Glase, sie geht in die größte Sprödigkeit über, wenn aus dem nicht langsamen Abkühlen ein plötzliches, ein schnelles wird. So auch ist der Stahl nach dem Erkalten so spröde, daß eine ziemlich starke Stange, auf steinigem Boden fallend, in mehrere Stücke zerbricht.

Das eigentliche Härten besteht darin, daß man den Stahl roth glüht und ihn dann plötzlich in kaltes Wasser taucht. Er erreicht hierbei denjenigen Grad, welchen man glashart nennt, er ist aber bei weitem härter als Glas. Für viele Gegenstände ist so gehärteter Stahl: nothwendig, z. B. für Feilen. Für die mehrsten anderen Werkzeuge, welche Härte fordern, ist jedoch Glashärte nicht brauchbar. Alle Dießel, selbst diejenigen, mit welchen man Stahl meißeln will, alle Schneidwerkzeuge, selbst diejenigen, mit denen man stählerne Schrauben schneiden will, dürfen nicht von glashartem Stahl sein, die einzige Ausnahme bildet, wie gesagt, die Feile.

Um diese geringere Härte (welche groß genug sein muß um ungehärteten Stahl kräftig anzugreifen) hervorzubringen, hat man mehrere Mittel, z. B. das Ablöschen des geglühten Stahls in anderen Flüssigkeiten als in Wasser. Bei den Messerschmiedern und allen denen, welche Rlingen fabriciren, nimmt man statt des Wassers Del, gewöhnliches nicht trock-

nendes Brennöl. Zu anderen Sachen, welche bei großer Härte doch eine große Zähigkeit haben sollen, bedient man sich des Talges.

Ohne daß sie es wissen benutzen hier die Arbeiter die gebundene Wärme schmelzender, fester Körper. Wir wollen annehmen, das Wasser und der Talg, welcher zum Härten angewendet wird, habe gleiche Temperatur, etwa 5 Grad. Der glühende Stahl in Wasser oder in harten Talg gesteckt, kühlt sich demnach auf eine ganz gleiche Stufe ab, nun aber kommt der Chemiker und sagt: um in das harte Talg einzubringen, muß der Stahl sich nicht allein bis auf 5 Grad abkühlen, er muß auch noch von seiner Wärme soviel abgeben, als nöthig um das Talg zu schmelzen, das beträgt 70 Grad, es wird mithin das Eisen noch um so viel mehr seiner Wärme beraubt als die 70 Grad betragen. Ein Temperaturunterschied, eine Temperaturentziehung von durchaus nicht geringer Bedeutung.

Man würde sich gar nicht wundern, wenn in Folge dessen der so gehärtete Stahl viel härter wäre als der in Wasser behandelte, dies ist aber keinesweges der Fall, im Gegentheil er ist nicht so hart, aber er ist auch bei weitem nicht so spröde, und ist daher sofort zu vielen Dingen anzuwenden, zu denen der im Wasser gehärtete Stahl, so wie er da ist gar nicht gebraucht werden kann.

Der Stahl fordert für das Härten nur eine gewisse Rothglühhitze, wird diese überschritten, so wird er verbrannt. Jeder Schmied und jeder Schlosser muß bei der ihm noch unbekanntem Stahlorte Lehrgeld zahlen. Die deutschen Schmiede können englischen Gußstahl in der Regel gar nicht bearbeiten, weil sie ihn beim Schmieden sowohl als beim Härten viel zu sehr erhizen. Es gehört jedoch nur einige Uebung dazu, um sich mit der Temperatur vertraut zu machen, welche er gerade fordert. Ist er verbrannt, so ist er grobkörnig und hat seine Festigkeit und Zähigkeit ganz verloren.

Vielerei ist versucht worden, um verbrannten Stahl wieder herzustellen. Die Schmiede pflegen, wenn sie es bemerken, daß er zu große Hitze hat, denselben aus dem Feuer zu nehmen und sofort mit einem in Wasser getauchten Hammer zu überschmieden und dann nochmals mäßig zu glühen und zu härten. Ist der Stahl aber sehr verbrannt, so gelingt es auf diese Weise nicht ihn wiederherzustellen. Es sind nun von den Technikern in diesem Fache allerlei Versuche angestellt, und sie haben im schwarzen Pfeffer, in der harten Seife, im Kochsalz, in der Asafoetida das Richtige zu finden gehofft, sie haben solche Beimengungen dem Thran, dem Del, dem Talg, womit sie das Härten wiederholten, gegeben; was dabei hilft ist lediglich die Temperatur des Löschmittels gegenüber der Temperatur des Stahles, und darum kommt man mit Wasser eben so gut

aus als mit den übrigen Quacksalbereien, wenn man ihm nur die richtige Temperatur giebt.

Der verbrannte Stahl wird vorsichtig bis zur schwachen Rothglüh- hitze erwärmt, und dann in kochendes Wasser eingetaucht, hierbei bleibt er vollkommen weich, und wenn man den Versuch wiederholt, dann aber zum Härten schreitet, so erhält er seine ganze frühere Kraft und Zähig- keit wieder.

Das Abhärten geglühten Stahls in Quecksilber wird von Geheimniß- krämern und von gewissen Handwerkern, die an Geheimnißkrämerei glau- ben, empfohlen und gepriesen, als ein Mittel unübertreffliche Härte hervor- zubringen. Man darf sich aber nur selbst fragen und die Vernunft ant- worten lassen, so wird, auch ohne daß man ein großer Techniker ist, das Richtige herauskommen.

Die Härtung bezweckt ein plötzliches Abkühlen des glühenden Stahls, um dadurch eine Spannung seiner Theile hervorzubringen, vermöge deren er den verlangten Widerstand leistet. Hierzu muß man ein Abkühlungs- mittel haben, welches möglichst viel Wärme verschluckt, und als solches wirkt das Wasser ganz besonders durch seine große Wärmecapacität. Es entzieht dem glühenden Stahl die ihm mitgetheilte Hitze in größtem Maße und mehr als irgend eine andere Substanz, Quecksilber dagegen entzieht dem dargebotenen heißen Körper die Wärme vermöge seiner höchst geringen Wärmecapacität in einem so unbedeutenden Grade, daß die beiden Körper, der heiße und der kalte, eine gemeinschaftliche Temperatur erhalten, bei welcher eine Härtung unmöglich ist.

Um meinen Lesern verständlich zu werden, muß ich ein Experiment anführen, welches die Sache sehr einfach erklärt.

Wenn man ein Pfund Wasser von 34 Grad R. Wärme zu einem Pfund Quecksilber von 0 Grad gießt, so werden beide Körper ihre Tem- peratur verändern und eine gleiche annehmen, und zwar wird in diesem Falle diese Temperatur 33 Grad sein. Das Wasser hat also nur die- jenige Wärme verloren, vermöge deren es um 1 Grad erhöht worden wäre. Dieser eine Grad hat aber ausgereicht um ein Pfund Quecksilber auf 33 Grad steigend zu machen.

Die Probe auf dies Exempel wird durch die Berwechselung der beider- seitigen Temperaturen erlangt. Wenn man ein Pfund Quecksilber von 34 Grad in ein Pfund Wasser von 0 Grad gießt, so erhalten beide Kör- per zusammen eine Temperatur von 1 Grad. Dies will sagen die Wärme- menge von 33 Grad, welche das Quecksilber abgegeben hat, reicht nicht weiter als um das Wasser um einen Grad zu erhöhen,

Wenn meine Leser die Zahlenwerthe dieses Experiments auch nicht

gelannt haben, so war ihnen doch unzweifelhaft bekannt, daß das Quecksilber sehr viel leichter erhitzt wird als das Wasser und daß folglich ersteres kein geeignetes Löschmittel sei, wenn es darauf ankommt dem eingetauchten Körper eine große Menge Wärme schnell zu entziehen. Das Eisen welches 500 Grad Hitze hat, in Quecksilber eingetaucht würde dasselbe zum Kochen und zum Verdampfen bringen, würde also die Arbeiter großen Gefahren aussetzen, weil die Dämpfe des Quecksilbers giftig sind und das Einathmen derselben höchst gefährliche Folgen nach sich zieht, ja tödtlich werden kann. Wenn aber glühender Stahl in kochendem Wasser abgelöscht, schon nicht gehärtet wird, da es doch nur 100 Grad Wärme hat, wie wird es denn im kochenden Quecksilber gehärtet werden, da dieses doch 400 Grad Wärme hat, also zwischen dem Eisen und dem Quecksilber kaum ein Temperaturunterschied stattfindet.

Man sieht hieraus, wie vielfältig ein Thor dem andern nachspricht und nachschreibt, und wie vorsichtig man bei der Benutzung solcher Geheimmittel oder selbst der Angaben technisch wissenschaftlicher Werke sein muß.

Demnächst würde die Härtung in Quecksilber nur im allerkleinsten Maßstabe ausführbar sein, denn Quecksilber ist theuer, es kostete sonst einen Thaler das Pfund. Ein Pfund Quecksilber ist aber dem Manne nach nicht so viel, als man in einer anständigen Conditorei an Sahne zu seinem Caffee erhält. Seit aber Herr von Rothschild die Quecksilberbergwerke in Spanien durch Vorschüsse an die dortige Regierung zu seinem Eigenthum gemacht hat, ließ er sein Anlag капитал auf eine höchst erlaubte Weise und ohne allen Wucher 100 Prozent Zinsen tragen, er verdoppelte nämlich den Preis des Quecksilbers und dasselbe kostet seit dieser Zeit 2 Thlr. Das kann ihm niemand übel nehmen und es auch gewiß nicht als Wucher bestraft werden, war aber auch schon vorher das Quecksilber nicht anwendbar zum Härten seines hohen Preises wegen, so ist es natürlich bei den doppelt hohen Preisen noch weniger anwendbar.

Handelt es sich darum, nur die Oberfläche eines Körpers in Stahl zu verwandeln, so bedient man sich jetzt eines viel einfacheren Mittels, als des Einsetzens. Man macht das zu verstählende Eisen hellroth, faßt ein Stück Gußeisen, welches dunkelrothglühend ist, mit einer Zange und reibt hiermit das Eisen tüchtig ein, so verbindet sich das Kohleneisen oberflächlich mit dem reinen Eisen.

Hat man dieses Reiben so lange fortgesetzt, bis das hellrothe Eisen einen Theil seiner Wärme verloren hat, und nur noch gerade die zum Härten erforderliche Hitze zeigt, so wird das Eisen in Wasser getaucht und

die Oberfläche ist nunmehr stahlhart, indessen das Innere den zähen Widerstand leistet, welchen man am Eisen gewohnt ist.

In einer Eisengießerei kann dieses Ueberstählen noch viel leichter gemacht werden. Man taucht die glühende Eisenmasse in einen Tiegel, der hellroth geschmolzenes Gußeisen enthält und bewegt sie darin eine kurze Zeit hin und her. Es findet hierbei dieselbe Vereinigung zwischen dem Gußeisen und Schmiedeeisen statt, wie im vorigen Falle. Da jedoch das Gußeisen im geschmolzenen Zustande weit reichlicher an dem Schmiedeeisen haftet, so wird der Ueberzug auch sehr viel stärker.

Noch ein anderes Mittel, diese Stählung hervorzubringen, ist das Blutlaugensalz, welches gepulvert und getrocknet auf das glühende Eisen gestreut wird. Dann in das Wasser gebracht, erweist sich das Eisen allgemein hart, und es ist auch hier, wie bei allen anderen Mitteln, um Stahl zu erzeugen, nichts Anderes geschehen, als daß man dem Eisen Kohlenstoff dargeboten hat, in einer Form, welche die Aufnahme desselben und die Verbindung mit dem Eisen begünstigt und erleichtert. Das Blutlaugensalz ist nämlich Cyaneisenkalium, und dieses ist eine Kohlenstoffverbindung, vermöge deren das Eisen durch Aufnahme des Kohlenstoffes in Stahl verwandelt wird.

Alle drei Methoden darf man unbedenklich anwenden, wenn es zweckmäßig ist, irgend einen eisernen Gegenstand an seiner Oberfläche mit Stahl zu überziehen. Die industriellen Engländer haben uns aber gezeigt, daß man es eben so unbedenklich thun dürfe, wenn man die Leute mit scheinbar stählernen Waaren betrügen will. Unzählige jener wohlfeilen Messer, Scheeren und sonstiger schneidenden Instrumente, welche von England ausgehen, in ganzen Schiffsladungen den Continent überschwemmten, bevor man sie in der Technik erreicht hatte, waren nur von Eisen und auf die gedachte Weise verstäht. Das erste Schleifen entfernte die leichte Decke und es blieb dem Käufer nichts, als ein wertloses Stück Eisen. Wenn wir in unserer Bewunderung des Auslandes und seiner Großthaten so fortfahren, wie wir es bis jetzt betrieben, so ist alle Aussicht dazu vorhanden, daß wir es auch noch einmal so weit bringen wie die industriellen Engländer.

Anlassen des Stahls.

Ein besonderes Kennzeichen des gehärteten Stahles ist seine große Sprödigkeit, nichts aber ist unbequemer, als gerade diese, denn sie führt dazu, daß die Instrumente, deren Härte uns sehr willkommen ist, doch bei der geringsten Ungeschicklichkeit des sie Handhabenden zerbrechen. Es wäre wohl möglich, daß man mittelst eines gut gehärteten Säbels, der von einer kräftigen Hand geführt wird, einen Kürass durchhaute, oder einen eisernen Helm, eine tüchtige klaffende Wunde beibrächte; allein der Säbel würde bei dem ersten Hiebe zerbrechen. Man erzählt sich aus den alten Ritterzeiten, daß es Schwerter gegeben habe, mittelst deren die alten geharnischten Helden ihren Gegner vom Helmbusch bis zum Sattelnopf spalteten, ohne daß das Schwert davon eine Scharte erhielt, allein man erzählt auch, daß viele niebliche, bucklige und krummbeinige Gnomen im Innern der Berge sich mit der Anfertigung solcher Schwerter beschäftigten.

Seitdem nun aus unserer Romantik diese gutmüthigen bösen Geister verschwunden, sind auch unseren Helden die Schwerter abhanden gekommen, mittelst deren sie den eisernen Stiel einer Streitaxt zerhauen konnten. Soviel man auch noch von Damascener-Schwertern fabelt, welche solche Eigenschaften haben sollen, so kann sich der Verfasser doch nicht erinnern, daß er jemals eine Klinge, welche die gedachte Eigenschaft haben sollte, die Probe habe bestehen sehen. So gut wie man einen eisernen Draht mit einer Zange abkneifen kann, so kann man auch mit einem guten Säbel einen Hufnagel durchhauen. War der Säbel nicht scharf, so wird man die Stelle, welche auf das Eisen getroffen, kaum erkennen, und um solche Säbel zu finden, braucht man die Schmiede von Damascus nicht in Contribution zu setzen. Unsere Hartmeißel, mit denen man lange Eisentafeln oder Stahlstangen durchhaut, schrotet — müssen dieses Alles leisten, und zwar in einem sehr hohen Grade, und sehr oft wiederholt, die Form ihrer Schneide aber ist eine ganz andere, als die des Säbels, und ein geschliffener Säbel wird von dem leichtesten Versuche dieser Art eine Verletzung davontragen. Würde die Klinge sehr hart sein, so würde ein Stück aus derselben herausbrechen, es würde eine Scharte entstehen, wenn die Klinge dagegen angemessen weich ist, so würde die Schneide an der Stelle, wo sie getroffen hat, sich umlegen oder stauchen.

Der Zeugschmied muß es verstehen, zwischen zu großer Härte und zu großer Weichheit den zweckentsprechenden Mittelweg zu finden, und dieses geschieht alle Zeit dadurch, daß er den stählernen Werkzeugen die

größtmögliche Härte giebt, und dann ihnen die für seinen jedesmaligen Zweck überflüssige Härte so weit nimmt, bis die noch in dem Instrument zurückbleibende gerade zweckentsprechend ist.

Dieses wird erreicht durch Erwärmung des erhärteten Stahls. Auf hartem Stahl greift keine Feile, es ist möglich, verarbeitete Gegenstände so hart zu machen, daß die darüber hinsahrende Feile an der Berührungsstelle einen hellen Strich erhält, welcher den Weg bezeichnet, den sie auf dem gehärteten Stahl zurückgelegt hat.

Wenn man solch einen Körper erwärmt (vorausgesetzt, daß er klein sei, so genügt eine Spiritus- oder Gasflamme) und in sehr kurzen Zwischenräumen denselben immer wieder mit der Feile untersucht, so wird man sehr bald gewahren, daß nunmehr die Feile greift, daß sie nicht mehr über den Stahl hinweggleitet, ohne an demselben eine Spur zu hinterlassen.

Noch eine kurze Zeit mit der Erhitzung fortgeföhren, so wird man bemerken, daß die Feile nunmehr den Stahl so sehr angreift, als ob derselbe gar nicht gehärtet gewesen wäre, dabei ist aber das so behandelte Stück keinesweges glühend geworden, es ist also nicht eine Erhitzung gewesen derjenigen gleich, durch welche man ursprünglich das Härten bewerkstelligte, sondern es ist eine im Vergleich zu dieser großen Hitze nur sehr mäßige Temperatur.

Hier sehen wir nun fortschreiten mit der Zunahme der Temperatur eine Abnahme der Härte, es erfolgt daraus von selbst, daß ein geschickter Arbeiter an äußeren Kennzeichen ohne eine Feile zu nehmen, denjenigen Grad von Härte erkennen wird, welchen er dem Werkzeug zu lassen gedenkt. Dieses Kennzeichen ist die Farbe, welche der Körper, der erwärmt wird, nach und nach annimmt.

Wenn man ein Stück recht schön und sauber polirten Stahles unter Zutritt der Luft erwärmt, so findet schon bei sehr mäßiger Temperaturerhöhung eine Oxydation statt, welche sich dadurch zeigt, daß derselbe aus einem schönen blanken Spiegel von tief dunkler Farbe zu einem hell blaßgelben Spiegel wird, ungefähr so, als wäre er nicht von Stahl, sondern von polirtem Messing.

Der Verfasser weiß nicht, auf welche Versuche Regnauld seine Temperaturangaben stützt, denn es ist sehr schwer, diese Hitzegrade zu messen, da jedoch kein besseres, mit Angabe der Quellen versehenes Resultat vorliegt, so soll dasjenige gegeben werden, was Regnauld als richtig anführt.

Die Temperatur des hellen Gelb soll 220 Grad C. betragen. Man pflegt diese Färbung denjenigen Instrumenten zu geben, welche gegen andere Metalle angewendet werden, den Meißeln, den Schraubschneidzeugen, den Drahtzangen, den Metallsägen und dergleichen. Es ist thöricht, wenn

man sie für chirurgische Instrumente, bei denen es sich doch immer nur um Trennung von Haut und Fleisch handelt, anwendet.

Setzt man die Erwärmung weiter fort, bis die Farbe der polirten Stahlfläche hasergelb wird, d. h. so gelb wie Haserstroh, so ist die Temperatur 240 Grad. Regnauld nennt diese Farbe goldgelb, dies ist aber höchst unbestimmt, wenn man nicht dazu setzt, was für Gold. Chemisch-reines kommt bei keinem verarbeiteten Gegenstande vor, keine Münze, kein Schmuck kann daraus gemacht werden. Die Legirungen aber, je nachdem sie mit Silber oder mit Kupfer gemacht werden und je nachdem sie mehr oder minder stark sind, haben eine sehr verschiedene Farbe, die Kupferlegirungen aber, welche fast allein vorkommen, haben eine Farbe, welche der des angelaufenen Stahles auch nicht im Allererntferntesten ähnlich ist. Haserstroh aber hat eine sehr schöne dunkelgelbe, sich immer gleichbleibende Farbe, und diese ist es, welche durch eine Erhizung auf 240 Grad erreicht wird. Die Rasirmesser pflegt man bis zu dieser Färbung anzulassen, weil sie sehr viel gebraucht werden, und weil sie die harte Hornsubstanz des Haares, des Barthaares trennen sollen.

Bei noch höherer Temperatur (255 Grad) läuft der Stahl bräunlich an, das Gelb läuft über in Streifen, die einen Streit zu bezeichnen scheinen zwischen dem überbotenen Braungelb und dem noch nicht vorhandenen oder fertigen Roth.

Von dieser Farbe bis zum eigentlichen Purpurroth, welches ungemein schön hervortritt, braucht der Stahl nur noch 10 Grad zu durchschreiten. Man wendet diese Färbung an bei den mehrsten schneidenden Werkzeugen, bei Scheeren, Hobeleisen, Meißeln, Taschenmessern und dergleichen.

Aus dem Purpur geht der erhizte Stahl in schönes klares Blau über, was bei 280 Grad geschieht. Diese Färbung sollen eigentlich die Uhrfedern und die Degenklingen haben, doch wendet man sie nur bei großen Standuhren an. Die Federn für Taschenuhren werden nur bis zur Purpurfarbe angelassen, zwar sind sie in diesem Falle dem Springen leichter ausgesetzt; allein ihre Elasticität bleibt sich gleich, wird durch längeren Gebrauch nicht verringert. Degen aber und Säbelklingen, bei denen die hellblaue Färbung gerade den richtigen Punkt von Zähigkeit bezeichnen würde, läßt man noch um eine Stufe weiter warm werden, nämlich bis auf 295 Grad, wo sich dann jenes prachtvolle Violettblau zeigt, welches man vorzugsweise Stahlblau zu nennen pflegt.

Bis zu diesem Grade läßt man den Rücken der Sägeblätter an, welche für Holz bestimmt sind, und man sucht es so einzurichten, daß die Farbe nicht bis an die Zähne geht, sondern diese nur purpurroth werden.

Hierdurch verbindet man große Härte der Zähne mit großer Zähigkeit des Blattes.

Noch um 20 Grad weiter erhitzt, geht der Stahl in diejenige Farbe über, welche der Arbeiter dunkelblau nennt, dies ist eine Stufe, auf welcher fast alle Härte verschwindet. Für jene großen Holzsägen, mit denen man Bäume fällt oder Kloben zerschneidet, wird diese Temperatur oder die ihr entsprechende Farbe beim Anlassen gewählt. Man kann aber kaum mehr sagen, daß hier noch ein Grad von Härtung vorhanden wäre. Eine Holzsäge aus gewalztem Stahle, der nicht gehärtet ist, thut genau dieselben Dienste, und läßt sich mit ganz gleichem Aufwande von Kraft schärfen, wie eine Säge aus gehärtetem und darauf bis 315 Grad angelassenem Stahl.

Bis zu der indigoblauen oder violetten Färbung bleibt die Politur des Stahles auch noch unverändert, bei der Erhitzung bis zu 315 Grad geht die Politur aber verloren. Die färbende Substanz ist das Eisenoxyd, aber es ist nicht das Oxyd, sondern die Dünnhheit seiner Schicht, die Farben haben denselben Grund, wie diejenigen auf den Seifenblasen, welche uns als Kinder so oft ergötzt haben. Die Farben verändern sich auf den Seifenblasen in umgekehrter Ordnung; zuerst erscheint das Blau und Grün, dann das Roth und hierauf das Gelb, und will man die Sache noch weiter treiben, so platzt die Seifenblase gleich den mehrsten unserer Hoffnungen, welche ja auch Seifenblasen sind.

Die Seifenblase besteht aus einem sehr dünnen schleimigen Häutchen. So lange sie noch klein ist, hat sie eine zu große Dicke, um Farben zu spielen. (Das ist die Oxydschicht auf dem Stahl, welche den Spiegel verdirbt und nicht mehr durchsichtig ist, also auch keine Farbe hat.)

Sobald die Blase dünner wird, zeigt sich das Blau, wenn man sie noch ferner aufbläst, das Roth, und wenn sie die möglichste Größe erreicht hat, das Gelb. Solche dünnen Schichten, aber nicht von Seifenwasser, sondern von Eisenoxyd sind es, welche die Farben auf dem polirten Stahl hervorbringen, zuerst gelb als Farbe der dünnsten Schicht, dann roth und dann blau als Farbe der stärksten Schicht, welche noch Licht durchläßt.

Dieses Anlassen, welches von großer Wichtigkeit ist für alle Eisentechnik, geschieht in Fabriken mittelst eigens dazu eingerichteter Defen, in denen die Stahlstücke auf Körpern liegen, welche die Wärme schlecht leiten und von der heißen Luft allein umgeben sind. Es dürfen doch nur geringe Mengen von anzulassenden Dingen und jeder Zeit nur solche, die einen ganz gleichmäßigen Härtegrad haben müssen, angewendet werden, weil die Zeit, welche vergeht, um viele einzelne Stücke, die gerade die richtige Farbe

haben, aus den Temperöfen zu nehmen, hinlänglich ist, um die andern noch nicht entfernten zu weich werden zu lassen.

Im Kleinen und Einzelnen wird anders verfahren, der Messerschmied, der Schlosser legt das blank geschweuerte gehärtete Stück flach auf glühende Kohlen, welche er vorher mit einem Fächer sehr lebendig gemacht hat. (Ein Blasebalg darf nicht angewendet werden).

In kurzer Zeit wird der Stahl warm, mit Aufmerksamkeit verfolgt er die sich bald zeigende Färbung, und sobald der richtige Grad erreicht ist, nimmt er den Stahl vom Feuer und wirft ihn ins Wasser. Würde er dieses Letztere nicht thun, so würde der Stahl, welcher jeder Zeit eine Hitze erhalten hat, die größer war als erforderlich, sehr bald noch weiter anlaufen, dunkler und weicher werden, als man haben will. Durch das plötzliche Ablöschen erhält man den Stahl auf demjenigen Standpunkte, auf welchem er sich in dem Augenblick befand, als er die Farbe erhielt. Wenn es jedoch nicht auf die richtige Härte, sondern nur auf die schöne Farbe ankommt, so pflegt man den Stahl, sobald er die verlangte Farbe vollkommen zeigt, in trockenen gepulverten Kalk, gepulverte Kreide zu sieden und darin erkalten zu lassen. Hier wird er nicht so abgekühlt wie im Wasser, er wird daher weicher als man verlangt, allein es ist dem heißen Stahl der Sauerstoff entzogen, die Oberfläche kann sich daher nicht mit einer stärkeren Oxydhaut bedecken, als diejenige ist, welche die verlangte Farbe hervorbringt, und diese Farbe bleibt nun in ihrer ganzen Schönheit stehen.

D r a h t .

Fast alle Metalle, selbst das so außerordentlich spröde Zinn, welches man ehemals gar nicht für dehnbar ansah — lassen sich zu Draht ziehen. Es ist dieses aber eine ganz andere mechanische Operation, als das Formen zu Blech durch Hammer und Walze, und die Zähigkeit, welche erfordert wird, um Draht herzugeben, ist eine bei Weitem größere, als diejenige, die zur Blechbildung nöthig ist.

Wenn wir uns an Fig. 968 und die auf Seite 97 gegebene Beschreibung des Vorganges erinnern, so werden wir wissen, daß das weiche, glühende Metall zwischen die Walzen geschoben, von diesen, die beide bewegt sind, gepackt, zusammengequetscht und durch den Zwischenraum zwischen beiden Walzen geschoben wird.

Hier ist Schmiegsamkeit, Hämmerbarkeit, Dehnbarkeit erforderlich, auf die Zähigkeit kommt dabei viel weniger an. Beim Drahtziehen ist dieses etwas ganz anderes. Ein Klotz von Metall, cylindrisch in der Form, an einem Ende etwas spitz gehämmert, wird in die Oeffnung einer Stahlplatte gesteckt, durch welche er nicht hindurch kann. Das hindurch gesteckte Ende wird auf der andern Seite der Platte mit einer Zange gefaßt und hindurch gezogen.

Das Metall, das diesen Weg machen soll, muß also nicht allein hämmerbar, streckbar, sondern auch zähe sein, es wird nicht durch Walzen ergriffen, es wird nicht gequetscht durch zwei einander entgegenlaufende Cylinder, es ist Nichts, was da nachhilft, der Cylinder wird gefaßt, und durch die zu kleine Oeffnung gezogen, muß entweder nachgebend und hindurchgehend dünner werden, oder er muß reißen, und wenn dies letztere geschieht, so ist es ein Zeichen, daß das Metall unbrauchbar ist zur Drahtbildung, es sei denn, daß der Arbeiter demselben Unvernünftiges zugemuthet und es habe durch eine zu enge Oeffnung zwingen wollen.

Daher fordert diese Arbeit Umsicht und Geschicklichkeit, aber nur beim ersten Mal, denn das Uebrige besorgt das Ziehseisen, und wenn er den Vorschriften desselben folgt, so kann dem Arbeiter nichts begegnen, was nicht lediglich in der Haltbarkeit des Metalls seinen Grund hätte.

Das Ziehseisen ist ein länglich viereckiges Stück Stahl von der besten Gattung. Es werden, so lange es weich ist, eine Menge Löcher hineingebohrt, von denen ein jedes folgende um eine Haardicke kleiner ist, als das vorhergehende.

Die Löcher sind sehr schwach conisch, so daß der Cylinder, welcher gezogen werden soll, auch ohne daß ein Ende spitz gehämmert wäre, sehr weit in diese Oeffnung hineinreicht und der Cylinder, wenn er nun von der Zange gefaßt wird, nur noch geringen Widerstand in dem Ziehseisen findet.

So wie es bei dem ersten Loch ist, so bei jedem folgenden. Der Cylinder ist durch das erste Loch gehend, um eine Haardicke schwächer geworden. Er kommt jetzt an das zweite Loch, das wieder um eine Haardicke kleiner ist als der Cylinder. Derselbe geht also nicht hindurch, er muß gewaltsam gezogen werden. Dies hat zur Folge, daß er wieder um eine Haardicke schwächer wird als er vorher war. Er kommt nunmehr an das dritte Loch, welches abermals um so viel schwächer ist als der Cylinder, und so geht das fort, zwanzig, dreißigmal und darüber, wodurch der 2 Zoll dicke Cylinder von 1 Fuß Länge nach und nach in einen federkielbilden Draht von 200 Klafter Länge verwandelt worden ist. Bis dahin geschieht Alles auf der Ziehbank, das ist eine Bahn von zwei aufrechtstehenden eisernen oder hölzernen Wangen gebildet, zwischen denen eine

eigenthümlich gegliederte flache Kette läuft, vielfältig durch Rollen gestützt, so daß sie nicht sinkt und keine Bogenlinie beschreibt.

Die Zange, welche den Draht ergreift, ist an ihrer Rückseite durch einen starken Ring und einen eisernen Haken mit der Kette ohne Ende verbunden. Irgend eine Maschinenkraft bewegt die Kette und dadurch wird die Zange und hierdurch wird der Cylinder gezogen. Sobald der Letztere das Loch verlassen hat, bringt man ihn wieder hinter das Zieh-eisen, die Zange nebst ihrem Ringe vor dasselbe, und wenn die Zange gefaßt hat, wird sie in der Kette eingehängt und es wird ein neuer Zug bewerkstelligt. Sobald die Entfernung, welche die Zange auf der Bahn zurückzulegen hat, aber nicht mehr groß genug ist, um den immer länger werdenden Cylinder mit einem Zuge durchzuziehen, so muß man die Zange zurückführen und den Cylinder in seiner Mitte fassen.

Bald wird eine einmalige Wiederholung des Aufassens nicht genug sein, die Zange wird ihre Bahn dreimal, zehnumal, fünfzigmal durchlaufen müssen, bevor der dünn gewordene Cylinder ganz durchpassirt ist. Dieses nimmt man ganz deutlich an dem Drahte wahr. Die Zange ist von Stahl, ist gehärtet und sie hat Zähne, sie beißt in den Draht, damit er ihr nicht aus dem Munde gleitet, sie beißt mit ihren scharfen Zähnen und die Eindrücke derselben sind bei allem schwarzen Draht, aus welchem Metall derselbe auch bestehen möge, ganz deutlich zu sehen, erst wenn der Draht blank wird, verfährt man auf eine andere Weise und dann sind auch keine Zähne mehr zu sehen.

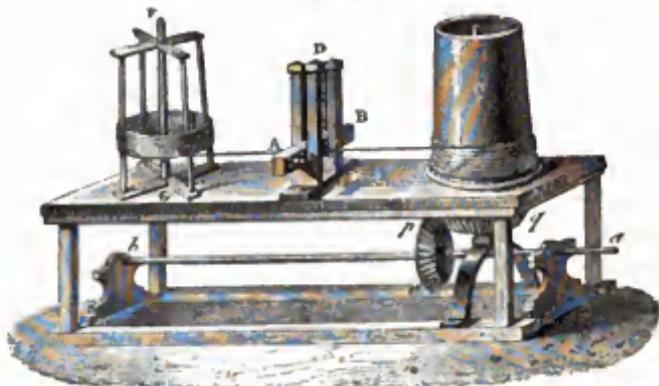
Das Metall wird durch die Verwandlung in Draht hart und immer härter, zuletzt spröde und brüchig, dann kann man nicht mehr weiter arbeiten. Das Metall muß gegläht werden; durch das Glähen wird die Oberfläche oxydirt, der Draht wird schwarz, man sieht darauf aber nicht, man reinigt ihn nicht, um ihn jedoch leichter durch die Zuglöcher passirend zu machen, bestreicht man ihn auswendig mit Wachs.

Wenn aber auf dem bisherigen Wege der Draht so dünn geworden ist, daß er sich bequem rollen läßt, so wird er noch einmal gegläht, darauf wird er durch eine Säure vom Oxyd befreit und hierauf mit Sand geschweert.

Statt einer Zange, die ihn faßt, nimmt ihn jetzt ein hohler Cylinder auf, an dessen äußerem Umfange er sich nach und nach aufwickelt. Die Fig. 990 zeigt einen solchen Cylinder C und die Art

wie er bewegt wird. man ist die Achse desselben, oben bei i durch Schrauben mit dem Cylinder verbunden, unten bei pq mit einem kegelförmigen Rade versehen, welches durch ein zweites kegelförmiges Rad pr, dessen Achse an der Dampfmaschine sitzt, bewegt wird.

Fig. 991.



In Fig. 991 sieht man die Zusammenstellung des ganzen Werkes. Der von dem letzten Drahtzug gekommene Ring wird auf einem Haspel FG gelegt, welcher auf einer vertikalen Achse horizontal beweglich ist. Ein Ende des Drahtes wird durch eins der Löcher des Zieh eisens gesteckt, welches wir bei AB sehen, und welches in einem sehr starken eisernen Gestelle D eingeschoben ist, hier hindurchgezogen und durch eine Zange rechtwinklig und scharfkantig umbogen wird dieses Ende in ein Bohrloch des Cylinders C gesteckt und nun wird dieser Cylinder in Bewegung gesetzt, indem die Achse ab von der Dampfmaschine her gedreht, das conische Rad pr und durch dieses das zweite conische Rad pq, damit aber den Cylinder C dreht.

Sobald dieses im Werke ist, geht es unaufhaltsam fort, bis aller Draht von FG abgehäspelt und auf C aufgewickelt ist.

Hierbei hat der Draht schon fast ganz und gar die Bisse der Zange verloren, denn er ist länger und dünner geworden, und die glatten, inwendig gut polirten Löcher des Zieh eisens haben das weiche Metall in die Vertiefungen gedrückt. Von dem Cylinder wird der Draht abgehoben, was durch die nach oben etwas verjüngte Form leicht möglich wird; das ganze Pack, der Ring wird wieder auf den Haspel FG gelegt und das spitze Ende des Drahts wird durch das nächste Ziehloch gesteckt.

In dieser Weise geht es fort, bis entweder der Draht die verlangte Stärke hat, oder bis man genöthigt ist, ihn abermals auszuglänzen, um

das Ziehen fortsetzen zu können, weil derselbe sonst zu hart und dadurch zu brüchig werden würde.

Man macht auf diese Weise Draht von sehr großer Feinheit und die Arbeit ist desto leichter, je dünner der Draht wird, während am Anfange die Dampfmaschine einen beträchtlichen Antheil ihrer Kraft auf das Ziehen des bleistiftdicken Drahts anwenden mußte, kann zuletzt ein Kind von zehn Jahren den Cylinder bequem bewegen.

Die Stellen, wo die Zange gebissen hat, sind zwar schon durch das zweite Loch Eisen vollständig verwischt worden, aber was dem Auge verborgen, ist doch in dem Metalle noch vorhanden, die Wunden sind nur zugestrichen, keinesweges geheilt, und der immer dünner werdende Draht hat an jeder Beißstelle einen wunden Fleck.

Deshalb und weil die Arbeit mit der Zange der jetzigen Industrie zu langsam geht, ist man auf eine andere Art, groben Draht darzustellen, gekommen. Statt der Zangen unter der Ziehbank bedient man sich auch hier eines Walzwerkes. Zuerst sucht man sich das beste, nur mit Holzkohlen erblasene, sehnige Eisen aus, dann bringt man die viereckige Stange zwischen zwei Walzen, deren Höhlungen die Stange oval machen, natürlich wird sie glühend zwischen die Walzen gebracht. Bei der nächsten Oeffnung der Walzen wird die Stange schon dünner, und jede folgende Oeffnung ist nunmehr gleichfalls rund aber kleiner als die vorhergehende.

Nunmehr aber wird das Walzwerk verändert, statt zwei Walzen sind jetzt drei vorhanden, die mittelste allein wird bewegt, die obere und die untere gehen bei der Arbeit von selbst mit, und von hier an beginnt die Arbeit mit einer unglaublichen Schnelligkeit vor sich zu gehen. Auf derselben Walze sind einige dreißig Höhlungen, jede folgende um etwas kleiner als die vorhergehende, die drei Walzen aber stimmen so genau überein, daß die drei zusammengehörigen Streifen in einer graden Linie liegen. Das weißglühend gemachte Stück Rundeisen wird von einem Arbeiter in die weiteste Oeffnung zwischen der untersten und mittelsten Walze gebracht, so wie dasselbe durchpassirt ist, faßt es der Arbeiter auf der anderen Seite, biegt es um die mittelste Walze herum und bringt es zwischen diese und die oberste, wodurch die Stange zurückgeführt wird zum ersten Arbeiter. Die Bewegung der Walzen ist anfänglich schon sehr groß, sie machen 50 und mehr Umdrehungen in einer Minute. Das durchpassirte Stück wird in die zweite Rinne gebracht, in wenigen Sekunden ist es von dem zweiten Arbeiter über die Walzen gebracht zu dem ersten Arbeiter, der dasselbe nunmehr in die dritte Höhlung steckt.

Wie der Eisenstab länger wird, so wird die Bewegung der Walzen auch

schneller, sie drehen sich 100mal, 150mal, ja sie drehen sich sogar 200mal in einer Minute um.

Hierdurch erhält man in äußerst kurzer Zeit und ohne daß das Eisen kalt geworden ist, einen Draht, so schwach, daß er sogleich zu Springsedern, Sophasedern angewendet werden kann. Wenn er diese Stärke hat, dann kommt er auf die vorhin beschriebene Haspel, und so erzeugter Draht, der nirgends den Biß der Zange erlitten hat, ist überall gleichmäßig dicht und unverletzt.

Auf der Haspel kann man Draht erzielen, welcher so fein ist, wie ein Menschenhaar, die Blumenmacher verbrauchen dergleichen, er soll feiner sein wie Seide und auch stärker wie diese.

Kaum sollte man denken, daß es Jemandem einfallen könnte, Draht zu wollen, feiner wie ein Menschenhaar und doch giebt es so ungenügsame Leute und das sind die Astronomen, welche den Draht noch unendlich viel feiner verlangen. Um die Sterne in ihren Bewegungen zu verfolgen, braucht man Fernröhre mit einem Faden darin. Die Achse dieses Fernrohres mit sammt dem Faden ist genau so gestellt, daß sie sich in der Mittagslinie befindet. Durch solch ein Fernrohr beobachtet man den Durchgang der Sterne durch die Mittagslinie, und je feiner der Faden ist, dessen man sich bei der Beobachtung bedient, desto sicherer und genauer wird diese Beobachtung. Die Astronomen aller Zeiten, selbst diejenigen welche noch keine Fernröhre hatten und ähnliche Beobachtungen mit dem bloßen, ungeschärften Auge machen mußten, bedienten sich der feinsten Fäden die sie erhalten konnten, die Feinheit dieser Fäden schritt also mit der sich ausbildenden Industrie immer weiter vor, allein mit der Erfindung der Fernröhre trat die Nothwendigkeit ein, etwas noch zarteres aufzusuchen als der geschickteste Arbeiter gewähren könnte, denn das Fernrohr vergrößerte nicht den Stern, welcher im Gegentheil zu einem beinahe verschwindenden Punkte herabsank (außer den Planeten, welche nahe genug waren, um von der vergrößerten Kraft des Fernrohres erreicht zu werden), wohl aber den Faden in dem Beobachtungsinstrumente, welcher nach und nach mit der Vervollkommnung dieser neuen Instrumente so dick wurde, dessen Vergrößerung so sehr zunahm, daß der nicht vergrößerte Stern, daß der bloß leuchtende Punkt, sich eine meßbare Zeit hindurch hinter diesen Faden verbarg. Der Draht genügte also nicht mehr, selbst der allerzarteste, ein Menschenhaar nicht übertreffende, und so griff man zu dem Faden der Spinne, deren kleine Individuen so fein weben, daß hundert von deren Fäden zusammengedreht, kaum noch die Dicke eines Menschenhaares haben. Dies war lange Zeit genügend, bis die nicht stillstehende, bis die stets fortschreitende Kunst, namentlich unter Fraunhofer's Leitung, Fernröhre

erstand, deren vergrößernde Kraft selbst dieses Spinnewebe zu einem Anfertau ausdehnte und den alten Uebelstand hervorbrachte, den nämlich, daß der Faden eine viel größere Breite bekam als der beobachtete Lichtpunkt, und nun wandte man sich wieder an den Drahtzieher und frug ihn, ob er nicht noch etwas Feineres liefern könne, als der Faden einer Spinne ist.

Der Techniker sagte nein, aber der Chemiker sagte ja. Er gab an, daß es Metalle gäbe, wie z. B. Gold oder Platina, welche in keiner Säure löslich sind, sondern ein Gemisch von Säuren zu ihrer Lösung fordern. Er sagte, daß es andere Metalle gäbe, welche von einer einfachen Säure löslich wären und neben dieser Eigenschaft auch noch die Dehnbarkeit des Goldes oder Platins besäßen, er führte an, daß ein geschickter Techniker sehr wohl ein Stück Draht aus Platina und Silber zusammengesetzt so sehr auszuziehen wissen müsse, daß die Feinheit eines Spinnensfadens dadurch erreicht würde und daß der Chemiker von diesem feinen Drahte die äußere Hülle abzulösen vermöge, wodurch der noch viel zartere Kern für sich übrig bliebe.

Und so geschah es. In ein Drahtendchen von einer Linie Dicke und einem Zoll Länge bohrte man ein Loch mit dem feinsten Bohrer, der sich in dem Besitze des Uhrmachers befindet. Diese Oeffnung war $\frac{1}{2}$ Linie breit, sie wurde gefüllt durch einen Platin draht vor derselben Dicke, und nun wurde das zollange Stückchen Silber in einem Drahtzuge auf die gewöhnliche Weise gestreckt.

Platina ist noch dehnbare als Silber, es unterlag keinem Zweifel, daß beide Metalle sich gleichmäßig strecken würden. Durch immer feinere und höchst polirte Oeffnungen laufend, erhielt man endlich einen Draht von der Feinheit, welche nirgends erreicht worden war, und jetzt trat der Chemiker wieder hinzu, legte den Draht in Salpetersäure und ätzte dadurch die silberne Hülle fort, so daß nun das unauflöbliche Platina übrig blieb. 143 Theile wurden so fortgenommen und nur der 144ste Theil der Dicke blieb übrig. Sehr genaue mikroskopische Messungen haben ergeben, daß 88 Fäden solcher Art erst die Dicke eines zarten Spinnwebfadens haben.

Sicher ist hier mechanische und chemische Kunst in Verbindung zu einem Triumph gelangt, welchen man in früheren Zeiten für eine Chimäre gehalten haben würde, und der eigenstümigste Astronom hätte sich hier für befriedigt erklären müssen, aber auch aus diesem Beispiele, wie aus so manchem Anderen können wir entnehmen, daß es dem Menschen versagt ist, sich mit der Natur siegreich in einem Streit einzulassen. Trotz der überaus großen Zartheit und Feinheit dieser Metallfäden ist man zu den 88mal dickeren Spinnensfäden zurückgekehrt, weil die Metallfäden keine

Politur hatten, weil sie durch die Erhitzung im Focus des mächtigen Objectivglases, welches die Sonnenstrahlen concentrirt, ausgedehnt wurden, erschlafften, ihre Spannung verloren.

Der Faden einer Spinne hat eine so wunderbare Politur, daß die Strahlen des Brennglases, zu welchem das Objectiv des großen Fernrohrs wird, wenn seine vereinigten Strahlen auf einen Gegenstand treffen, ihre Macht daran verlieren. Die Politur ist so glänzend, daß die auffallenden Strahlen alle zurückgeworfen werden und man nicht die allergeringste Spur von Verlängerung an dem Spinnenfaden wahrnimmt.

Aber brauchbar oder nicht, die Feinheit des Platinadrahthes ist doch so außerordentlich groß, daß sie geradezu die Bewunderung eines Jeden erregen muß, der nur die geringste Kenntniß von der Schwierigkeit solcher Arbeiten hat. Wir haben diesen Gegenstand hier absichtlich so ausführlich behandelt, weil wir ein für allemal damit abschließen wollen. Bei der Betrachtung der übrigen Metalle haben wir nun nicht mehr von dem Walzen, Schmieden, Strecken, noch vom Drahtziehen zu reden; allein beim Gold wird es uns noch übrig bleiben, von der Hämmerbarkeit desselben noch etwas zu sagen.

Eigenschaften des reinen Eisens.

Höchst selten nur findet man das Eisen vollkommen rein. Die Technik bedient sich des Schmiedeeisens, wenn vom reinen Eisen die Rede ist, wiewohl dasselbe dem Begriffe von Reinheit keinesweges entspricht, weil es immer Spuren von Kohle, ja selbst von Metallen, wie Mangan und dergleichen enthält. Was man im gewöhnlichen Leben unter reinem Eisen versteht, ist eben dieses Schmiedeeisen, dessen Kohlengehalt zu gering ist, um es in Stahl zu verwandeln.

Solches Eisen schon ist ziemlich weich und dehnbar. Von dem aus guten Erz durch Holzkohlen erlangten Schmiedeeisen, wie das schwedische Eisen ein solches ist, pflegt man zu sagen, es lasse sich mit dem Messer schneiden, auch wird dieses zu solchen Gegenständen angewendet, zu denen man gerade das kupferähnlich weiche Eisen brauchen kann, wie z. B. zu den Hufnägeln für den Pferdebeschlag.

Will man aber noch weicheres Eisen haben, so pflegt man dasselbe durch Schmelzung zu gewinnen, indem man Eisendraht, welcher schon von

selbst aus sehr reinem Eisen bestehen muß, da anderes sich nicht zu Draht ziehen läßt, in kleine Stücke zerschneidet, an der Luft oberflächlich erhitzt, so daß es sich mit einer schwachen Oxydschicht bedeckt und es dann in einem heftigen Schmelztiegel unter einer Decke von grünem Glase schmilzt. Der Tiegel wird hierbei zugedeckt und mit Thon verklebt, nach dem Trocknen der Lutrung aber in einem Gebläseofen zur stärksten Weißglühhitze gebracht.

In dem besten käuflichen Eisen, also z. B. im weichen Eisendraht, ist immer noch Kohlenstoff vorhanden. Der Draht war oxydirt, seine Oberfläche war also mit einer Sauerstoffverbindung bedeckt. Die bloße Glühhitze reducirt das oxydirte Eisen keinesweges, aber der Kohlenstoff, der im Eisen ist, verbindet sich in derselben Glühhitze mit dem Sauerstoff des Oxydes und entweicht als Kohlenäure oder Kohlenoxyd und das Eisen bleibt ziemlich frei von Kohle zurück, dennoch ist es keinesweges vollständig entkohlt. Das überschüssige, nicht von der Kohle verbrannte Eisenoxyd wird in dem geschmolzenen Glase, welches auf der Oberfläche schwimmt und die Verbindung des Metalles mit dem Sauerstoff der Luft hindert, aufgenommen. Am Boden des Tiegels bleibt der Eisenklumpen.

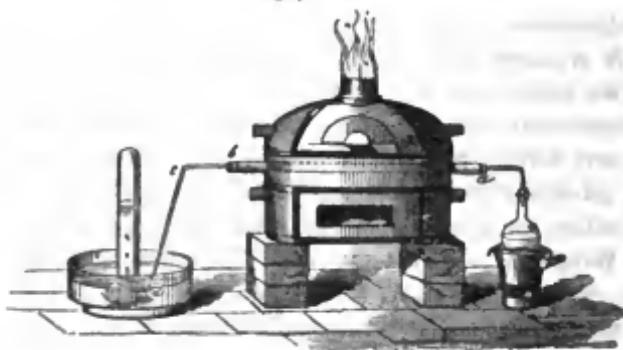
Das so erhaltene Metallstück ist so weiß von Farbe, daß man es für Silber halten möchte, es ist viel weißer als gewöhnliches Schmiedeeisen, ist auch hämmerbarer und streckbarer als dieses, kann aber nicht so gut zu Draht gezogen werden, denn es hat nicht eine solche innere Festigkeit als das etwas gekohlte Eisen. Sehr merkwürdig ist, daß seine Dichtigkeit bei der Verwandlung in Draht etwas abnimmt, sie ist im Ganzen 7,8, fällt aber beim Ausziehen zu Draht auf 7,6. Die Chemiker glauben, es käme dieses von einer Veränderung her, welche die kleinsten Theilchen des Eisens in ihrer Anordnung erlitten, die Physiker aber glauben, der Grund läge in etwas ganz anderem und bei vielen Körpern beobachteten, nämlich darin, daß jemehr ein Körper ausgestreckt wird, desto stärker sich seine Oberfläche vergrößert. Diese Vergrößerung kann soweit gehen, daß ein ursprünglich 20mal schwerer Metall, wie z. B. das Gold, im Wasser schweben bleibt und nur sehr langsam darin niedersinkt. Es wäre kein Wunder, wenn es mit einem nicht 20mal, sondern nur nur 7mal schwereren Metalle ebenso ginge, wie mit dem Golde, und daß dieses die wirkliche Ursache sei geht daraus hervor, daß das specifische Gewicht des Eisens im Wasser abgewogen, immer mehr abnimmt, je feiner der Draht wird, welchen man wägt.

Will man zum Gebrauch des Chemikers im Laboratorium oder bei seinen Vorlesungen vollkommen reines Eisen haben, so kann man es nicht durch immer größere Verfeinerung des Metalles, sondern lediglich durch Reduction aus seinem Oxyde erlangen.

Die edlen Metalle, Gold, Quecksilber, Silber &c. gehen mit dem Sauerstoff nur sehr lockere Verbindungen ein. Durch bloße Erhitzung, gewöhnlich nicht einmal bis zum Glühen gehend, werden diese Verbindungen gelöst. Anders ist es mit den unedlen Metallen, hier sind die Verbindungen bei Weitem fester, Hitze allein trennt sie nicht, man braucht ein Reduktionsmittel. Gewöhnlich ist dieses die Kohle, welche sich mit dem Sauerstoff des Oxydes verbindet, selbst ein Oxyd wird, und das Metall frei von Sauerstoff zurückläßt.

Wie wir aus dem oben beschriebenen hüttenmännischen Prozesse gesehen haben, wird auch das Eisen auf solche Weise aus seinen Erzen in den metallischen Zustand zurückgeführt, allein keinesweges ohne selbst eine Veränderung durch die Kohle zu erleiden, will man also Eisenoxyd reduciren, so darf es nicht durch die Kohle geschehen, man wählt den noch wirksamern Wasserstoff, welcher demnächst keine Verbindung mit dem Eisen eingeht.

Fig. 992.



Um das Experiment zu bewerkstelligen, bedient man sich einer weiten Porzellanröhre ab, welche in einem Glühofen liegt, wie Fig. 992 zeigt. In dieses Rohr hinein bringt man Eisenoxyd im gepulverten Zustande, verschließt beide Oeffnungen mittelst eines durchbohrten Korkes und bringt dann auf der Seite a einen Gasentbindungsapparat an, in welchem man die Entwicklung von Wasserstoffgas aus völlig schwefelfreien Materialien vornimmt, und das entwickelte Gas in und durch die Röhre führt.

So lange diese kalt ist, geht das Wasserstoffgas unverändert hindurch, wenn man aber die Röhre stark erhitzt, obschon noch lange nicht bis zum Erglühen, so tritt das Wasserstoffgas in eine Verbindung mit dem Sauerstoff des Oxydes, den es dem Eisen entführt. Es entweicht dann bei b als Knallgas und kann als solches durch die Röhre cd nach einer Glocke geführt und dort unter Wasser aufgefangen werden.

Nach Beendigung dieses Experiments hat man in der Röhre ein schwarzes, sehr feines Pulver, dies ist das entoxydirte Eisen, das unter Ausschluß der Luft bei der Hitze des Knallgasgebläses geschmolzen werden kann. Streut man es nach dem Erkalten aus der Röhre auf irgend eine nicht verbrennliche Unterlage, so erglüht es beim Herausfallen, indem es so schwammig, so porös ist, der eindringenden Luft so viel Fläche darbietet, daß er sofort eine chemische Verbindung mit dem Sauerstoff eingeht, wieder zu einem Oxyd wird und die ganze Mühe der Reduktion zu nichts macht.

Es ist nicht einmal nöthig, daß das Eisen einen solchen Grad von Feinheit habe, wie hier vorausgesetzt wird. Schon jene sehr feine Eisenfeile, welche man aus den Urmachereien der Schweiz erhält, zeigt, wenn sie geglüht worden ist, diese Eigenschaft.

Bekanntlich geben feine Feilspäne sehr schöne magnetische Figuren, dieselben werden aber noch schöner und schärfer, wenn man statt der grauen Eisenfeile schwarzes Oxydul anwendet, welches dem Magnete folgt.

Um sich solches zu verschaffen, füllte der Verfasser einen kleinen Schmelztiegel mit jenen feinen Feilspänen und ließ denselben unter Hinzutritt der Luft in Kohlenfeuer erglühen.

Herausgenommen und nach dem Erkalten auf einem Eisenblech umgekehrt, sah der Verfasser mit einem nicht geringen Erstaunen den kleinen schwarzen Ke gel von Innen her rothglühend werden. Es war nicht genug Sauerstoff in den Tiegel gekommen, um das Eisen zu oxydiren, jetzt mit der Luft in Berührung gebracht, trat diese Oxydation ein, und die Verbindung des Sauerstoffes brachte eine so starke Erhitzung hervor, daß das Eisenklümpchen zu glühen begann. Als die Oxydation beendet war, verschwand natürlich auch die Glühhitze.

Wenn der Versuch mit der Reduktion durch Wasserstoffgas in einer solchen Temperatur vorgenommen wird, daß die Eisenmasse weißglühend wird, so ist das Eisen nicht mehr pulversörmig, sondern es erscheint in feinen Blättchen, in Schuppen, welche Metallglanz haben, und es ist alsdann auch keinesweges mehr geneigt, in den vorigen Zustand durch bloße Berührung mit der Luft zurückzugehen.

Aus dem gefeilten Eisen der Apotheken durch Zusammenschmelzen mittelst irgend eines Fluxmittels ein Klümpchen Eisen darzustellen, gelingt allerdings, doch wird das Eisen dann niemals chemisch rein sein. Kommen diese Feilspäne nun aus den Uhrmachereien, oder kommen sie aus den Nagelfabriken, aus den Hefelmachereien, wo die Stifte zu den Hefeln auf stählernen feingehauenen Walzen gespißt werden, oder aus anderen Werkstätten, so wird man doch niemals bloß reines Eisen, sondern immer

auch Abfälle der Feilen oder Walzen, also Stahl, dabei haben, und wenn man dasjenige, was sich an Messing oder Kupfer in den Feilspänen vorfände, durch den Magnet sonderu könnte, so wird man dieses doch vergebens mit dem Stahl versuchen, welcher ebenso gut von dem Magnete angezogen wird als das Eisen selbst, und nicht etwa auf dem Tische liegen bleibt wie Kupfer oder Messing.

Magnetismus.

Da einmal des Magnets erwähnt worden, so muß noch gesagt werden, daß Eisen beinahe das einzige Metall sei, welches magnetisch wird. Nickel und Kobalt theilen zwar diese Eigenschaft doch in einem viel geringeren Grade, und wenn schon wahr ist, daß alle uns schon bekannten Körper des Magnetismus fähig sind, so ist doch ebenso wahr, daß diese Entdeckung nur darum eine sehr junge ist, weil der Magnetismus sämtlicher übrigen Körper der Erde so außerordentlich schwach ist, daß er sich Jahrtausende lang der Beobachtung aller Gelehrten entzogen hat.

Der Magnetismus ist eine gewaltige, die ganze Erde, ja vielleicht das ganze Weltall durchbringende Kraft. Sie hängt mit der Electricität auf das Innigste zusammen, sie wird durch die strömende Electricität erregt, so wie umgekehrt die magnetische Thätigkeit Electricität hervorbringt, dergestalt, daß jeder bewegte Magnet eine Elektrirmaschine ist.

Als Träger dieser Kraft wurde sonst und wird noch das Eisen betrachtet. Man hätte allerdings Unrecht, zu glauben, es gäbe keinen anderen Magnetismus als den des Eisens. Wir haben so eben erfahren, daß der elektrische Strom solche magnetische Kraft habe, und wir können hinzufügen, er mache ein Stück Kupfer oder Blei ebenso gut magnetisch als Eisen, aber nur für die Dauer dieses elektrischen Stromes; im Eisen dagegen bleibt der erweckte magnetische Zustand haften, und wenn man so vom Eisen als dem Träger des Magnetismus spricht, so hat man wieder ganz Recht.

Das erste was man von dieser Erscheinung wußte, reicht weit in das allergrausste Alterthum hinein. Schon 600 Jahre vor Christi Geburt spricht Thales von Milet über einen Stein von schwarzer Farbe und großer Schwere, welcher das Eisen anzieht und zwar so, daß angezogenes Eisen wieder anderes Eisen anzieht, und sich auf solche Art eine ganze

Kette von Eisenstücken herstellen läßt, welche sämmtlich nur durch die Kraft des Magnets aneinander hängen.

Sehr merkwürdig ist es, daß ihre Kenntniß nicht viel weiter ging als bis hierher. Die Alten machten nämlich keine Versuche, sie spekulirten über die Erscheinungen, welche der Zufall ihnen bot, aber sie legten nicht Hand an, um dem Zufall zu Hülfe zu kommen, sie suchten nicht neue Erscheinungen hervorzubringen, und so kam es, daß sie nicht einmal die Richtungskraft, die Polarität entdeckten, welche erst im 12. oder 13. Jahrhundert unserer Zeitrechnung zum Vorschein kommt. Wer sie gefunden, ist unbekannt. Ja die Alten wußten die Erscheinungen des Magnetismus nicht einmal von anderen Anziehungen zu sondern, so z. B. kannten sie einen Fleischmagnet, einen Magnetstein von weißer Farbe, welcher an den Lippen haften blieb, wenn man ihn daran brachte. Dies ist Thon, aber nicht Magnetstein, und die Anziehung der Lippen durch den Thon ist nicht Magnetismus, sondern es ist die Begierde des Thones nach Feuchtigkeit. Ist der Thon naß, so zieht er kein Fleisch mehr an, auch nicht das eines frisch geschlachteten Thieres, ist er trocken, so ist die Begierde nach Feuchtigkeit so groß, daß man ein Stück Thon von mehreren Loth Gewicht an den Lippen hängen lassen kann.

Magnetisch ist in der Natur nur dasjenige oxydirte Eisen, welches man Magneteisenstein nennt, welches in Schweden, auf Elba, in Indien in großen Massen vorkommt und dasjenige Erz ist, woraus man eben dort an seinem Fundorte das trefflichste Eisen bereitet.

Dieser Magneteisenstein in seinem Berge eingeschlossen, als Theil der Eisenmasse welche das Bergwerk füllt, ist nicht magnetisch, zeigt aber diesen Zustand, sobald man ein Stück davon trennt, sobald man den Magnetstein nicht als ganzes, nicht als Erzlager, sondern als abgefonderte Masse vor sich hat.

Ein solches Stück in Eisenfeilspäne gelegt, zieht dieselben überhaupt an, vorzugsweise aber an zwei einander gegenüberliegenden Stellen. Man sucht mit Sorgfalt diese Stellen auf und bezeichnet sie als die Pole des Magnets, hängt man solch einen Stein an einen Bindfaden befestigt, dergestalt auf, daß die beiden Pole in einer horizontalen Linie liegen, so wird der Stein, von der haltenden Hand losgelassen, nach einigen Schwingungen eine bestimmte Lage annehmen, der eine Pol wird ungefähr nach Norden, der andere ebenso nach Süden zeigen, nach den Polen der Erde, deshalb man diese Erscheinung Polarität nennt. Bringt man diesen Stein aus der angenommenen Lage, so geht er, losgelassen immer wieder in die einmal gewählte Lage zurück.

Wenn man an das eine Ende solchen Steines ein Stückchen Eisen,

ein Schlüsselchen bringt, so bleibt dieses daran hängen, und es trägt vielleicht dieses Schlüsselchen noch ein zweites kleineres, im Ganzen aber ist

Fig. 993.



diese Kraft äußerst gering, man kann dieselbe jedoch sehr verstärken, wenn man da, wo sich die Pole befinden, durch den Meißel oder die Säge ebene Flächen bildet, die mit einander parallel sind, an diese Flächen platte Eisenstücke legt, welche auf einer Seite hervorragen, und dieselben dann durch metallene Klammern (aber nicht solche von Eisen) an den Stein befestigt. Die Fig. 993 zeigt einen solchen Stein, welcher auf beiden Seiten mit Eisenplatten *pl* belegt ist, sie reichen bei *p* über den Stein hinaus und an dieser Stelle zeigt sich die ganze Kraft des Steines, was derselbe an Magnetismus jederseitig auf seiner ganzen Fläche hat, das wird hier in die beiden Enden *p* gedrängt, kommt darin vereinigt zur Wirkung und diese ist nicht unbedeutend. Trug der Magnetstein an irgend einer Stelle seiner Pole ein kleines Schlüsselchen, so trägt er nunmehr an einem der Enden *p* ein Gewicht von einem Pfund und mehr, bringt man aber beide Enden der angelegten Eisen zugleich zur Thätigkeit, indem man ein drittes Stück Eisen, welches der Anker genannt wird, daran legt, so ist die Tragkraft eines Steines auf das zwanzig- und mehrfache von dem, was der einzelne Pol trägt, erhöht.

Gute Steine von Elba und Dannemora, welche etwas größer sind, als ein halber Ziegel, sonst aber von der Form desselben, tragen 80 bis 100 Pfund. Sie waren in früheren Zeiten nicht selten und nicht theuer, jetzt aber, seitdem man ganz andere Gewalten kennt, als diese, haben sie aufgehört, ein Handelsartikel zu sein, sind daher nur noch in alten Sammlungen zu finden und werden in diesen als Kabinetstücke geschätzt und um keinen Preis verkauft.

Die Umhüllung mit Eisen nennt man die Armatur, die einzelnen Seitenstücke heißen die Panzer, die unteren Ende, welche unter dem Magnet hervorstehen, werden die Schuhe genannt, und das quer vorgelegte Stück heißt, wie bereits gesagt, der Anker. Solch ein armirter Magnet aber ohne den Anker frei aufgehängt, dreht sich mit noch viel größerer Kraft von Norden nach Süden, als der unarmirte, doch bedient man sich Behufs einer solchen Nord- oder Südweisung niemals eines natürlichen, sonderu immer eines künstlichen Magnets.

Der Magnet hat nämlich die wunderbare Eigenthümlichkeit, daß er die innewohnende Kraft, ähnlich zusammengesetzten Körpern, also dem Sauer-

Stoffeisen, dem Kohlenstoffeisen mittheilt, man vermag aus Eisenerz, welches nicht magnetisch ist, aber eine Zusammensetzung hat gleich dem Magnet-eisenstein, durch Berührung mit diesem letzteren, durch Bestreichung damit einen Magnet zu machen. Gewöhnlich geschieht dieses nicht, sondern man nimmt statt dessen Eisen, welches mit Kohlenstoff verbunden ist, man nimmt Stahl.

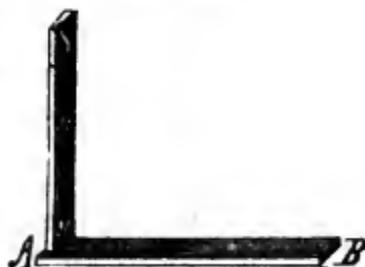
Das Eisen, welches wir als Träger des Magnetismus anführten, ist es eigentlich nicht, sondern es ist das Kohleneisen. Eisen wird zwar magnetisch durch Berührung mit dem Magnet, und bleibt es so lange, als es in Berührung mit dem Magnet steht, allein sobald die Berührung aufhört, ist auch der Magnetismus verschwunden, und wenn das Eisen vollkommen rein war, so bleibt keine Spur von Magnetismus darin zurück, einen Fall ausgenommen, welchen wir sogleich näher betrachten wollen.

Wenn man statt des Eisens ein Stück Stahl mit dem Magnet in Berührung bringt, so wird dieser gleichfalls magnetisch, aber nicht vorübergehend wie weiches Eisen, sondern dauernd, um aber den Magnetismus besonders kräftig zu machen, pflegt man nicht eine bloße Berührung eintreten zu lassen, sondern man streicht mit dem Magnet über den Stahl, den man magnetisiren will. Der eine Pol p des Magnets wird mit seiner breiten Seite auf einen gleich breiten Stahlstab gesetzt, und zwar an seinem äußersten Ende, und dann wird mit diesem Pole über den ganzen Stahlstab hinweggestrichen. Schon der

erste Strich bringt einen bedeutenden Magnetismus in dem Stahlstabe hervor, der dritte, vierte vermehrt den Magnetismus und man bekommt einen immer stärkeren Magnetstab und kann nunmehr diesen Stab selbst wieder anwenden, um andere Stäbe zu magnetisiren. Es sei z. B. in Fig. 994 BA ein Stahlstab und SN sei ein Magnetstahl, so kann man den Stahlstab AB zum Magnet machen, indem man den Magnetstahl in die hier gezeichnete Stellung bringt und ihn so langsam von A und B über den Stahlstab hinwegführt. Der Magnetstab wird zum zweiten Male bei A aufgesetzt und wieder nach B geführt, und dies geschieht so oft, bis man eine Vermehrung der Kraft nicht mehr wahrnimmt.

Die Uebertragung der Kraft geschieht in solcher Weise, daß die Stäbe da, wo sie einander zuletzt berühren, eine ungleichnamige Polarität haben. Bei S sei derjenige Pol, der sich beim Horizontalschweben des frei aufgehängten Magnetstabes nach Süden wenden würde. Man nennt diesen

Fig. 994.



Pol des Stabes den Südpol. Unten am entgegengesetzten Ende, wo N steht, sei derjenige Pol, welcher sich nach Norden wenden würde. Man nennt ihn den Nordpol.

Wenn man nun mit dem Nordpol über den nicht magnetischen Stahlstab von A nach B streicht, und N dann B verläßt, so wird der Punkt B, welcher zuletzt mit N in Berührung war, den ungleichnamigen Magnetismus haben, d. h. mit dem Nordende gestrichen, wird dieser Theil sich nach Süden wenden. Der entfernte Theil A wird aber diejenige Polarität haben, welche das streichende Ende des Magnetstabes hatte, A wird sich also nach Norden wenden.

Wenn man die beiden Stäbe so an einander legt, daß diejenigen Enden, die nach Norden zeigen, an einander liegen, ebenso wie diejenigen, die nach Süden zeigen, so werden diese beiden Stäbe, falls sie sich bewegen können, einander abstoßen, man nennt deshalb die gleichnamigen Pole feindliche, also Nord und Nord sind feindlich, ebenso Süd und Süd, da zu gleicher Zeit die Namen der Pole dieselben sind, so nennt man die feindlichen Pole auch gleichnamig.

Legt man zwei solche Stäbe so an einander, daß sie sich mit ihren ungleichnamigen Polen, Nord mit Süd, und Süd mit Nord berühren, so ziehen sie sich an und sie hängen auf solche Weise mit bedeutender Kraft an einander, deshalb nennt man die ungleichnamigen Pole freundschaftliche.

Was hat nun der Stahlstab AB von dem Magnetstab SN bekommen? Nichts hat er bekommen!

Er ist doch aber zu Magnet geworden durch das Bestreichen mittelst des Anderen.

Ja, aber nicht dadurch, daß er Etwas bekommen hätte, nicht dadurch, daß der Magnetstab Etwas abgegeben hätte, denn sonst müßte ja der Magnetstab so viel Kraft weniger haben, als er dem Stahlstab gegeben hat. Auch gäbe es alsdann nur eine bestimmte Menge Magnetismus auf der Erde, und die Quantität der Magnete könnte wohl vermehrt werden, nicht aber die Quantität des Magnetismus, denn gesetzt, der Stab SN gebe dem Stab AB die Hälfte seiner Kraft ab, so hätten wir nun zwar der Magnetstäbe zwei, aber des Magnetismus in beiden doch nur so viel, als vorher in dem einen SN gewesen.

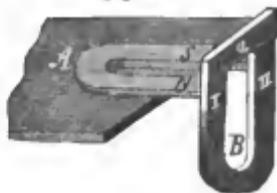
So ist es nicht. Der Stahlstab AB raubt dem großen Magnet SN nicht das Mindeste von seiner Kraft, ja er kann möglicher Weise sehr viel stärker werden als der streichende Magnet ist und SN kann eine unzählige Menge von Stahlstäben in Magnete verwandeln ohne selbst das Geringste von seiner Kraft einzubüßen.

Wir kommen nunmehr wieder auf das weiche Eisen zurück. Ist AB ein Eisenstab, so wird, wenn man mit dem Stabe SN über ihn hinwegstreicht und den Magnet nach diesem Striche auf dem Eisenstabe stehen läßt, der Eisenstab magnetisch sein, so lange die Berührung dauert, so lange SN auf dem Ende des Eisenstabes steht. Daß der Eisenstab selbst während dieser Zeit wirklich ein Magnet sei, geht daraus hervor, daß er an seinem entgegengesetzten Ende (da, wo der Magnet SN nicht steht) ein Stück Eisen trägt. Sobald man aber den Magnetstab entfernt, so fällt augenblicklich das angezogene Stück Eisen herab, und der Eisenstab AB ist nicht mehr ein Magnet, sondern hat jede Spur von Magnetismus in dem Augenblick verloren, wo die Berührung mit dem Magnetstabe aufhört.

Es giebt aber noch eine andere Art zu streichen, welche in Fig. 995 angedeutet ist.

Wir sehen hier zwei Stäbe A und B, welche beide gekrümmt sind. Von dieser gekrümmten Form nennt man die Hufeisen. Gesezt A wäre ein bereits magnetisirtes Hufeisen, wie SN andeutet, das Hufeisen B wäre dagegen noch nicht magnetisirt, so könnte man dasselbe dadurch magnetisiren, daß man seine beiden Schenkel an den Polen des gekrümmten Stabes SN vorbeiführt, natürlich auf solche Weise, daß eine reizende, streichende Berührung stattfindet. Wenn dieses an einem Stahlstabe geschähe, so würde derselbe dadurch sofort magnetisch werden; Eisen wohl auch, aber nur für Dauer der Berührung, sobald diese aufhört, hört auch der Magnetismus auf.

Fig. 995.



Wenn man aber, so wie die Fig. 995 zeigt, einen Eisenstab a quer über die beiden Enden des zusammengekrümmten Stabes, des Hufeisens legt und dann das Streichen gerade so vornimmt, wie bei dem Stahle, so wird nunmehr das Eisen a an dem gestrichenen Eisen B fest haften durch magnetische Anziehung und in diesem Zustande mit dem anliegenden Eisen aufbewahrt, behält das Eisen seine Kraft viele Jahre lang und je länger die Aufbewahrung dauert, desto fester sitzt der Magnetismus.

Nimmt man von dem gestrichenen Eisenstücke B nach dem vollendeten Streichen, und nachdem man sich überzeugt hat, daß es magnetisch sei, das Eisen a ab, so verschwindet der Magnetismus aus B augenblicklich und es wird ganz vergeblich sein, dasselbe wieder zum Anhaften zu bringen, wenn man das Eisen nicht von Neuem streichen will. Nach einem Jahre aber hat sich der Magnetismus in dem Eisen schon so befestigt, daß das Abnehmen des Eisenstabes a dem Magnetismus nicht mehr gleich

verschwinden macht, und der Professor Munkle in Heidelberg zeigte dem Verfasser ein solches magnetisches Eisen, welches 30 Jahre mit ange-schlossenem Anker gelegen hatte und jetzt so stark magnetisch war, daß man den Anker beliebig oft herabreißen konnte, ohne dem Magnetismus desselben irgendwie Eintrag zu thun.

Es scheint hieraus hervorzugehen, daß in dem Eisen eine Veränderung in der Lage seiner kleinsten Theile vor sich gehe, welche nicht Bestand hat, so lange das Eisen weich ist und nicht kohlenstoffhaltig. Das Magnetisiren des Stahles aber, welches in demselben die nämliche Molecularveränderung hervorbringt, gerade wie in dem Eisen, hat zur Folge, daß eben diese Veränderung Bestand hat. Die verschobenen Theile im Stahl bleiben so verschoben, wie der magnetisirende Stab sie richtet, in dem Eisen dagegen, vielleicht weil die Theilchen desselben viel weicher sind als die des gekohlten Eisens, hat diese durch den Magnetismus hervorbrachte Veränderung keinen Bestand. Werden die Theile aber durch lange anhaltenden Magnetismus in der veränderten Lage erhalten, so scheint es, als ob sie sich in dieser Lage befestigen.

Durch den elektrischen Strom, wenn derselbe seinen Weg quer über das Eisenstück nimmt, wird genau dasselbe bewerkstelligt, wie durch den streichenden Magnet wenn er längs des Eisenstabes hinwegfährt und es findet auch ganz dasselbe statt was vorhin besprochen wurde, hinsichtlich des Festhaltens der erweckten Kraft; der elektrische Strom quer über den Stahlstab hinweggehend, macht denselben für ewige Zeiten magnetisch, d. h. wenigstens so lange, bis man den erweckten Magnetismus absichtlich zerstört. Derselbe elektrische Strom über weiches Eisen geführt, macht dasselbe gleichfalls magnetisch, eben so stark, wo nicht noch stärker, als er ein gleiches Stück Stahl magnetisirt, allein dieses dauert nur so lange, als der Strom währt, und mit dem Augenblick, da der elektrische Strom aufhört, ist es auch mit dem Magnetismus des Eisens vorbei. Ein großes Stück Eisen in die Form des Hufeisenschlages gebogen und einige zwanzigmal mit einem Metallstreifen umwickelt, welcher den elektrischen Strom zu leiten vermag, (natürlich so, daß ein Streifen dieses umschlingenden Metalls den andern benachbarten nicht berührt) wird solchergestalt magnetisch wenn man einen elektrischen Strom durch den Metallstreifen führt, daß das Hufeisen eine Tragkraft von 20, 30 und mehr Centnern bekommt, welche Kraft so lange dauert, als der elektrische Strom währt.

In dem Augenblick aber, in welchem man den Strom unterbricht, fällt der Anker und das ganze daran hängende Gewicht herab, und das so gewaltig gewesene magnetische Eisen hat keine Spur der früheren Kraft mehr.

Aber auch hier erkennt man genau dasselbe, was über das Festhalten der Kraft im weichen Eisen gesagt wurde, wenn man den Anker vor das elektrisirte Eisen legt, nicht belastet, den elektrischen Strom aber langsam unterbricht.

In diesem Falle nämlich bleibt der Eisenstab magnetisch auch ohne fernere Einwirkung der Elektrizität. Die durch den Strom auf eine bestimmte Weise geordneten kleinsten Theilchen des Eisens behalten diese Anordnung bei und scheinen in derselben nach und nach so zu verwachsen, sich darin dergestalt zu befestigen, daß das weiche Eisen Jahrhunderte lang magnetisch bleibt, als ob es magnetisirter Stahl wäre.

Das langsame Aufhören des Stromes ist übrigens bei diesem Experiment nöthig, es findet nämlich bei dem plötzlichen Unterbrechen desselben in dem metallischen Leiter der Elektrizität ein Gegenstrom statt, ein elektrischer Strom, welcher derjenigen Richtung, die der ursprüngliche Strom hat, genau entgegengesetzt ist, dieser hebt den erregten Magnetismus in dem Eisen gänzlich auf, er würde es auch in dem Stahle thun, wenn dessen Theilchen so leicht beweglich wären, als die des Eisens.

Es wird vielleicht nicht am unrechten Orte sein, hier mitzutheilen, was wir unter elektrischem Strome verstehen.

Je zwei Körper verschiedener Art, sie mögen sonst Namen haben, wie sie wollen, werden, mit einander in Berührung gebracht, beide elektrisch.

Meine Leser werden nicht fordern, daß ich ihnen sage, was Elektrizität sei. Dies weiß ich nicht, und alle schönen Worte, die man darüber machen kann, und alle Lehrbücher, die man darüber befragt, sagen immer nur mit anderen Worten oder mit schönen Umschreibungen — „das weiß ich nicht.“

Ob Elektrizität eine Materie sei, eine Substanz, eine Kraft, und was für eine Kraft, ob sie gleich sei mit dem Magnetismus oder ob sie demselben nur ähnlich sei, ob beides ein und dieselbe Thätigkeit sei, was ist darüber nicht Alles gesagt und unumstößlich festgestellt worden, bis irgend eine neue Erscheinung kam, welche das Unumstößliche umstieß.

Wir wollen uns deshalb nicht grämen: Es giebt so unendlich Vieles, was der Mensch nicht besser kennt, als die Elektrizität, daß wir uns völlig zufrieden geben müssen. Man lernt und lernt alle Tage mehr, und je mehr man lernt, desto besser sieht man ein, daß man Nichts weiß. So wollen wir denn auch hier nicht fragen, was ist Elektrizität, sondern nur „wie verhält sie sich? wie zeigt sie sich? woran erkennt man sie?“

Wir sprachen von zwei Körpern verschiedener Art, die sich berühren, und dadurch Elektrizität erzeugen. Am Auffallendsten ist diese Erscheinung bei den Metallen, und bei diesen wieder giebt es einzelne Metalle, welche

miteinander in Berührung gebracht, die fraglichen Erscheinungen noch lebhafter zeigen als andere Körper, z. B. Kupfer und Zink, Silber und Zink sind besonders geeignet, diese Erscheinung zu zeigen. Wenn man ein Stückchen Zink auf die Zunge legt und eine silberne Münze unter die Zunge, beide dann vor dem Munde mit einander in Berührung bringt, so hat man im Augenblick der Berührung einen entschieden säuerlichen Geschmack auf der Zunge.

Macht man dieses Experiment umgekehrt, legt man das Silber auf die Zunge, und das Zink unter dieselben, so hat man alsbald ein Gefühl des Geschmacks wohl, aber eines saugenartigen, nicht säuerlichen.

Diese Geschmackserregung ist eine Folge der Electricität, welche durch die Berührung der beiden Metalle hervorgebracht wird.

Wenn man einen Streifen Zinkblech von fingerbreite und -länge, an einem Ende rundlich geschnitten und gefeilt, zwischen die Oberlippe und das Gaumenfleisch gerade unter eines der beiden Augen legt, dann ein Stück Silber unter die Zunge nimmt und die beiden Metalle außerhalb des Mundes mit einander in Berührung bringt, so gewahrt man in dem Augenblick der Berührung einen Blitz vor dem Auge vorübergehen. Diese Lichterscheinung ist eine Folge der Electricität.

Wenn man einen Frosch in der Mitte durchschneidet und die untere Hälfte von der Haut entblößt, dann aber die Beine auf ein Stück Kupfer, die Rückenmarksnerven auf ein Stück Zink legt und beide miteinander in Berührung bringt, so entsteht in dem todtten Thiere ein heftiges Zucken, eine gewaltsame Ausstreckung der verstümmelten Gliedmaßen, solchergestalt, daß man glaubt, das Thier lebe noch und werde grausam gemauert. Das Letztere mag auch wohl der Fall sein; das Marterinstrument ist die Electricität.

Diese gewaltsame Kraft ist so allgemein verbreitet, beherrscht so vollständig die Welt, daß man billig erstaunt sein muß zu erfahren, wie Jahrtausende vergehen konnten, ehe es gelang, diese Kraft überhaupt zu entdecken, zu erkennen, und noch Jahrtausende um sie in alle ihre Schlupfwinkel zu verfolgen. Die genauere Kenntniß derselben stammt aus den letzten 40 Jahren; denn bis zum Jahre 1819 hatte man noch gar keinen Begriff von der Allgemeinheit dieser Verbreitung und darum faßte man die Lehre von derselben auch unter dem Titel „besondere Physik“, mit Magnetismus, Wärme und Licht zusammen, und trug nach alten Traditionen sehr dürftige Nachrichten über dieselbe vor, bis, was Jahrtausende und Jahrmillionen lang im größten Maßstabe geschehen war, endlich von einem Studenten in Kiel im allerkleinsten Maßstabe an einem Paar Stückchen Kupfer und Zink bei Gelegenheit der Anhörung eines Collegiums über

Elektricität bemerkt wurde; daß nämlich die Elektricität auf die Magnetnabel wirke, oder allgemeiner ausgedrückt, daß Elektricität und Magnetismus in Wechselwirkung zu einander ständen.

Derstedt, Professor der Chemie, laß das Collegium, ward auf die Thatsache aufmerksam gemacht, ließ sie aber dreiviertel Jahr lang unbearbeitet liegen, bis er endlich eine Abhandlung darüber für ein Schulprogramm schrieb, und nunmehr Männer wie Erman d. Ae., Seebeck, Ampère und Andere die Sache in die Hand nahmen.

Da erst ward das Chaos geordnet, da erst kam Licht in die Sache und da fand man auch bald, in welcher auffallenden Weise die vier vorhin genannten Thätigkeiten Elektricität, Magnetismus, Wärme und Licht sich gegenseitig bedingten, so daß Elektricität Wärme und Licht erzeuge, daß das Licht und die Wärme Elektricität hervorbringe, daß der Magnetismus die lebhaftesten elektrischen Wirkungen habe, und daß Elektricität Magnete erzeuge in einer Stärke, von der man früher keine Ahnung gehabt; kurz es zeigte sich unwiderleglich, daß die vier genannten Kräfte, welche man Impponderabilien nennt, weil sie unwägbar sind, oder welche man auch unter dem Namen Dynamiden zusammenfaßt, weil sie sich wirklich als mächtige Kräfte offenbaren (von dem griechischen Worte *δύναμις*, Kraft), in einer so innigen Verbindung miteinander stehen, daß man sie, wenn auch nicht als eine Urkraft, so doch wenigstens als auf das Genaueste verwandte Kräfte zu betrachten habe.

Wir wollen hier nur das Nothwendigste, was uns für den Verlauf des chemischen und technologischen Lehrbuchs unerläßlich scheint, anführen, im Uebrigen aber auf das vor einigen Jahren erschienene Werk „Naturkräfte und Naturgesetze, von Zimmermann“ verweisen.

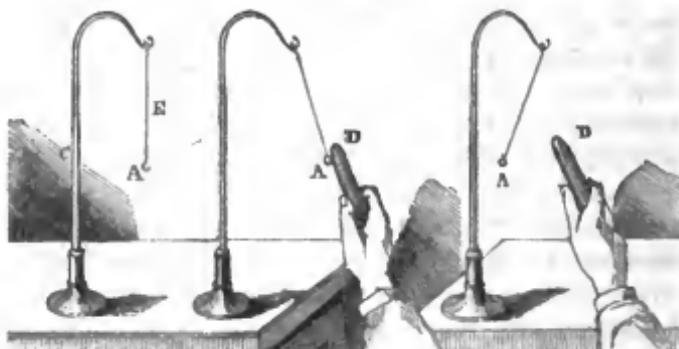
Eine Spielerei unserer Kinderjahre, das womit wohl ein Jeder seine physikalischen Studien angefangen hat, ist das Experiment, daß eine Siegellackstange, einmal flüchtig über den wollenen Rockärmel gestrichen, Papierschnitzelchen, Hirseldörner, Spreu vom Tische aufhebt, eine kurze Zeit festhält und dann wieder fallen läßt.

Hiermit fängt schon 600 Jahre vor Christi Geburt die Geschichte der Elektricität an. Thales nahm zwar nicht Siegellack, den hatte man damals noch nicht, man siegelte mit Thon (daher der Ausdruck Siegel er de), aber er nahm ein anderes Harz, nämlich Bernstein, und erzählt das Experiment und fügt hinzu, es sei als ob eine Seele in dem Bernstein wohne, welche diese leichten Körper an sich ziehe.

Machen wir das Experiment ein wenig kunstgerechter, so werden wir an einem Glasstängelchen C der ersten Figur (Fig. 996), welches auf einem Fuße steht, ein kleines Kügelchen von Sonnenblumenmark (auch Hollunder-

mark) A vermittelst eines feinen, zarten Fadens E aufhängen. Nehmen wir nun eine geriebene Glasstange D in die Hand und nähern wir uns dem Kügelchen, so wird dasselbe aus seiner verticalen Lage gezogen gegen das Glas oder den Siegellack gleichviel, fliegen, einen Augenblick daran haften und dann zurückgehen.

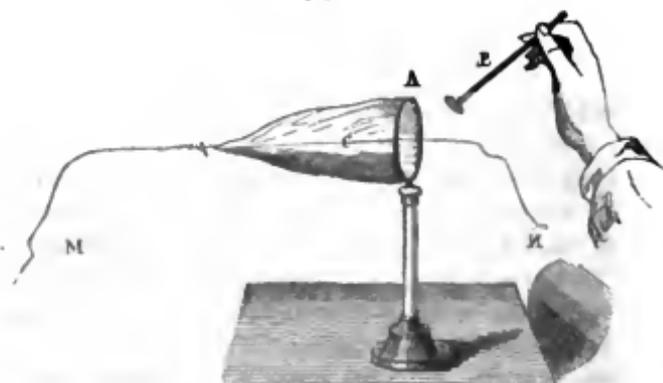
Fig. 996.



Das ist das Experiment des Schulknaben, weiter geht er nicht. Der Gelehrte versucht aber noch einmal sich dem Kügelchen mit seiner Glasstange zu nähern, und siehe es geschieht, was die dritte der obigen Figuren zeigt. Das Kügelchen A kommt nicht mehr an die Stange D.

Dieses Experiment ist noch nicht 200 Jahre lang bekannt, so jung, so neu ist die Lehre von der Electricität; aber von da wo Otto von Guericke, Dufay, Nollet, Winkler u. sich damit beschäftigten, ging es auch von Entdeckung zu Entdeckung mit Riesenschritten vorwärts.

Fig. 997.



Eine der wichtigsten versinnlicht die Fig. 997.

Die Electricität ist eine Flächenkraft, sie bewohnt nur die äußerste

Oberfläche der Körper und eine massive Messingkugel von 1 Fuß Durchmesser nimmt aus derselben Quelle nicht im mindesten mehr Elektrizität auf als eine eben so große Blase aus Goldschlägerhaut, welche auf ihrer äußeren Fläche mit unechtem Goldschaum, d. h. aus demselben Metall woraus die Kugel besteht, bezogen ist.

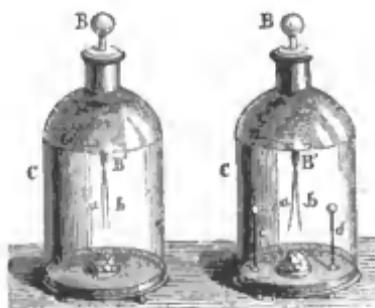
Die Fig. 997 zeigt einen Beutel von Goldschlägerhaut C, welcher auswendig vergoldet und über einen Ring A gespannt ist. Durch den Draht M elektrisirt man diesen Beutel auf irgend eine Weise, vermöge des seidenen Fadens N kann man ihn umkehren, um das Auswendige nach innen zu bringen. An einem Glasstängelchen p befindet sich ein metallener Knopf, das Probirscheibchen. Man hält dasselbe inwendig an die vergoldete Fläche und kommt damit an ein solches Kügelchen, wie es Fig. 996 darstellt, und wird nicht eine Spur von Neigung desselben gegen das Probirscheibchen zu kommen, entdecken können. Nunmehr kommt man mit demselben Plättchen an die äußere Oberfläche, wiederholt alsdann das Experiment, so wird man sofort wahrnehmen, daß dasselbe Elektrizität enthält. Es ist aber nicht etwa diese eine, jetzt äußere Oberfläche, welche die Elektrizität enthält, es ist die andere, gegenwärtig innere, eben so beschaffen und fähig Elektrizität aufzunehmen und abzugeben. Sobald man mittelst des Fadens die innere Seite nach außen kehrt ist sofort diese die elektrische und die vorher elektrisch gewesen, hört von dem Augenblick der Umkehrung auf es zu sein.

Beabsichtigt man genauere Beobachtungen zu machen, so bedient man sich eines Instrumentes, welches man Elektrometer nennt. Fig. 998 zeigt dasselbe. C ist eine Glasflasche von gutem hartem Kaliglas (das Natronglas, z. B. die belgischen Gläser, zieht Feuchtigkeit an), sie steht auf einem hölzernen Fuß mit drei Knöpfchen, um ihr eine horizontale Stellung geben zu können.

Durch den Hals und den Kork, welcher dieselbe verschließt, geht ein messingerner Stift mit einem Knopf oben und ein paar schmalen, feinen Goldblattstreifen unten innerhalb des Glases. Diese leicht beweglichen Streifen von geschlagenem Golde sind die elektroskopischen Körper, sie hängen parallel dicht neben einander. Sobald dem Knopf B eine noch so geringe Menge Elektrizität mitgetheilt wird, so theilt sie sich auch dem Draht B', den Goldblättchen a und b mit, und

Fig. 998.

Fig. 999.



alsdann gehen diese auseinander und stehen schräg, wie die Fig. 999 zeigt. Es ist das Experiment mit dem elektrisirten Kugeln Fig. 996, welches vor der Siegellackstange, die es elektrisirt hatte, flog, denn zwei elektrisirte Körper stoßen sich ab (s. weiter unten das Nähere) — dort stieß das Kugeln den Siegellack und dieser das Kugeln ab, hier stößt das eine elektrisirte Blättchen das andere gleichfalls elektrisirte Blättchen ab.

Wir sehen hier in dem Elektrometer noch zwei Drähte mit Knöpfchen stehen, sie dienen um, wenn die mitgetheilte Electricität zu stark ist, die Goldblättchen zu entladen.

Wenn die Blättchen durch eine Stange Siegellack elektrisirt worden sind und stehen, wie die obige Figur sie zeigt, und man kommt nunmehr (also nach dem Laden) mit demselben geriebenen Siegellack in die Nähe des Knöpfchens B, so gehen dieselben weiter auseinander als früher. Nimmt man jedoch statt der geriebenen Siegellackstange eine Glasstange, so werden die auseinander gegangenen Blättchen zusammensinken. Dies ist die erste Spur von einer Zweifelt in der Electricität und man nennt, nachdem vielfältige Versuche die Duplicität fest gestellt haben, die eine derselben die Harzelectricität, die andere die Glaselectricität, um kürzer zu sein, bezeichnet man sie mit — und + (minus und plus) giebt der Harzelectricität das Zeichen —, nennt sie negativ und der Glaselectricität das Zeichen +, nennt sie positiv, es ist also Harz oder minus oder negative Electricität eines und dasselbe, andererseits eben so positive, plus oder Glaselectricität.

Beide Electricitäten sind in jedem Körper vorhanden, indem sie in gleicher Menge darin sind, so gleichen sie sich so völlig aus, daß sie in keiner Weise bemerkbar werden, solche Körper nennt man unelektrisirt, nicht elektrisch. Wenn man aber einen Körper mit einem andern reibt, so werden Beide elektrisch, und zwar immer entgegengesetzt. Wenn man mit einer Harzstange über ein Stück Hasen- oder Kameelfell streicht, so wird der Harz negativ, aber zugleich das Fell positiv elektrisch. Wenn man eine Glasstange mit einem Stück Seidenzeug reibt, so erhält die Stange die Glaselectricität, das Seidenzeug die Harzelectricität, ja wenn man zwei Stücke Seidenzeug aufeinander legt und mit der trockenen Hand lebhaft streicht, so wird beim Trennen der beiden Stücke das eine sich plus (+), das andere minus (—) elektrisch zeigen.

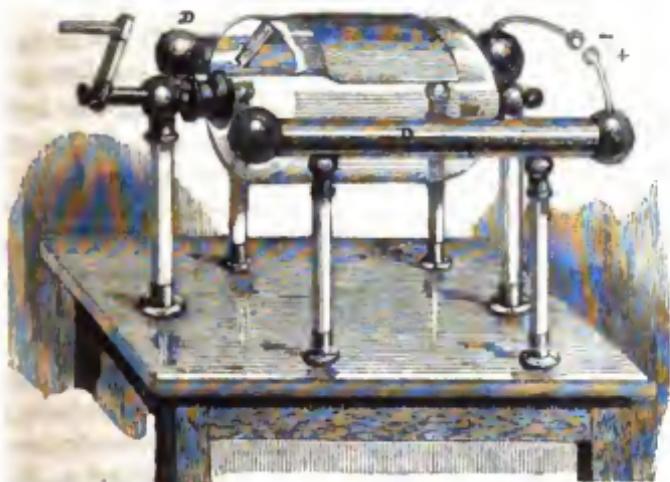
Die Electricität ist eine Flächenkraft, dieselbe Menge Electricität auf eine große Fläche vertheilt, wirkt weniger stark, als wenn sie auf einen engen Raum zusammengedrängt ist. Wenn z. B. die Fig. 999 ein Elektrometer zeigt, welches statt des Knöpfes B einen Teller hat, und man hängt an einem Glasstab eine ziemlich lange Drahtkette, der man ein klein Wenig Electricität mittheilt, so wird in dem Augenblick, in welchem

sie den Teller berührt, das Goldblättchenpaar ab auseinander gehen — schwach, wenn die Elektricität nicht stark war.

So wie man aber die Kette nach und nach auf den Teller sinken läßt, so gehen die Blättchen immer wieder auseinander, sinken aber wieder zusammen, wenn man die Kette hebt. Es kommt hier nicht auf die Menge der Berührungspunkte zwischen Kette und Teller, sondern nur auf Verkleinerung des Raumes an, den der elektrisirte Körper einnimmt.

Den höheren oder geringeren Grad von Elektricität, den der Körper hat, nennt man seine Spannung, ist eine gewisse Menge Elektricität auf einen Quadratfuß ausgebreitet, so hat sie eine viel geringere Spannung, als wenn dieselbe Menge Elektricität auf einen Quadratzoll zusammengebrängt ist.

Fig. 1000.



Da es sehr un bequem war, mit geriebenen Glas- oder Siegellackstangen zu operiren, so kam D. v. Guericke darauf, eine Schwefel- oder Harzkugel durch ein Rad drehen zu lassen, und Winkler in Leipzig fügte zu einer solchen Maschine das Reibezeug und den Conductor, später wurde statt der Kugel ein Cylinder gewählt und die vorstehende Fig. 1000 zeigt eine ganz gute Einrichtung solchen Apparates, den man eine Elektrifizmaschine nennt.

Wir sehen den Glas cylinder auf zwei Glas säulen, der mittelst einer Handhabe um seine Aze drehbar ist, voran steht ein Messingcylinder D, welchen man den Conductor nennt, er ist bestimmt, die erregte Elektricität (welche hier + sein wird, da es ein Glaskörper ist, der sie hergiebt) auf-

zunehmen. Hinter dem Cylinder steht ein zweiter von Messing, mit dem ersten nicht in Berührung, wohl aber durch ein Lederkissen mit dem Glas-
cylinder, an welchem dieses Kissen sich reibt, darum heißt es das Reibzeug.

Auf der Fläche des Rissens, welche sich an dem Glas-
cylinder anlegt, bringt man ein wenig Talg und darauf eine Verbindung von Quecksilber, Zinn und Zink, das Amalgam. Dieses mit dem Glase gerieben, bringt lebhafteste elektrische Wirkung hervor, ein seidenes Tuch an dem Reibzeug über den Cylinder gelegt bis in die Nähe des Conduktors, hält die erregte Electricität an den Glaskörper fest bis dorthin, wo der Conduktor bereit ist, sie aufzunehmen.

Ein Paar bewegliche Arme gestatten, die Entfernung zwischen dem vorderen und dem hinteren Conduktor zu verringern, wenn die Maschine in Bewegung gesetzt wird, so springen dort, wo wir + — sehen, rechts unserer Zeichnung, lebhafteste Funken über.

Die Form des Cylinders (nach des Verf. Ansicht eine ganz vortreffliche zu diesem Behuf) wurde bald verlassen und statt derselben die Scheibe

Fig. 1001.



gewählt. Wir sehen dieselbe hier zwischen zwei Leisten auf einer gläsernen Axe, drehbar durch die Handhabe, schweben. Oben und unten sind die Reibzeuge angebracht, welche das Glas von beiden Seiten umfassen. Die Arme des Conduktors sieht man an beiden Seiten. Man hat noch andere Formen die Scheibe zu montiren, im Wesentlichen muß überall dasselbe geschehen, Glas wird gerieben, durch Metall wird die erregte Electricität aufgenommen.

Die neueste Zeit, die Zeit der Eisenbahnen, hat eine höchst energische Electricitätsentwicklung kennen gelehrt, welche zwar so lange die Erde steht in Anwen-

dung war, doch nicht von Menschenhänden geleitet wurde, sondern unter der Aufsicht höherer Mächte stand; das ist die Dampfelectricität, welche in den Wolken die Blitze schmiedet, die furchtbaren Gewitter erzeugt, welche hier aber in unseren Hörsälen zu erzeugen bis dahin nicht gelungen war.

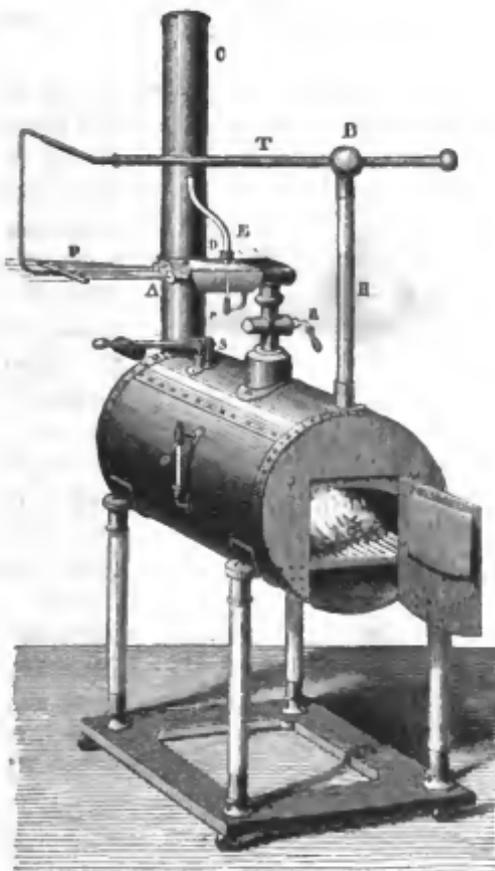
Ein Arbeiter in einem Bahngelände in England kam mit einer Metall-

sange in den Dampfstrahl, der aus dem Ventil einer zur Ruhe gebrachten Lokomotive entwich und bekam dabei einen heftigen elektrischen Schlag. Der Physiker Armstrong ließ die Lokomotive auf große Harzblöcke setzen um sie zu isoliren, und erhielt dadurch noch viel lebhaftere blitzähnliche Funken, und baute in Folge dieser Beobachtungen die Elektrifmaschine, welche die Fig. 1002 zeigt, und welche man die Hydroelektrifmaschine nennt.

Der Hauptkörper ist ein Dampfkessel, welcher auf Glas Säulen steht. AC ist der Rauchfang desselben, S ist das Sicherheitsventil, R ist der Hahn durch welchen die Dämpfe nach einem Kasten DE geleitet werden, welcher dazu dient sie ein wenig abzukühlen, worauf sie aus den vorderen Mündungen A mit großer Gewalt und indem sie Tropfen der niedergeschlagenen Dämpfe mitreißen, ausströmen. Hier werden sie von Spitzen, die zu dem Conduktor TB gehören, welcher auf der Glas Säule H steht, aufgefangen, und aus diesen erhalten wir die lebhaftesten Funken. In dem Londoner physikalischen Kabinet der Royal Institution steht eine solche Maschine, deren jeder einzelne Funke sofort tödtlich wäre, wenn er einen Menschen trafe.

Lange bevor man so mächtige Mittel zur Erregung der Electricität hatte, suchte man nach der Möglichkeit sie, aus den geringfügigen Instrumenten hergeleitet, zu verstärken, hierzu dient die Verstärkungsflaße, deren einzelne Theile Fig. 1003 zeigt. C ist ein Glasbecher, B ein eben solcher, nur niedriger sonst von derselben Form, aber aus Blech, A ist wieder ein Becher von Metall mit einem Rohr und einer Kugel daran. Die beiden Blechgefäße

Fig. 1002.



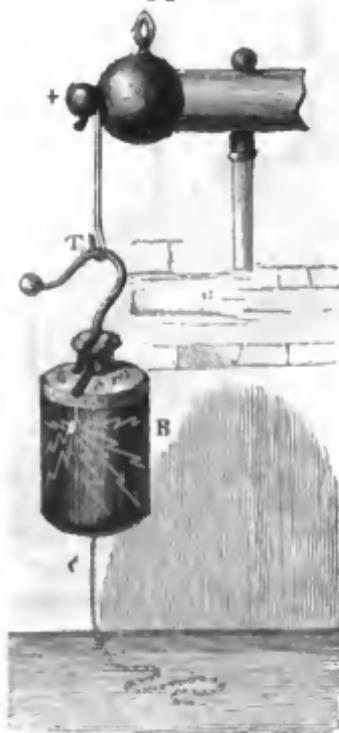
sind durch den Klemmer so eingerichtet, daß B den Glasbecher außen umschließt, indessen A gerade hineingefest werden kann, geschieht dieses, so

Fig. 1003.



hat alles zusammen die Ansicht von D, und man nennt dieses eine Verstärkungsflasche, da jedoch eine solche Anordnung nur dient um zu zeigen

Fig. 1004.



wie die Elektricitäten hier gegenseitig sich durch die isolirende Glasschicht binden, so macht man die eigentliche Verstärkungsflasche in so fern anders als man nicht Blech zu der äußeren und inneren Umhüllung des Glases anwendet, sondern ein viel dünner gewalztes Metall, also z. B. unrechten Goldschmied (denn es kommt gar nicht auf die Dicke an), oder höchstens Staniol, d. h. ganz dünn gewalztes Zinn, welches sehr weich ist und sich gut anschmiegt. Hiermit wird ein solches Glas, welches dann auch nicht konisch zu sein braucht, aus- und innen beklebt, mit Ausschluß eines zwei bis drei Zoll breiten Streifens, den die Fig. 1003 (D) deutlich genug markirt.

Fig. 1004 zeigt, daß man solche Flasche an den Conductor einer Elektrifizirmaschine hängen und eine beträchtliche Differenz zwischen der inneren und äußeren Belegung hervorbringen könne; man nennt dieses Laden, und wenn die Flasche nicht so eingerichtet ist, daß zwischen dem Draht T

und der äußeren Belegung B ein zu weiter Zwischenraum von Glas oder wenn dieser Zwischenraum durch einen Staniolstreifen absichtlich verringert

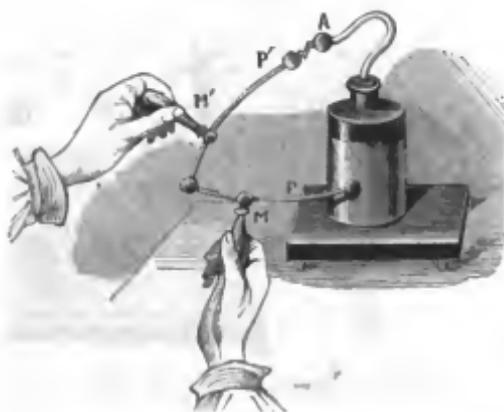
ist, wie die Fig. 1004 zeigt, so entsteht bei der Ladung ein gewaltiger Schlag, dadurch daß die beiden Electricitäten $+$ und $-$, welche auf beiden Seiten des Glases getrennt angehäuft waren, sich plötzlich ausgleichen.

Wollte man diese Ausgleichung dadurch veranstalten, daß man die Flasche bei B mit der Hand anfaste, oder die an ihr herabhängende Kette C berührte, mit der anderen Hand aber nach dem Knopf oder dem ladenden Conductor griffe, so würde man eine sehr heftige Nervenerschütterung erhalten.

Um solch einer schmerzhaften, bei zarten Personen gefährlichen Erschütterung aus dem Wege zu gehen, bedient man sich eines Instruments, welches man Auslader nennt.

Es sind zwei Drähte P und P' durch ein Charnier verbunden und an den beiden Enden mit metallenen Kugeln versehen. Entweder haben die beiden Drähte in der Gegend des Charniers einen Handgriff oder sie haben deren zwei M und M', wie die Figur 1005 zeigt. Legt man den einen Draht P an die äußere Belegung der Flasche und bringt nun durch Neigung des andern Drahtes P' denselben in die Nähe des Knopfes der Flasche, so geht die elektrische Ladung durch den Draht und dieser erhält die ganze Wirkung der elektrischen Ausgleichung.

Fig. 1005.



Gewöhnlich ist der Draht zu dick um diese Wirkung zu zeigen. Die Fig. 1006 soll unsere Leser unterrichten, auf welche Weise man auch bei einem Draht, falls er nur fein genug ist, die Wirkung der Electricität nachweisen kann.

Der Apparat, den wir hier dargestellt sehen, heißt der allgemeine Auslader, weil man durch denselben alle Ladungs- und Entladungspheänomene mit Bequemlichkeit ausführen kann.

Auf dem Tische oder Fußbrett erheben sich zwei Glasfüßen von Halbzoßdicke und etwa sechs Zoll Höhe p und p'. Da wo die Buchstaben stehen, tragen diese Säulen ein Charnier, vermöge dessen die Drähte, welche in der oberen Seite der Messingfassung verschleppbar sind, nach Bedarf gestellt, gerichtet werden können. Zwischen den beiden Glasfüßen sieht man

eine viereckige hölzerne Platte, welche beliebig erhöht werden kann, und dazu dient, Gegenstände, durch welche man einen Schlag gehen lassen will, in die erforderliche Stellung zu bringen.

Fig. 1008.



Zwischen den Enden der Drähte, die in den Charnieren beweglich sind, sehen wir hier einen feinen Draht F eingeschaltet, festgeklopft auf irgend eine Weise, nur so, daß der feine und der grobe Draht sich unmittelbar berühren. Wenn man nun den Schlag einer elektrischen Flasche, welche dazu dient um die negative Elektricität der äußeren Fläche mit der positiven Elektricität der inneren auseinander zu halten, den hier vorgeschriebenen Weg gehen läßt, nämlich durch den dicken Draht P , den sehr feinen F , den andern dicken Draht des allgemeinen Ausladers P' und die Kette, also nicht sowohl vom Knopf der Flasche nach der äußeren Belegung als auch gleichzeitig umgekehrt von der äußeren Belegung nach dem Knopf der Flasche (beides nämlich geschieht gleichzeitig), so wird man (vorausgesetzt, daß die Flasche groß genug und stark genug geladen war) den Draht F auf einen Augenblick erglühen sehen.

Ist der Draht sehr fein, ist er wohl gar von Eisen, einem schlechten Wärmeleiter, so wird der Draht nicht nur roth, er wird auch weißglühend, ja er schmilzt sogar, und bei Anwendung sehr großer Flaschen wird das Metall in Dampf verwandelt, es fliegt in Rauch auf.

Man kann mit diesem allgemeinen Ausläufer noch eine große Anzahl anderer Experimente darstellen, welche die Kraft der Elektrizität, die Wirkung derselben zeigen; man kann so Blattgold in Glas unvertilgbar einschmelzen, man kann Metalle in Oxyde verwandeln, man kann Glas tafeln zersplittern, Wasser in Dampf verwandeln, und dadurch bedeutende mechanische Effekte erzielen, natürlich alles dieses viel auffallender, wenn die Flaschen sehr groß sind, sie also eine ungemein große Masse von Elektrizität zerlegt, getrennt enthalten, deren Vereinigung zu Null Elektrizität (d. h. zu derselben, aber ausgeglichenen Menge Elektrizität) den Effekt hervorbringt.

Da sehr große Flaschen sehr theuer sind, endlich aber eine Grenze eintritt, über welche hinaus man nicht mehr größere Flaschen haben kann, so setzt man mehrere Flaschen zu einer Batterie zusammen, wie Fig. 1007 dieselbe zeigt. In einem Kasten der inwendig mit Bleiplatten oder mit Stanniol ausgelegt ist *c c*, steht eine beliebige Anzahl solcher Flaschen, wie wir dieselben vorhin beschrieben. Die metallischen äußeren Belege sind sämmtlich

Fig. 1007.

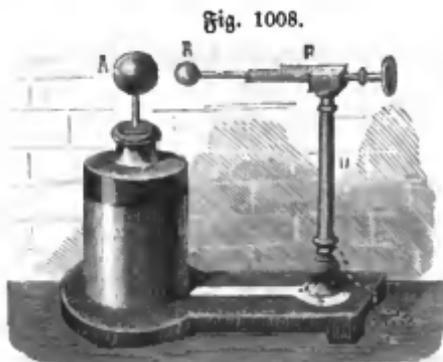


zu einem Continuum verbunden, dadurch daß sie auf dem Stanniol des Kastens stehen, die inneren Belegungen dadurch, daß alle Knöpfe unter sich durch Drähte vereint sind, welche hier z. B. zu dem mittelsten Knopfe *D* gehen, eben so gut aber auf eine andere beliebige Weise an einander gereicht sein könnten. Auf einer Ecke dieses Instruments, welches man Batterie nennt, steht ein Quadrantelektrometer *S*, ein Instrument, mittelst dessen man die Stärke der Ladung, welche die Batterie erhalten hat, bemessen kann.

Wenn man den Schlag solcher Batterie — man hat deren zu mehreren hundert Flaschen von drei bis vier Fuß äußerer Belegung — durch einen Draht von Federkielstärke gehen läßt, so wird derselbe glühend oder er schmilzt wohl gar wenn die Strecke nicht zu groß ist. Die Wirkungen sind ganz ähnlich denen des Blitzes, der Schlag ist betäubend, ein Mensch, noch viel leichter jedes andere große Thier, Pferd, Stier wird von solchem Schläge getödtet, wie von einem Blitze. In der Zeit, als man die Elektrizität nur in dieser Form kannte, in der letzten Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts, wurden die Versuche damit sehr in's Große getrieben, so

durch van Marum in Leiden mit einer Scheibenelektrifirmaschine von sechs Fuß Durchmesser, deren zwei auf einer Achse gleichzeitig bewegt wurden, und von denen der einzelne Funke zwei volle Fuß lang war und den Arm, der ihn auffing, für den ganzen Tag lähmte u. a. m.

Aber schon damals wollte man bestimmte, immer gleich bleibende Menge Elektricität anwenden, und deshalb wurde der Auslade-Elektrometer



hergestellt, welchen Figur 1008 zeigt; es ist eine gewöhnliche Verstärkungsflasche, die auf einem Fußbrette festgemacht ist und auf welchem, etwa um ihren Durchmesser entfernt, eine Glassäule D steht, deren metallener Fuß durch einen Streifen Staniol oder Messing leitend mit der Flasche verbunden ist. Auf dieser Säule ruht eine metallene Fassung F, durch welche ein Draht mit einem Knopfe einerseits und einer Ku-

gel R andererseits verschiebbar ist. Ein Stückchen Kork innerhalb dieser Messingfassung verhindert eine Verschiebung welche, unbeabsichtigt von dem Experimentator, vorkommen könnte.

Zwischen der Kugel der Flasche A und der Kugel R des Drahtes kann ein, innerhalb der Entfernung der Säule von der Flasche beliebiger Zwischenraum hergestellt werden. Ist die Spannung zwischen den ungleichen Elektricitäten außerhalb und innerhalb der Flasche nur gering, so wird diese Spannung schon bei einer sehr geringen Entfernung der beiden Kugeln von einander — ein achtes Zoll, ein zwölftel Zoll — ausgeglichen werden; soll die Spannung stärker sein, so wird man die Entfernung größer machen müssen, denn bei der geringen Entfernung der Kugeln von einander würde die Entladung oder Ausgleichung zehnmal vor sich gehen, ohne daß die erforderliche Spannung erreicht wäre, will man also einen so starken Schlag haben, so muß man die Entfernung der beiden Kugeln vergrößern.

Nun aber hat man es in seiner Gewalt, immer dieselbe Spannung und Ladung hervorzubringen, welche verlangt wird, wenn immer dieselbe Entfernung zwischen A und R stattfindet, und auf diese Weise ist man im Stande unter allen Umständen, günstigen oder ungünstigen, eine Elektricitätsmenge zur Anwendung zu bringen, welche nie weniger oder mehr ist, als zu einer gewissen Zeit und zu einem gewissen Zweck, umgekehrt kann man durch Entfernung der Kugeln von einander, diese Elektricitätsmenge

nach Belieben modificiren und versuchen, welche Menge, d. h. welche Spannung erfordert wird zu diesem oder zu jenem Zweck. Dasjenige, was den Schlag oder die Erschütterung erfahren soll, wird zwischen die, am Fuße der Säule befestigte Kette und den Knopf des Drahtes RF gebracht.

Wenn man die Flasche an den Conduktor bringt, ohne daß die Electricität von der äußeren Seite abgeleitet wird, so kann die Flasche nicht geladen werden, es findet keine zur Ladung erforderliche Aufhebung des Gleichgewichts statt.

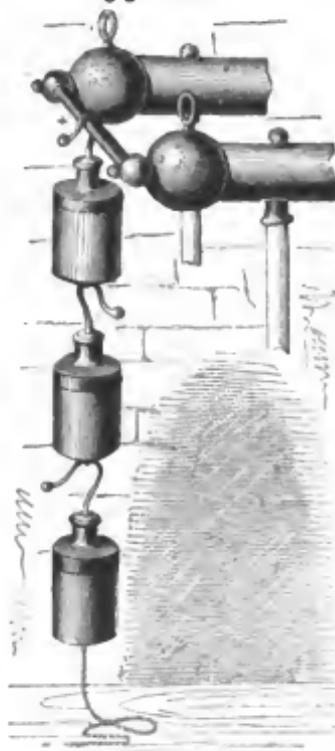
Wir sehen in Fig. 1009 einen Conduktor nach französischer Einrichtung gekoppelt, für jede Seite einer Scheibeummaschine besonders, an der vorderen verbunden. Diese Einrichtung ist durchaus nicht Bedingung des Experiments, doch in manchen Fällen nicht ohne Bequemlichkeit.

An dem Querbalken oder an irgend einem seitwärts in einen einfachen Conduktor eingeschraubten Draht mit einer Kugel hängt man eine der hier gezeichneten drei Flaschen (man muß sich also die beiden anderen weg denken).

Wenn diese Flasche ganz frei hängt, auch kein Leiter sie mit dem Tische oder dem Erdboden verbindet, so kann man die Elektrirmaschine in Bewegung setzen, so lange man will, es wird keine Ladung erfolgen, rührt man aber während des Drehens die Flaschen auswendig an, so findet augenblicklich die Ladung statt. Man kann auch die Ursache sofort erfahren, wenn man, statt die Flasche anzufassen, mit dem Fingerringel nur sich ihr nähert, je nach der Stärke der Maschine auf einen ganzen Zoll, auf einen halben, vielleicht auch auf eine noch geringere Entfernung. Man wird nämlich eine große Anzahl von Funken aus der äußeren Belegung der Flaschen ausströmen und in den Experimentator übergehen sehen. Dies ist die positive Electricität der äußeren Belegung, welche dadurch vertrieben wird, daß die Elektrirmaschine auf der andern Seite des die beiden Belegungen trennenden Glases viel positive Electricität aufhäuft.

Leitet man diese gleichnamige Electricität nicht ab von der äußern

Fig. 1009.



Seite, so kann keine Ladung erfolgen. Wenn man aber eine zweite Flasche in die Hand nimmt und während der Drehung der Elektrirmaschine an die erste hält, so wird diese zweite mit der, von der äußern Seite der ersten vertriebenen Elektrizität geladen. Hängt man diese zweite Flasche an die erste, hängt man an diese zweite eine dritte und so beliebig viele, bis die letzte auf dem Fußboden steht, oder wie hier die dritte durch eine metallene Kette oder eine Tresse mit dem Fußboden leitend verbunden ist, so werden alle zusammen geladen, und zwar jede mit derjenigen Elektrizität, welche von der vorigen vertrieben ist.

Höchst merkwürdig ist, daß, wenn man nun die äußere Belegung der letzten mit der innern Belegung der ersten verbindet, der Schlag, die Wirkung so groß, so heftig ist, als ob man eine Batterie von so vielen Flaschen, wie hier angewendet, geladen hätte. Diese Entdeckung, von Dove in Berlin gemacht, ist noch so neu, daß sie in den wenigsten Lehrbüchern Eingang gefunden hat, selbst die neueste Auflage von Pouillet sowohl in französischer Sprache, als in der Uebersetzung durch Müller hat sie noch nicht, in einem Lehrbuch der Physik *) ist der Sache bereits erwähnt, im Jahre 1847 machte Dove die Entdeckung, wäre dies eine politische Entdeckung gewesen, so hätte sie in dieser Zeit vier Mal die Reise um die Erde gemacht.

Galvanismus.

Am Ende des vorigen Jahrhunderts machte eine durchaus neue Thätigkeit gewaltiges Aufsehen, nicht nur in der Gelehrtenwelt, sondern auch in den allerweitesten Kreisen, — das war die nach Galvani benannte Kraft, der Galvanismus, vermöge deren man endlich hinter das Geheimniß der Vitalität gekommen zu sein glaubte. So wie Derstedt's Name unsterblich sein wird trotz seiner völligen Unschuld an dem Brande des Tempels von Ephesus, so auch Galvani's. Beide machten durch ihre Zuhörer, der Letzgenannte durch seine den Vorlesungen beiwohnende Gattin, der Erstere durch einen Studiosus, Entdeckungen in der Physik, von denen die wichtigsten Epochen der Naturwissenschaften datiren.

Alopius Galvani, Chirurg in Bologna und zugleich Lehrer der Anatomie an der Universität, hielt in seinem Studier-, Schlaf- und Speisezimmer, in seinem Laboratorium, in welchem seine Gattin grade das Mittagessen bereitete, Vorlesungen über irgend einen halb physikalischen, halb physiologischen Gegenstand. Die Froschschenkel, welche gespeist werden

*) Naturkräfte und Naturgesetze von Zimmermann. I. Th.

folten, waren abgezogen, und Madame Galvani hätte an den Herd gehen können, aber sie wollte noch einen Satz, den ihr Gatte eben vortrug, zu Ende hören, und spielte halb zerstreut halb aufmerkend, mit dem Messer, mit welchem sie ihr Rüchengeschäft besorgt, auf der zinnernen Schüssel, auf welcher die Froschschenkel lagen.

Der Satz war beendet, sie wollte gehen und legte das Messer nieder, in diesem Augenblick zuckte der halbe Frosch, den das niedergelegte Messer berührte, lebhaft zusammen und streckte sich zitternd aus.

Die Frau sah erstaunt auf die Schüssel — auf den Frosch — erhob das Messer — der Frosch kam durch einen Ruck in seine ursprüngliche Lage — sie legte das Messer noch einmal hin — aus der zufälligen Entdeckung ward jetzt ein absichtlicher Versuch (wenn der Barbier den Geist seiner Frau gehabt hätte — was für Thorheiten wären den Pöhsikern und Pöhsiologen jener Zeit gespart worden) der Frosch streckte sich abermals, und nun rief die geistreiche Frau ihren Mann herbei und zeigte ihm, was sie gefunden.

In demselben Raume beschäftigten sich ein Paar der Zuhörer, welche grade nicht zuhörten, mit einer Elektrirmaschine und entlockten derselben, eber der damit geladenen Flasche Funken, als Galvani zu der Schüssel mit Froschschenkeln trat und sie unter der Berührung mit dem Messer zucken und sich strecken sah.

In Galvani's verwirrtem Kopf kreuzten sich Elektrizität und Vitalität, und er rief entzückt — Frau, ich habe eine große Entdeckung gemacht (ich, A. Galvani statt seiner Gattin) ich habe die Ursache des Lebens, ich habe die Lebenskraft gefunden, das ist die Elektrizität.

So ward von ihm die Sache dargestellt. Die Muskeln sind geladene Verstärkungsflaschen, ihre Entladung bringt Zuckung, das ist Bewegung hervor. Weil, während die beiden nicht zuhörenden Zuhörer einer Maschine Funken entlockten, die mit Metall berührten Froschschenkel zuckten, glaube er, die Elektrizität der Maschine lade die Muskeln, und das Metall des Messers entlade sie.

Alex Volta hörte von diesem Experiment, las dessen durch Galvani gegebene Erklärung, machte die Versuche von neuem, änderte sie vielseitig ab und fand zuerst, daß die Elektrirmaschine dabei ein ganz überflüssiges Möbel sei, dann aber fand er auch, daß allerdings Elektrizität im Spiele sei, aber ganz unabhängig von der Lebenskraft, daß diese Elektrizität erzeugt wurde, nicht durch den todtten Frosch, sondern durch die Berührung zweier Metalle, und er wies diese Elektrizität ohne einen Frosch nach.

Ein Instrument, der Condensator, war kürzlich von Volta erfunden worden. Es ist ein feines empfindliches Goldblattelektrometer, wie wir

dasselbe von Seite 181 her kennen, und wie es in Fig. 1010 abermals dargestellt ist, aber zu der Metallplatte A, welche darauf befindlich, kommt noch eine zweite, eben so große B, welche in der Mitte ein Glasstängelchen trägt, vermöge dessen man diesen Deckel von der unteren Platte abheben kann.

Beide Platten sind von gleichem Metall und sind ganz eben gedreht und geschliffen, zwischen ihnen liegt, damit sie sich nicht als Metalle berühren und dadurch zu einer Platte werden, ein dünnes Stückchen Seidenzeug oder feines Schreibpapier, oder die Platten sind beide mit Firniß überzogen, welches die Berührung der Metalle unter sich gleichfalls hindert.

Fig. 1010.

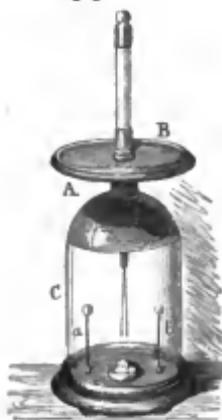
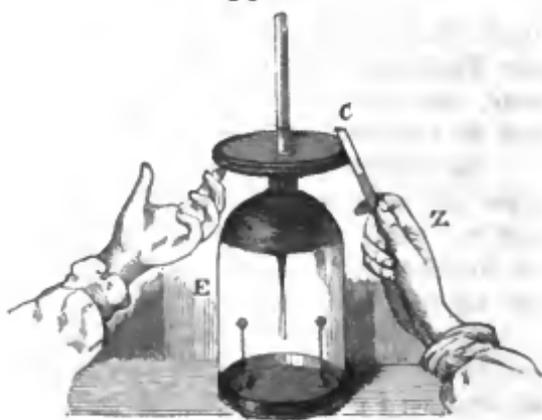


Fig. 1011.



Will man nun sehr geringe Quantitäten Elektricität beobachten, so verfährt man auf folgende Weise. Die eine Hand berührt von unten her die zu dem Elektroskop E Fig. 1011 gehörige Metallplatte, wodurch die Möglichkeit einer Ausgleichung hervorgebrachter Differenzen entsteht, die andere Hand Z hält eine sehr schwache Elektricitätsquelle C und berührt damit die Deckelplatte des Instruments. Nunmehr liegt vor, was wir Seite 186 als Verstärkungsflasche betrachtet haben, eine isolirende Schicht (Seidenzeug, Firniß) und von beiden Seiten derselben Metall. So wie bei dem dort beschriebenen Glase, so wird hier bei dem Instrument, welches man Condensator nennt, die Elektricität dadurch aufgehäuft, daß auf der einen Seite die ungleichnamige Elektricität herbeizuführen, auf der andern die gleichnamige hinwegzuführen kann, um der obern zugeführten Elektricität das Gleichgewicht zu halten. Berührt man, während oben die schwache Elektricitätsquelle wirkt, die Platte unten nicht, so findet dasselbe statt als ob eine Verstärkungsflasche an den Conductor gehängt würde, ohne Ableitung — die Flasche würde

nicht geladen werden; genau eben so hier, da aber der Finger der linken Hand die untere Seite der Flasche berührt, so findet eine Ladung statt, die beiden Elektricitäten binden einander und sind unfühlbar, eben weil sie einander binden.

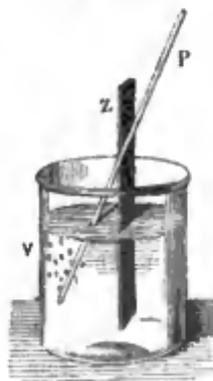
Wenn man nun den Deckel abhebt, so tritt die Ladung, welche jede Hälfte erhalten hat, nicht mehr gebunden durch die andere, sichtbar auf und bei so kleinen Quantitäten, wie hier angewendet werden sollen, spricht sich die Anwesenheit nicht durch Funken und Erschütterungen, wohl aber durch das Spreizen der beiden Goldblättchen, welche auseinander fahren, aus.

Mittelst eines solchen Instruments wies A. Volta nach, daß bei Berührung zweier Metalle jederzeit Elektricität entstehe, daß eines derselben immer positiv, das andere gleichzeitig negativ würde, und daß die Zuckungen der Schenkel des todtten Frosches lediglich davon herrührten, daß die in den beiden Metallen erregte Elektricität durch das Medium der Froschschenkel ausgeglichen werde. Es war sonach mit der neu erfundenen Lebenskraft zu Ende, allein Volta hatte etwas ungleich Wichtigeres entdeckt, er hatte gefunden, daß nicht Reibung zwischen Glas und Metall oder Harz und Thierfellen allein, sondern daß schon die bloße Berührung zweier Körper genüge, um Elektricität zu erregen.

Mit dieser Entdeckung war in der Physik, und wurde später in der Chemie ein völlig neuer Abschnitt begonnen, von welchem die Chemie der Gegenwart ihr Entstehen datirt; die Elektrochemie, die Lehre von der Anziehung und gegenseitigen Ergreifung der Körper untereinander ruhte hierauf und man ist dahin gekommen, die sämtlichen Elemente mit dem + oder — Zeichen der Elektricität erfahrungsgemäß zu versehen, man kann sagen, daß zwei Körper von gleicher Elektricität einander nicht chemisch ergreifen, indeß dieses mit um so größerer Heftigkeit geschieht, je weiter sie in der elektrischen Reihe auseinander sind.

Welch einen Einfluß die Elektricität auf Körper übt, die sonst unangreifbar sind, geht z. B. aus folgendem Experiment hervor. In ein Glas mit Salpetersäure halte man ein Stück Platindraht P oder Golddraht gleichviel, beide werden selbst in der Siedehitze durch reine Salpetersäure nicht aufgelöst. Sobald man aber ein Stück Zink Z in die Säure taucht und anßerhalb derselben die beiden Metalle in Berührung mit einander bringt, so sieht man sofort von dem Platin eine große Menge Blasen V

Fig. 1012.



auffsteigen, welche zeigen, daß die Auflösung im vollen Gange sei. Wenn man zwei Stücke Platin oder ein Stück Platin und ein Stück Gold auf solche Art verbindet, wie hier Platin und Zink, so findet keine Entwicklung von Gasblasen, so findet keine Auflösung statt, weil keine elektrische Spannung bei der Berührung der beiden Metalle stattfindet.

Ist eine solche Spannung vorhanden, so wird auch sofort eine elektrische Wirkung wahrgenommen werden.

Fig. 1013.



Fig. 1014.



Volta erfand nunmehr die nach ihm benannte Säule, indem er mehrere Plattenpaare von Kupfer C und Zink Z (Fig. 1013) aufeinander und diese beiden auf einen nassen Tuch- oder Filzlappen legte und davon mehrere Paare, immer getrennt durch die Tuchscheiben, übereinander schichtete, und zwar immer in derselben Ordnung, so z. B. daß immer Kupfer unten (das dunkel schattirte Fig. 1014), immer Zink oben (das hell gebliebene) liegt, und zwischen jedem solchen Paar und dem folgenden sich eine um etwas kleinere, mit schwach angesäuertem Wasser getränkte Filz- oder Tuchscheibe befindet.

Es hat sich durch die jahrelang fortgesetzten Untersuchungen Volta's ergeben, welche Metalle mit einander am lebhaftesten in Wechselwirkung treten, welche die verschiedensten sind, da ist zwar Zink unter allen Umständen das positive geblieben, aber man kann als negatives Metall Eisen, Kupfer, Silber, Platin, Gold damit verbinden, und bekommt von Eisen zum Platin gehend eine immer stärkere Wirkung. Gold und Platin waren zu theuer (Platin ist allerdings seit des Verf. Jugendzeit auf das Dreifache gestiegen, in den zwanziger Jahren kostete das Loth 2½ Thlr., jetzt kostet es — wenigstens in Berlin — 8 Thlr.), man blieb also beim Kupfer stehen, in manchen Fällen wandte man Thalerstücke an, wenn der Professor zeigen wollte, daß er 100 Species aufbringen konnte (sie werden dann nach gezeigtem Experiment wieder als Geld verwendet), dies läßt sich bei der jetzigen Art der hydroelektrischen Batterien nicht mehr machen, wie es bei den eigentlichen volta'schen Säulen möglich war, doch blieb Kupfer das gewöhnliche Metall.

Um nun eine Säule von hinlänglicher Stärke zu erhalten, schichtet

man sie sehr hoch, zu 80, zu 100 Paaren, und dann steht eine solche Säule aus wie Fig. 1015 zeigt.

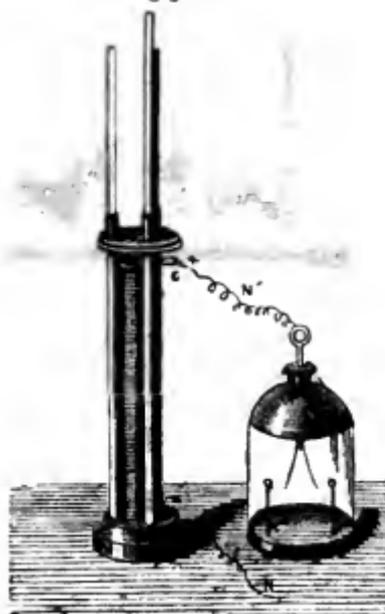
Drei Glasfäulen unten in einen Fuß eingesenkt, oben zusammengehalten durch ein Stück Holz mit drei Röhren von Horn oder Knochen in solcher Stellung zu einander wie die Glasstäbe sie haben, bilden das Gestell, zwischen welches die Kupfer-, Zink- und Zinkplatten übereinander geschichtet werden sollen.

Ist die Säule in Thätigkeit, so setzt ein Draht N' an der obersten Platte C befestigt und auf den Knopf eines Elektrometers gelegt, dieses sofort in Bewegung, die Goldblättchen schreiten auseinander, und wenn man nach der Ladung die mitgetheilte Elektrizität untersucht, so findet man sie — angenommen — positiv. Ist dieses der Fall und man entladet nun das Elektrometer und berührt seinen Knopf mit dem Draht N des anderen Poles Z, so wird man dann immer die dem Elektrometer mitgetheilte Elektrizität negativ finden.

Zink ist das positive Metall des Elements, Kupfer das negative, doch ist in der Säule der Kupferpol der positive und der Zinkpol der negative. Schichtet man die Säule, wie jetzt überall geschieht, Zink, feuchten Leiter, Kupfer — Z, f. L., K —, so geht die + Elektrizität von Zink durch den feuchten Leiter zum Kupfer, folglich ist die + Elektrizität bei dem Kupfer aufgehäuft; umgekehrt geht die negative Elektrizität vom Kupfer zum Zink, bei diesem letzteren ist also die negative Elektrizität aufgehäuft. Innerhalb der Säule geht der Strom vom Zink zum Kupfer, außerhalb der Säule, wenn man z. B. die beiden Drähte N und N' mit einander verbindet, geht der elektrische Strom vom negativen Metall zum positiven, vom Kupfer zum Zink.

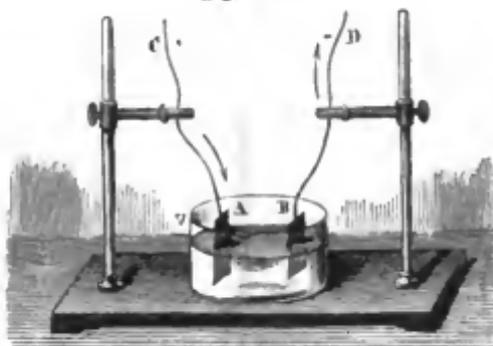
Auf die Metalle, welche zu dem Draht verwendet sind, macht gewöhnlich dieses gar keinen Eindruck, es ist ganz gleichgiltig, wo der + Pol liegt und wo der — Pol; ist die Batterie, ist die volta'sche Säule stark genug, ist eben so der Draht dünn genug, so wird eben dieser Draht glühend werden oder schmelzen, gleichviel wo der + und wo der — Pol

Fig. 1015.



liegt; nicht so mit anderen Körpern, welche selbst elektrisch, sich zu dem + oder — Pol bewegen können, je nachdem sie — oder + Electricität haben.

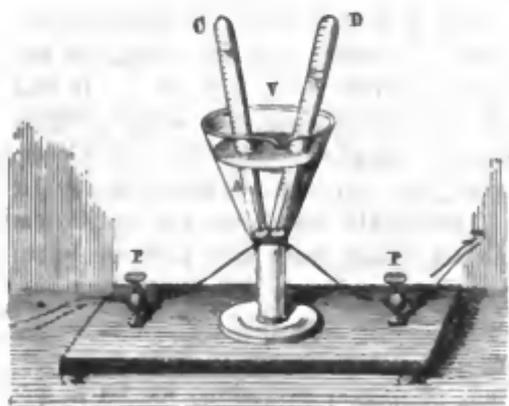
Fig. 1016.



dem Kupfer kommenden Draht in eine Platinplatte endend, und den negativen Draht eben so armirt als die beiden Elektroden, sie tauchen in irgend eine zersehbare Flüssigkeit (den elektrolytischen Körper) und zerlegen ihn durch die Electricität, welche sich zwischen ihnen bewegt, ausgleicht und durch diese Bewegung die zerlegbaren Körper so trennt, daß die negativen Elemente zur positiven, die positiven Elemente zur negativen Elektrode gehen.

In der Fig. 1017 sieht man eine ganz ähnliche Zusammenstellung in etwas veränderter Form, welche übrigens gar nicht wesentlich ist, denn

Fig. 1017.



statt eines Weinglases N könnte man mit ganz gleichem Erfolg ein Bierglas oder ein anderes, beliebig gestaltetes Gefäß anwenden. Die Hauptsache ist, daß es unten an zwei Stellen durchbohrt wird, und daß die Elektroden A und B, zwei Drähte von Platin oder Gold, durch die Bohrungen gebracht und darin mit Harz befestigt werden, so daß kein Wasser herausdringen kann.

Die eine Elektrode, welche in dem Fußbrett durch die Schraube P festgehalten wird, kommt von dem Pluspol, und der Strom positiver Electricität geht hinein in das Glas,

der Pfeil bei der anderen Elektrode deutet an, daß man sich gewöhnlich vorstellt, als ginge der Strom zu dieser Thüre hinaus, es ist die Elektrode des Minuspoles und beide Elektricitäten stehen sich in den Enden der Elektroden gegenüber und zwischen ihnen geht die Ausgleichung vor sich.

Man füllt das Glas N mit Wasser, füllt zwei in gleiche Theile getheilte Röhren AC und BD gleichfalls mit Wasser und stülpt sie dann so, ganz gefüllt über die Elektroden A und B. Wenn nun die volta'sche Säule Fig. 1015 mit diesen Elektroden in Verbindung gesetzt wird, dadurch daß man den vom Kupferpol kommenden Draht mit dem Platin drahte A, den anderen mit dem Platin drahte B verbindet, so wird man augenblicklich die Drähte sich mit Bläschen bedecken, diese sich ablösen, im Wasser aufsteigen, durch neue ersetzt werden sehen, und so wird sich nach und nach oben in der Röhre bei C und D eine gewisse Quantität Gas ansammeln, und man wird bemerken, daß in der einen Abtheilung D noch einmal so viel Gas befindlich als in der anderen C.

Es sind diese Gase die Zersetzungsprodukte des Wassers, und es ist zugleich von selbst die Quantität dieser Zersetzungsprodukte angegeben, das Wasser enthält von dem einen Stoff noch einmal so viel (dem Raume nach) als von dem andern. Die Zersetzungsprodukte sind Wasserstoff und Sauerstoff, und zwar des ersteren noch einmal so viel als des letzteren.

Fig. 1018.

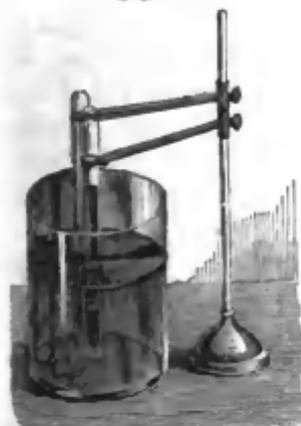


Fig. 1019.

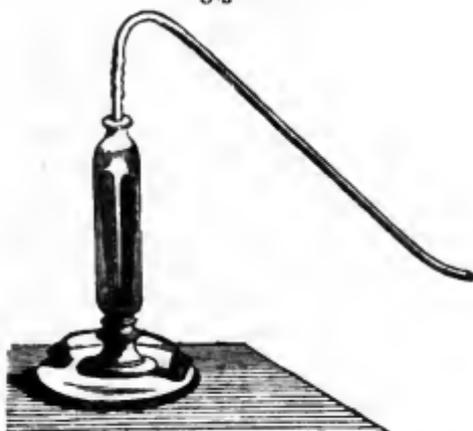


Fig. 1018 zeigt, wie man ganz dasselbe erlangen könne in einem cylintrisch gestatteten Glase, welches nicht durchbohrt ist, da denn die Elektroden so weit sie sich außerhalb der Röhren und doch in dem Glase und in der Flüssigkeit befinden, sehr genau mit Stegellack überschlößen sein müssen, ein bloßes Ueberstreichen mit Firnis genügt nicht. Das Wasser

wird überall zerfetzt wo die Elektrode mit derselben in Berührung ist, diese Berührung muß durch den Saft gehindert und auf die Stelle innerhalb der Röhre beschränkt werden. Die Röhren selbst werden hier durch hölzerne Zangen, die auf dem Stativ stecken, senkrecht gehalten.

Will man die Zerfetzungsprodukte in großen Mengen erhalten, und kommt es nicht darauf an, daß sie von einander gesondert sind, so wählt man besser den unter Fig. 1019 gegebenen Apparat. Wir sehen hier eine längliche Flasche auf einem hölzernen Fuß gelittet, unten an zwei Stellen durchbohrt und mit Elektroden versehen, welche hier nicht aus Platindraht sondern aus Platinblech bestehen, sie enden außerhalb des Glases in Drähte, welche in ein Paar Quecksilbernäpfchen tauchen, zu denen man die Polardrähte der volta'schen Säule leiten kann. Das Glas wird ganz mit Wasser gefüllt und dann wird eine Röhre in der, durch die Zeichnung gegebenen Form auf die Mündung gesetzt, damit das, aus dem Wasser entwickelte Gas dadurch fortgeleitet und beliebig aufgefangen werden kann.

Man wendet um die Gase zu erzeugen, immer schwach gesäuertes Wasser an, weil dieses besser leitet und dadurch die Gasentwicklung viel hundertmal schneller vor sich geht, allein wenn man die Bestandtheile des Wassers untersuchen will, so wendet man dasselbe in seinem reinsten Zustande an, so wie es der Regen oder die Destillation giebt.

Die Entdeckung, daß zwischen den Elektroden einer volta'schen Säule die Körper sich zerfetzen, hat zu den großartigsten Resultaten geführt, alle die Körper, welche man sonst für einfach gehalten hat, die Grundlagen der Alkalien und die Erden, Kieselerde, Thonerde, Aetzkali, Aetzkalk und viele andere, fand man zerlegbar und erkannte sie als Metalloxyde, viele Körper, welche man für unverbrennbar gehalten hatte, fand man in dem elektrischen Strom verbrennbar und schmelzbar, wozu vorzugsweise die große Batterie beitrug, welche H. Davy auf Kosten der physikalischen Gesellschaft in London machen ließ, und welche aus 2000 Plattenpaaren bestand.

Man versuchte am Anfange dieses Jahrhunderts die Ausdehnung der volta'schen Säule nach allen Richtungen, und da das Aufbauen derselben seine Grenzen hatte in der Schwankung, in der unbequemen Länge des Apparates und in der Ungleichheit der Zusammendrückung des feuchten Leiters, der oben eine einzige Platte, weiter abwärts immer mehr und unten die ganze Last der volta'schen Säule zu tragen hatte, so suchte man auch die Richtung der Säule zu verändern und ging aus der vertikalen in die horizontale über.

Dies gab Veranlassung zur Erfindung der Trogapparate, welche Wollaston besonders zweckmäßig construirte, indem er eine Zinkplatte von beiden Seiten mit Kupfer umgab (wie Fechner eine Kupferplatte von beiden

Seiten mit Zink, was ganz dasselbe ist, indem es sich nur darum handelt beide Seiten des mittlsten Stückes in elektrische Thätigkeit zu setzen).

Bei den Trogapparaten wird an Stelle des feuchten Leiters die Feuchtigkeit selbst in flüssiger Form ohne Schwamm, der sie auffaugt, ohne Pappe, Filz oder dergleichen angewendet.

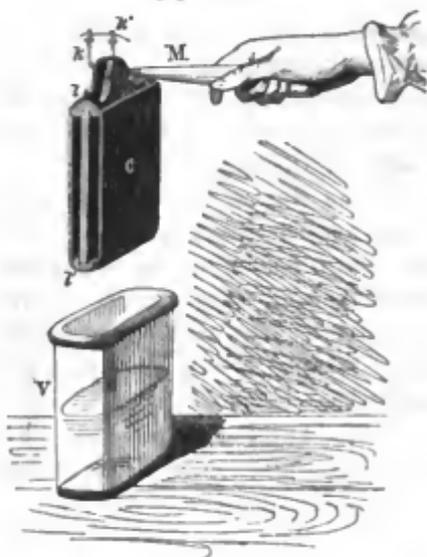
Die Fig. 1020 zeigt ein Wollaston'sches Element (Element heißt durchweg der Theil einer Säule der aus zwei Metallen und der dazu gehörigen Flüssigkeit besteht). Wir sehen in der Mitte eine ziemlich dicke Zinkplatte, welche von beiden Seiten mit einer dünnen Kupferplatte C umgeben ist. Die Kupferplatte darf das Zink nirgends berühren, dazu sind die halbrunden Holzstücke l und l', in welche das Zink eingeklemmt ist und welche das Kupfer in der

Entfernung von einer Linie ($\frac{1}{2}$ Zoll) von dem Zink trennen. An dieser Lebere ist eine Dese gelöthet, in welche man die Handhabe M stecken kann um das Element bequem in die Säure tauchen oder herausheben zu können. An dem Kupfer ist ein Stückchen Draht k, der durch eine feine Laubsäge aufgeschnitten und dann mit einer Schraube versehen ist, angelöthet, dasselbe hat man man bei dem Zink gethan k'. Der Spalt in dem Drahtende dient dazu um dasjenige, durch welches man den elektrischen Strom gehen lassen will, aufzunehmen (z. B. ein feines Streifchen Platindraht), die Schraubchen dienen zur Befestigung.

Taucht man nun diesen Apparat in ein Gefäß mit verdünnter Säure, wie das auf der Fig. 1020 mit V bezeichnete, so entsteht zwischen dem Kupfer und dem Zink eine lebhafte elektrische Aktion, und diese gleicht sich durch den Draht oben zwischen k und k' aus. Wollaston hat einen solchen Apparat aus einem silbernen Fingerhut gemacht, der demnach nicht im mindesten größer war, als die hier gegebene Zeichnung und beim Eintauchen desselben kam ein Stückchen feinen Platindrahtes von $\frac{1}{2}$ Zoll Länge in lebhaftes Glühen, wobei die Flüssigkeit auf 30 Theile Wasser nur einen Theil englischer Schwefelsäure enthielt.

Man macht die Apparate nach seinem Bedarf groß oder klein, und

Fig. 1020.



man setzt sie zu einer Säule zusammen auf die demnächst zu beschreibende Weise.

So viel Elemente man zu einer Batterie vereinigen will, so viele Glas- oder Porzellantröge muß man haben, oder man muß einen, allen gemeinschaftlichen Trog nehmen, der so viele Abtheilungen hat, als Elemente vorhanden sind. Die Tröge *p* stehen in der nöthigen Entfernung von einander in einer Reihe zwischen zwei Ständern, und über diesen Trögen hängen an einer Leiste, welche von einem Ständer zum andern reicht, die Elemente.

Das Kupfer des ersten ist an der Leiste befestigt und ein an dieses Ende angelötheter Draht wird den Pluspol geben. Das Zink desselben ersten Paares ist mit dem Kupfer des zweiten Paares zusammen gelöthet, und der dazu dienende Bügel ist an der Leiste befestigt. Das Zink des zweiten Paares ist mit dem Kupfer des dritten verlöthet und an der Leiste befestigt und so auch das Zink des vorletzten Elements mit dem Kupfer des letzten.

Nun bleibt aber noch das Zink dieses letzten Elements übrig, an dieses ist ein Draht gelöthet, welcher durch die Leiste hindurch geht und die negative Elektrode bildet.

Man kann die Leiste so hoch erheben, daß sie die sämmtlichen Elemente über den Gefäßen schwebend erhält, alsdann füllt man dieselben mit einer auf die angegebene Weise verdünnten Säure, und senkt alsdann die Last so weit nieder als nöthig, man kann dies so weit treiben, daß die Elemente nicht nur halb, sondern daß sie ganz eintauchen, und man hat dann natürlich die größte Wirkung, nur thut man es darum nicht, weil nun der Hals, der Streifen, durch welchen die Elemente aneinander hängen und zu einer gemeinschaftlich wirkenden Batterie vereinigt werden, zerfressen werden und die ganze Batterie so viel leichter zerstört werden kann, als von der Säure ein größeres Stück, d. h. die ganze Fläche der Zinkplatte dargeboten, dagegen der schmale, leicht zerstörbare Streifen geschont wird.

Mit einer Trogbatterie, wie die beschriebene, nur mit dem Unterschiede, daß die Zinkplatten nicht nach Wollaston's sehr zweckmäßiger Anordnung von beiden Seiten in Kupfer eingeschlossen waren, also mit einer Trogbatterie von halb so großer Wirkung, als sie nach Wollaston's Einrichtung gewesen wäre — machte H. Davy seine Versuche, und er erzielte Erscheinungen, welche seither noch nicht wieder in diesem Glanze gesehen worden sind, denn er hatte 2000 Elemente, also 4000 Platten, gemeinschaftlich wirkend mit einander vereint. Sie hatten alle eine Größe von ein Viertel Quadratsfuß (sechs Zoll lang und sechs Zoll breit), waren all

an große und starke hölzerne Rahmen befestigt, und konnten gleichzeitig in die Säure getaucht und durch mächtige Flaschenzüge gleichzeitig gehoben werden, eine Einrichtung, welche darum unerlässlich war, weil es sich bei dem Heben und Senken immer um 20 Centner handelte.

Die Zerfetzung aller Körper, welche Davy zwischen die Elektroden brachte, gelang, wie wir bereits wissen, ohne Ausnahme, und wirklich einfache Körper, wie z. B. Metalle schmolzen, verbrannten, verflüchtigten sich, das unschmelzbar scheinende Platin floß zu Kügelchen wie Schrot zusammen, und ein Draht, welcher zu schwach war für diese Batterie, schmolz nicht, sondern verflüchtigte sich, ging in Rauch auf, verschwand ohne Hinterlassung einer Spur.

Die Erscheinung der Funken, welche entstanden, wenn man die durch zwei starke Metallbrätze geschlossene Batterie öffnete, waren höchst glänzend, es waren wirkliche Verbrennungen der Metalle, und jedes Metall verbrannte mit einem anders gefärbten Feuer, Gold leuchtete grün, Kupfer blau, Eisen hochorange, Quecksilber schneeweiß, aber die auffallendste Erscheinung gab das Verbrennen der Kohle. Brachte man an die Elektroden zwei Stücke Kohle, besonders Coaks, vereinigte man dieselben und brachte man sie nun um eine ganz geringe Weite auseinander, so entstand ein weißer Stern, dessen Strahlen von einer Leuchtkraft waren, daß kein Auge sie tragen konnte. Wenn nun die Kohlenspitzen glühend waren, so konnte man sie von einander entfernen und dann entstand ein farbiger Flammfogen von der grellsten Lebhaftigkeit, man konnte bei Davy's Batterie die Kohlenspitzen nach und nach acht Zoll weit auseinanderziehen, der Austausch der Elektricitäten blieb bis zu dieser Grenze ununterbrochen, und die durch diesen elektrischen Strom herüber- und hinübergeführten Kohlentheilen hatten eine solche lebhaftes Gluth, daß man eher in das klare Sonnenlicht, als in diese Flamme sehen konnte.

Leider haben nur wenig Menschen dieses Schauspiel erblickt. Die Batterie wurde bald zerstört, und entweder war sie zu theuer, oder es war — nach den einmal gemachten Entdeckungen keine weitere Veranlassung, noch einmal solch ein kostbares Instrument zu bauen — kurz es existirt weder diese noch eine zweite, und was man in neuerer Zeit an Batterieen geleistet, hat wenigstens, was die Zahl der Elemente betrifft, kaum den zwanzigsten Theil erreicht, wenn schon man die Elemente nach verschiedenen Anordnungen ziemlich groß machte, was auch in gewisser Richtung von Wichtigkeit ist.

Um eine besondere Ausdehnung der Platten und eine doppelseitige Wirkung zu ermöglichen, hat Haare eine schöne Anordnung getroffen, welche Fig. 1021 zeigt. Er rollt zwei Tafeln, eine von Kupfer C und eine von

Zint-Z, über einen Stoc B zusammen, doch so, daß sie weder an dem Stoc B noch sonst irgendwo sich berühren, dazu sind die Filzstreifen III und I'I' zwischen die Tafeln gelegt und sie sind dann zu einer Spirale zusammengerollt, solchergestalt, daß die Filz- oder Tuchstreifen, welche durch Übergewickelten und sich vielfältig kreuzenden Bindfaden in ihrer Lage gehalten werden, die Berührung der Platten unter sich unmöglich machen.

Fig. 1021.

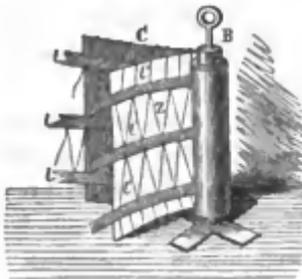
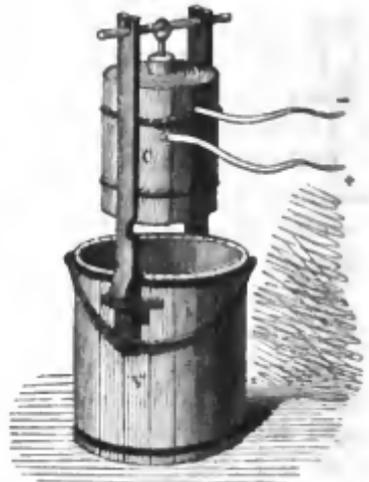


Fig. 1022.



Nach Vollendung der Bewickelung sieht der Apparat aus wie ihn Figur 1022 uns zeigt; es ist ein mehr oder minder großer Cylinder, welcher bei mäßigen Dimensionen sehr ausgedehnte Platten enthält. Um ihn thätig zu machen bringt man ihn in ein passendes Gefäß V, für große Apparate eine Tonne, für kleine ein Glas, löthet an die Kupferplatte C einen Metallstreifen, eben so an die Zinkplatte, und was nun zwischen diese beiden Streifen gebracht wird, erhält die Wirkung des elektrischen Stromes, welcher zwischen den beiden Platten von Kupfer und Zink hervorgebracht wird, wenn sie sich irgendwo berühren. Wenn allerdings der Klempner, der sie zusammenrollt, nicht Pappe oder Tuchstreifen u. zwischen sie bringt und der Herr Professor sich wundert, daß der große Apparat gar nicht wirkt, nun so ist das letzte Wunder viel größer als das erste.

Der Eimer zu dem Apparat, den die Figur zeigt, hat beiderseitig Stützen, auf welche der Calorimotor, (so nennt ihn Grove von der starken Wärme, welche er erregt) gehängt werden kann, wenn er nicht gebraucht wird, beim Eintauchen in die Säure legt man die Stange, an welcher er hängt, auf die untere Kerbe an den beiden Stützen. Diese Einrichtung ist von Wichtigkeit, weil von ihr die Dauer der Brauchbarkeit der Haarschen Spirale (ein anderer Name für den Calorimotor) abhängt, läßt man dieselbe eine Stunde lang in der Säure, so ist die Zinkplatte verzehrt,

man wird also die Zeit auf Minuten und halbe Minuten beschränken, dann kann man sie hundertmal brauchen und sie wird bis auf das letzte papierdünne Streifchen Zink noch ihre Dienste thun.

Mit diesen Apparaten wurden fast alle die großen Entdeckungen gemacht, welche die Chemie unserer Zeit so weit von der des vorigen Jahrhunderts entfernt haben, allein wie bedeutend diese Entdeckungen waren, so glaubte man doch mehr leisten zu können, wenn dem Apparat nicht der Uebelstand der leichten Zerstörbarkeit anhafte, und man sann und suchte nach Metallen und nach leitenden Flüssigkeiten, vermöge deren man eine längere Dauer der Apparate und eine größere Gleichmäßigkeit in der Wirkung erzielte, denn auch dieses war sehr störend, daß die Thätigkeit der Säulen im Anfange höchst energisch war und dann immer mehr sank, während eine dauernde Thätigkeit von gleichmäßiger Stärke das Wünschenswerthe war.

Es bemühten sich um diese Erfindung viele bedeutende Männer, und so wurden nahezu in derselben Zeit, gegen das Ende der dreißiger Jahre von Engländern, Deutschen und Franzosen sehr verschiedene Zusammenstellungen gemacht, welche schließlich darauf hinaus kamen, daß sie die verschiedenen erregenden Flüssigkeiten durch einen porösen Körper, Thon, Pappe, Thierblase von einander trennten, und jedes Metall für sich in eine besondere Säure oder eine Salzauflösung brachten.

Fig. 1023.



Auf diese Weise gelang es wirklich, das Gewünschte zu erreichen. Daniell und Bequerel nahmen Zink und Kupfer, das erstere kam in verdünnte Schwefelsäure, das andere in eine möglichst gesättigte und gesättigt erhaltene Auflösung von Kupfervitriol. Grove nahm statt des Kupfers Platina, Bunsen nahm statt dessen Kohle (aus fein zerriebenem Coaks und Steinkohlen geformt, und durch Feuer zusammengefeinterte Cylindern), beide

stellten Platina oder Kohle in eine Mischung von concentrirter Schwefel- und Salpetersäure, das Zink aber in sehr verdünnte Schwefelsäure, in allen Fällen wird das Zink mit Quecksilber überzogen, überstrichen (amalgamirt), wodurch es dem Angriff der Säure viel länger Widerstand leistete.

Die Einrichtung einer solchen Batterie zeigen die umstehenden Figuren (Fig. 1023). Wir sehen hier in Nr. 1 ein Glasgefäß, eben groß genug um den danebenstehenden Cylinder von starkem Zinkblech aufzunehmen. Derselbe ist entweder so eingerichtet wie Nr. 2 zeigt, es ist ein Metallstreifen daran gelöthet oder er ist aus einem Stück mit dem Zink daran gelassen (welches eigentlich das beste ist, aber sehr viel Abgang beim Schneiden oder Hauen der Zinktafeln verursacht), oder man hat, wie Nr. 3 zeigt, eine Klammer angebracht, wovon die Fig. 1024 mehrere

Fig. 1024.



zeigt, deren man immer bedarf um zwei verschiedene Metalle an einander zu drücken oder sonstige Befestigungen vorzunehmen.

Das Anschrauben von solchen Klammern an den Zinkcylinder ist die gewöhnliche Verbindungsart, aber jedenfalls die schlechteste, es kommt auf die allgeringste metallische Verbindung an, und diese kann durch eine Schraube niemals, sie kann nur durch Anlöthen erzielt werden.

Wir sehen auf der Fig. 1025 das dritte und vierte Stück eines solchen Elements. Nr. 1 ist ein Thoncylinder, groß genug um den Raum im Innern des Zinkcylinders beinahe auszufüllen; man macht denselben von einfach gebranntem Fayence-Thon, nicht von dem schmelzbaren Porzellanthon, kann jedoch zur Noth auch gewöhnlichen feinen Töpferthon nehmen, wenn derselbe nur dünn genug gedreht ist um auswendig naß zu werden wenn man Wasser hineingießt; dies ist nämlich ein wesentlicher Punkt, der Thoncylinder muß die Säuren, welche innerhalb und

Fig. 1025.



außerhalb seiner Wandung angewendet werden, auseinander halten, darf aber dabei nicht trocken bleiben, sondern muß der Feuchtigkeit Durchgang gestatten, muß zu einem feuchten Leiter werden.

In den Cylinder von Thon bringt man nun ein Stück so zubereiteter Kohle wie oben angeführt, entweder derartig, wie die Zeichnung zeigt,

oder cylindrisch, so daß das Thongefäß nicht ganz ausgefüllt wird, oder man bringt dahinein Platinablech in Cylinderform gebogen, oder Gufeisen, welches beinahe eben so stark wirkt, und nun füllt man die Gefäße, und zwar die Thongefäße mit einer Mischung von concentrirter Salpeter- und Schwefelsäure, die Glasgefäße aber mit sehr verdünnter Schwefelsäure. Ist die Batterie von Kupfer und Zink, so stellt man statt des Platina Kupfer in den Thoncyliner, dann aber wendet man, wie bereits gesagt, eine Auflösung von schwefelsaurem Kupfer (Kupfervitriol) an.

Es ist ganz außerordentlich, was durch diese Zusammenstellung gewonnen worden, die Metalle treten durch diese verschiedene Behandlung in den auffallendsten Gegensatz und wirken dadurch so stark, daß es schwer ist, nur eine Berechnung darüber anzustellen; wo man sonst 200 Plattenpaare brauchte, da reichen jetzt 6 aus, und die Platinabatterie, welche Jacobi in Petersburg herstellen ließ, und welche Bleche von 36 Quadratzoll wirksamer Platinaoberfläche hatte, wirkte bei 60 Elementen eben so stark, als die gleich große des Londoner Instituts aus 2000 Plattenpaaren zusammengesetzte.

Etwas Wesentliches ist also schon die geringe Ausdehnung und die mit derselben verbundene leichtere Handhabung, so wie der viel geringere Preis trotz des theuren Materials (die Petersburger kostete kaum den zehnten Theil der Londoner), allein die Hauptsache ist die längere gleichmäßige Dauer, man kann eine gut amalgamirte Zinkplatinabatterie drei volle Tage in Thätigkeit erhalten, ohne daß eine bedeutende Abnahme der Wirkung bemerkbar ist — in den ersten sechs Stunden findet sogar eine langsame Steigerung statt — und die Platinaplatten werden gar nicht angegriffen, das amalgamirte Zink aber leidet äußerst wenig und nur die verdünnte Schwefelsäure, oder besser, das gefäuerte Wasser verliert die Wirksamkeit — nun dann wird es fortgegossen und durch neues ersetzt — der Verlust ist sehr gering.

Solchen Battereien, dem unveränderlichen Strome derselben widersteht keine zersehbare Substanz, und die höchst auffallenden Wirkungen lassen sich auf die bequemste, gemächlichste Weise vornehmen oder daran demonstriren, für die magnetischen Wirkungen nun gar sind sie unschätzbar, allein ein wichtig geworbener Gewerbszweig, die galvanische Versilberung und Vergoldung, die Galvanoplastik und Galvanographie ist gar nicht denkbar ohne konstante elektrische Kräfte; es handelt sich nämlich um die Ablagerung von Metallen aus ihren Auflösungen auf andere Metalle — sind diese letzteren von selbst negativ gegenüber dem abzulagernden, so ist die Sache an sich nicht schwierig, sind sie aber positiv, so müssen sie dadurch negativ gemacht werden, daß man sie als negative Elektroden so starker Battereien

anwendet, daß die positive Richtung des zu überziehenden Metalles in eine negative verwandelt wird, denn nur auf dem negativen Pole findet eine Ablagerung statt, der positive löst im Gegentheile die abgelagerten Substanzen wieder auf.

Der Gegenstand selbst wird in diesen Blättern ausführlich besprochen werden, hier ist nur noch nöthig zu bemerken, daß solche Niederschläge, z. B. halbzöllige zu großen Statuen oder andere von dem achten Theile der angegebenen Stärke zu Karten und Kupfern nicht in einigen Minuten oder selbst in einigen Stunden gemacht sind, sondern Wochen und Monate fordern, während welcher Zeit der elektrische Strom immer gleich stark sein muß, wenn das Experiment gelingen soll, die Kupfermasse überall gleich kompakt werden, nicht in verschiedenen Lagen und Schichten sich lösen soll.

Fig. 1026.



Eine solche konstante Batterie sehen wir in Fig. 1026 dargestellt, wie sie aussieht, wenn sie zusammengesetzt ist, wenn ihre einzelnen Elemente mit einander verbunden sind. Die äußersten, größten Gefäße sind von Glas, darin stehen die Zinkcylinder. Innerhalb dieser sieht man die noch schwächeren Thoncylinder hervorragen, und darin stecken nun die Platina-, Eisen- oder Kohlenstücke.

Es ist die Verbindung so gemacht, daß sie von dem Zink des einen Elementes zum Kupfer des andern geht. Wir sehen hier den angelötheten Zinkstreifen an die Kohle im mittelsten Gefäße angeschraubt, dasselbe findet statt mit dem Zink des mittelsten Elements gegen die Kohle des letzten. Von der Kohle des ersten geht ein Metallstreifen aus, welcher mit keinem andern Elemente in Verbindung ist, eben so von dem Zink des letzten Elementes, dieses sind die Polbrüthe oder Elektroden, was zwischen sie gebracht wird, unterliegt der Wirkung der Batterie.

Es ist nun gleichgültig, wie viele Elemente angewendet werden, sie sämmtlich werden auf die hier angegebene Weise mit einander verbunden. Auch wo statt der Kohle Eisen oder Platina gebraucht wird, pflegt man es eben so zu machen.

Bei der Kohle als negativem Körper ist ein anderes Verfahren nicht möglich, bei einem Metalle aber wohl, und obschon man auch Platina mit Zink auf dieselbe Weise zu verbinden pflegt, so kann es doch noch auf eine andere Weise verbunden werden, und man thut wohl, wenn man es thut, denn die Kraft der Batterie wird dadurch außerordentlich gesteigert, weil die Verbindung sehr viel besser ist — sie wird durch Zusammenlöthen der beiden Metalle bewerkstelligt. Auf die innigste Berührung, auf die vollständigste metallische Verbindung kommt es an, diese kann zwischen zwei verschiedenen Metallen nicht besser als durch Löthen hergestellt werden, und darum wirkt eine Platinginkbatterie oder eine Eisenzinkbatterie, wenn die Stücke der verschiedenen Elemente an einander gelöthet sind, zwanzig und mehrmal so stark, als wenn sie nur zusammengeschraubt sind, bei diesen findet eigentliche Berührung wirklich gar nicht statt, sondern nur eine große Annäherung. Bei dem Zusammenlöthen liegt aber Berührung in vielen Punkten vor, wenigstens so weit als wir im Stande sind, Berührung hervorzubringen. Allerdings läßt sich nachweisen, daß selbst die einzelnen Theile einer Kupfer- oder Stahlstange, wie sie unter dem Schmiedehammer hervorgegangen, einander nicht berühren, denn was sich berührt, kann nicht noch näher an einander rücken, und dies können die Theile einer Stahlstange allerdings, denn dieselbe wird kürzer durch Erhärtung, woraus hervorgeht, daß ihre Theile zusammengerückt sind, woraus wieder hervorgeht, daß eben diese Theile also sich nicht berühren konnten, allein auf diese Spitzfindigkeiten dürfen wir in der Praxis uns nicht einlassen (wenn sie schon vollständig in der Natur der Sache begründet sind), und wir haben also Recht, zu sagen, die Theile zweier zusammengelötheter Metalle sind in Berührung mit einander, und zwar in so inniger, als wir irgend hervorzubringen vermögen.

Was für ein Unterschied in dieser Löthung zu finden ist, soll uns der Elektromagnetismus zeigen; hier haben wir noch mit der Elektrizität allein, mit dem Galvanismus zu thun, den man übrigens viel besser „Berührungselektrizität“ nennen würde, wie man ja noch Reibungselektrizität sagt und nicht Otto von Guericismus, wie man ja auch Magnetoelektrizität und Hydroelektrizität sagt, und nicht Faradasmus oder Armstrongismus.

Es ist höchst wunderbar, daß die Verbesserungen, welche die Apparate für Berührungselektrizität erfahren haben, spurlos vorüber gegangen sind an dem thierischen Körper; bei diesem nämlich kommt es gar nicht

darauf an, ob man die Elemente wählt wie Volta sie konstruirt hat oder wie die fünfzig und dreihundertmal stärker wirkenden eines Bunsen und Grove, der thierische Körper fühlt hier keinen Unterschied, es kommt nur auf die Zahl der Plattenpaare an. Der Verfasser besitzt zwei Battereien von gleicher Länge, doch sehr bedeutendem Unterschiede in den andern Dimensionen, die eine ist aus Pfennigstücken mit eben so großen Zinkplättchen zusammengelöthet, die andere ist eine Jung'sche Tragbatterie von sechsunddreißig Quadrat Zoll jederseitiger Oberfläche der Platten. Beide Apparate haben 150 Plattenpaare, die physiologischen Wirkungen sind ganz gleich, obgleich die Jung'sche Batterie hundertmal mehr Oberfläche hat, als die Pfennigaussgabe einer Volta'schen Säule. Fünfzig Plattenpaare zu schließen, vermag selbst ein Kind, hundert geben eine heftige Erschütterung, 150 so heftig, daß schwerlich jemand den Versuch zum zweiten Male wagt, und der Vergleich nur so anzustellen ist, daß man zuerst die große Batterie schließen läßt, und dann das zagende und sich weigernde Schlachtopfer darauf aufmerksam macht, daß der andere Apparat ja um hundertmal kleiner, also auch schwächer sei. Dies sieht jeder als richtig ein, und ist darum um so mehr überrascht, wenn er findet, daß der erhaltene Schlag eben so stark und eben so markdurchdringend sei.

Der Verfasser besitzt ferner mehrere Platina-, Kohlen- und Eisenbattereien von ziemlicher Größe und von je 16 Paaren. Die Platinableche haben sechs Zoll Länge und vier Zoll Breite, die Kohlen- und Eisenzylinder sechs Zoll Höhe und zehn Zoll Umfang.

Eine von diesen Battereien macht auf den menschlichen Körper beinahe gar keinen Eindruck, man muß wissen, was geschehen wird, um es zu bemerken, um es wahrzunehmen, alle drei Battereien mit einander vereinigt zu einer Säule von 48 Paaren wirken nicht bemerkbar stärker auf den menschlichen Körper, als 48 Paare der Jung'schen Batterie oder der Pfennigbatterie.

Allerdings ist nur die Masse der Elektrizität, ist nur die Breite und Tiefe des Stromes größer in diesem mächtigen Apparate, als in dem früher gebrauchten, die Spannung ist dieselbe, da nun der thierische Körper eigentlich ein Isolator für die Berührungselektrizität ist und nur in sofern dieselbe leitet, als er von Feuchtigkeiten aller Art durchdrungen ist, so wird er auch nur durch Elektrizität von hoher Spannung angeregt. Die getrocknete Haut irgend eines Thieres isolirt vollständig, sie wird aber durch Benetzung wieder leitend, wenn Jemand recht trockene Hände hat, so kann er ohne Gefahr eine Batterie von 150 Plattenpaaren zu entladen wagen, benetzt er die Hände mit Salzwasser, so wird er den Schlag von 100 Paaren schon nicht wiederholen wollen.

Noch viel auffallender ist es aber, wenn man ein Paar benachbarte Stellen von der Haut entblößt. Mitunter geschieht dies zufällig, kleine Verletzungen an den Fingern, ausgerissene Nietnägel und ähnliches werden beim Schließen einer Batterie außerordentlich schmerzhaft, allein wenn man, wie A. v. Humboldt gethan, sich auf dem Rücken zwei spanische Fliegen setzen, dann die Haut, welche die Blase bildet, entfernen, und nun sich nur durch zwei einzelne Platten von Kupfer und Zink elektrisiren läßt, so empfindet man wohl, daß der thierische Körper die Electricität leitet, der Schmerz ist so entsetzlich und so tief greifend, daß Humboldt, wenn er nicht ein Opfer seiner wissenschaftlichen Forscbegier werden wollte, es nicht länger als vier Sekunden fortsetzen durfte.

In neuerer Zeit ist es Mode geworden, die Electricität gegen alle möglichen Krankheiten anzuwenden, die Schwindsucht und die Harnruhr, die Bleichsucht und die Cholera sollten dadurch geheilt werden. Eine seit Krapfenstein in Halle, also seit mehr als einem Jahrhundert gemachte und bestätigte Erfahrung ist, daß die Electricität gegen Sicht und Rheumatismus, gegen Ischias und Gesichtschmerz von einer wunderbaren Wirkung ist, aber nicht die Berührungs-, sondern die Reibungselektricität; wollte man seine Kurversuche auf diese Krankheiten richten, so würde man zu außerordentlichen Resultaten gelangen, nun aber wendet man eine Modifikation der Electricität, die Induktionselektricität, welche durch den Magnetismus hervorgerufen wird, an und richtet dieselbe gegen jedes beliebige Uebel und wendet sie, namentlich in größeren Krankenaustalten auf eine entsetzliche und schonungslose Weise an, man vereinigt sie nämlich mit der Acupunktur.

An verschiedenen Theilen werden lange Nadeln in den Körper des Leidenden gesenkt, und diese Nadeln werden mit Erschütterungsapparaten in Verbindung gebracht, welche die Kraft einer voltaischen Säule von 200 Plattenpaaren haben — ob da geholfen worden ist, weiß der Verfasser nicht, aber daß die Unglücklichen gebrüllt haben nicht in menschlichen, sondern in verzweifeltsten thierischen Tönen, hat derselbe mit angehört und er ist überzeugt, daß, wenn die Dominikaner zur Zeit der Inquisition diese Induktionselektricität gekannt hätten, sie die spanischen Stiefeln und die gespickten Hasen, die Leiter und die Haarschnur oder die Wasserfolter nicht gebraucht, sondern mit diesem Instrument allein herausbekommen hätten, was sie wollten, und sei es der Mord des Cäsar und des Sokrates, der so Gemartete hätte zugestanden, daß er der Thäter gewesen.

Das nennen die Leute nun ein neues Heilverfahren — ein heilloses Verfahren sollte man eher sagen und gesetzlich verordnen, ein jeder Arzt, der auf diese Weise heilen wolle, müsse sich selbst einige Male seiner

eigenen Procebur unterwerfen. Doch wir sind schon zu lange bei diesem Thema geblieben, welches nur berührt wurde, um den allerdings höchst merkwürdigen Umstand anzuführen, daß es beim Elektrisiren thierischer Körper gar nicht auf die Größe der Platten ankomme, sondern nur auf die Zahl.

Ganz anders ist dieses bei der chemischen Action. Hier kommt es auf die Menge der strömenden Electricität an, und diese richtet sich nach der Größe der Platten, nicht weil dadurch mehr Electricität erzeugt würde, sondern weil die Schleuse, durch welche sie strömt, größer, weil das Thor weiter offen ist. Es kommt hier auf den Leiter an, welcher die erregte Electricität von einem Paar zum andern führt, eine verdünnte Säure leitet Millionenthal schlechter als Metall. Wird die Electricität durch einen Leiter von einer Quadratlinie geschickt, so findet sie einen sehr viel größeren Widerstand, als wenn der Leiter einen Quadratzoll im Durchschnitt hätte, auf große Strecken muß man zu dem Telegraphendraht eine viel stärkere Nummer nehmen, als auf geringe Entfernungen — wie nun erst, wenn der Leiter ein so viel schlechterer ist, als es eine Flüssigkeit im Vergleich mit einem Metalle ist. Da bleibt denn nichts übrig, als dasselbe Verfahren, wie bei dem Drahte, auch bei dem feuchten Leiter anzuwenden, nämlich seinen Durchschnitt größer zu machen — ein Quadratzoll hat 144 Mal die Größe einer Quadratlinie, nimmt man aber den feuchten Leiter 6 Zoll lang und 6 Zoll breit, so hat er 36 Quadratzoll, das heißt eine 5184mal so großen Durchschnitt, als ein Leiter von einer Quadratlinie und mithin auch eine mehr als 5000mal so große Leitungsfähigkeit.

Da man aber zwei Metallplatten von einer Quadratlinie Fläche ganz vergeblich durch einen fünftausendmal größeren Leiter mit einander verbinden würde — da der über das Metall hinausstehende Leiter ja ganz wirkungslos ist, so macht man die Metallfläche so groß, als die Fläche des feuchten Leiters, und dies ist der lange Zeit verkannte, nicht einmal geahnte Grund, warum in vielen Fällen große Platten eine auffallend größere Wirkung haben als kleine, die Menge der Electricität, welche zwei Pfennig-große Platten verschiedener Metalle produciren, ist überwältigend groß, wenn man sie nur benutzen könnte, aber wegen der immerhin tausende von Millionen mal geringeren Leitungsfähigkeit der Flüssigkeiten muß man große Platten anwenden, um durch den größeren Querschnitt, den sie für die feuchten Leiter gestatten, nur einen erschrecklichen Antheil der erzeugten Electricität zu benutzen, indeß doch die allgeröhte, ja die unvergleichlich viel größere Masse verloren geht.

Man kann aber die Leitungsfähigkeit auch des allerschlechtesten Leiters durch dieses Manöver verbessern. Wasser leitet sehr schlecht, feuchte Erde

noch schlechter, dennoch kann man Erde statt des Verbindungsdrathes bei Telegraphen auf viele Meilen benutzen, und man erspart auf solche Weise die Verdoppelung der Dräthe, man schaltet statt deren ein Stück Erde ein, was 20,000 Mal den Durchschnitt des Kupferdrathes hat — nun leitet die feuchte Erde eben so gut, als der Kupferdrath. Damit man sich aber nicht irre und doch zu wenig Erde nähme, so nimmt man gleich die ganze Erde. Man senkt eine sehr große Metalltafel, die Anode 3 Fuß breit und 10 Fuß lang oder noch breiter und länger in einen Brunnen, thut dasselbe zehn oder zwanzig Meilen davon mit einem gleich großen Stück Metall, welches die Kathode derselben Batterie ist, und nun geht der Strom über der Erde durch den Draht und dann in einen Brunnen bis zur Anode, von dieser durch die Erde soweit der Strom sich ausbreiten mag, zur Kathode zurück, indessen in die Drahtleitung dasjenige eingeschaltet ist, was durch die Electricität berührt oder verändert werden soll. Dies ist der Zusammenhang der elektrischen Telegraphie, von welcher wir gleichfalls das Nähere anführen werden, sobald uns die nöthigen Begriffe und Vorkenntnisse dazu geläufig sein werden, wegen deren wir jedoch jetzt auf den ersten Theil der Naturkräfte und Naturgesetze zurückweisen müssen.

Es giebt noch ein Mittel die Säulen oder die einzelnen Elemente wirksamer zu machen, das ist die Verbesserung der Leitungsfähigkeit des feuchten Leiters selbst. Unter allen ist Wasser beinahe der schlechteste, und doch ist schon eine Wirkung da. Die Auflösung irgend eines Salzes macht es schon viele hundert Mal besser leitend, so das gewöhnliche Kochsalz — Salmiak ist noch wirksamer — nimmt man aber zu dem Wasser statt des Salzes eine Säure, so ist die Wirkung abermals erhöht, und am trefflichsten wird sie sein, am höchsten wird sie stehen, wenn man das Wasser nicht mit einer Säure mischt, sondern die Säure selbst concentrirt anwendet.

Dies letztere geschieht meistens bei den Säulen mit zwei Flüssigkeiten, die eine derselben ist zwar stets Wasser mit Säure versetzt, also schon viel besser leitend, die andere Flüssigkeit ist aber entweder concentrirte Salpetersäure oder concentrirte Schwefelsäure oder eine Mischung von beiden und aus dieser außerordentlich großen Leitungsfähigkeit geht die mächtige Wirkung der Säulen, welche mit zwei verschiedenen Flüssigkeiten geschichtet sind, hervor, sie vereinigen sehr heterogene (in der elektrischen Spannungsreihe sehr weit auseinanderstehende) Metalle mit trefflichen Zwischenleitern in einer viel größeren Ausdehnung als gewöhnlich, darum eine, in vielen Fällen bis zum Erstaunenerregen gehende Wirkung derselben.

Diese letztere zeigt sich besonders auffallend bei den magnetischen Versuchen, weil hier der Leitungswiderstand außerhalb der Kette ein geringer ist.

Ueberall hat man zu fragen, worauf soll die Batterie wirken, ist es ein gut leitendes Metall oder ist es eine schlecht leitende Flüssigkeit, d. h. allgemeiner ausgedrückt, wie ist der Widerstand beschaffen, den die Leitung außerhalb der Batterie der Elektrizität entgegensetzt? Darnach muß sich die Gestaltung der Batterie selbst richten. Hat man einen Kupferdraht vor $\frac{1}{4}$ Zoll Dicke und 100 Fuß Länge zu durchströmen, so genügt ein Plattenpaar, und je größer man es macht, desto besser ist es. Hat man einen Draht von $\frac{1}{12}$ Zoll Dicke und 40 Weisen Länge und eine Erdschicht von eben solcher Länge, und am Ende derselben noch einige tausend Fuß sehr feinen Drahtes zu durchwirken, so bedarf man eines sehr energischen Stromes, dann muß die Spannung in der Säule selbst sehr viel stärker sein, als bei dem vorigen Beispiel, da nimmt man nicht ein großes Plattenpaar, sondern 50 kleinere, nur so kann der Leitungswiderstand in dem Drahte und in der zu durchheilenden Erdschicht überwunden werden.

Hat man eine kurze Strecke des schlecht leitenden Wassers zu zerlegen so ist hier ein sehr energischer Leitungswiderstand vorhanden, da geht es mit einem Plattenpaar nicht gut, es möge noch so groß sein, darum nimmt man zu diesem und jedem ähnlichen Zweck viele Plattenpaare. Bevor der vor einigen Jahren in Nürnberg verstorbene Ohm (Bruder des Professors der Mathematik in Berlin) diese Grundlage des nach ihm benannten Gesetzes entwickelte, tappte man über die Gestaltung der Batterie sehr im Dunkeln und machte eine Menge der wunderbarsten Mißgriffe nach den Extremen in beiden Richtungen, jetzt macht man nicht mehr Plattenpaare von 200 Quadratfuß Oberfläche um Elektromagnete zu machen, welche 30 Pfund tragen, man kann dies wohlfeiler haben, man baut auch nicht mehr Säulen von 2000 Plattenpaaren auf, selbst wenn man mit dem Gelde rücksichtslos umspringen darf, wie einst Humphry Davy.

In jener Zeit, in welcher Derstedt Gelegenheit geboten wurde den Elektromagnetismus zu entdecken, im Jahre 1819 und dem nächstfolgenden, bemerkte man nicht nur, daß eine Magnetnadel durch den elektrischen Strom abgelenkt wurde, sondern daß selbst ein gewöhnlicher Eisendraht zu einem Magneten werden konnte.

In dieser Zeit der rohen, der mangelhaft angestellten Versuche glaubte mancher, der eine Magnetnadel von einer geriebenen Siegellackstange angezogen sah, dies sei der Derstedt'sche Versuch, dies sei Elektromagnetismus, und daß eine hölzerne oder messingene Nadel in gleicher Weise aufgehängt, dasselbe that, obwohl dabei von Magnetismus doch keine Rede sein konnte, wurde nicht beachtet, obschon das Instrument als Elektroskop in allen physikalischen Kabinetten vorhanden war, in jener Zeit wandte man noch die größten Potenzen zu den kleinsten Erfolgen an, und selbst

Versteht hatte seinen ersten zufällig gemachten glücklichen Wurf so wenig modificirt, unter abweichenden Umständen wiederholt, daß er, um eine Magnethabel abzulenken, eine große und mächtige Batterie brauchte, die den ganzen langen Schließungsdraht glühend machte.

Als schon im Jahre 1821 die Sache in die Hände der deutschen und französischen Physiker überging, bemerkte man, daß die Versuche immer besser gelangen, je weniger Plattenpaare man anwandte, daß sie auf einem Plattenpaare am besten gingen und daß selbst ein sehr kleines Element schon genüge.

Der Fundamentalversuch des Elektromagnetismus liegt in folgendem:

Stellen wir uns unter a b Fig. 1027 eine Magnethabel vor, welche auf einem Stifte frei und leicht beweglich schwebt, stellen wir uns unter ABCD einen Kupferdraht vor in der hier gegebenen Form gebogen und stellen wir diesen und die Nadel so zusammen, daß der Draht genau die Lage hat, welche die Magnethabel unter dem Einflusse des Erdmagnetismus hat, so ist alles zu dem Versuche vorbereitet.

Fig. 1027.



Wenn man nun zwischen die Enden des Drahtes, zwischen A und F einen Thaler und ein gleich großes Stück Zink, zwischen beiden aber ein Stück benetztes Pöschpapier oder Tuch bringt, so wird Electricität erregt, und drückt man die beiden Drahtenden an die beiden zwischen sie geschobenen Metallstücke, so wird die Electricität, die in ihnen erregt ist, durch den Draht ausgeglichen, es geht dann ein Strom von dem Thaler (oder einem Stück Kupfer, Platin, Gold) den Pfeilen nach von A nach B, steigt in dem Drahte herab nach C, kehrt dann um nach D und F und hier geht er in das Zink, indessen der zwischen den beiden Metallen liegende feuchte Leiter eine neue Erweckung der Electricität erlaubt und dadurch ein Strom entsteht, der in diesem Kreise unaufhörlich fortgeht, so lange noch eine wirksame Flüssigkeit da ist.

Dieser Strom macht den Draht magnetisch und zwar querüber. Eine Magnethabel hat den Magnetismus vorzugsweise an ihren Enden aufgehäuft, wenn man ein stählernes Lineal magnetisirt, so hat dasselbe seine Pole an den beiden Enden, wäre dieses Lineal ein Transversalmagnet, so würden die Pole an den beiden langen Seiten sein. Ein solches Lineal aufgehängt an einem Faden, dergestalt, daß seine Fläche horizontal läge (so wie man es gewöhnlich auf der Zeichnung bei der es angewendet wird, liegen hat), würde sich nicht von Norden nach Süden richten, sondern von Osten nach Westen zeigen.

Ein solcher Transversalmagnet ist der Kupferdraht, durch welchen der elektrische Strom geht, und so wie eine Magnetnadel, über welche man einen solchen Quermagnet in ihrer (der Nadel) ursprünglichen Richtung hielte, sich in Folge der eigenthümlichen Polarität des Quermagneten von Osten nach Westen stellen würde, so stellt sich eine Magnetnadel unter der Einwirkung eines so elektrisirten Kupferdrahtes von Osten nach Westen (wenn der Draht, wie angenommen wurde, die Richtung der Magnetnadel von Norden nach Süden hat).

Wenn man nun einen solchen Draht quer über ein Stück Eisen gehen läßt, so wird dieses Stück Eisen zu einem Magneten, und dies war es wozu man so ungeheure Plattenpaare angewendete, wie oben beschrieben. Dr. Seebeck hatte für die Akademie in Berlin einen solchen Apparat zusammengestellt, der auf vier oder fünf Lagern eines dazu gemachten Gestelles ruhte, das aus sogenannten Bettposten, aus dreißigen Balken, bestand, weil es gegen 300 Centner zu tragen hatte; der Wirth seines Hauses besorgte, daß die Zimmerdecke darunter leiden würde.

Man hatte aber für diese Mühe und für diesen Geldeaufwand auch die Freude, zu sehen daß ein Stück Kupfer von 6 Pfund in Hufeisenform gebracht, an einem eisernen Anker eine Last von 30 Pfund trug, es war also nicht bloß das Eisen, es war jedes andere Metall magnetisch zu machen durch diese mächtigen Potenzen.

Erst ein oder zwei Jahre später kam man darauf, dieselben und größere Erfolge zu erzielen, dadurch daß man den Leiter, durch welchen die Elektrizität strömte, wiederholt um den zu magnetisirenden Gegenstand führte. Den Anfang machte Schweigger oder Poggendorf mit feinem, seideumspunnenen Messingdraht, welcher in mehrfachen Wiederholungen um ein oval gebogenes Stück Pappe gewickelt, den ersten Multiplikator gab.

Bald erfuhr man, welchen Schatz man an diesen, nunmehr auch von den Mechanikern sorgfältigst gemachten Apparaten habe. Ein solcher Multiplikator gab nach der Zahl seiner Windungen und der Beweglichkeit seiner Magnetnadel die feinsten Grade der Elektrizität an, man lernte kennen, daß ein Stückchen Zink von der Größe eines Stecknadelknopfes und ein eben so großes Stückchen Kupfer, durch den Draht des Multiplikators mit einander in Berührung und durch ein Stückchen Löschpapier von einander getrennt, genügend sei um einen elektrischen Strom zu erwecken, welcher die Magnetnadel dauernd von ihrer Richtung abgelenkt erhalte, die geringfügige Elektrizitätsquelle hatte den feinen Kupferdraht magnetisch gemacht, natürlich in einem höchst geringen Grade, allein dieser geringe Grad von Magnetismus war zum zweiten und zum zehnten Male im Kreise herumgeführt, so war durch Addition der ursprünglich sehr geringen Kraft diese

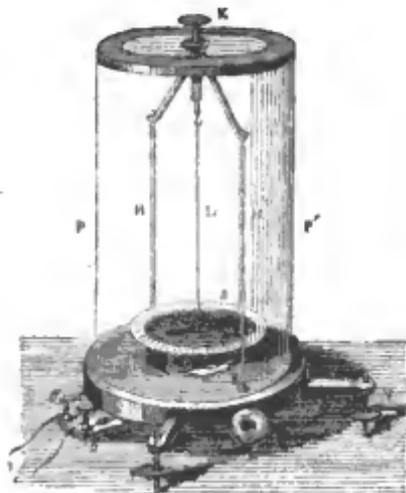
doch schon auf das Zehnfache gestiegen; man nahm aber 100 bis 200 Windungen, und nun wurde die Kraft schon sehr deutlich bemerkbar, man hat für schwächere Grade von Elektrizität die Zahl der Windungen auf tausende getrieben und für die physiologischen Versuche des Prof. Raimond in Berlin sind Multiplikatoren gemacht worden, welche 20,000 Windungen hatten; schon bei 500 entdeckt man oder macht sich bemerklich die Elektrizität, welche zwischen einer Stecknadel und eine Nähnadelspitze erregt wird, was Wunder, wenn bei 20,000 Windungen die Elektrizität wahrgenommen wird, welche durch die Anstrengung der Muskel- und Nerventhätigkeit sich erzeugt.

Hatte man auf dieser Seite ein höchst vortreffliches Instrument erfunden, um feine Grade von Elektrizität zu entdecken, so kam es, bevor man dazu schritt den Multiplikator auch noch anderweitig anzuwenden, darauf an demselben eine bequeme und vor äußeren Störungen gesicherte Gestalt zu geben, und so bildete sich nach und nach dasjenige heraus, was wir hier in Figur 1028 dargestellt sehen.

Das Untere ist ein Holzgestell mit messingeneu Füßen und Stellerschrauben *v* versehen. Eisen darf an dem ganzen Apparat nirgends vorkommen. An dem Rande links erblickt man bei *c* und *o* zwei Schrauben zur Befestigung der Leitungsdräthe, *P* ist ein Glaszylinder, der über den Apparat gesetzt werden kann, um ihn vor Staub, vor Zugluft, vor Dämpfen von Säuren *ic.* zu schützen. Im Innern steht nun der Multiplikator.

Auf dem Fußgestelle sieht man bei *A* einen viereckigen Rahmen stehen, dies ist der Multiplikator. Er ist in seiner Mitte offen, so daß die Magnetnadel darin schweben kann, der überspinnene Kupferdrath läuft wiederholt um den Rahmen und füllt ihn ganz an, es geht der elektrische Strom mithin so oft um die Magnetnadel, als der Drath um den Rahmen läuft, die Nadel selbst schwebt unsichtbar innerhalb des Rahmen an einem Faden *L*, welcher von dem Gestelle *HH'* getragen wird, die oben sichtbare Nadel ist von Elfenbein, läuft ganz parallel mit der Nadel und wird nur benutzt, um anzuzeigen, wo die Magnetnadel selbst steht. Der Knopf *K* dient dazu, den Faden, der eigentlich ein einfacher Coconsfaden sein soll,

Fig. 1028.



wie der Seidenwurm ihn spinnt, von jeder Drehung zu befreien, so daß die Nadel ganz dem Zuge des Magnetismus folgen kann, ohne das Geringste von ihrer Kraft zur Ueberwindung der Elasticität des Fadens anzuwenden. Im Fußgestelle ist wieder eine andere Schraube bei E, welche dazu dient, den horizontal drehbaren Rahmen der Richtung der Nadel nachzuführen, so daß dieser Rahmen genau so im magnetischen Meridian steht, wie die Nadel selbst; erst wenn alles auf diesem Punkte angekommen, darf man die Körper, deren Electricität man prüfen will, zwischen die Dräthe c und o bringen.

Man möchte aber womöglich noch feinere Grade von Electricität beobachten als hiermit möglich, denn der elektrische Strom hat noch die Kraft zu überwinden, mit welcher die Magnetnadel durch den Magnetismus der Erde von Norden nach Süden gerichtet und in dieser Richtung fest gehalten wird. Dies bewerkstelligt man dadurch, daß man die Nadel verdoppelt, aber ihre Verdoppelung umkehrt. An einem Drathstift befestigt man zwei Magnetnadeln, welche ganz parallel mit einander stehen, aber entgegengesetzte Polarität haben, so daß der Nordpol der oberen Nadel genau über dem Südpol der unteren steht, und folglich der Südpol der oberen genau über dem Nordpol der unteren.

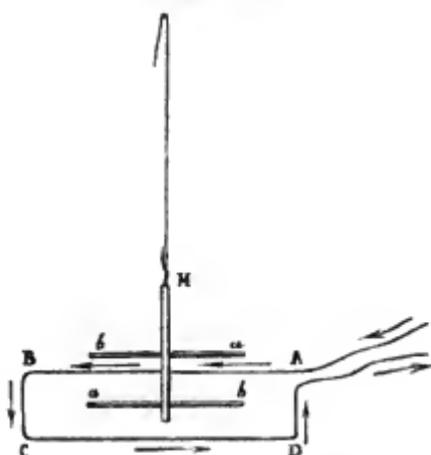
In Folge dieser Stellung weiß die Nadel nicht, wohin sie gehen soll, sie hat kein statisches Moment, sie ist astatisch, und so nennt man auch solche Doppelnadel eine astatische, wenn man sie nicht nach ihrem Erfinder eine Mobilische Nadel nennt, solche Doppelnadel, wenn sie wirklich vollkommen wäre, ganz der Idee entsprechend, welche ihr zum Grunde liegt, müßte in jeder beliebigen Richtung stehen bleiben, weil gar kein Grund vorhanden, die ihr gegebene Richtung zu verlassen — nicht so in der Praxis, wo man weder im Stande ist, die beiden Nadeln gleich schwer, gleich lang, in ihren andern Dimensionen ganz gleich zu machen, noch weniger aber im Stande ist, sie vollkommen gleich stark zu magnetisiren.

In Folge aller dieser Unmöglichkeiten muß man sich mit dem begnügen, was die Mechanik leisten kann, und man wird dann immer eine Neigung zu einer gewissen Richtung wahrnehmen, die aber freilich nicht von Norden nach Süden geht, und wegen deren es um so wichtiger ist, den Multiplikator selbst, unabhängig von der Nadel drehen zu können, so daß ihm jede Lage gegeben werden kann, und er unter allen Umständen parallel mit der Magnetnadel zu stellen ist.

In Fig. 1029 zeigt a b, ba solch eine Doppelnadel und zugleich die Art wie man sie aufzuhängen hat, woraus auch noch hervorgehen wird daß außer der Abschwächung der Richtungskraft der Nadel noch eine Verstärkung der auf sie wirkenden Kraft erzielt wird.

Wenn ABCD der Draht ist, welcher den elektrischen Strom in der durch die Pfeile ange deuteten Weise führt, von A nach B der Strom aber eine Richtung hat, welche der von C nach D genau entgegengesetzt ist, so hat die Nadel ab innerhalb dieses Vierecks eine Wirkung zu erfahren von dem Strome AB, unter welchem sie steht, sowie von dem Strome CD über welchem sie steht. Diese Wirkung würde vollkommen entgegengesetzt sein, wenn nicht auch die Richtung des Stromes in beiden Hälften eine entgegengesetzte wäre, d. h. wenn die Nadel von einem Strome über dem sie steht, ostwärts gelenkt wird, so wird sie von demselben Strome, wenn sie unter ihm steht, westwärts gelenkt.

Fig. 1029.



Die Richtung des Stromes hat hier ganz dieselbe Bedeutung, wie das Ueber oder Unter. Steht die Nadel über einem Strome, der von Norden nach Süden geht, so wird ihr Nordende nach Westen abgelenkt, steht sie unter einem Strome, der umgekehrt von Süden nach Norden geht, so wird sie eben so abgelenkt, denn hier ist Beides entgegengesetzt, die Wirkung ist also dieselbe, wäre nur eines, die Richtung des Stromes oder die Stelle der Nadel entgegengesetzt, so würde auch die Wirkung eine entgegengesetzte sein, die hier vorhandenen beiden entgegengesetzten Seiten heben einander aber auf.

Nun betrachten wir die oben gegebene Doppelnadel noch ein Mal, da ist zwar ein drittes Element zu den beiden entgegengesetzten hinzugekommen, wir haben nicht bloß einen Strom von Süden nach Norden oder umgekehrt, eine Nadel über oder unter dem Strome, sondern auch noch eine umgekehrte Nadel, eine solche, die mit dem Nordpol nach Süden zeigt.

Was hier so sehr zusammengesetzt scheint, löst sich durch die Zeichnung ganz einfach auf. Der Strom geht von A nach B und wirkt auf die unter ihm liegende Nadel so, daß der Nordpol a nach Westen geht, auf die über ihm liegende Nadel so, daß der Südpol nach Westen geht, da aber Nordpol und Südpol hier übereinander stehen, so gehen beide Nadeln durch dieselbe Kraft nach derselben Richtung. Die andere

Hälfte des Stromes, welche von C nach D geht (dem oberen Theile entgegengesetzt), lenkt die Nadel, die über ihm steht, so nach Westen, wie der obere Theil des Stromes dieselbe Nadel eben dahinführt, da sie unter ihm steht, wir haben mithin hier in allen Lagen und allen Richtungen dieselbe Wirkung auf die Doppelnadel, und folglich einen größern Gewinn an Kraft. Wenn man nun den Kupferdrath vielfältig um die innere Nadel führt, den Apparat, Fig. 1028, aber so einrichtet, daß die eine Nadel innerhalb, die andere mit entgegengesetzter Polarität außerhalb der Windungen hängt, so ist das Instrument, besonders bei vielen Windungen, von einer Empfindlichkeit, welche alle Begriffe übersteigt, man möchte fast sagen, zu empfindlich, denn schließlich kann man mit einem solchen beweisen, was man will.

Der Apparat in einfacherer Gestalt, d. h. mit einer Nadel und nur zwei oder drei Windungen, eine ist sogar genug, ist für alle chemische Arbeiten, welche durch Elektrizität gefördert oder ausgeführt werden sollen, von größter Wichtigkeit, denn er lehrt die Stärke des elektrischen Stromes, er lehrt seine Zunahme oder Abnahme kennen. Die Galvanographie, die Galvanoplastik, überhaupt das ganze Gebiet der Metallniederschläge durch die Berührungselektrizität oder der Auflösungen durch eben dieselbe kann dieses Apparates nicht entbehren; sollen die Arbeiten nämlich gelingen, sollen sie gut sein, so muß der angewendete Strom immer von gleicher Stärke sein.

Unsere elektrischen Apparate mit zwei Metallen und zwei verschiedenen Flüssigkeiten sind nun zwar so, daß man in gewisser Art berechtigt ist, sie „konstante“ zu benennen, allein eine solche konstante Batterie hat doch auch ihre Phasen von Ab- und Zunahme, und wenn man nun den elektrischen Strom, bevor er in die Flüssigkeit eintritt, aus welcher er Metalle niederschlagen soll, über eine Magnetnadel hinweggehen läßt, so giebt der Grad der Ableitung derselben die Stärke des Stromes an, und die Schwankung der Magnetnadel, d. h. das nach und nach eintretende Zurückgehen derselben auf ihren ursprünglichen Stand, die Verminderung der Ableitung zeigt das Schwächerwerden des Stromes an.

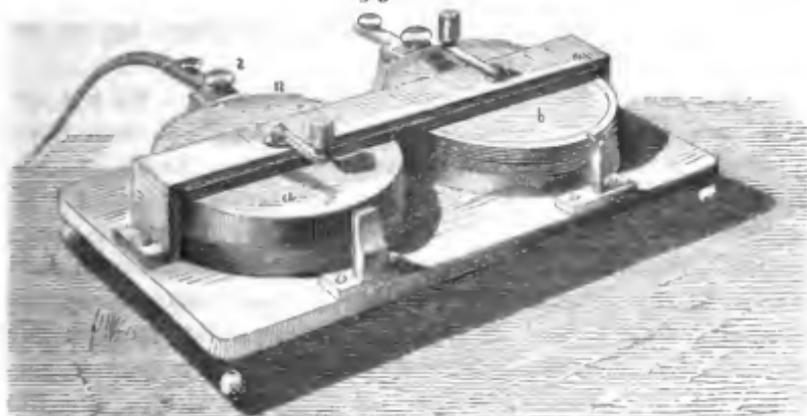
Wenn nun die Nadel uns die Schwankungen der Kraft anzeigt, es aber darauf ankommt, daß die Kraft eine stets gleich bleibende sei, was werden wir thun, wie werden wir diese Forderung erfüllen?

Bei den konstanten Ketten ist die Abnahme der Kraft in einer gar nicht zu langen Zeit durchaus nicht groß, es wird also möglich sein, dieses zu reguliren, und man hat zu diesem Zwecke den Stromsteller oder Rheostat erfunden, welcher in Fig. 1030 dargestellt ist.

Wir sehen hier zwei Rollen von hartem, sehr trockenem Holz, z. B.

Buchsbau-, Birnen- oder Apfelbaumholz, welche dicht sind und sich nach gehörigem Austrocknen nicht mehr werfen. Die Rolle a ist auf ihrer cylindrischen Fläche mit Messingblech überzogen, oder, was beinahe noch besser, die ganze Rolle ist von Messing gemacht und wohl abgedreht. Die Rolle b hat auf ihrer Cylindersfläche schraubenartig verlaufende Vertiefungen eingeschnitten, so daß dieselben den Cylinder ununterbrochen zwanzig-, dreißigmal umlaufen, ohne daß eine Schraubenwindung die andere berührt.

Fig. 1030.



Der oberste Rand dieses Holzcyllinders ist gleichfalls von Messing, und an diesem Rande ist ein Neusilberdrath von solcher Stärke angelöthet, daß er zwar die Vertiefung der Schraubengänge ausfüllt, doch nirgend so hoch, daß eine Windung des Drathes die ihr nächstgelegene berührt. Dieser Drath läuft von der Messingfassung des Cyllinders b rund um denselben, so oft die eingeschnittenen Streifen es gestatten, bis er ganz unten angelangt, nach der zweiten, nach der Messingrolle geführt und dort angelöthet ist.

Die beiden Rollen haben Handhaben. Dreht man die von a, so kann man nach und nach allen Drath von b auf a übertragen, dreht man b, so kann man umgekehrt den Drath von dem glatten Messing auf die Schraubenschnitte der Holzrolle zurückführen.

Hinter einer jeden der Rollen steht man einen hölzernen Ständer, welcher oben zwei Metallschrauben trägt. Die entfernte S verbindet den zuleitenden Drath oder Metallstreifen mit dem elektrischen Apparat, die näher an den Rollen stehende Schraube dient dazu, einen federnden Kupferstreifen n oder m an die Messingrolle und an die Messingfassung der hölzernen Rollen zu drücken, die sonst nicht in leitender Verbindung stehen,

da das ganze Gestell, worau so oben als unter ihren Achsen laufen, von Holz ist.

Der elektrische Strom geht nun durch den Streifen m nach der Rolle b, durchläuft den ganzen Draht und geht dann auf die Messingrolle a über, welche er durch die Schraube und den Streifen s verläßt. Dieser Streifen geht nun zu einem Galvanometer oder er geht auch nur einmal unter einer Magnetnadel hindurch, (dann natürlich immer in derjenigen Richtung, welche die Magnetnadel aus freien Stücken annehmen wird) und hierauf zu dem Apparat, in welchem er als Elektrode wirksam auftreten soll, worauf der ihn verlassende elektrische Strom auf der andern Seite in die Batterie zurückkehrt.

Wir sehen nun wohl sofort, was der Rheostat soll. Er setzt uns in Stand, ein längeres oder kürzeres Stück Draht in den Weg des elektrischen Stromes einzuschalten. Je länger der Draht ist, den die Elektrizität zu durchlaufen hat, desto stärker ist der Widerstand, den er ihr entgegensetzt. Man wird sich dieses Standes der Rheostaten bedienen, wenn die Elektrizitätsquelle ihre größte Energie entwickelt, wenn aber die Magnetnadel eine Abnahme der Kraft des Stromes zeigt, wenn ihre Ablenkung nicht mehr so stark ist, so nimmt man ein Stück des Drahtes fort, und zwar geschieht dieses auf die einfachste Weise, indem man so viel auf die Messingrolle aufwickelt, bis die Magnetnadel wieder ihre frühere Stellung eingenommen hat.

Alles was von dem Drahte auf die Messingrolle aufgewickelt ist, befindet sich nicht mehr in dem elektrischen Strome, wo der Draht die Messingrolle berührt, da verläßt der elektrische Strom den Draht und geht durch die Rolle nach seinem Ausgangspunkte und unter der Magnetnadel hindurch, so viel Draht also auf der Messingrolle ruht, so viel weniger Leitungswiderstand ist da, und befindet sich auf beiden Rollen gleichviel, so ist der Leitungswiderstand auf die Hälfte herabgesunken, oder mit anderen Worten, hat die Stärke der Batterie bis zur Hälfte abgenommen, so kann man dieses durch den Stromsteller doch so unspürbar machen, daß man ihr das vorhanden gewesene Hinderniß hinwegräumt und dadurch die Leistung der Batterie wieder auf den vorigen Grad erhebt.

Man hat diesen Stromsteller auch in einfacherer Gestalt mit einer Rolle, dann bleibt der Draht unverändert auf derselben befestigt und der elektrische Strom tritt an einem Ende desselben, also hier bei der Messingplatte b ein, er tritt aber aus durch eine Metallfeder, welche auf einen beliebigen Gang des Drahtes gedrückt wird, ist dieser Gang der letzte, so muß der elektrische Strom den ganzen Draht durchlaufen, ist dieser Gang aber der mittellste, so ist dadurch diejenige Hälfte des Drahtes, welche

hinter der ableitenden Feder steht, ausgeschaltet und der Leitungswiderstand ist dadurch nur halb so groß.

Mittelt solcher Apparate hat man also die Gleichmäßigkeit des Stromes in seiner Gewalt und dadurch gelingt es elektrische Niederschläge von ganz gleicher Beschaffenheit hervor zu bringen, so daß die einzelnen Theile gleich fest sind, die einzelnen Schichten sich nicht von einander trennen, die verschiedenen Metalle fest an einander haften, kurz alles dasjenige geschieht, was zu einer vollkommen galvanoplastischen Operation nöthig ist.

Magnetisiren durch den elektrischen Strom.

Wenn ein Draht durch welchen der elektrische Strom geht, eine Magnetenadel von ihrem Wege dadurch ablenkt, daß er selbst magnetisch ist, so wird sich dieser Magnetismus vielleicht auf andere, nicht magnetische Dinge übertragen lassen, und so ist es auch. Wenn man eine Nähnadel an solchem Draht mittelst eines Körnchens Wachs befestigt, so daß sie ein Kreuz mit demselben macht, so wird sie dadurch magnetisch, und da sie von Stahl ist, also den empfangenen Magnetismus fest hält, so kann man denselben untersuchen und feststellen, auch noch lange nachdem die Wirkung des elektrischen Stromes schon aufgehört hat. Wenn man statt einer Nähnadel ein eben so großes Stück Eisendraht nimmt, so wird dieser auch magnetisch, allein nur so lange als der Strom dauert und mit dem Augenblick, da die elektrische Wirkung aufhört, ist auch der durch dieselbe erregte Magnetismus verschwunden.

Wenn man einen Kupferdraht (der mit Seide oder mit Baumwolle besponnen ist) vielemal um ein Stück Eisendraht wickelt, und dann den elektrischen Strom durch den Kupferdraht gehen läßt, so wird der Eisendraht um so viel stärker magnetisch, als öfter die Umwicklung gemacht worden ist, eine Haarnadel so behandelst, trägt ein Stück Eisen von einem Viertelpfund.

Wenn man aber nicht ein Drähtchen, sondern einen fingerdicken Draht nimmt, so steigt die Tragkraft auf 20 bis 30 Pfund, ja, wenn man einen Eisenstab von einem Zoll Dicke und etwa zwei Fuß Länge hufeisenförmig biegt und die beiden Schenkel mehrfach mit Draht umwickelt, wie die Fig. 1031 zeigt, so kann solch ein Apparat bei einem Plattenpaar von

Zink und Platin von zehn Quadrat Zoll Fläche fünfzehn bis zwanzig Centner tragen.

Electricität und Magnetismus erzeugen sich gegenseitig, so wie durch Electricität Magnetismus hervorgerufen wird, so durch Magnetismus reciprok wieder Electricität.

Fig. 1031.



Je stärker der elektrische Strom ist, desto mächtiger wird der Magnet (von weichem Eisen immer nur für die Dauer der Strömung, von Stahl dagegen für Jahrhunderte, wenn nicht Rost oder Ausglühen den Magnetismus zerstört), und je mächtiger solch ein Magnet ist, desto gewaltigere elektrische Kräfte vermag er zu erzeugen.

Die erste dieser Erscheinungen nennt man Elektromagnetismus, die andere Magnetolectricität, und so wie die erste alle Erscheinungen des Magnetismus, Tragkraft, Polarität, Richtungskraft zc. hervorbringt, so die andere alle Erscheinungen der Electricität, Funken, lebhaftes Wärmeerscheinungen, Erschütterungen, wieder Magnetisiren, wie der elektrische Strom überhaupt elektrisirt, kurz es ist eine vollständige Gegenseitigkeit vorhanden,

und man hat diese Thatsache benutzt um durch die Magnetolectricität diejenigen chemischen Operationen zu bewerkstelligen, welche bis zu dieser großen Entdeckung Faradays nur durch die Berührungselectricität hervor gebracht worden sind, man kann demnach durch gute Magnete Wasser zersetzen, den Stickstoff in Verbindung mit Quecksilber bringen, galvanische Vergoldung oder Verkupferung bewerkstelligen, man kann dadurch Minen zünden und solche sprengen, und es fragt sich lebiglich, was vortheilhafter ist, zur Anwendung der Magnetolectricität Menschenkräfte (einen Tagelöhner) anwenden, oder zur Anwendung der Hydroelectricität Säuren und Metalle opfern, der Preis wird hier das Entscheidende sein.

Um jedoch nichts ungesagt zu lassen, was den Laien in der Chemie und Physik — für den dieses Buch geschrieben ist — zum Verständniß der Sache nöthig, muß erklärt werden, wozu bei der Magnetolectricität Menschenkräfte erforderlich.

Ruhende Electricität zeigt uns die von der Elektrisirmaschine her

bekannten Erscheinungen, ruhender Magnetismus zeigt uns die Anziehungs-, Richtungserscheinungen u. s. w.

Bewegte Elektricität (der elektrische Strom) ist Magnetismus, bewegter Magnetismus ist Elektricität. Ein elektrischer Strom ist ein Magnet, ein bewegter Magnet ist eine Elektrifizirmaschine.

Die Elektricität bewegt sich von selbst, wenn ihr eine Chaussee eröffnet, wenn ihr eine Bahn, ein Draht gegeben wird, den sie zu ihrem Laufe benutzen kann, ein Magnet bleibt liegen wie ein Eisenkloß, soll er bewegt werden, so muß er eine Kraft außer sich haben, es muß etwas da sein, was ihn bewegt.

Wenn man ein magnetisches Hufeisen vor seinem Anker hin und her querüber vorbeiführt, so wird in diesem Anker bei jedem Hinabführen des Magnets ein magnetischer Strom entstehen, eben so wird dasselbe entstehen, wenn man denselben Magnet bei seinem Anker heraufwärts und quer vorbeiführt.

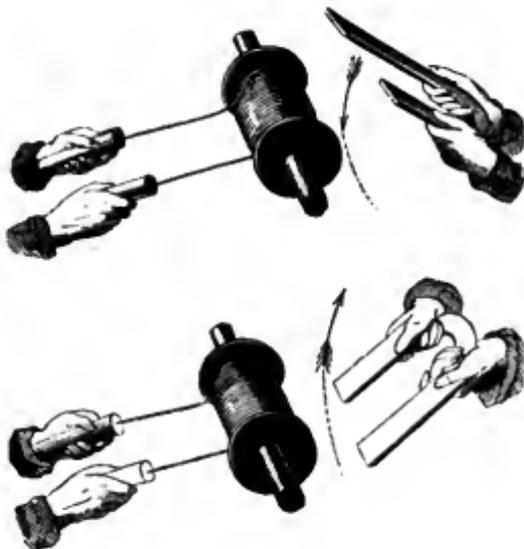
Dieser so in dem Anker erzeugte elektrische Strom ist äußerst schwach, wenn man jedoch einen besponnenen Kupferdraht um diesen Anker wickelt,

so wird er verstärkt und in den Enden des umwickelnden Drahtes nach und nach fühlbar, ja so sehr, daß für den thierischen Körper die Erschütterungen nicht mehr erträglich sind, und die in dem Strom liegenden elektrischen Körper alle die Veränderungen erfahren, welche die galvanische Elektricität an ihm hervorbringen vermag.

Die Figur 1032 zeigt so viel als möglich, was der Verfasser meint: in der oberen sehen wir einen Magnet in Hufeisenform, von oben nach unten in der Richtung

des Pfeiles an einem runden Stück Eisen, das mit besponnenem Kupferdraht umwickelt ist, vorbeigehen, in der unteren Figur sehen wir dasselbe Hufeisen von unten nach oben gehen. Im Augenblicke des Vorüberfahrens an dem Anker wird dieser zu einem Magnet und dadurch wird die ihn

Fig. 1032.



umwickelnde Drahtspirale elektrisch, faßt man die beiden Enden eines solchen Drahtes durch breit gestaltete Zuführer an, so erhält man einen elektrischen Schlag und zwar beim Hin- so gut als beim Zurückführen des Magnets, oder, was dasselbe sagen will, eben so gut bei der plötzlichen Annäherung als bei der plötzlichen Entfernung.

Diese große Entdeckung ist von Faraday im Jahre 1831 gemacht, wurde 1832 in der Gelehrtenwelt bekannt und veranlaßte nicht sofort eine Menge von Anordnungen hervorzurufen, welche das Experiment vereinfachen und schneller hintereinander erzeugen sollten.

Wir können hier die Geschichte dieses Instruments nicht durch alle seine Phasen verfolgen, wollen jedoch die letzte und zweckmäßigste Form beschreiben, weil sie nicht, wie man gewöhnlich glaubt, nur für die Physik und die Physiologie, sondern weil sie auch für die Chemie und für die chemische Technologie von Werth geworden ist.

Wie begreiflich, so ist es ganz gleich, in welcher Weise man den Anker an dem Magnet vorbei führt, man kann ihn daher auch vor den Polen des Magnets kreisen, sich um seinen Mittelpunkt schwingen lassen, kann ihn auch eine andere Form geben, z. B. wieder die eines Hufeisens, wobei nur vorausgesetzt wird, daß die beiden Schenkel a und b (Fig. 1033) gerade so weit von einander stehen als die Schenkel des Hufeisens, und daß sie cylindrisch sind, damit man bequem den Draht darauf wickeln könne.

Fig. 1033.



Fig. 1034.

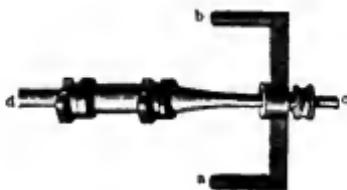
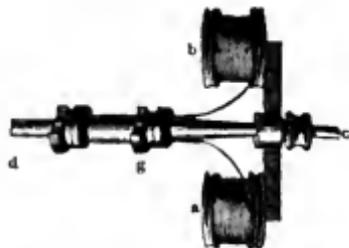


Fig. 1035.



Das Vorüberführen an dem Magnet geschieht auch nicht mehr dadurch, daß man das Hufeisen oder den Anker auf- und abrückt, sondern vielmehr dadurch, daß man den Anker vor dem Hufeisen umdreht, zu diesem Behuf erhält der Anker in der Mitte des, die beiden cylindrischen Stücke verbindenden Eisens (Fig. 1034) eine Ase *cd* von Stahl, welche an ihren beiden Enden *c* und *d* kegelförmige Vertiefungen hat, in denen die Spitze ruhen soll, um welche sich die Ase drehen wird. Eben so wickelt man die besponnenen Drähte nicht auf die Enden des Ankers *a* und *b*, sondern man wickelt sie auf hölzerne Spulen (Fig. 1035) und steckt diese dann

auf die Cylinder, welches alles die Arbeit und die Zusammenstellung des Apparates sehr erleichtert. Der Anker mit dem Drahte bewickelt, hat dann die Form, welche wir in Fig. 1035 sehen, es handelt sich nur noch um die Mittheilung der elektrischen Erschütterungen, welche durch die Drähte gegeben werden können, dazu verbindet man erstens die Enden der beiden Spulen einerseits mit einander, so daß die ganze Masse Draht auf beiden Spulen zu einer wird, zu einem zusammenhängenden Stück, dieses geschieht gewöhnlich in der Nähe des Befestigungspunktes des Ankers auf der Aze. Die beiden anderen Enden will man aber in Händen haben und da ein fortwährendes Drehen der Aze und des Ankers vor den Polen des Magneten stattfinden soll, so kann dieses nicht geschehen ohne daß die Drähte zu einem Drahtseil werden, welches dann sehr bald zur Zerstörung derselben führen würde; man muß also die Drahtenden kurz abschneiden und sie mit zwei Metallplatten verbinden, die durch Holz oder Siegellack von einander getrennt, doch auf der Aze so befestigt sind, daß sie mit dieser ein Stück zu machen scheinen. Auf diesen beiden Metallstreifen, mit denen die Enden der Drähte verbunden sind, schleifen ein paar Stahlfedern die nun wieder dienen, den elektrischen Strom an einen beliebigen Ort zu übertragen.

Alein eine Eigenthümlichkeit, welche die Drehung mit sich führt, haben wir bisher übersehen. Wenn a jetzt vor dem Nordpol und b vor dem Südpol vorbeistreicht, so wird die Elektrizität in einem gewissen Sinne hervorgebracht werden.

Wenn nun aber unmittelbar das Ende a desselben Ankers bei dem Südpol und b bei dem Nordpol vorbeigeht, so wird Elektrizität in völlig entgegengesetztem Sinne hervorgebracht werden. Geht die Elektrizität zuerst aus der rechten Hand durch den Körper des die Handhaben haltenden in die linke Hand, so wird nach einer halben Umdrehung derselbe Strom aus der linken Hand in die rechte gehen. Der Strom kommt unaufhörlich entgegengesetzt an, und zwar bei jeder ganzen Umdrehung des Ankers vor den Polen des Magneten zweimal.

Da hat man sich auf folgende Weise zu helfen gewußt: Die Metallstreifen f und g, an denen die Drahtenden der Spulen befestigt sind, theilt man auf eine doppelte Weise, welche die Fig. 1036 versinnlicht. Man sieht hier im Durchschnitt oben und in einer Seitenansicht unten, drei Cylinder übereinander geschoben, einen innersten nno, einen mittleren, nicht durch Buchstaben bezeichneten, schwarz schattirten und einen äußeren mm. Das Schwarze stellt schwarzen Siegellack oder irgend eine andere, nicht metallische und nicht leitende Substanz, Ebenholz, Elfenbein vor, es kommt selbstverständlich auf die Farbe nicht an. Die Durchschnitte ooo sind so, daß,

wenn die Vertiefung zwischen den beiden erhöhten Rändern mit dem Lack ausgefüllt und abgedreht sind, man den Cylinder nun gerade darüber schieben kann und er in der Mitte der Siegellackschicht festhaftet, natürlich nicht durch Schmelzung, denn dadurch wird die Rundung verdorben.

Fig. 1036.

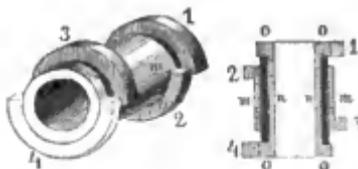
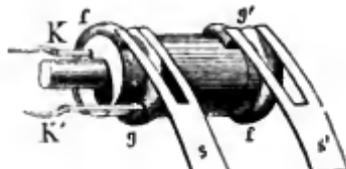


Fig. 1037.



Auf dem innersten Cylinder und zwar auf dessen äußerstem Rande werden zwei Halbmonde entweder durch Schnellloth, wenn nicht Siegellack, sondern Holz oder Elfenbein zu dem schwarzen Cylinder gebracht worden ist, oder wenn dies der Fall, durch Schrauben befestigt. Diese Halbmonde 1 und 4 stehen einander gerade entgegengesetzt an jeder Seite, der eine rechts, der andere links, der eine rechts unten, der andere rechts oben.

Der äußerste Cylinder ist genau eben so beschaffen, es sind daran auch zwei Halbmonde so entgegengesetzt, allein beim Zusammenfügen aller drei Cylinder richtet man die Halbmonde des äußeren kleineren so, daß, wenn der innere nun seinen Halbmond rechts unten hatte, der kürzere äußere nun seinen Halbmond rechts oben hat, natürlich auf dem anderen Ende umgekehrt.

Diesen Apparat nennt man den Commutator, weil er die Erschütterungen umkehrt (commutirt), er sieht mit den zugehörigen Federn s, s' so aus, wie wir ihn in Fig. 1037 dargestellt haben, wo zugleich gezeigt ist, wie er auf der Aze des drehbaren Ankers befestigt ist.

Der innerste Cylinder hat die Halbmonde f und f' ganz an den beiden Enden, der alle umschließende Cylinder hat dieselben g, g' näher nach der Mitte zu, vermöge der Schranke v ist der innerste (und mit ihm die beiden andern) Cylinder auf der Aze befestigt. Die Zuleitung von den Drähten des umspinnenen Ankers K und K' sieht man hier aus den beiden Cylindern hervorragen, K ist in dem innern Cylinder selbst befestigt, K' aber in dem Halbmond des äußeren und zwar an der Stelle wo der Halbmond des inneren fehlt. Die beiden Metallcylinder sind durch das Holz oder den Siegellack isolirend von einander getrennt, wenn also die eine Hand mit f und die andere mit g in Verbindung ist, so wird derjenige, der die Verbindung hervorbringt, eine Erschütterung erhalten. Nun befindet

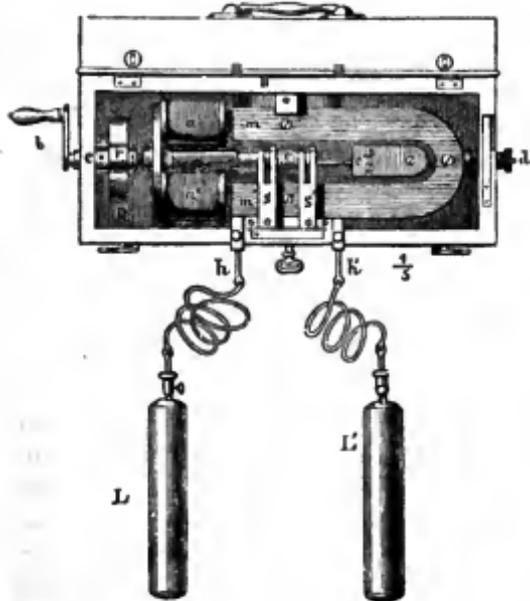
sich aber eine Feder s' vorn gespalten über den beiden Halbmonden des einen Endes, so wie eine andere s sich über den beiden Halbmonden des anderen Endes befindet. Man sieht sehr deutlich, daß beim Drehen des Commutators die Federn bei jeder halben Wendung auf einem andern Cylinder schleifen, s' verläßt in diesem Augenblicke g' , um auf f' überzugehen, also um von dem inneren Halbmond auf den äußeren zu springen; s dagegen verläßt gerade zur selben Zeit den äußeren Halbmond f um auf den inneren g zu gelangen. Vorher, waren die beiden Federn auf f und g' gelagert, jetzt gehen sie über auf g und f' , es ging also vorher der Strom von K nach K' und jetzt geht er von K' nach K .

Dies ist es eben was man haben will, eine Umkehrung; der drehende Anker kehrt den Strom um, der Commutator kehrt ihn nochmals um, es ist als ob eine Compagnie Soldaten sehr schnell hinter einander kommandirt würde: Kehrt! und Front! es stehen durch die zweimalige Umkehrung die Soldaten so wie sie vor dem ersten Kommando standen.

Dieses Spiel wiederholt sich bei den verkehrenden Polen und bei dem Stromwender jedes halbe Mal einer Umdrehung, und daher ist der Strom immer ein gleichlaufender, aber allerdings ein unaufhörlich unterbrochener, und dies ist es, was ihn für den thierischen Körper so empfindlich macht.

Das ganze Instrument von oben herab gesehen hat eine der Zeichnung 1038 entsprechende Gestalt. Die Hauptsache dabei ist ein möglichst starker Magnet m' , welcher in einem Kasten liegt, er ist an den Seiten mäßig eingeklemmt, so daß er durch die Schraube d um ein Geringes verschoben werden kann, dieses ist nöthig um ihn den Enden des Ankers auf das Genaueste nähern zu können. Den Anker mit den ihn umgebenden Spiralen sieht man unter a , er ist auf der Aze $o e$ befestigt, und diese Aze schwebt bei c und e auf

Fig. 1038.



stählernen Spitzen; außen an dem Rasten ist eine Handhabe, mittelst deren ein Rad R bewegt werden kann, das in den Trieb r auf der Aze unmittelbar über dem Rade sitzend, eingreift. Rad und Trieb sind einfache, ungezähnte Scheiben, welche mit weichem Leder (die rauhe Seite nach außen) überzogen sind und so Reibung genug gewähren, um sich aufeinander umzudrehen. Das Rad hat etwa 4 Zoll Durchmesser, die Scheibe auf der Aze $\frac{3}{4}$ Zoll bis 1 Zoll, kann sich also fünf oder vier Mal umbdrehen wenn das Rad einmal gedreht wird. s und s' sind die Federn, von denen bei Fig. 1037 gehandelt worden, zwischen ihnen liegt der Commutator. Mit diesen Federn in leitender Verbindung stehen rechts und links die Schraubenklammern h und h', welche wieder durch Drahtschnüre mit den Handhaben L und L' verbunden sind.

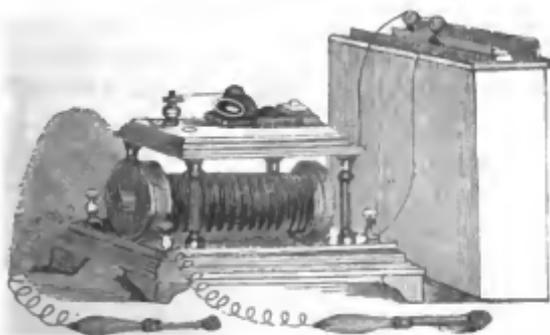
So ist der ganze Apparat beschaffen, davon wir vorher die Theile näher betrachtet. Wenn nun Jemand die Handhabe voll und kräftig anfaßt, gleichzeitig ein anderer die Kurbel b in einer Sekunde fünfmal umdreht, so bekommt der erstere in derselben Zeit 40 Erschütterungen, welche, wenn die Drahtwindungen auf den Spulen des Ankers sehr vielfältig und von feinem Draht gewickelt sind, und wenn die Magnete stark sind, so heftig werden, daß sie einen Krampf erzeugen, welcher den Leidenden hindert die Kolben fallen zu lassen, die Hände schließen sich gewaltsam über dieselben, je fester er hierdurch faßt, desto heftiger werden die Schläge und desto weniger ist er im Stande loszulassen.

Dieses Instrument wird noch jetzt auf eine, mitunter unverantwortliche Weise gebraucht um Leidende nicht zu heilen sondern um sie zu martern, denn auf diese Weise sind wohl nur wenig Kranke wieder hergestellt worden, in anderer Art aber hat der Apparat Bedeutung erlangt. Man kann denselben zur Minenzündung, zur Versilberung oder Vergoldung, kurz zu allen chemischen Operationen, zu denen man der Berührungselekticität bedarf, anwenden, und er hat vor jenen galvanischen Apparaten den Vorzug des wirklichen Gleichbleibens in seiner Kraft, zudem kann er aufgestellt werden, wo es auch sei, kein Zimmer mit empfindlichen Tapeten mit vergoldeten Leisten, mit kostbaren Gemälden ist ihm verschlossen, er dünstet nicht aus, er verhaucht nicht übel riechende und gefährlich wirkende Säuren, kein Kranker und wenn es selbst ein Hypochonder oder eine hysterische Dame wäre, wird bemerken, daß er vorhanden ist, allein er muß durch einen Menschen, so lange als man Wirkung von ihm verlangt, unaufhörlich gedreht werden, und dies macht ihn als Fabrikutensil wieder theuer, und es kommt darauf hinaus, was mit geringeren Kosten verknüpft ist, der Tagelohn für ein paar Leute oder die Säuren welche der andere bedarf — in Rußland ist der Mensch wohlfeil und das Fabrikat theuer,

dort wird man wohl thun, wenn man einen Tagelöhner braucht oder einen Leibeigenen, bei uns kostet der Mann für den Tag 1 Thaler und die Säuren, welche man während eines Tages verbraucht, kosten kaum den dreißigsten Theil davon, darum greift man bei uns wieder zu einem andern Apparat, welcher lediglich dadurch bewegt wird, daß die Säuren, welche man anwendet, einen Apparat elektrisch machen, der hinwieder einen andern magnetisch macht, wodurch dann eine Elektrizitätsquelle von außerordentlich andauernder Wirkung hervorgebracht wird, die Thätigkeit eines Menschen dagegen ganz überflüssig ist.

Die Sache ist diese: Wir haben gesehen, daß ein elektrischer Leiter quer über einen Eisenstab geführt, diesen magnetisch macht. Wickelt man den elektrischen Leitungsdraht wiederholt um den Eisenstab, so wird der Magnetismus, welchen man in dem Stabe erweckt, dadurch multiplicirt. Man kann die Zahl der Windungen, welche den Eisenstab umgeben, beliebig vermehren, mit jeder neuen Windung steigt die Kraft um etwas, sie verschwindet aber augenblicklich sobald der elektrische Strom aufhört. Wir haben hier demnach ein Mittel, irgend ein Stück Eisen, so oft wir irgend wollen, zu einem Magnet werden zu lassen, aber auch eben so oft diesen Magnetismus zu vernichten.

Fig. 1039.

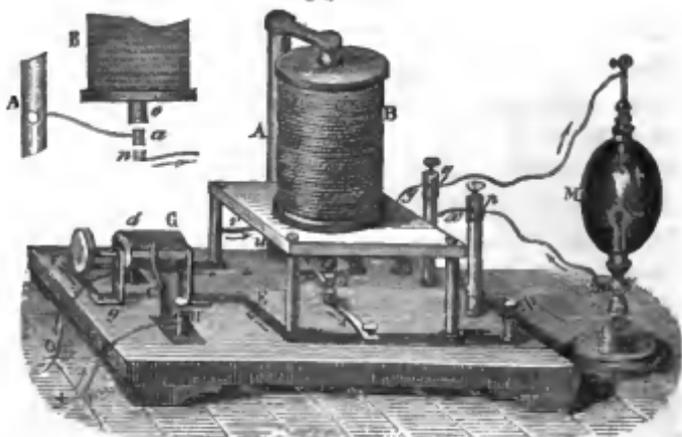


Wir sehen in der Figur 1039 links einen Eisenstab mit Draht umwickelt, rechts ein galvanisches Element, ein Plattenpaar von Kupfer und Zink, welches in sehr verdünnter Schwefelsäure steht. Die beiden Enden des Drahts, welcher um das Stück gewickelt ist, gehen, wie wir deutlich sehen, von der Rolle, in welcher sie den Eisenstab umgeben, nach dem galvanischen Plattenpaar, so lange die Berührung desselben dauert, so lange ist der Eisenstab magnetisch, sobald sie aufhört, wird auch der Magnetstab wieder zu ganz gewöhnlichem Eisen.

Aber das Magnetischwerden und das Aufhören magnetisch zu sein, hat immer eine elektrische Erscheinung zur Folge. Wenn man die Enden der Drähte, welche um den Eisenstab gewickelt sind, mit solchen metallenen Handhaben verbindet, wie dieselben in unserer Zeichnung zu sehen sind, und man nimmt diese Handhaben jede in eine Hand, welche man der besseren Leitungsfähigkeit wegen mit Wasser benetzt hat, so erhält man im Augenblick, wo die anderen Enden dieser Drähte mit dem galvanischen Plattenpaare in Berührung kommen, einen Schlag und man erhält im Augenblick, wo die Berührung aufhört, wieder einen Schlag, es handelt sich mithin bei diesem Apparat nur um ein wiederholtes Oeffnen und Schließen der elektrischen Verbindung, und dieses braucht nicht durch einen Menschen hervorgebracht werden, welcher die Pole berührt und die Berührung aufhebt, sondern es kann durch den in Eisen erregten Magnetismus geschehen.

Der hier gezeichnete Apparat unterscheidet sich von dem vorhergehenden lediglich durch die Lage der Drahtspule AB, welche hier aufrecht steht, während sie in der vorigen Figur liegend gezeichnet ist. In der Mitte steckt ein Eisenstab, derselbe ist einfach mit einem mäßig starken Kupferdraht umwickelt, so daß keine Windung desselben die andere berührt, auch der Eisenstab selbst nicht von dem Kupfer berührt wird.

Fig. 1040.



Diese scheinbar schwierige Bedingung wird höchst einfach dadurch erreicht, daß man den elektrischen Leitungsdraht mit Seide überspinnet. Auch Baumwolle genügt dazu und kostet kaum den zehnten Theil der Seide, der Mechanikus aber, welcher sich für sein einfaches Instrument gern

tüchtig bezahlen lassen will, bildet dem Besteller ein, es müsse durchaus Seide sein, wiewohl sich lediglich um Zwischenraum handelt.

Ueber der einfachen Umwicklung ruht eine Holzspule, deren Rohr gerade die Umwicklung umschließt, hier aber so dünn als möglich ausgedreht ist. Auf diese Spule wickelt man in regelmäßiger Lage eine sehr große Menge des allerfeinsten Kupferdrahts, welchen man nur bekommen kann. Auch dieser Kupferdraht muß besponnen sein, denn auch von ihm darf keine Windung die andere metallisch berühren. Man bringt 20, ja vielleicht viel mehr Lagen solcher Umwickelungen über einander und sorgt nur dafür, daß sie gut schließen, sich nicht unter einander verwirren. Die Enden dieser Drähte befinden sich in der Zeichnung mit einer luftleeren Glasugel M verbunden, um ein Lichtexperiment damit zu zeigen, für den Gebrauch bei Kranken, oder überhaupt bei physiologischen Versuchen, bei Versuchen mit Menschen und Thieren verbindet man eben diese Enden des feinen Drahtes mit solchen Handhaben, wie die vorige Figur dieselbe zeigt, um den elektrischen Strom durch den thierischen Körper gehen zu lassen. Dieser elektrische Strom entsteht und vergeht, allemal mit dem Magnetischwerden des Eisens und mit dem Aufhören dieses Zustandes, der elektrische Strom findet aber nicht statt, während der Dauer des Magnetismus so wenig, wie während der Dauer des indifferenten Zustandes des Eisens, der elektrische Strom entsteht nur für einen untheilbaren Augenblick in dem Momente, in welchem der Eisenstab magnetisch wird, oder in dem sein Magnetismus erlischt.

Hier wie bei der vorigen Figur ist dieses geknüpft an denjenigen elektrischen Strom, welcher von irgend einem Plattenpaare durch die zuführenden Drähte auf der linken Seite der Zeichnung mit + und — bezeichnet, zu der innersten um das Eisen gewickelten dickeren Drahtspirale geführt wird.

Unter dem Tische, auf welchem die Drahtspirale AB steht, befindet sich ein Federapparat, welcher neben der Hauptzeichnung in etwas vergrößertem Maßstabe wiedergegeben ist.

A ist eine Stange von Metall, welche die Spirale AB festzuhalten bestimmt ist. Von ihr aus geht oben die eine Leitung und unten die andere zu der innersten einfachen Spirale, die Zuleitung ist mit einem Pfeil n bezeichnet, der Eisenstab, welcher unten und oben aus der Spirale heraussteht, ist mit o bezeichnet. Zwischen diesem und dem Leitungsdraht n befindet sich ein eisernes Klößchen, ein kleiner cylindrischer Hammer a, wenn derselbe mit n in Berührung ist, so ist der elektrische Kreis geschlossen. In diesem Augenblick ist der Eisenstab o magnetisch, was zur Folge hat, daß das eiserne Hämmerchen a angezogen wird und gegen den Eisenstab fliegt, dadurch hört aber der elektrische Strom auf und folglich ist auch o

nicht mehr magnetisch, läßt also das Hämmerchen a fallen, eben dadurch aber kommt dasselbe wieder mit n in Berührung, dadurch ist der elektrische Strom wieder geschlossen, dadurch wird o wieder zu Magnet, zieht den Hammer an, hört auf, magnetisch zu sein 2c. 2c.

Wir sehen, daß in diesem von Reef in Frankfurt a. M. erfundenen Apparat die Bedingung gegeben ist, sehr häufig eine Eisenstange in einen Magnet, und einen Magnet in eine Eisenstange zu verwandeln, bei jeder solchen Verwandlung wird die große Spirale AB, aus dem feinen Draht gewickelt, elektrisch und theilt demjenigen, welcher die beiden Enden desselben in der Hand hat, elektrische Schläge mit und durch dieses Mittel ist der Arbeiter, welcher Oeffnung und Schließung besorgt, überflüssig geworden.

Haben wir uns mißbilligend über den Gebrauch ausgesprochen, welchen man von solchen Apparaten in der Medicin macht, so müssen wir hier wiederum sagen, daß dieselben für die Physik etwas Großes, ein wahrer Schatz geworden sind, daß man dadurch die interessantesten Entdeckungen gemacht und daß man sie vielfältig in die Technik eingeführt hat, für unser Kapitel ist aber von ganz besonderem Interesse, daß jene Molekularveränderung, welche der Magnetismus bewirkt, in Eisen auf diesem Wege erregt und beliebig lange erhalten werden kann, daß ferner dieselbe Veränderung, welche den Magnetismus im Stahle veranlaßt, unzählige Male und beliebig oft hervorgebracht, vernichtet und umgekehrt werden kann.

Man kann nämlich einen Stahlstab, welcher, wenn er gehärtet ist, den Magnetismus unverändert behält, so lange bis man ihn durch Ausglühen vernichtet, nicht nur plötzlich magnetisiren, nicht nur auf das Allerstärkste magnetisiren, stärker wie durch irgend ein anderes Mittel, sondern man kann auch einen solchen magnetisch gewordenen Stahlstab, dessen Theilchen nach einer gewissen Regel geordnet sind, so daß ein vorherbezeichnetes Ende nach Norden zeigt, in einem untheilbaren Augenblick magnetisch so verwandeln, daß eben dasselbe Ende nunmehr nach Süden zeigt, und diese Verwandlung kann so oft wiederholt werden, als es im Belieben des Experimentators ist. Jede neue Verwechslung der Leitungsdrähte (welche um den Stahlstab gewickelt sind) mit den Polen eines galvanischen Apparates bringt die angemessene Veränderung in dem Magnetismus des Stabes hervor, so daß derselbe mit gleicher Schnelligkeit bald die eine, bald die entgegengesetzte Polarität annimmt.

Durch solche Apparate natürlich von sehr bedeutendem Umfange hat man eben auch gefunden, daß alle Körper der Erde dem Magnetismus folgen, daß es keinen Körper giebt, der nicht magnetisch würde, wenn nur derjenige Magnet, der ihn dazu machen soll, hinlängliche Kraft hat.

Der größte Magnet ist die Erde selbst, aber sie ist etwas unregelmäßig gestrichen, sie hat nicht 2 Pole, sondern 4, und dieselben liegen auch nicht an den Enden der Durchmesser, sondern sind etwas unregelmäßig vertheilt. Dieser gewaltige Magnet aber scheint nicht dadurch ein Magnet zu sein, daß etwa ein Paar 1800 Meilen lange wohl magnetisirte Stahlmassen sich im Mittelpunkte kreuzen, durch die Erde gehen. In diesem Falle würden die 4 Pole fest stehen und die sämtlichen Magnetnadeln, welche sich nach ihnen richten, würden Jahr aus Jahr ein dieselbe Stellung behalten. Es scheint, als ob die Erde, ein Körper aus sehr vielen verschiedenen Substanzen zusammengesetzt, dadurch zum Magnet werde, daß sie von der Sonne ungleichmäßig erwärmt wird, ungleichmäßig durch Tag und Nacht, ungleichmäßig durch Sommer und Winter, und endlich auch noch ungleichmäßig durch die veränderliche Stellung der Erdoberfläche gegen die Ebene der Erdbahn.

Der Magnetismus aber, welchen das Eisenerz im Schooße der Erde hat, mag doch einen andern Grund haben, vielleicht ist es die Lage gegen die Pole der Erde, welcher diesen Magnetismus hervorbringt. Allerdings sind hierüber noch nicht durchgreifende Versuche angestellt worden, allein es wäre wohl möglich, daß bei der erforderlichen Aufmerksamkeit sich wirklich herausstellte, was der Verfasser andeutet, und was in Folgendem seine Begründung findet.

Ein fingerdicker, etwa eine Elle langer Eisenstab, horizontal in ein großes Kohlenfeuer gelegt, darin ausgeglüht und von keiner Zange berührt, hat, nach seinem Erkalten untersucht, so lange er horizontal gehalten wird, keine Spur von Magnetismus, zeigt denselben jedoch sofort, sobald man ihn aufrecht hinstellt.

Horizontal gehalten, zieht jedes der beiden Enden sowohl den Nordpol als den Südpol einer freischwebenden Magnetnadel an, dies ist ein Beweis von mangelndem Magnetismus, denn sobald man der Magnetnadel einen Magnetstab nähert, so zieht das eine Ende dieses letzteren den Nordpol der Magnetnadel an, das andere Ende eben dieses Stabes dagegen stößt den Nordpol ab.

Wenn man denselben Versuch mit der ausgeglühten Eisenstange macht, so findet man daß beide Enden, beide Pole der Nadel gleichmäßig anziehen, sobald man aber den Eisenstab senkrecht hinstellt, so ist er dadurch zu einem Magnet geworden, sein unteres Ende stößt den Nordpol der Magnetnadel ab, sein oberes Ende zieht ihn an, sein oberes Ende hat also südlichen Magnetismus, sein unteres nördlichen. Wenn man dieselbe Stange an die andere Seite der Nadel bringt, so zieht ihr unteres Ende nunmehr die Nadel an. Das untere Ende nämlich hat Nordmagnetismus

und ist also freundschaftlich gegen das Südenbe der Nadel. Das obere Ende des Stabes hingegen stößt das Südenbe der Nadel ab, weil es mit demselben gleichnamigen Magnetismus hat.

Daß es lediglich die Lage sei, welche den Magnetismus des Eisenstabes bedingt, geht unzweifelhaft daraus hervor, daß man die Eisenstange so oft man irgend will, umkehren kann, und jedesmal das untere Ende die Nordpolarität zeigt. Dasjenige Ende, welches eine Sekunde vorher oben befindlich, Südpolarität zeigte, dasselbe zeigt jetzt unten Nordpolarität.

Will man diese Versuche recht häufig wiederholen, so muß man sich sehr hüten, die Stange irgendwo in einen Winkel zu stellen, schon nach 24 Stunden würde der Versuch nicht mehr gelingen, der Magnetismus der Lage hätte sich dann schon genügend in dem Eisen befestigt, es wäre schon ein Magnet geworden, zwar ein äußerst schwacher, doch ein solcher, daß, horizontal gehalten, sich Polarität zeigte, das eine Ende den nördlichen Theil der Nadel anzöge, das andere denselben Theil abstieße.

Im Augenblick ist diese Befestigung des Magnetismus geschehen, wenn man den Eisenstab in senkrechter Haltung ein einziges Mal auf einen harten Gegenstand fallen läßt oder stößt. Das unten befindlich gewesene Ende hat nunmehr nördliche Polarität, das obere südliche, und so bleibt ob schon schwach, der Stab magnetisch, bis man ihn ausglüht, denn durch Umkehrung und damit verbundenes Fallenlassen wird das Ziel nicht erreicht, das Ziel nämlich, den Eisenstab wieder vollkommen unmagnetisch zu machen. Durch das Fallenlassen oder Hämmern kann man wohl den Magnetismus desselben Stabes verstärken, kann man ihn auch umkehren, so daß derjenige Theil, der vorher bleibend die nördliche Polarität hatte, nunmehr bleibend die südliche zeigt, aber eines und das andere so vollkommen ausgleichen, daß keine Polarität mehr da ist, gelingt nicht.

Aufrechtstehende Lage verbunden mit vielfältigen Erschütterungen, selbst wenn dieselben sehr unbedeutend sind, bringt in größeren Eisenmassen sehr starken Magnetismus hervor. Alle Stahlmeißel in den Schlosserwerkstätten sind bloß durch den Gebrauch so magnetisch, daß sie kleine Stückchen Eisen aufheben, alle Eisenstangen in den Magazinen der Händler sind es in sehr bemerkbarem Grade, am stärksten aber zeigen sich magnetisch in Folge ihrer vertikalen Stellung die Blitzableiterstangen, die Thurmkreuze, Stangen der Wetterfahnen und die Grabkreuze.

Jeder eiserne Ofen, jede senkrecht stehende Ofenröhre zeigt diesen Magnetismus der Lage an der untersuchenden Magnetnadel, aber eine Wetterstange oder ein eisernes Kreuz von einem Kirchofse zieht nicht nur eine Magnetnadel an, sondern trägt eine Last von 20 bis 30 Pfund.

Wenn man dieses weiß, so erscheint die Meinung, der Magnetismus

der Eisenerze im Innern der Erde komme vielleicht von ihrer Lage her, nicht mehr zu gewagt. Es ist ein Gedanke, keine Behauptung, aber es dürfte dieser Gedanke wohl ein Fingerzeig sein für Bergwerkstechniker, welche den Gegenstand immer vor Augen haben.

Merkwürdig ist übrigens, daß die Magnetisierenderze, welche eine bedeutende Kraft entwickeln, sobald man sie von ihrem Muttergestein losgetrennt hat, doch keine Thätigkeit zeigen, so lange sie an dem Muttergestein haften, so lange sie eins sind mit der Ader, mit der Gangausfüllung, von welcher sie getrennt werden.

Es ist daher auch eine Fabel, wenn die Alten sagen, ein Schäfer mit Namen Magnes sei an einem Eisenerzfelsen hängen geblieben mit seinen mit Eisen beschlagenen Schuhen, es ist ebenso eine Fabel, daß es irgendwo im stillen Meere einen Magnetberg gebe, welcher die Schiffe vermöge ihrer Eisenmassen anzöge, die Anker, die Ketten, ja selbst die Räder aus den Planken herabbrisse und das Schiff so zum Untergehen bringe. Die Entfernung, auf welche ein Magnet Zugkraft hat, ist sehr geringe, ein Hufeisen, das mit seinem Anker in Berührung eine Last von 50 Pfund trägt, wird in der Entfernung von $\frac{1}{2}$ Zoll nicht einmal diesen Anker ohne alle Belastung tragen, und in der Entfernung von einem ganzen Zoll noch nicht ein Eisenstäbchen von 1 Loth, also wird ein Magnetberg kein Schiff Meilen weit herbeiziehen, hauptsächlich aber ist der Magnetberg gar nicht magnetisch, sonst müßten z. B. auf der Insel Etba gar keine magnetischen Beobachtungen vorgenommen werden können, denn sie besteht beinahe ganz aus Magneteisensteinen. Auf der Insel Domingo befindet sich ein Hügel von Magneteisen, welcher etwa 60 Fuß über die Fläche der umgehenden Ebene steigt, derselbe besteht aus lauter großen Stücken von Magneteisensteinen, es giebt ziemlich bedeutende Blöcke darunter, und Robert Schomburgk, welcher ihn besuchte, war erstaunt über die ungeheure Wirkung, den viele dieser Blöcke auf die Magnetnadel ausübten, wenn man dieselbe auf solchen Stein setzte, aber in der Entfernung von 3 bis 4 Fuß war keine Spur von Einfluß auf die Magnetnadel mehr zu sehen, woraus sich wohl zur Genüge ergibt, daß ein Magnetberg nichts Gefährliches ist.

In Bezug auf den Magnetismus muß noch die merkwürdige Thatsache angeführt werden, daß Arsenmetall dem Eisen beigemengt, dasselbe der Annahme des Magnetismus unfähig macht. Der Verfasser besitzt 2 stählerne Hufeisen von einer Größe, vermöge deren sie 15 bis 20 Pfund würden tragen können, allein weder durch Streichen mit den kräftigsten Mitteln, noch durch elektrischen Strom ist es gelungen, ihnen so viel Tragkraft beizubringen, daß sie sich selbst tragen, das Aeußerste, wohin

es der Verfasser bringen konnte, war, daß sie den Aker von 2 Loth wenigstens nicht sogleich fallen ließen. In diesem Stahl befand sich nach recht genauen Analysen etwas Arsen im Betrage von zwei Zehntausendtheilen (zwei Hunderttheile eines Procents). Es war das einzige Material dieser Art, das unter hundertfältigen Versuchen dem Verfasser zu Händen gekommen und derselbe hat noch nie einen ähnlich schlechten Erfolg beim Magnetisiren gehabt.

Sonstige Eigenschaften des Eisens.

Als das beste Stabeisen betrachtet man immer dasjenige, welches den geringsten Antheil an fremden Körpern hat. Die Kohle macht ganz allein eine Ausnahme von dieser Regel, und es scheint sogar, als ob ein halb bis ein ganz Procent den vortrefflichsten Eigenschaften des Eisens keinen Abbruch thue, daß vielleicht sogar ein wenig Kohle zur größeren Festigkeit des Eisens nöthig sei, weil beinahe ganz kohlenfreies Eisen zu weich wird, es dürfte etwa für Büchsenläufe von besonderem Werthe sein, sonst schätzt man dieses so überaus weiche Eisen nicht besonders, alle anderen Beimengungen thun der Güte des Eisens großen Abbruch. Unter den gefährlichsten Bestandtheilen desselben sind Phosphor, Schwefel und Kiesel.

Phosphor besonders in dem Rasenerz vorkommend, ist aus dem Gußeisen, welches davon gewonnen wird, gar nicht zu entfernen, Raseneisenstein gilt daher für das schlechteste Erz. Macht man Schmiedeeisen daraus, so muß dasselbe wiederholt und zwar im Holzkohlenfeuer umgearbeitet werden, es muß so lange damit fortgefahren werden, bis die Stangen sich unter dem Hammer bequem biegen und bearbeiten lassen. Da dieses mit bedeutendem Aufwande verbunden ist, so ergiebt sich leicht, wie wenig Werth das Raseisenerz hat, geschieht eine solche sorgfältige Reinigung nicht, so läßt sich das Eisen in der Glühhitze wohl kueten, wie es sollte und was eben ein Vorzug des Eisens ist, aber es ist kaltbrüchig, aus dem Feuer kommt, erkaltet springt es unter dem Hammer in Stücke.

Ein eben so großer Feind des Eisens ist der Schwefel. Man sucht schon durch das Rösten der Erze einen Theil desselben fortzuschaffen, gleichen Zweck hat das lange Verweilen der Erze im Hochofen; in der Weißglühhitze und in der Gefäseluft verbrennt eine große Menge des Schwefels, doch bei Weitem nicht Alles, es muß noch das Puddelfeuer

oder der Frischprozeß nachhelfen, und wenn hier nicht sorgfältig verfahren ist, so bleibt noch genug Schwefel in dem Schmiedeeisen, um es kaltbrüchig zu machen. Es hält das Schmieden in der Glühhitze nicht aus, man darf nicht einmal versuchen, schwache Nichtschläge darauf zu führen, denn es springt wie Glas. Von Phosphor genügt $\frac{1}{2}$ Procent, um das Eisen unerschmelzbar zu machen, von Schwefel genügt aber schon $\frac{3}{10}$ Procent.

Dieselbe Menge Kiesel macht das Schmiedeeisen ebenso unbrauchbar, aber auch durch Nickel, durch Kobalt, durch Kupfer und Arsen wird es schlecht, es verliert seine Dehnbarkeit, seine Festigkeit, es wird spröde.

Aber auch das beste Eisen kann durch einen schlechten Arbeiter verderben werden. Setzt man solches z. B. längere Zeit der Rothglühhitze aus, was manche Schmiede thun, weil sie glauben, so behandeltes Eisen lasse sich leichter feilen, so wird das Eisen spröde. Es läßt sich allerdings besser unter der Feile bearbeiten, weil es crystallinisch geworden ist, weil die kleinsten Theilchen desselben nicht mehr so fest zusammenhängen, sich leichter von der Masse lösen, aber eben in dieser Zähigkeit, welche verloren gegangen ist, liegt die Vortrefflichkeit des Eisens und ihr Verlust ist kein Vortheil, sondern ein großer Nachtheil.

Eine ganz ähnliche Veränderung erleidet das Schmiedeeisen, selbst das von der allervortrefflichsten Art, wenn dasselbe dauernden Erschütterungen ausgesetzt wird. Die Achsen der Eisenbahnwagen und Lokomotiven sind durchweg aus dem trefflichsten, sehnigen Eisen gefertigt und haben tüchtigen Proben unterliegen müssen. Haben diese Achsen aber einige Jahre fleißig gedient, so bekommen sie nach und nach eine so veränderte Textur, daß man das Eisen kaum mehr wiedererkennt. Es ist auch äußerlich nicht mehr sehnig, bei der nöthigen Vorsicht verwirft man solche Achsen. Die nöthige Vorsicht aber wird nicht immer geübt, und so geschieht es, daß die Achse plötzlich kurzweg bricht.

Weil sich dieses Unglück häufig wiederholte, so macht man jetzt gar nicht mehr Eisenbahnwagen, welche auf vier Rädern laufen, sondern man nimmt stets sechs, seit etwa 10 Jahren aber dürfen neu gebaut nur noch achträdrige werden, zwei verschiedene vierrädrige Gestelle stehen unter jedem Kasten, und es müßte ein böser Dämon walten, wenn zugleich 2 Achsen ein und desselben Gestelles brechen sollten. Nur in diesem Falle noch wäre ein Unglück zu befürchten, denn falls in jedem Gestelle eine Achse bräche, so würde dieses noch nicht einmal den Sturz des Wagens herbeiführen.

Auch Hängebrücken, Kettenbrücken sind ähnlichen Veränderungen des Eisens ausgesetzt, man würde sonst nicht begreifen können, wie, nachdem eine solche Brücke 20 Jahre lang jede beliebige Last getragen hat, sie nun plötzlich ohne äußere scheinbare Veranlassung und bei einer ganz geringen

Belastung bricht. Unglücksfälle mit Gewehren schreibt man häufig derselben Ursache zu, wiewohl sicher mit Unrecht, denn die Erschütterung, welche das Gewehr durch das Schießen erhält, kommt zu selten vor, um eine solche Molekularveränderung im Eisen hervorzubringen. Es gehört dazu immer eine in sehr kurzem Zeitraum wiederholte, aber millionenfach wiederholte Erschütterung, und zwar von der Art, die man Erzittern, Erbeben nennen muß. Das Reißen der Eisensaiten auf vielen gebrauchten Tastringumenten mag hiermit zusammenhängen, wenigstens hat mikroskopische Untersuchung der Bruchstelle dem Verfasser gezeigt, daß dieses zäheste, sehnige Eisen ein crystallinisches Gefüge hat.

Das reine Eisen wird von allen Säuren aufgelöst. In trockener Luft und in chemisch reinem Wasser bleibt das Schmiedeeisen unverändert. Da aber die Luft immer feucht ist, und das Wasser, welches wir rund um uns haben, niemals rein ist, so ist das Eisen stets der Oxydation ausgesetzt.

Eisen ganz unter Wasser, bedeckt sich mit einem schwarzen Rost, in der Luft dagegen mit einem bräunlichen bis rothen. Die Luft, welche uns umgiebt, ist niemals frei von Säuren, und diese greifen das Eisen an. Um reines Eisen gegen Rosten zu schützen, pflegt man dasselbe mit Fett, mit Del zu überziehen, oder kleine Gegenstände in mit Fett getränktes Papier einzuwickeln. Große Massen von Eisen schützt man am sichersten dadurch, daß man sie, so lange sie noch heiß sind, mit Pech reibt, welches auf dem heißen Eisen schmilzt und wie es scheint, sogar in Poren und Risse eindringt. Es ist dieses die gewöhnliche Art der Schmiede, aus altem Eisen neues zu machen. Sehr große Gegenstände von Eisenguß, bei denen sich das Pech nicht gut anwenden läßt, überzieht man mit Steinkohlentheer.

Concentrirte Auflösungen von reinen Alkalien verursachen keinen Rost, das Eisen bleibt vollkommen blank darin, allein auch diese Alkalien sind selten so rein, daß keine Oxydation erfolgte. Gewöhnlich sind darin irgend welche Salze enthalten, welche das Eisen zerstören. Man bedient sich des Gußeisens vorzugsweise zu den großen Wasserleitungen. Hier soll immer ein sehr reines Wasser fließen, dennoch sind diese Röhren sämmtlich in ihrem Innern stark verrostet, und da es hierbei nicht ist wie beim Zink, welches Metall durch sein eigenes Oxyd vor ferneren Oxydationen geschützt wird, so greift der Eisenrost immer weiter um sich und es entsteht in den gußeisernen Röhren nach und nach eine so beträchtliche Menge von Rost, daß sie dadurch verstopft werden. Die Arbeiter nennen diese Erscheinung den Fuchschwanz; er ist ein großes Uebel, denn er zerstört die Metallmasse der Röhren nach und nach gänzlich. Seewasser hat auf Gußeisen

eine andere Wirkung. Dasselbe enthält nämlich freie Salzsäure, diese löst das Eisen auf und läßt den Kohlenstoff zurück, so bildet sich eine graphitähnliche Masse, welche noch die Form des Gußeisens hat, aber so zerbrechlich und zerreiblich ist, daß sie sich unter den Fingern pulvern läßt.

Unter Zutritt der Luft in Weißglühhitze versetzt, verbrennt das Eisen. Die gewöhnliche Erscheinung, welche man in jeder Schmiede beobachten kann, ist die, daß das hellglühende Eisen aus dem Feuer genommen helle Sterne aussprüht, eigentlich wirklich verbrennendes Eisen, was man im Kleinen aber außerordentlich schön dadurch herzustellen kann, daß man eine Flasche mit Sauerstoffgas füllt und dahinein einen Draht bringt, an dessen unterem Ende ein kleines Stückchen Schwamm angezündet befestigt ist.

In das Sauerstoffgas gebracht verbrennt der Schwamm mit Flamme und das Eisen an der Spitze diese Temperatur annehmend, brennt weiter fort, es wirft dabei die schönsten, weißglühende Funken sprühende Sterne aus, und der Draht wird schnell verzehrt. Die Eisenlüzgeln, welche diese Sterne bilden, haben eine so gewaltig hohe Temperatur, daß sie im Wasser keinesweges verlöschen, sondern in demselben noch eine geraume Zeit weiter fortglühen und dabei, zollhoch mit Wasser bedeckt, noch heiß genug sind, um sich in das Glas der Sauerstoffbehälter einzuschmelzen.

Was bei dem Behandeln des Eisens in dem Schmiedefeuer unter dem Hammer abspringt, der Hammerschlag, ist verbranntes Eisen. Wenn man Gelegenheit hat, bei einem Cupolofen einen dünnen Eisenstab gerade in dem Strom des Gebläses zu halten, so sieht man hier dieselbe Erscheinung wie beim Verbrennen des Eisens in Sauerstoffgas. Das Eisen quillt in der Weißglühhitze auf, fließt tropfenweise herab und giebt die Erscheinung der brennenden Sterne auf das Allerschönste.

Gutes Schmiedeeisen ist in unseren gewöhnlichen Essen oder sonstigen Feuerherden unschmelzbar. Das reinste und zähste Eisen aber, das der Klaviersaiten, wird im galvanischen Ströme geschmolzen, und eine Zink-Platina-Batterie von 6 Paaren mit 30 Quadrat Zoll einseitiger Oberfläche genügt um ein achtzölliges Stück starken Klavierdrahtes zu schmelzen. Die Erscheinung ist sehr schön. Der Draht, den man nicht scharf gespannt hält (natürlich nicht mit den Fingern, dies könnte dem Experimentator sehr übel bekommen), sondern der eine leichte, hängende Krümmung hat, durchläuft in den ersten Sekunden der Schließung die gewöhnlichen Stahlfarben, gelb, purpur und blau, dann verliert er den Glanz und augenblicklich darauf wird er dunkel und dann hellglühend. Jetzt tritt das Stadium des Schmelzens ein. Es sammeln sich längs des Drahtes kleine Anschwellungen, die sich zu Kugeln ausbilden und so als Tropfen von

beiden Seiten der Krümmung nach der Mitte herablaufen und hier sich von dem Drahte niederträufelnd trennen. Die Erscheinung dauert mehrere Sekunden, während welcher Zeit immerfort geschmolzenes Eisen herniederläuft und der Draht stets dünner wird, worauf er plötzlich reißt und das Experiment beendigt ist.

Wenn man diesen Versuch in völlig luftleerem Raume machen könnte, so würde man in den niederfallenden Kügelchen vollkommen blankes, geschmolzenes Schmiedeeisen haben, an der Luft aber ist dieses Schmelzen immer mit Verbrennen, d. h. mit Oxydation verbunden, daher diese Tropfen nicht glänzend und nicht metallisch, sondern grau und schlackenartig sind.

Ueber die innere Struktur des Eisens sind die Ansichten sehr verschieden, in der Schweißhige soll das schmiedbare Eisen gestaltlos sein, nicht krystallinisch, nach dem Erkalten aber soll es regelmäßig, d. h. in denjenigen Formen, welche man vom Würfel ableiten kann, oder verschoben würflich, d. h. rhomboëdrisch krystallisiren. Im geschmeidigen Zustande als Stangeneisen, und zwar als solches das man sehnig nennt, besteht es ebenso aus Krystallen, wie in dem eigentlich krystallinischen Zustande, nur sind die Krystalle fadenförmig an einander gereiht und sind unter sich selbst sehr verschieden an Größe. Die Fasern des Stabeisens sind demnach unter sich seitlich verbunden und hierin besteht eben die außerordentliche Festigkeit und Zähigkeit des guten Stabeisens. Die sehr häufig wiederholten Erschütterungen, von denen oben gesprochen worden, scheinen diese faserige Textur zu stören, indem sie nach und nach die aneinander gereihten Krystalle zur Sonderung bringen, so daß dieselben nicht mehr in langen Fäden fest an einander haften, sondern sich in einzelne Krystalle vertheilen und nun vermöge der Adhäsion, der Anziehung, in geringster Entfernung an einander haften. Wird diese Adhäsion endlich überwunden, so ist das Zerbrechen die natürliche Folge davon.

Das weiße Gußeisen hat rhomboëdrische Krystalle und daher ist es so spröde, denn man hat bemerkt, daß alle Metalle, welche diese Krystallform haben, einen sehr geringen Zusammenhang zeigen. Jenes harte Roheisen, welches man Spiegeleisen nennt, zeigt die Krystallisation am deutlichsten. Man wird manchmal darauf aufmerksam gemacht, daß diese spiegelnden Flächen keinesweges einen Blätterdurchgang bewiesen, indem ihnen gerade dasjenige fehlte, was den Durchgang der Blätter charakterisirte; sie seien nämlich nicht parallel, die Blätter auf einer Bruchfläche seien nach allen möglichen Richtungen geneigt.

Diese Bemerkung, d. h. die letztere, ist ganz richtig, aber Niemand wird das ganze Stück Gußeisen als einen Krystall betrachten,

und wenn man nur zugeben wollte, daß in solchem Stücke Gußeisen zwei Krystalle wären, so brauchen die durchgehenden Blätter schon nicht mehr parallel zu sein.

Die Anlage ist eben eine ganz andere, jedes Stück Spiegeleisen besteht aus einer unendlichen Menge von kleineren und größeren Krystallen, und jeder einzelne Krystall hat seine durchgehenden Blätter für sich. In ihm selbst werden sie wohl parallel sein, aber in dem benachbarten Krystall würden sie nur in dem Falle gleichlaufen, daß die benachbarten Krystalle in vollkommen gleicher Lage befindlich wären, eine Voraussetzung die natürlich nicht gemacht werden kann, daher kann man auch einen Parallelismus sämtlicher Blätter des Spiegeleisens nicht fordern.

Die verschiedenen Eisensorten haben sehr verschiedene Schmelzpunkte, und diese Schmelzbarkeit überhaupt rührt von der Beimengung verschiedener Substanzen her, namentlich der Kohle, obwohl die Kohle selbst unschmelzbar ist, so bedingt doch ihre Anwesenheit allein die Schmelzbarkeit des Eisens, denn das kohlenfreie Eisen ist, wie bereits bemerkt, in Herd- oder Ofenfeuer unschmelzbar. In diesem Zustande wird das Metall denn auch nur erweicht, und diese Formbarkeit in der Glühhitze ist eines seiner größten Vorzüge, und sie geht nicht verloren durch eine geringe Beimengung von Kohle, erst da, wo das Eisen stahlartig wird, beginnt die Schmelzbarkeit, und sie nimmt zu, je größer die Kohlenmenge wird, bis wieder ein Maximum eintritt, ein höchster Punkt der Kohlenmenge, von welchem, wenn derselbe überschritten wird, die Schmelzbarkeit sich wieder verringert, so daß man sagen kann, reines Eisen ist unschmelzbar, reine Kohle ist gleichfalls unschmelzbar, Eisen mit etwas Kohle ist schmelzbar, Kohle mit etwas Eisen ist nicht schmelzbar. Hierher gehören z. B. der Graphit, welcher in keinem Feuer geschmolzen werden kann, welcher im Knallgebläse verbrennt, aber nicht schmilzt, das ist eben Kohle mit etwas Eisen, ungefähr in demselben Verhältniß, in welchem umgekehrt bei dem Stahl oder dem Gußeisen das Eisen in Verbindung mit etwas Kohle auftritt.

Prüfung des Inhalts einer Eisenmasse.

Wir stoßen hierbei auf so außerordentliche Schwierigkeiten, daß man kaum sagen kann, irgend eine Analyse biete größere Schwierigkeiten dar, als die des Eisens. Wenn man sich die Sache so leicht macht, wie die französischen Chemiker, so sollte man kaum glauben, daß irgend eine Schwierigkeit sich darböte. Da wird ganz einfach gesagt: „Die Analyse des Eisens macht man auf trockenem oder nassem Wege, man schmilzt entweder das Eisen und verbrennt die nicht zu ihm gehörigen Theile, oder man löst mit Säuren das Eisen auf und läßt die anderen Substanzen ungelöst zurück.“ Mit diesen Andeutungen wird wohl nicht leicht Jemand die Zusammensetzung irgend eines ihm übergebenen Stück Eisens herausbekommen, und doch ist es von größter Wichtigkeit, die Zusammensetzung auf das Genaueste kennen zu lernen.

Schon das Zerkleinern des Metalls ist außerordentlich schwer, und man kann gleich hierbei zeigen, ob man ein vorsichtiger Analytiker ist.

So pflegt man gewöhnlich das Eisen mit der Feile zu zerkleinern, dies ist schon ein großer Fehler, denn von der arbeitenden Feile springen jederzeit Spähne ab, und zwar nicht bloß wenn man Stahl oder Eisen feilt, schon beim Feilen von Messing geschieht dieses und zwar in solcher Menge, daß der Gelbgießer, welcher die Feilspähne aus den Werkstätten der Gürtler kauft, diese niemals so anwendet wie er sie erhält, sondern sie jederzeit mittelst eines Magnetstahls untersucht, und von dem nicht dahin gehörigen Eisen befreit.

Dem Gelbgießer aber liegt bei weitem nicht soviel an der Reinheit seines Produkts als dem Chemiker daran liegen soll, denn dieser letztere muß ja Rechenschaft von der Zusammensetzung der ihm überlieferten Probe geben, und das Resultat seiner Untersuchungen wird durch die Verunreinigung mit den abgebrochenen Stahlbrocken sehr beeinträchtigt.

Man thut daher sehr wohl die Zerkleinerung des Eisens auf der Drehbank vorzunehmen. Es wird ein Stück zu untersuchenden Eisens fest eingespannt, es wird alles Äußere, nicht zum Eisen selbst gehörige, abgefeilt, abgeschrotet, wenn man eine reine Fläche abgedrehten Eisens vor sich hat, so entfernt man zuerst von der Drehbank alle bis dahin gefallenen Spähne, nimmt einen wohlgeschärften, zähen Meißel, und nun dreht man sich oder läßt man sich drehen so feine, zarte Spähne als die geübte Hand des Arbeiters nur irgend hervorbringen kann. Diese Drehspähne können

von der Zartheit eines seidenen Fadens sein, und es leuchtet ein, daß hierbei eine feine Zertrennung schon sehr erleichtert sein müsse.

Diese wird durch einen Mörser bewerkstelligt. Derselbe ist von Fingerhutgröße, was seine Höhlung anbetrifft, denn äußerlich ist er ein mehr als zollvicker Cylinder von dem besten Gußstahl und glashart gehärtet, nicht angelassen. In diese Höhlung paßt genau ein Stempel von gleicher Härte, der jedoch oben soweit heraussteht, daß man ihn mit den Fingern bequem fassen und drehend bewegen kann. In die Höhlung dieses Mörsers wird ein kleines Pröbchen der zarten Drehspähne gebracht und durch Schlagen mit einem hölzernen Hammer unter wiederholtem Drehen des Stempels zerkleinert.

Wenn man mit der Gesamtmenge des abgedrehten Eisens fertig ist, so wird dasselbe durch ein sehr feines Sieb gebeutelt und hiervon wird nun erst die Menge abgewogen, welche man der Probe unterwerfen will. Man pflegt so vielerlei Abtheilungen von dem Pulver zu machen, als man Untersuchungen machen will, denn dasjenige welches man gebraucht hat, um die Menge des Mangans zu ermitteln, kann man nicht ferner brauchen, um auch die Menge des Siliciums oder des Kupfers zu finden.

Bestimmung der Kohlenmenge.

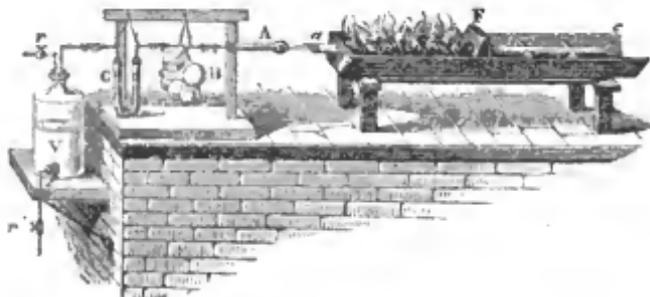
Bei dieser stößt dem Analytiker sogleich eine neue Schwierigkeit auf. Der Werth des Eisens hängt nicht allein von der Menge der vorhandenen Kohle ab, sondern davon, wie diese Kohle vertheilt ist, es ist nämlich sehr leicht möglich, daß ein Theil derselben chemisch darin gebunden, ein anderer Theil aber nur in Form von kleinen Blättchen darin eingestreut ist (als Graphit).

Die Gesamtmenge der Kohle, welche im Eisen enthalten ist, wird dadurch ermittelt, daß man das zu untersuchende Material in eine Röhre a c Fig. 1041 bringt, welche in einem flachen Ofen liegt und durch glühende Kohlen erhitzt werden kann. Die Erhöhung der Temperatur liegt in der Hand des Chemikers, indem er einen Schirm F an die Stelle bringt wo die Erwärmung aufhören soll. Das auf Kohlenstoff zu untersuchende Eisen im gepulverten Zustande wird in den unteren Theil der Röhre bei o gebracht und füllt diese Röhre bis zur Hälfte. Auf dieses

Eisen wird Kupferoxyd geschüttet, eines wie das andere in genau abgemessener Menge.

Das Ende c der Röhre ac ist von der Gebläselampe zu einer Spitze ausgezogen und dann zugeschmolzen. Das Ende a derselben Röhre wird durch einen gut passenden Kork verschlossen, und in diesem befindet sich eine kleine Röhre A, welche mit salzsaurem Kalk gefüllt ist.

Fig. 1041.



An dem Ständer, welchen uns die Fig. 1041 zeigt, hängen Liebig'sche Kugeln mit kauftischem Kali in concentrirter Auflösung gefüllt. Das andere Ende derselben Röhre mit den Liebig'schen Kugeln ist mittelst eines durchbohrten Korles mit einer Uförmigen Röhre C verbunden, und von hier führt eine kleine, rechtwinklig umgebogene Röhre zu der Flasche, welche mit Wasser gefüllt ist und als Aspirator dient. Der Kork dieser Flasche ist durchbohrt, sowohl um dieses Rohr aufzunehmen, als auch für ein zweites Rohr mit einem Hahn r. Wenn man den Hahn der Flasche V, welcher sich unterhalb derselben befindet und welcher mit r' bezeichnet ist, öffnet, so kann das Wasser aus derselben ausfließen und hierdurch wird ein luftverbünnter Raum entstehen, welcher möglicherweise durch den Hahn r ins Gleichgewicht gesetzt werden kann mit der die Flasche umgebenden Luft, d. h. also mit der umgebenden Atmosphäre. So lange aber das Experiment dauert, welches jetzt beschrieben werden soll, bleibt natürlich der Hahn geschlossen, denn der verbünnte Luft Raum in der Flasche V soll gar nicht mit derjenigen Luft gefüllt werden, welche sich im Laboratorium befindet, sondern ausschließlich aller anderen, nur mit derjenigen, die in dem Apparate ac erzeugt wird.

Der Verlauf des Experiments ist nun dieses: In der Röhre Fc befindet sich gepulvertes Eisen, welches untersucht werden soll. In dem vorderen Theile derselben Röhre aF befindet sich Kupferoxyd, dasselbe wird in Gluth gesetzt, bis zu dem Schirme F, welcher die Röhre ac in

gleiche Theile theilt. Wenn dieses Kupferoxyd glühend ist, so entfernt man den Schirm F, streut Kohlen auf die Röhre von F bis c und setzt sie nach und nach in Brand. Hierdurch wird das Eisen innerhalb der Röhre gleichfalls in Gluth gesetzt, und es kann sich daraus Gas oder Dampf von jeder Substanz, die darin enthalten ist, entwickeln. Eisen selbst verdampft nicht, Kohle aber, welche darin enthalten sein könnte, geht mit der Wärme eine solche Verbindung ein, daß daraus Kohlendampf entsteht.

Der Aspirator V, dessen unterster Hahn r' geöffnet wird, sobald sich möglicherweise Gas entwickeln kann, verursacht einen Zug der Luft durch die Gesamtmasse der vorhandenen Röhren. Der luftverdünnte Raum in V sucht seinen Verlust aus der Röhre C und dann aus dem Röhrensystem B und dann aus A zu ersetzen und das in Fc entwickelte Gas muß dazu dienen um die luftverdünnt gewordenen Räume wieder in's Gleichgewicht zu setzen, weiter will man vorläufig nichts haben.

Das Gas, welches durch die Erglühung des pulverisirten Eisens entwickelt worden ist, muß über das glühende Kupferoxyd in dem vorderen Theile der Röhre aF hinwegstreichen. Was von diesem Gase Kohle gewesen ist, verbindet sich mit dem Sauerstoff des Kupferoxydes. Ein Antheil Kupferoxyd wird dadurch zu metallischem Kupfer reducirt, der Sauerstoff desselben aber mit der Kohle zu Kohlensäure verbunden, entweicht aus der Mündung a und wird in die Röhre A gezogen, in der trockenes Chlorcalcium enthalten ist. Hier läßt das entweichende Gas jede Spur von Feuchtigkeit, welche möglicherweise in den eingeschlossenen metallischen Pulvern enthalten gewesen ist.

Der Aspirator zieht aber das Gas immer weiter fort und es kommt nun nach den Liebig'schen Kugeln, in denen Aetzkalilösung enthalten ist.

Diese Flüssigkeit ist höchst begierig nach Kohlensäure, das Kali derselben will sich mit der Kohlensäure zu kohlerfaurem Kali verbinden. Jede Luftblase, welche durch die Flüssigkeit streicht, wird folglich so zerlegt, daß alle Kohlensäure absorbiert und nur dasjenige Gas, welches nicht Kohlensäure ist, entlassen wird.

Was solchergestalt in der Röhre C ankommt wird daselbst durch den salzsauren Kalk, womit sie gefüllt ist, derjenigen Feuchtigkeit beraubt, welche ihr anhaftet, weil sie durch eine wässrige Lösung gegangen ist, und so zum zweiten Male getrocknet, gelangt sie nach dem Aspirator V.

Es wird dieser Luft sehr wenig sein, allein es muß doch an die Möglichkeit gedacht werden, daß wirklich Luft vorhanden sei, wie wenig derselben immer sein möge. Ihre Menge ist übrigens ganz gleichgültig, denn sie wird gar nicht gemessen, es handelt sich lediglich um die Kohlensäure.

Die Kohlen säure aber befindet sich in den Liebig'schen Kugeln B aufgenommen von dem darin enthaltenen Kali. Da vor dem Experiment jeder einzelne Antheil der gebrauchten Materialien, Kali, Kalilösung, Kupferoxyd, Eisen auf das Genaueste und Gewissenhafteste gewogen worden ist, nach dem Experiment ganz dasselbe eben so genau wieder geschieht, so erfährt man hieraus um wie viel das Kupferoxyd und das Eisen an Gewicht verloren, um wie vieles dagegen das Kali an Gewicht gewonnen hat. Der Verlust des Eisens besteht aus Kohle, der des Kupferoxydes aus Sauerstoff. Beide zusammen sind zu Kohlen säure vereinigt in das Alkali gelangt. Um soviel als Kupfer und Eisen leichter geworden sind, um so viel wird die Kalilösung schwerer geworden sein, nur ein Minimum von Wasserstoffdämpfen, welche in dem Chlorcalcium zurückgeblieben sind, können hier eine Spur eines Unterschiedes hervorbringen.

Da man nun ganz genau weiß, wie viel Sauerstoff dazu gehört um gasförmige Kohle in Kohlen säure zu verwandeln, da man ferner aus der Gewichtszunahme der Kalilösung die Menge der vorhandenen Kohlen säure genau kennt, diese ihre Kohle aber lediglich aus dem Eisen erhalten haben kann, so weiß man durch ein sehr einfaches Subtractionsexempel, wie viel Kohle das untersuchte Eisen enthielt, und hierdurch wäre der eine Antheil von den möglichen Verunreinigungen auf das Genaueste ermittelt.

Eine Vorsichtsmaßregel darf übrigens hierbei empfohlen werden. Die Kohle des Eisens wird durch das Kupferoxyd nicht bis auf die letzte Spur verbrannt, soll also die Analyse so genau sein, daß sie nicht bloß einen technischen, sondern auch einen wissenschaftlichen Werth hat, so muß man diese Verbrennung durch einen kleinen Kunstgriff befördern, und man bedient sich hierzu des kohlen sauren Kalis.

Wenn dieses Salz erhitzt wird, so entwickelt es eine Menge des reinsten Sauerstoffgases, aber es schmilzt leicht, bläht sich auf, verstopft die vorhandenen Wege, sucht sich neue und kann auf diese Art die Zerkümmerung des Apparats herbeiführen. Deshalb mengt man das Salz mit Kupferoxyd, welches dasselbe porös erhält.

Von dieser Mischung wird eine kleine Quantität an das Ende c der Röhre ac gebracht, durch einen Pfropfen von trockenem Asbest von dem Eisen geschieden, welches nunmehr in die Röhre gefüllt wird, worauf das Kupferoxyd und endlich der schließende Kork a kommt.

Ganz wie früher angeführt wird das Experiment jetzt gemacht, aber gegen den Schluß desselben, wenn nur noch äußerst wenig unverbrannte Kohle in dem Eisen enthalten sein kann, wird auch das chlor saure Kali durch glühende Kohlen von außen her erhitzt und zur Abgabe seines Sauer-

stettes gezwungen. Dieser streicht nunmehr über das glühende Eiseupulver und zwingt dasselbe zur Entlassung seines letzten Antheils Kohle.

Nach Regnault's Angabe wird die Analyse auf eine etwas veränderte Weise vorgenommen. In der Fig. 1042 sehen wir den oben beschriebenen Stahlmörser, aus dem Bodenstück *abcd*, aus dem Stahlcylinder *efgh* und aus dem genau passenden Stempel *P* bestehend. Auf die gedachte Art wird Eisen oder Stahl hier zerkleinert und dann zur Untersuchung angewendet. Man mengt 5 Theile desselben mit 100 Theilen chromsauren Bleioxydes, stellt von der Mischung ein Viertel bei Seite und thut zu den übrigen dreiviertel Theilen noch 5 Theile chlorsaures Kali.

Diese Gemenge von wenig Eisen und wenig chlorsaurem Kali mit viel chromsaurem Bleioxyd schüttet man in die Röhre *ab* des oben angeführten Apparats; vorue hin bei *a*, wo sonst das Kupferoxyd zu liegen pflegt, schüttet man die kalkfreie Mischung von Eisen und chromsaurem Blei. Alles übrige wird nun gemacht wie vorher beschrieben, nur muß man mit dem Feuern sehr vorsichtig umgehen, weil sonst die Gasentwicklung zu stürmisch wird. Regnault behauptet, daß diese Art der Analyse viel genauer sei als jene andere, indem bei drei aufeinanderfolgenden Versuchen nur in der zweiten Decimalstelle eine geringe Abweichung gefunden worden ist. Er erhielt aus gleichen Mengen Roheisen bei dem ersten Versuch 3,22, bei dem zweiten Versuch 3,25 und bei dem dritten Versuch 3,23 Kohlenstoff, woraus sich ergibt, daß der Unterschied immer nur Hunderttheile eines Hunderttheils betrug.

Nun aber findet sich in dem Eisen der Kohlenstoff in verschiedenem Zustande, einmal ganz allgemein vertheilt, so daß man die beiden Mischungen nicht mehr unterscheiden kann, ein andermal aber in krystallisirten Blättchen von Graphit, und diese beiden Zustände zu unterscheiden ist von großer Wichtigkeit, denn von dem Vorwalten des Vorkommens der Kohle in dem einen oder dem anderen Zustand hängt die Güte, die Härte, die Strenge oder Leichtflüchtigkeit, die Zähigkeit oder Sprödigkeit des Eisens ab.

Wenn man zerkleinertes Eisen mit Chlorwasserstoffsäure übergießt, so wird das Metall aufgelöst, indessen sich eine beträchtliche Menge von Wasserstoffgas entwickelt, wodurch ein sehr übler Geruch verbreitet wird.

Nach und nach löst sich das ganze Eisen auf, und der ungelöst bleibende Rückstand ist nicht mehr Eisen, sondern ein Gemenge von Kohlenstoff und Kiesel. Man sät diesen Rückstand aus, zuerst mit verdünnter Säure, dann mit Wasser. Der ausgefällte Rückstand wird in Kalilauge

Fig. 1042.



gekocht, wodurch die Kieselsubstanz aufgenommen und mit dem Kali verbunden wird.

Was hier übrig bleibt, wird durch ein Filtrum von der Lösung geschieden, mit Wasser, dann mit Salzsäure, und dann wieder mit Wasser ausgefüßt und ausgewaschen, hierauf aber getrocknet.

Was man jetzt erhält, ist der Kohlenstoff in Form von Graphit. Hat man vorher durch die Glühversuche die Gesammtmasse von Kohle ermittelt, welche in einer gewissen Menge Eisen vorhanden war, und macht man jetzt einen zweiten Versuch mit einer ganz gleichen Menge Eisen, um zu ermitteln, wie viel Graphit in dem Eisen enthalten war, so erhält man in der Differenz zwischen den beiden Zahlen genau dasjenige, was das Eisen an gebundenem Kohlenstoff enthält. Wir hatten z. B. in 100 Theilen Eisen 3,25 Kohlenstoff, wir haben bei einem zweiten Experiment mit 100 Theilen desselben Eisens gefunden 0,50 Graphit, so werden wir, wenn wir dieses halbe Procent von den obigen $3\frac{1}{4}$ Procent abziehen, als Differenz erhalten $2\frac{3}{4}$ Procent, und dieses ist dann genau die Menge des im Eisen gebunden gewesenen Kohlenstoffes.

Bestimmung des Kiesels und des Phosphors.

Man löst das Eisen in Salpetersäure auf, hierdurch verwandelt sich das im Eisen enthaltene Silicium in gallertartige Kieselsäure. Man dampft die Flüssigkeiten bis zur Trockenheit ab, um dieselbe unlöslich zu machen, man übergießt diesen trockenen Rückstand mit Wasser und Salzsäure, hierdurch wird alles bis auf die Kieselsäure und den Graphit aufgelöst, diesen Rückstand sammelt man auf einem Filtrum. Nach gehörigem Trocknen wird alles mit sammt dem Filtrum in einem Platintiegel verbrannt (wobei auch der Graphit zerstört wird) und dann gewogen. Aus diesem Gewicht der Kieselsäure ist nun sehr leicht das in derselben enthaltene Silicium abzuleiten, indem man den Sauerstoff, welcher zur Oxydation desselben nöthig ist, abzieht. 100 Theile Kieselsäure enthalten 47 Theile Silicium.

Es kommt häufig vor, daß in dem Gußeisen kleine Theile der Hochofenschlacken enthalten sind, dergestalt, daß der Rückstand auf dem Filtrum nicht allein aus Kieselsäure, sondern auch aus der gepulverten Schlacke besteht, welche durch die Salzsäure angegriffen, mehr oder minder ver-

wandelt ist. War der Hochofen oder das Raffinirfeuer lediglich mit Holzkohlen geheizt, so ist die entstandene Schlacke meistens unlöslich in der Salzsäure, ist dagegen der Ofen mit Coaks geheizt gewesen, so werden die in dem Eisen enthaltenen Schlacken durch die Salzsäure fast gänzlich aufgelöst.

Behandelt man aber das zu prüfende Eisen mit sehr verdünnter Säure, so gelingt es, das Metall gänzlich aufzulösen, ohne daß die Schlacke mit angegriffen wird.

Der Rückstand besteht nunmehr natürlich aus gallertartiger Kieselsäure und aus ungelöster Schlacke. Man behandelt Beides mit einer Lösung von kauftischem Kali, welches die Kieselsäure vollständig aufnimmt, und die Schlacke ungelöst zurückläßt.

Man erhält hierdurch genau den Betrag der entstandenen Kieselsäure und kann daraus, wie oben bemerkt, das Silicium bestimmen.

Der Phosphor wird bestimmt, indem man das zerkleinerte Eisen in Königswasser auflöst und die Lösung bis zur Trockenheit abdampft, um die Säure zu verjagen, den trockenen Rückstand aber im Wasser auflöst.

Die Flüssigkeit enthält den Phosphor im Zustande der Phosphorsäure. Man digerirt diese Lösung mit Schwefelleber während einiger Stunden bei einer Temperatur von nahezu 100 Grad. Hierdurch werden die dem Eisen beigemengten Metalle und das Eisen selbst als Schwefelmetalle niedergeschlagen und man kann dieselben durch das Filtrum von der Lösung trennen, welche nur noch die Phosphorsäure enthält, durch Schwefelleber verunreinigt. Man thut ein wenig Chlornasserstoffsäure hinzu, um die Schwefelleber zu zersetzen und erhitzt alsdann die Verbindung, um das Schwefelwasserstoffgas zu verjagen.

Es wird nunmehr auf das Genaueste eine kleine Quantität Klavierdraht abgewogen und in Königswasser aufgelöst. In diese Lösung gießt man die vorhin erhaltene Phosphorlösung, sättigt dieselbe durch Ammoniak und erhält dadurch das zugefegte Eisen im Zustande eines Oxidhydrats niedergeschlagen, allein das so niedergeschlagene Eisen nimmt die ganze Masse der Phosphorsäure, welche in der Flüssigkeit enthalten war, mit sich, um sich dadurch in ein Phosphat zu verwandeln.

Der getrocknete Niederschlag wird unter Zutritt der Luft ausgeglüht, dann gewogen, da man denn aus dem Gewicht die Phosphorsäure ermitteln kann. Hundert Theile des Klavierdrahtes geben 143 Theile des Oxides, diese 143 Theile von dem Ganzen abgezogen, geben als Rest den im Eisen enthaltenen gewesenen Phosphor an.

Es ist möglich, die Bestimmung des Kiesels und des Phosphors mit einem Experiment abzumachen. Dieses geschieht, indem das zu unter-

suchende Eisen in Salpetersäure aufgelöst, und die Flüssigkeit mit sammt dem ungelöst gebliebenen Rückstande bei gelinder Wärme zwar doch bis zum Trocknen abgedampft wird.

Nunmehr wird dieser Rückstand mit verdünnter Salzsäure übergossen, in welcher sich nach und nach Alles auflöst bis auf den Graphit und die Kieselsäure.

Ausgewaschen, auf einem Filtrum gut ausgefüßt und getrocknet, wird der Rückstand mit sammt dem Filtrum in einem Platintiegel geglüht, bis das Filtrum und der Graphit zerstört worden ist. Der Rückstand ist die Kieselsäure. Hundert Theile derselben setzen 53 Theile Sauerstoff voraus, von der erhaltenen Kieselsäure war mithin weniger als die Hälfte in dem Zustande von Silicium mit dem Eisen verbunden.

Die Lösung, welche von der Kieselsäure und dem Graphit abgelassen und abgefüßt worden ist, enthält das Eisen und die übrigen löslichen Körper. Man fällt das Eisen durch einen Zusatz von kohlensaurem Natron und sammelt den entstandenen Niederschlag, welcher allen Phosphor im Zustande von Phosphorsäure enthält.

Bestimmung des Schwefels.

Um die Menge des im Eisen enthaltenen Schwefels zu bestimmen, giebt Regnault ein sehr einfaches Mittel. Man löst eine genau abgemessene Menge des auf Schwefel zu untersuchenden Eisens in Salpetersäure auf. Hierdurch wird der vorhandene Schwefel vollständig oxydirt, er wird zu Schwefelsäure gemacht. Die Lösung enthält also das oxydirte Eisen als salpetersaures Salz und dabei noch neugebildete Schwefelsäure. Der Baryt verbindet sich äußerst begierig mit der Schwefelsäure, wenn man also eine Lösung des ersteren in die Eisenauflösung bringt, so verbindet sich der Baryt mit der Schwefelsäure und fällt als weißes Pulver zu Boden.

Hiergegen läßt sich gar nichts einwenden, wenn der Schwefel in solchen Massen vorhanden ist, daß sich Niederschläge von schwefelsaurem Baryt bilden können. Der Fall wird aber äußerst selten eintreten, denn wir haben eben gesehen, daß schon 10000 von dem Gewicht des Eisens dieses Metall so brüchig macht, daß es unter dem Hammer in kleine Stücke zerspringt. Im gewöhnlichen Verlauf von solchen Untersuchungen

wird ein Zusatz von Barthwasser gar keine Trübung hervorbringen, und wenn denn doch schwefelsaurer Barth in der Lösung vorhanden ist, so ist er darin so außerordentlich fein zerkleinert, daß er sich vom feinsten Papierfiltrum nicht zurückhalten läßt, sondern mit der Flüssigkeit durch dasselbe hindurch geht.

Um alle diese Bestimmungen mit Sicherheit zu machen, löst man das Eisen in Salzsäure auf, bewerkstelligt diese Lösung aber sehr langsam, und fängt das entweichende Gas in Ammoniakflüssigkeit auf, worin Höllestein aufgelöst ist.

Das entweichende Gas ist Wasserstoffgas, es enthält aber auch Schwefel, Phosphor, Arsen und Kohle beigemengt, mit allen diesen kann sich die ammoniakalische Silberlösung verbinden, um nun den Schwefel daraus zu bestimmen, wird der erhaltene Niederschlag durch Salpetersäure oxydirt, dann ausgeglüht und nun erst die Schwefelsäure bestimmt. Die ablaufende Flüssigkeit hat nämlich die Phosphorsäure und die Arsensäure mitgenommen.

Noch einfacher wird es, wenn man das bei der Auflösung entweichende Gas durch eine Auflösung von Bleizucker gehen läßt. Hier wird nur der Schwefel aufgenommen, und als braune Substanz niedergeschlagen. Das Schwefelblei wird gewogen, 100 Theile desselben setzen 13½ Theil Schwefel voraus.

Verhalten des Eisens zu Säuren.

Es ist ganz eigenthümlich und beinahe noch unerklärt, wie sich Eisen unter gewissen Umständen gegen Säuren verhält.

Der gewöhnliche Zustand ist die einfache Löslichkeit. Ein Stück Klavierdraht in Salpetersäure gebracht, löst sich darin unter Gasentwicklung auf und wir können darin durchaus nichts Besonderes finden. Das nächste Ende desselben Klavierdrahtes kann aber durch verschiedene Mittel in einen Zustand versetzt werden, in welchem es von der nämlichen Säure nicht mehr angegriffen wird.

Wenn man z. B. diesen Draht mit einem Ende in ein brennendes Licht hält, so daß dieses Ende (aber nur ein kleines Stückchen desselben, nicht der ganze Draht) oxydirt wird, und man taucht nach dem Erkalten den Draht langsam und mit dem oxydirten Ende voran, in die Salpeter-

säure hinein, so kann derselbe stundenlang darin stehen bleiben, ohne im Mindesten angegriffen zu werden, wenn schon die Säure concentrirt ist.

Ein anderes Mittel besteht darin, daß man das eine Ende des Drahtes in concentrirte Salpetersäure taucht, nach 1 oder 2 Sekunden herauszieht, mit Wasser abwäscht und dann wieder in die Salpetersäure bringt. Der Draht wäre vorher angegriffen und nach und nach aufgelöst worden, jetzt wird er nicht mehr angegriffen und nicht mehr aufgelöst.

Wenn man einen solchen Draht in der Säure stehen hat, und man bringt ein anderes Stück Draht von derselben Spule noch außerhalb der Säure mit dem darin stehenden Eisendrahte in Berührung und fährt nunmehr längs eben dieses Drahtes mit dem neuen Stück Draht herab in die Säure, so ist allein hierdurch das neue Stück Draht unangreifbar durch die Säure geworden.

Ganz dasselbe geschieht, wenn man statt des in der Säure stehenden Eisendrahtes einen Platindraht anwendet. Mit dem Eisen, welches nicht angegriffen werden soll, fährt man längs des Platindrahtes herab in die Säure und das Eisen ist nunmehr vollkommen geschätzt.

Man nennt das Eisen, wenn es sich in diesem Zustande befindet, passiv, und auf das letzte Experiment gestützt, glaubt man diese Passivität sei elektrischen Ursprungs, und diese Meinung gewinnt an Wahrscheinlichkeit durch folgendes Experiment:

Wir haben oben von einem Instrument gesprochen, welches man die Volta'sche Säule nennt, bringt man an jedes Ende derselben einen Draht, und taucht man denjenigen Draht, welcher an dem Kupferpol befestigt ist, in concentrirte Salpetersäure, hierauf aber auch den Eisendraht vom Zinkpol, so wird dieser letztere durchaus nicht angegriffen, er ist ein elektrischer Leiter, welcher, mit dem anderen vereinigt, die Elektrizität der Volta'schen Säule führt. Von dem Zinkpol entweicht Sauerstoff in großer Menge, welcher sich unter anderen Umständen gar nicht, als Gas zeigen würde, sondern sogleich mit dem Metall eine Verbindung einging, ein Oxid bildete, deshalb man zu solchen Experimenten jeder Zeit Platina anwendet. Dieses wird nämlich nicht oxydirt, daher von seiner Oberfläche der von der Elektrizität entwickelte Sauerstoff in Gasgestalt entweicht. Hier geschieht mit dem Eisen dasselbe, es befindet sich in der Säure als Leiter eines elektrischen Stromes, vollkommen in dem Zustande des Platinas, es wird durch den Sauerstoff nicht oxydirt, es wird von der Säure nicht aufgelöst.

Dieser passive Zustand geht viel weiter als nur auf die Salpetersäure, auch andere Säuren und Salzlösungen, welche auf das Eisen im gewöhnlichen Zustande wirken, haben keine Macht mehr darauf, wenn das

Eisen passiv geworden ist. Wenn man z. B. ein blankes Messer oder irgend einen andern Gegenstand von Eisen in eine Auflösung von Kupfervitriol steckt, so wird dieses Eisen sofort von der Schwefelsäure des Kupfersalzes angegriffen, indeß das frei gewordene metallische Kupfer sich als rother Ueberzug auf dem Eisen niederschlägt. Ist das Eisen aber passiv gemacht worden, so findet ein solcher Niederschlag nicht mehr statt. Auch hier ist ein galvanischer Vorgang nicht zu verkennen. Gewöhnliches Eisen nämlich verhält sich gegen Kupfer positiv elektrisch, passives Eisen dagegen wirkt mit Kupfer verbunden negativ elektrisch.

Da nun aber Kupfer in der Auflösung des blauen Vitriols das negative Metall ist, so kann es sich aus dieser Lösung nicht auf ein anderes, gleichfalls negatives Metall niederschlagen. Es ist so, als ob man in die Vitriollösung statt der Messerklinge ein Stück Kupfer brächte. Auch hier würde kein Niederschlag erfolgen.

Für die Lehre von der Elektricität ist dieses Passivwerden des Eisens von der größten Wichtigkeit. Es stützt sich darauf die Möglichkeit, elektrische Batterieen von großem Umfang und mächtiger Wirkung auf sehr billige Weise herzustellen. Das Eisen wird passiv gemacht und dient nunmehr als negatives Metall, in concentrirter Salpetersäure stehend, dem Zink als dem positiven Metalle gegenüber gesetzt, welches in verdünnter Schwefelsäure thätig ist. So construirte Batterieen haben die volle Kraft derjenigen, welche aus Kohlen und Zink, oder aus Platina und Zink gemacht sind.

Verbindungen des Eisens.

Eisen und Sauerstoff.

Es giebt der Oxydationsstufen des Eisens nur drei, welche sicher genug bekannt wären, um angeführt zu werden, es gesellt sich aber zu diesem noch eine vierte Stufe, welche eine Mengung von Eisenoxyd und Eisenoxydul, vielleicht auch eine chemische Verbindung der beiden Stufen ist.

Eisenoxydul hat zur Formel Fe O , enthält in 100 Theilen 77,7 Eisen und 22,3 Sauerstoff. Es ist eine starke Base, allein es wird behauptet, daß es nicht möglich sei, diese Oxydationsstufe frei von allem

metallischen Eisen und frei von irgend einer anderen Oxydationsstufe zu erhalten. Gewöhnlich pflegt man dasjenige, was unter dem Hammer des Schmiedes von dem Eisen abspringt, als Eisenoxydul zu betrachten, allein es ist dieses doch keinesweges der Fall. Läßt man eine Stange rein abgeschliffenen Eisens im Schmiedefeuere stark glühen, läßt man sie dann an der Luft erkalten, so hat sie sich mit einer Haut von schwarzgrauer Farbe überzogen. Diese Haut springt unter dem Hammer ab, und wird deshalb Hammerschlag genannt. Untersucht man ein Scheibchen von diesem mittelst eines guten Mikroskops, so kann man wahrnehmen, daß dasselbe aus zwei Schichten besteht, welche sich durch eine verschiedene Art von Krystallisation sehr wohl unterscheiden lassen. Die innere Seite, diejenige, welche an dem Eisen gelegen, hat ein sehr viel feineres Korn, und die vorhandene Schicht ist viel dünner als die äußere Seite, welche mit der Luft in unmittelbarer Berührung war.

Eine solche oxydirte Stange mit einer sehr feinen Feile so behandelt, daß nur die äußerste Oberfläche des Oxydes weggenommen wird, giebt uns das Mittel an die Hand, die Zusammensetzung dieser Oxydationsstufe zu untersuchen. Die französischen Chemiker behaupten daß es die Formel $\text{Fe}_3 \text{O}_4$ habe, allein eine solche Formel oder eine ihr entsprechende Oxydationsstufe kennen die deutschen Chemiker nicht, es sei denn, daß man das Oxyduloxyd, dessen Formel gewöhnlich Fe O , $\text{Fe}_2 \text{O}_3$ geschrieben wird, für einen homogenen Körper ansehen und so, wie vorhin, bezeichnen wollte. Das Oxyduloxyd ist derjenige Körper, von welchem wir als Eisenerz unter dem Namen Magnetisenstein gesprochen haben.

Die innere Schicht eines Blättchens Hammerschlag soll sich der Zusammensetzung des Oxyduls nähern. Wenn sie nicht dieses Oxydul selbst ist, so wäre damit die Ansicht ausgesprochen, daß es noch eine Oxydationsstufe des Eisens gebe, was wir eben als zweifelhaft berührt haben.

Wenn man eine Auflösung von kauftischem Kali zu einer Auflösung des Eisenoxyduls gießt, so erhält man einen weißen Niederschlag, das Hydrat eines Oxyduls. Dieses Hydrat an der Luft liegend, wird sehr schnell grün, indem es Sauerstoff aus derselben aufnimmt. Wenn man die beiden Lösungen in kochendem Zustande mit einander mischt, und das Kochen einige Zeit lang fortsetzt, so verliert der Niederschlag sein Hydratwasser, geht aus der weißen Farbe nach und nach in die graue und schwarze über, ist jedoch in diesem Zustande so überaus begierig nach Sauerstoff, daß es unmöglich ist, denselben unverändert zu erhalten. Selbst das reine Wasser im kochenden Zustande wird durch ihn zersezt, und es verwandelt sich in jene Stufe, welche man Oxyduloxyd nennt. Dieses Oxydul des Eisens färbt geschmolzenes Glas sehr stark grün, wiewohl

durchaus nicht schön. Die Farbe des Bouteillenglases rührt von diesem Eisenoxydul her.

Wir bemerkten bereits oben, das Eisenoxydul sei eine starke Base, die Salze desselben sind im wasserfreien Zustande meistens ganz farblos. Im wasserhaltigen werden sie bläulich oder grünlich. Ihre Auflösungen haben den bekannten Tintengeschmack. Mit Gerbestofflösung, mit dem Ausguss von Galläpfeln entsteht in den vollkommen oxydfreien Auflösungen des Eisenoxyduls keine Färbung und kein Niederschlag. Der Zutritt der Luft bewirkt aber eine Erhöhung der Oxydation, und damit entsteht jene charakteristische schwarze Farbe, welche man Tinte nennt.

Eisenoxyd. Fe_2O_3 ist nicht wie der vorgedachte Oxydationsgrad des Eisens, unbeständig, wandelbar, sondern im Gegentheil sehr beständig und außerordentlich häufig in der Natur verbreitet. Die wichtigsten Eisenerze, die reichsten und ausgiebigsten bestehen aus Eisenoxyd. Hierher gehören der Eisenglanz und der Rotheisenstein, von welchem jene strahlige überaus harte Varietät, welche man zum Poliren weicher Metalle braucht, der Blutstein eine Unterabtheilung ist.

Das Hydrat dieses Oxydes ist noch häufiger verbreitet, und ist dasjenige Eisenerz, welches Brauneisenstein heißt. Als Bestandtheil anderer Mineralien findet sich das Eisenoxyd sowohl als sein Hydrat sehr häufig verbreitet. Das Oxyd färbt die Gesteine und ganze Gebirgsstrecken, denen es angehört, roth, so der rothe Sandstein. Das Hydrat bringt eine gelbe Färbung hervor.

Will man dieses Eisenoxyd künstlich darstellen, so kann man Eisen in Salpetersäure auflösen, die Lösung zur Trockenheit eindampfen und dann erhitzen, wodurch man ein sehr reines und schön rothes Eisenoxyd erhält.

Auch dadurch, daß man Eisenvitriol längere Zeit glüht, erhält man Eisenoxyd, dessen Farbe aber wechselt, indem sie hellroth, dunkelroth, endlich sogar blauröth wird, was von dem Grade der Erhitzung abhängt, welche man dem Eisenvitriol gegeben hat.

Dieses Eisenvitriol ist ein schwefelsaures Salz des Eisens und die Schwefelsäure ist darin im höchst concentrirten Zustande enthalten. Um diese Schwefelsäure zu gewinnen, suchte man in früheren Zeiten nicht wie gegenwärtig schwache Schwefelsäure durch Einkochen zu verdicken, zu concentriren, sondern man destillirte dieselbe ab von dem gedachten schwefelsaurem Salz.

Es blieb nun in den Retorten, aus denen diese Destillation vorgenommen wurde, ein rother Rückstand, welcher Caput mortuum oder Colcothar vitrioli genannt wird. Wenn man denselben ausglüht so erhält man eine sehr dauerhafte, allen Luft- und Lichteinwirkungen trockene Anstrich-

farbe, das englische Roth. Dasselbe ist ein sehr unreines Eisenoxyd, es ist mit Zink und Kupfer gemischt.

Die Apotheker führten sonst ein künstlich bereitetes Eisenoxyd, welches den Namen Ferrum oxydatum rubrum oder Crocus martis adstringens führte. Jetzt ist dasselbe, wenn auch nicht aus den Apotheken, so doch aus der Pharmacopöa borussica verschwunden, aber das natürliche Eisenoxyd des Glaslopf oder Blutstein ist unter dem Namen Lapis Hämatites immer noch officiell, und wird namentlich bei schlechtem, dünnem Blut, bei bleichsüchtigen Personen angewendet.

Im Allgemeinen giebt das Eisenoxyd nur eine schwache Base, die mehrsten Säuren greifen dasselbe nur schwierig an und um so schwieriger, je höher die Temperatur war, welche bei seiner Darstellung gegeben wurde. Die Salzsäure greift dasselbe noch am stärksten an. Das Hydrat dieses Oxydes ist in den gewöhnlichen Säuren leichter auflöslich. Dieses Hydrat hat auch eine Berühmtheit erlangt, welche den anderen Eisenpräparaten nicht eigen ist. Man löst 3 Unzen reinen Eisenvitriol in Wasser auf, setzt zu dieser Lösung eine halbe Unze Schwefelsäure und verwaandelt nunmehr das hier erhaltene Eisenoxydul in Eisenoxyd, indem man der Lösung Salpetersäure zusetzt. Das Oxyd wird gefällt durch Sättigung der vorhandenen Säure mittelst Ammoniak oder Natron. Auf einem Filtrum von der Flüssigkeit getrennt und wiederholt ausgewaschen, erhält man einen schlammigen Niederschlag, das Eisenoxydhydrat. Diese hier zurückbleibende Quantität wird mit destillirtem Wasser von dem Filtrum abgeschwemmt, so daß man im Ganzen ein Pfund Flüssigkeit hat und vor dem Gebrauch wird diese Flüssigkeit stark umgeschüttelt, es ist dies das fast nie fehlende, sicherste Gegengift bei Arsenikvergiftung, indem es die Arsensäure oder arsenige Säure vollständig fällt.

Das Eisenoxyd findet sich in rhomboedrischen, flachen, sehr schönen Krystallen von beinahe schwarzer Farbe in den Erzgängen der älteren Formation. Man findet dasselbe auch in den Spalten der vulkanischen Lavas, wo es dünne Blättchen von sechseckiger, regelmäßiger Form und von sehr großem Glanze bildet. Auch diese sind schwarz, aber pulverisirt zeigen sie sich gleich den obengedachten Krystallen von einer feurigen, rothen Farbe, welche um so kräftiger ist, je reiner man dasselbe zu halten gewußt hat. Dieses Eisenoxyd wird zum Poliren von vielen Gegenständen benutzt. Nicht nur braucht man den Stein in Masse zur Politur weicher Metalle durch Druck, wie man z. B. den Polirstahl oder den Achat benutzt, sondern man bedient sich auch des feinsten geschlämmten Pulvers dieses Minerals, welches als das Pariser Roth bei den Goldschmieden und Uhrmachern bekannt ist, und welches als Caput mortuum, freilich bei weitem

nicht so rein, zum Poliren des Spiegelglases gebraucht wird. Die Auflösung der Eisenoxydsalze giebt ein vortreffliches Mittel um das Vorhandensein anderer Körper zu entdecken, und die analytische Chemie beschäftigt sich mit der Anwendung derselben in sehr ausgedehntem Maaße. In der Technik wird das Eisenoxyd sehr häufig als schwarze Farbe angewendet, Gallussäure oder Gerbsäure schlagen nämlich das Eisenoxyd mit schwarzer Farbe nieder. Der Schuhmacher hat in einem alten Topf eine gute Portion verrosteter Nägel liegen, er will die Stiefel schwarz haben, und er braucht nichts weiter als einen Schwamm in den sehr verdünnten Essig zu tauchen, welcher auf diesen rostigen Nägeln steht und damit die Stiefeln zu überfahren; die Stiefeln sind hellbraun, die Flüssigkeit ist wasserklar, sobald aber die Benetzung des Leders durch diese klare Flüssigkeit eintritt, so wird dasselbe schwarz. Der Gerbstoff des Leders schlägt das Eisenoxyd mit schwarzer Farbe nieder.

Der Färber bedient sich dieses Mittels zum Schwarzfärben baumwollener und seidener Zeuge, und der Dintenfabrikant bedient sich eben desselben zur Bereitung der schwarzen Dinte, zu welcher weiter nichts kommt als noch etwas Gummi, damit das Wasser das schwerere Eisenoxyd nicht als Bodensatz fallen lasse, welches mit dem größeren Theile doch beinahe immer geschieht. Es giebt Dinte, welche während des Schreibens sehr blaß aussieht, in kurzer Zeit aber eine sehr schöne, tiefdunkle Färbung annimmt. In dieser Dinte ist das Eisen nicht im Oxyd-, sondern im Oxydulzustande, es wird gleichfalls von der Gallussäure niedergeschlagen, aber nicht mit so dunkler Farbe. Auf das Papier gebracht und der Luft ausgesetzt, erreicht die Dinte hier eine höhere Oxydationsstufe und dadurch die erforderliche Schwärze.

Eine Spielerei zeigt, welchen Effect Gallussäure und Eisen auf einander ausüben auf eine recht unterhaltende Art.

Man schreibt mit einem concentrirten Gallusaufguss mittelst einer reinen, noch nicht gebrauchten Feder irgend etwas auf ein Stück Papier. Da die Flüssigkeit farblos ist, so verschwindet mit dem Trocknen jede Spur der Schrift. Dies ist die Vorbereitung zu dem Experiment. Wenn nun die Gelegenheit dasselbe zu zeigen da ist, so sagt gewöhnlich der Experimentator, er habe eine sehr gelehrte Kaze oder einen wissenschaftlich gebildeten Hund, das Thier könne vortrefflich schreiben und er wolle dieses sogleich zeigen. Hund oder Kaze wird auf den Tisch gesetzt und die Pfote wird in ein Dintensafß gesteckt, in welchem jedoch keine Spur von Dinte, sondern nur eine Auflösung von Eisenoxyd enthalten ist. Mit der so benetzten Pfote des Thieres wischt man mit mäßiger Geschwindigkeit über

die Schrift hinweg und in demselben Augenblick wird sie ganz deutlich und schwarz sichtbar.

Das Experiment hat natürlich ganz denselben Erfolg, wenn man mit der Eisensäure schreibt und mit dem Galläpfelaufguß darüber wischt, denn in dem einen wie in dem anderen Falle entsteht durch das Zusammenbringen der beiden Stoffe gallusäures Eisen, das heißt Dinte.

Das Hydrat des Eisenoxydes verliert unter Einwirkung der Wärme sehr leicht sein Hydratwasser. Setzt man die Erwärmung fort, so erhebt sich urplötzlich das Präparat zu einer Temperatur, welche viel höher ist, als die des Gefäßes, das Eisenoxyd wird glühend, aber nur für einen Augenblick, dann sinkt seine Temperatur eben so schnell, wie sie gestiegen war, wieder herab bis zu der des Gefäßes, aber es ist in dem Präparat eine physikalische und chemische Veränderung vorgegangen. Sein Zusammenhang ist viel stärker geworden und es wird von den Säuren, selbst wenn man dieselben im concentrirten Zustande verwendet, nur sehr schwer angegriffen.

Eine starke Erhitzung bis zum Weißglühen verursacht daß dieses Oxyd einen Theil seines Sauerstoffes verliert. Im gewöhnlichen Zustande wird es von einem Magnet nicht angezogen, nachdem es aber in der Weißglühhitze war, findet dieses statt, es ist also selbst zu Magneteisen geworden, es ist nicht mehr Eisenoxyd, sondern Eisenoxydhydrat, das ist eben der Magneteisenstein.

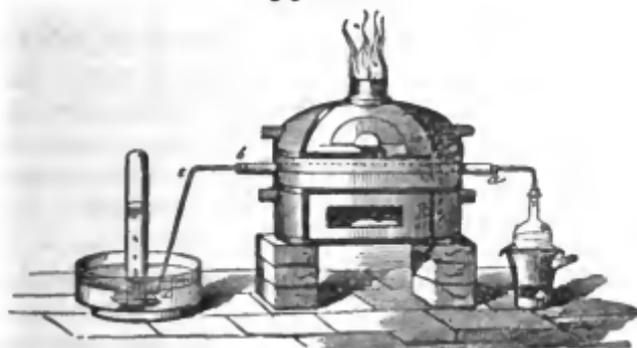
Das Eisenoxyd wird in der Glasfärbekunst zur Hervorbringung einer ziemlich kräftigen rothen Farbe gebraucht, die anzuwendende Menge ist jedoch viel größer als diejenige, in welcher das Oxyd sich schon wirksam zeigt, das Glas grün färbend, eben deshalb ist es so sehr schwer ganz farbloses Glas herzustellen, weil im Sande und im Kiesel Eisen in geringen Quantitäten nur sehr selten fehlt, und die geringste Menge desselben bringt schon einen Anflug von Färbung hervor.

Eisenoxyduloxyd, $\text{FeO}, \text{Fe}_2\text{O}_3$, ist eine natürlich vorkommende Verbindung zweier Oxydationsstufen des Eisens, welche in sehr schönen regelmäßigen Krystallen von der Form des Octaeders vorkommt. Es ist dieses der Magneteisenstein in seiner schönsten, in seiner metallisch glänzenden, krystallinischen Gestalt. Ein jedes solcher Octaeder, groß oder klein, ist entschieden magnetisch. Nun giebt es aber auch noch einen magnetischen Eisenstein, welcher nicht krystallinisch, sondern dorb ist, und endlich giebt es auch noch einen, genau ebenso zusammengesetzten Eisenstein, welcher nicht magnetisch ist, obwohl fähig den Magnetismus anzunehmen.

Chemisch sind diese drei Körper nicht zu unterscheiden, physikalisch unterscheiden sie sich sowohl durch ihre Gestalt, als eben durch den Magnetismus.

Das natürliche Vorkommen beschränkt sich auf die älteren Formationen, in diesen aber erscheint es in großen, mächtigen Massen, so daß es die lohnendsten Bergwerke giebt, abgesehen davon, daß es zugleich das vorzüglichste Eisen liefert.

Fig. 1043.



Die bequemste Darstellung desselben auf künstlichem Wege ist die durch Zersetzung des Wassers. In einer Porzellanröhre *ab* (Fig. 1043) bringt man eine große Menge recht reinen eisernen Klavierdraht. Man läßt die Porzellanröhre in dem Ofen hellglühend werden und führt alsdann die Dämpfe des in einem kleinen Kolben kochenden Wassers durch die Röhre. Das hellglühende Eisen nimmt sofort den Sauerstoff des Wassers auf und verbindet sich damit zu der gedachten, zusammengesetzten Oxydationsstufe des Eisens. Der freigewordene Wasserstoff entweicht auf der anderen Seite der Röhre, wovon man sich dadurch überzeugen kann, daß man das Gas über Wasser aufhängt, wie Fig. 1043 zeigt. In der Regel thut man dieses aber nicht, denn man kennt den Verlauf des Experiments und man will nicht Wasserstoffgas, sondern nur oxydirtes Eisen haben.

Das Experiment ist um so wichtiger und interessanter, als nicht nur hier die verlangte Oxydationsstufe des Eisens erzeugt wird, sondern auch dieses Oxyd gleich krystallinisch erscheint. Wenn man den Draht aus der kalten Röhre nimmt, so erscheint derselbe schwärzlich und er hat seinen Glanz sowohl als seine Glätte verloren, er fühlt sich rauh an. Mit einer sehr scharfen Lupe aber kann man erkennen, daß diese Rauheit daher rührt, daß der ganze Draht mit einer unendlichen Menge sehr feiner, kleiner Krystalle bedeckt ist, welche sich unter dem Mikroskop als die schönsten und regelmässigsten Octaeder zeigen.

Das Oxyduloxyd ist nach der oben angegebenen Formel zusammengesetzt und enthält in 100 Theilen 31 Theile Eisenoxydul und 69 Theile

Eisenoxyd. Wenn man dieses Oxyd mit ein wenig Salzsäure behandelt, so wird dasselbe in seine zwei Theile zerlegt, das Oxydul wird aufgelöst, und das Oxyd bleibt ungelöst zurück. Nimmt man der Salzsäure viel, so wird beides aufgelöst, aus dieser Lösung wird durch irgend ein Magneziapräparat nur das Eisenoxyd gefällt, indessen das Eisenoxydul in der Lösung zurückbleibt.

Auch wenn man zu einer solchen Lösung irgend ein Alkali in flüssiger Form bringt, aber nur tropfenweise, so schlägt sich daraus sogleich nieder das Eisenoxyd, indessen das Oxydul in der Flüssigkeit gelöst bleibt. Man leitet aus dieser Erscheinung die Ueberzeugung her, daß hier nicht ein eigener Körper Fe_2O_4 , also ein eigenes Oxyd, sondern eben, wie oben bereits gesagt ist, eine Mischung von zwei Oxydationsstufen vorhanden sei.

Will man übrigens aus der Auflösung beide Oxyde in Vereinigung niederschlagen, so muß man das Experiment umgekehrt machen, man gießt die Lösung derselben in die alkalische Flüssigkeit, dies hat zur Folge, daß die vorhandene Säure gesättigt und das Doppeloxyd entlassen wird in dem Zustande, in welchem es vor der Auflösung war.

Auch diese Oxydationsstufe des Eisens kann man als Hydrat erhalten, wenn man die Auflösung derselben in Salzsäure in eine Ammoniakauflösung gießt, welche bedeutend mehr des Alkali's enthält, als zur Sättigung der Säure nöthig ist. Es bildet sich ein dunkelgrüner Niederschlag, welcher durch das Trocknen schwarz wird. Dieses ist das Hydrat und es ist so magnetisch als das wasserfreie Oxyduloxyd.

In der Medizin kommt ein Präparat vor, welches nach seinem Erfinder Lemery, *Aethiops martialis* Lemery heißt. Dies ist gleichfalls ein Oxyduloxyd, es wird auf einfache Weise dadurch erhalten, daß man Eisenfeilspähne in einer flachen Porzellanschale mit Wasser übergießt und lange genug stehen läßt, bis sich eine deutliche Schicht von Oxyd zeigt. Die verrosteten Feilspähne werden wiederholt umgerührt und das trübe Wasser wird davon abgessoßen und durch neues ersetzt. Die Trübung ist das Hydrat des Eisenoxyduloxydes und ist das obengedachte *Aethiops*.

Aus den preussischen Apotheken ist dieses Präparat verschwunden, weil Mitscherlich gezeigt hat, daß es auf dem thierischen Körper keine andere Wirkung hat als das einfache Eisenoxyd.

Eisensäure FeO_3 . Dies ist die dritte Oxydationsstufe des Eisens, denn die vorhin betrachtete haben wir als ein Gemenge zweier Stufen kennen gelernt.

Diese Oxydationsstufe verbindet sich unter denselben Umständen mit dem Sauerstoff wie die Mangansäure und hat auch vollständig die Eigen-

schaft einer wirklichen Säure, wiewohl sie nicht für sich allein dargestellt werden kann.

Man bildet aus einem Theile der zartesten Eisenfeilspähne und zwei Theilen wohlgetrocknetem Salpeter ein inniges Gemenge und bringt dasselbe in einen kleinen eisernen Tiegel, dessen Boden schwach rothglühend gemacht ist. Von einem Punkte des Gemenge geht ein sehr lebhaftes Glühen aus, welches sich rasch weiter verbreitet, wodurch eine lebhafte Verbrennung und Verpuffung eintritt. Der Sauerstoff der Salpetersäure wird hierbei verbraucht, um das Eisen so hoch zu oxydiren.

Das gebildete Ueberoxyd, die Eisensäure verbindet sich mit dem Kali des Salpeters und man hat so zwar nicht Eisensäure, doch aber an Stelle des salpetersauren Kalis nunmehr eisensaures Kali.

Damit das Experiment aber gelinge, muß man es mit sehr kleinen Mengen vornehmen. Der Tiegel braucht zwar nur etwa 1 Pfund Wasser zu fassen, aber die eingebrachte Quantität von Eisen und Salpeter darf dann doch nicht 1 Loth übersteigen, und will man mehr von diesem Präparat machen, so muß man entweder das Experiment so oft wiederholen als nöthig ist, und dies ist das bessere, oder man darf nicht einen so kleinen Tiegel nehmen. Dies aber ist nicht so gut, als die vorhin gedachte Methode, denn bei auf einmal angewandten größeren Massen wird durch die Verpuffung sehr leicht ein Theil des Präparats aus dem Tiegel geworfen.

Wenn das freiwillige Erglühen beendet ist, so nimmt man die dadurch erzeugte Masse aus dem Tiegel oder Kessel und bewahrt sie in luftdicht schließenden Gefäßen. Die Masse ist schwärzlich grünlich, löst sich aber in Wasser mit tief kirschrother Farbe auf; sehr verdünnt erscheint die Lösung amethystfarbig.

Eine sehr interessante Darstellung dieses Präparats im gelösten Zustande ist die auf galvanischem Wege. Man stellt in ein ziemlich großes Glasgefäß einen unglasirten Thoncyliner und füllt beide Gefäße mit concentrirter Kalilauge an. In die Lauge des Thoncyliners bringt man eine Platinplatte oder auch eine Eisenplatte, welche mit dem negativen Pole einer kräftigen Grove'schen oder Bunsen'schen Batterie verbunden ist. In die Lauge aber, welche in dem Glasgefäß enthalten, hängt man ein Stück englisches Rotheisen, welches mit dem positiven Pol der nämlichen Batterie verbunden ist.

Sobald sich durch die durchlassende Wand des Thoncyliners der elektrische Strom anzugleichen beginnt, so färbt sich die Kalilauge in dem Glase roth, hier hat nämlich der positive Theil des elektrischen Stroms eine solche Wirkung auf das Metall, daß es sich lebhaft oxydirt. Die

Färbung wird in kurzer Zeit so dunkel, daß die zuvor ganz klare Flüssigkeit undurchsichtig wird, bei längerem Wirken des elektrischen Stromes setzen sich sehr kleine zarte Krystalle von eisenfaurem Kali auf der Eisenplatte ab.

Die konzentrirte Auflösung dieses eisenfauren Kalis erhält sich ziemlich lange unverändert, wenn sie jedoch nur ein wenig mit Wasser verdünnt ist, so tritt Zersetzung ein, es scheidet sich Eisenoxyd aus und es entweicht der Sauerstoff, welcher die höhere Oxydationsstufe gebildet hat. Da diese Substanz die zugehörige Menge Sauerstoff nicht mit großer Kraft hält, so ist dieselbe ein sehr wirksames Oxydationsmittel, namentlich für organische Substanzen, Zucker, Eiweiß, Alkohol bewirken Zersetzung, indem sie selbst oxydirt werden, Eisenoxyd aber eines Theils seines Sauerstoffs beraubt, niederfällt.

Verbindungen des Eisens mit Schwefel und Selen.

Die Verbindung von Eisen und Schwefel kommt in der Natur in außerordentlicher Menge vor. Die chemischen Präparate sind aber noch zahlreicher und weichen von den natürlichen ab.

Das Vereinigungsbestreben der beiden Substanzen ist so groß, daß sie trocken zusammengebracht, nur mäßig erwärmt zu werden brauchen, um sofort in chemische Verbindung zu treten.

Wenn man Eisenfeile mit gepulvertem Schwefel vermischt, in ein Glasnäpfchen bringt und erhitzt, so erfolgt alsbald eine chemische Vereinigung unter lebhafter Verbrennung. Wenn man eine Stange Eisen in das Schmiedefeuere bringt, und wenn dieselbe hellrothglühend ist, herausnimmt und eine Stange Schwefel daran bringt, so bildet sich augenblicklich Schwefeleisen, welches tropfenweise, aber in ziemlicher Schnelligkeit, von dem Eisen herabfließt. Der Schwefel hat zwar zu den anderen Metallen gleichfalls eine große Verwandtschaft, und durch diese Verwandtschaft verderben die ungeschickten Dienstmädchen manchen schönen Gasföckapparat, indem sie das brennende Schwefelholzchen zur Entzündung der Flamme nicht einen halben Fuß weit über das Metallnetz bringen, sondern es brennend darauf legen, wodurch natürlich sich Schwefelmetall bildet, und ein Loch in dem Drahtgewebe ist, — allein so schnell und so lebhaft, wie der

Schwefel sich mit dem Eisen verbindet, scheint er sich mit keinem andern Metall zu vereinigen.

Man pflegt die verschiedenen Sulfurete nach den Zahlenverhältnissen, in denen die beiden Substanzen sich mit einander verbinden, zu benennen. Die niedrigste Schwefelstufe ist das Ächtelsulfuret. Ächtelschwefeleisen, seine Formel ist $\text{Fe}_8 \text{S}$. Dasselbe ist ein schwarzes Pulver, welches sich in Salzsäure unter Entwicklung von Wasserstoffgas und Schwefelwasserstoffgas auflöst. Es wird gewonnen, wenn man basisch schwefelsaures Eisenoxyd in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas erhitzt.

Eisensub sulfuret. Halbschwefeleisen $\text{Fe}_2 \text{S}$. Dieses bildet sich dadurch, daß man wasserfreies schwefelsaures Eisenoxyd unter Wasserstoffgas erhitzt, hierbei entweicht die Hälfte des Schwefels, der in der Schwefelsäure enthalten war, als schwefelige Säure in Gasgestalt, und es bleibt ein schwarzgraues Pulver zurück, welches das Sub sulfuret ist. Dasselbe hat keinen technischen Werth, wird auch nicht gemacht, aber man erhält dasselbe bei mehreren Hüttenprozessen.

Eisensulfuret. Einfach Schwefeleisen FeS . Wird gebildet, indem man Eisenblechabschnitzel mit Schwefel zusammen in einem bedeckten Schmelztiegel anhaltend erhitzt, doch darf die Temperatur nicht so hoch steigen, daß eine Schmelzung eintritt.

Läßt man das erhaltene Produkt erkalten, so findet sich das Eisen mit einer gelblich grauen Masse bedeckt, welche sehr spröde ist und beim Biegen der Blechstücke abfällt. Wird die Temperatur so hoch gesteigert, daß die im Tiegel enthaltenen Elemente zum Schmelzen kommen, so entstehen mehrere verschiedene Schwefelungsstufen des Eisens. Erhitzt man die so gewonnenen Produkte, so werden sie theilweise reducirt, eine große Quantität des Schwefels verbindet sich mit dem Wasserstoff zu der bekannten überkochenden Säure und es bleibt zurück, dasjenige einfache Sulfuret, welches man durch bloßes Erhitzen des Eisens in Schwefel hat darstellen wollen.

Eisensesquif sulfuret. Anberthalschwefeleisen $\text{Fe}_2 \text{S}_3$. Dies ist eins derjenigen Sulfurete, welche sich in der Natur vorfinden. Es erscheint am häufigsten mit dem Kupfer verbunden, in dem viel verbreiteten Kupfererz, welches den Namen Kupferkies führt.

Eisenbisulfuret. Zweifaches Schwefeleisen FeS_2 . Auch dieses ist in der Natur sehr verbreitet, findet sich theils derb als Gesteinmasse, theils eingesprengt in andere Gesteine, in Steinkohlen und Braunkohlen, theils nierenförmig, kugelig, auch krystallinisch. Dasjenige, was dem regelmäßigen System der Krystalle angehört, heißt Schwefelkies oder Eisen-

kies, ein anderes dem Rhombischen System angehörig ist, hat die Namen Wasserkies oder Strahlentkies.

Dieser Eisenkies ist von gelber, dem Messing auffallend ähnlicher Farbe, und wird deshalb von den spanischen Goldsuchern in Südamerika, die nicht das Allgeringste von der Mineralogie verstehen, für Gold gehalten und jeder Deutsche, welcher dem Spanier ein geborener Mineralog zu sein scheint, wird immerfort mit Vorzeigung dieses Eisenkieses geplagt, soll denselben für Gold erklären, und wenn er dieses nicht thut, so wird ihm keinesweges geglaubt, sondern man denkt, der Deutsche wolle den hohen Werth des Erzes nicht eingestehen, um sich gelegentlich dasselbe anzueignen, ein Bergwerk anzulegen &c.

Dieser Schwefelkies ist so hart, daß er in früheren Zeiten, als man noch Radschlösser an den Gewehren hatte, als Feuerstein benutzt wurde. Zu den Pfannenschlössern ist er allerdings nicht brauchbar, weil sich ihm nicht die meißelartige Gestalt geben läßt.

Der Schwefelkies erleidet an der Luft keine Zersetzung, wenn er nicht sehr fein zerrieben ist, der Wasserkies dagegen zerfällt sehr schnell an der Luft. Man bedient sich dieses Erzes niemals, um Eisen darzustellen, wohl aber kann man dasselbe zur Gewinnung des Schwefels benutzen. Es wird der Kies in große lange Haufen geschüttet und geröstet, die davon entweichenden Dämpfe sind theils schwefelige Säure, theils reiner Schwefeldampf. Der Dampf kann niedergeschlagen werden und giebt noch einmal sublimirt einen so reinen Schwefel, als man ihn niemals aus Sicilien erhält. Die schwefelige Säure benutzt man jetzt zur Darstellung von Schwefelsäure im Großen, so geschieht es z. B. in Goslar am Harz, man kann beide Fabrikate gesondert erhalten, man kann aber auch den Schwefeldampf mit der schwefeligen Säure in Bleikammern leiten und verbrennen, wodurch natürlich die Ausbeute an Schwefelsäure bedeutend vergrößert wird. Der Wasserkies, welcher sich in sehr fein vertheiltem Zustande mit der Alaunerde verbunden vorfindet, wird schon bei gewöhnlicher Temperatur der Luft oxydirt, wobei die Temperatur sich von selbst so hoch steigert, daß nicht selten eine Entzündung eintritt. Sehr gefährlich ist es daher, wenn Eisenkies sich in Steinkohlenlagern vorfindet. Nicht allein in der Erde, wo die Steinkohlen in großen Massen lagern, kann solche Entzündung stattfinden, sobald Stollen und Gänge hineingetrieben werden und die Luft zu denselben Zutritt erhält, sondern auch über der Erde, in Magazinen oder in freien Lagern sind solche Ereignisse nichts Seltenes, und will man sie mit Sicherheit verhindern, so muß man durch die ausgeschütteten Kohlen vielfach Kanäle ziehen, welche zwar der Luft erst recht Zutritt gestatten, aber doch auch eine Abkühlung veranlassen durch den eintretenden Zug.

Magnetties scheint eine Verbindung mehrerer Sulfurete zu sein und sind die Gelehrten über die Art der Zusammensetzung so wenig einig, wie über die ihm zugehörige Formel. Der Magnetties krystallisirt in sechsseitigen Prismen, ist metallisch glänzend, und hat Messing- oder Tomkat- oder Kupferfarbe. Dieses Erz wird nicht nur vom Magnet angezogen, sondern man findet mitunter Stücke, welche wirklich selbst magnetisch sind.

Das Schwefelwasserstoffgas ist in der chemischen Analyse ein häufig gebrauchtes Prüfungsmittel, dasselbe wird dadurch dargestellt, daß man eins von den hier angeführten Schwefelmetallen mit Schwefelsäure überzieht und das entweichende Gas über Wasser auffängt. Es handelt sich jedoch bei der Anwendung immer darum, ein Schwefelwasserstoffgas zu erhalten, welches möglichst frei von einer Beimengung von reinem Wasserstoffgas ist. Deshalb ist es gar nicht gleichgültig, welches Schwefeleisen man wählt. Am besten scheint ein künstlich bereitetes, aus gleichen Theilen Schwefel und Eisen zu sein.

Seleneisen wird dadurch erhalten, daß man den Dampf von geschmolzenem Selen über glühendes Eisen leitet, ein theures Experiment, da das höchst seltene Selen noch immer mit Gold aufgewogen wird, das Seleneisen aber gar keinen Werth hat.

Verbindungen des Eisens mit Phosphor.

Das Phosphoreisen wird dargestellt, indem man entweder Phosphordampf über glühende Eisenfeilspähne leitet oder den Phosphor direkt, ohne ihn erst in Dampf zu verwandeln, auf die glühenden Eisenfeilspähne wirft. Dieses Eisen ist äußerst spröde, wird nicht von Salzsäure und Schwefelsäure aufgelöst und selbst von concentrirter Salpetersäure und Königswasser nur schwach angegriffen, dasselbe wird nicht vom Magnete angezogen.

In der Natur kommt das Phosphoreisen nur bedingungsweise vor, es giebt nämlich, wie wir bereits oben gesehen haben, phosphorhaltige Erze. In diesen Erzen nun ist der Phosphor enthalten (Sumpferz, Wiesenerz, Raseneisenstein), und aus diesen Erzen geht der Phosphor bei ihrer Ausglühung in das Eisen über, so daß oft beträchtliche Mengen von Phosphoreisen in dem Roheisen enthalten sind. Wir haben bereits davon gesprochen, daß der Gehalt an Phosphor dem Eisen eine sehr unbequeme

Eigenschaft mittheilt, es wird kaltbrüchig und da es beinahe unmöglich ist, den Phosphor fortzuschaffen, und selbst die geringste Quantität desselben genügt, dem Eisen jene schlechte Eigenschaft zu geben, so thut man am besten, diese phosphorhaltigen Erze gar nicht zu benutzen.

Will man aber das Phosphoreisen für sich haben, so genügt es, solches sehr weiße Gußeisen, welches entweder durch diese Farbe seinen Ursprung verräth, oder von welchem man weiß, daß es aus Sumpferz gewonnen worden, in Salzsäure aufzulösen. Diese Säure läßt das Phosphoreisen beinahe Alles ungelöst zurück. Durch Zusammenschmelzen der porösen Masse erhält man ein Metallkorn, welches äußerst spröde ist, so daß es sich geradezu pulverisiren läßt.

Verbindungen mit Kohlenstoff und Kiesel.

Bei Gelegenheit des Roheisens, Gußeisens und des Stahls haben wir bereits von einigen dieser Verbindungen des Eisens mit der Kohle gesprochen, haben auch hinzugefügt, daß die Verbindungen wahrscheinlich nach Art der Legirungen, d. h. nicht in bestimmten, ein für allemal gleichbleibenden Verhältnissen, sondern in beliebigen Verhältnissen vor sich gehen. Das Eisen im reinsten Zustande ist unschmelzbar, aber gerade dieses Eisen hat die größte Neigung, sich mit der Kohle zu verbinden, wenn die richtigen Bedingungen gegeben sind, d. h. Weißglühhitze und genügende Menge von Kohlenstoff. Das Eisen wird hierdurch leichter schmelzbar, als es im reinen Zustande war, verliert bei geringen Mengen seine Hämmerbarkeit nicht, bei Hinzutritt von vielem Kohlenstoff aber hört nach und nach die Hämmerbarkeit immer mehr, und zuletzt ganz auf, wie hingegen und in demselben Grade die Schmelzbarkeit zunimmt. Wird die Menge des Kohlenstoffes sehr groß, so entsteht eine Verbindung von schwarzer Farbe, von pulveriger Beschaffenheit, unschmelzbar und von einem äußeren Ansehen, welches das metallische durchaus nicht mehr verräth.

Daß die Kohle selbst in dem gewöhnlichen Zustande als Holzkohle, von dem Eisen aufgenommen wird, kann man durch ein leichtes Experiment nachweisen. Wenn man ein Stück Holzkohle mit ebener Oberfläche so zuschneidet, daß es genau in einen Schmelztiegel paßt, auf die ebene Fläche ein glattes Stück Schmiedeeisen legt, dann diesen Tiegel durch Thon, möglichst luftdicht verschließt, und nach vollständigem Trocknen langsam erhitzt, bis zur Glühhitze, in dieser aber mehrere Stunden lang erhält, so findet

man nach dem Erkalten: erstens das Eisen an seiner unteren Seite in Stahl verwandelt, zweitens die Kohle gerade da, wo das Eisen ruhig darauf gelegen hat, beträchtlich ausgehöhlt. Hat die Glühung lange genug gedauert, so ist sogar das Eisen ganz in Stahl verwandelt und geschmolzen.

Wenn man über glühendes Eisen kohlenstoffhaltige Gase führt, so verbindet sich das Eisen mit dem Kohlenstoff der Gase, und es wäre wohl fraglich, ob es nicht viel leichter sei, Stahl dadurch zu bereiten, daß man Eisen in thönernen Retorten glühend machte (natürlich in solchen, wie die für die Gasbeleuchtungsanstalten sind) und durch dieselben Kohlenoxydgas oder Kohlenwasserstoff führte. Man hat den Versuch gemacht, aus Eisenoxyd dargestelltes, reines Eisen im pulverförmigem Zustande in einer Röhre dauernd einem Strome von Kohlenoxydgas auszusetzen, und hat gefunden, daß sich das Eisen mit einer unglaublichen Masse von Kohle beladen hatte. Es waren zwei Verbindungen entstanden, davon die eine grob und metallisch aussehend, 96 Procent Eisen und 4 Procent Kohle, die andere aber 23 Procent Eisen und 77 Procent Kohle enthielt. Dieser Versuch zeigt wenigstens, daß man es in seiner Gewalt hat, Eisen durch kohlenhaltige Gase mit beliebigen Mengen von Kohlenstoff zu versehen.

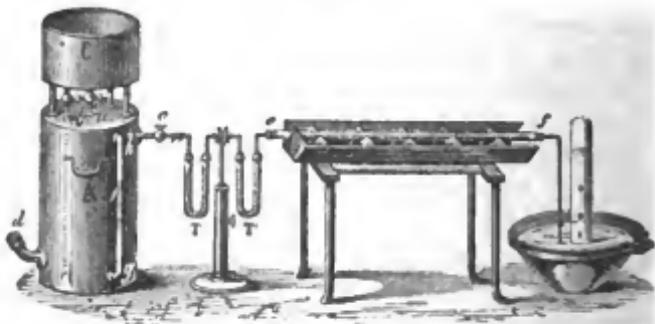
Das im Hochofen gewonnene Gußeisen in unverfeinertem Zustande hat selten über 6 Procent Kohle, ist aber hierdurch schon vollständig unbrauchbar zum Schmieden, wiewohl man Schmiedeeisen daraus machen kann.

Kieseisen kann erhalten werden, wenn man Eisen in Verbindung mit Kieselsäure und Kohle lange anhaltendem Glühen und Schmelzen aussetzt. Schon bei dem gewöhnlichen Hochofenprozeß finden derartige Verbindungen statt. Das Eisen ist mit der reichlich kieselhaltigen Schlacke bei vollster Schmelzhitze anhaltend in Berührung, die Folge davon ist, daß es kein Roheisen giebt, welches nicht kieselhaltig wäre. Der Kiesel kann bis auf 5 Procent steigen, durch absichtliches längeres Schmelzen kleiner Quantitäten Kiesel und Kohle kann man den Kieselgehalt bis zu der ungeheuren Höhe von 19 Procent steigen. Berzelius untersuchte solches Eisen, stellte das angegebene Verhältniß fest und giebt an, daß troßdessen dieses Eisen so dehnbar war, daß man dasselbe im kalten Zustande zu dünnen Blättern ausschämmern konnte.

Verbindungen des Eisens mit Stickstoff.

Wenn man in eine Röhre von schwer schmelzbarem Glase reines Eisen in Form von blankem Klavierdraht bringt, und diese Röhre *o* k der Fig. 1044 in einen blechernen Ofen legt, worin sie mit Kohlen zum Glühen gebracht werden kann, dann aber aus einem Gasbehälter *A* Stickstoffgas durch diese Röhre treibt, welches vorher über Chlorcalcium in der U-förmig gebogenen Röhre *T* getrocknet war, so verbindet sich das Eisen in der Glühhitze mit dem darüber hinstreichenden Stickstoff, und es bildet sich eine weiße krystallinische Masse, welche sehr spröde, ja sogar zerreiblich ist, und welche vom Magnet angezogen wird. Dasselbe verhält sich gegen andere Prüfungsmittel nicht wesentlich verschieden vom gewöhnlichen Eisen.

Fig. 1044.



Die Menge des Stickstoffes wird von verschiedenen Chemikern sehr verschieden angegeben, von 6 bis zu 13 Procent. Nach Regnault soll stickstoffhaltiges Eisen noch leichter erzielt werden, wenn man statt des Stickstoffes in dem Gasbehälter Ammoniakgas nimmt, dessen Stickstoff von dem Eisen sehr schnell und leicht ausgeschieden wird.

Da dieses Präparat wenigstens vorläufig noch keinen Werth für die Technik hat, so wollen wir uns auf die verschiedenen Ansichten darüber nicht näher einlassen.

Eisen mit Chlor und den übrigen Salzbildern.

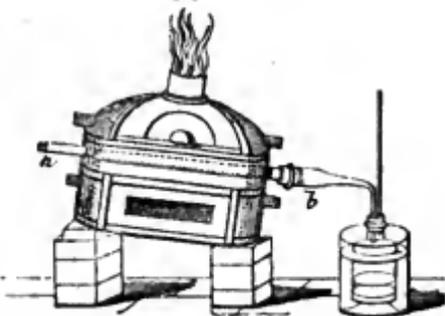
Das Eisen verbindet sich mit dem Chlor in verschiedenen Verhältnissen als Chlorür und Chlorid. Das erstere wird dadurch erhalten, daß man genau nach der vorhin gegebenen Zeichnung verfährt, in eine Porzellan- oder Glasröhre blanken Eisendraht bringt, denselben in glühenden Zustand versetzt und dann getrocknetes Chlorgas durch die Röhre führt. Es entstehen kleine, weiße, kubische Krystalle, welche den Eisendraht bedecken und welche man von dem Drahte durch Sublimation trennen kann. Bei dieser Darstellungsart ist das Chlorür wasserfrei. Es giebt noch eine zweite, aber wasserhaltige Verbindung. Man löst Schmiedeeisen in Salzsäure auf, kocht die Lösung mit dem noch darin liegenden Eisen, spült ein Gefäß mit concentrirter Salzsäure damit aus und filtrirt die Lösung da hinein. Da dieses jedoch im siedenden Zustande geschehen muß, so ist es nothwendig, das zur Aufnahme bestimmte Gefäß vorher durch Einstellen in siedendes Wasser gleichmäßig zu erhitzen. Nach dem Erkalten zeigen sich an den Wänden bläuliche Krystalle, welche man durch das Filtrum von der Mutterlauge trennen kann, sie müssen aber schnell zwischen weichem Filzpapier von der anhaftenden Flüssigkeit befreit und in der Sonne oder der Ofenröhre bei 30 Grad Wärme getrocknet werden.

Diese Präparate sind in der Medizin von Wichtigkeit, sie sind im Wasser und im Weingeist sehr leicht löslich, die geistige Lösung ist unter dem Namen *Tinctura ferri muratici oxydulati* in der Apotheke bekannt.

Das Eisenchlorid wird auf ganz ähnliche Weise wie das Chlorür gebildet, indem man einen Strom von Chlorgas über stark erhitztes Eisen leitet. Gewöhnlich bedient man sich hierzu nicht eines offenen Ofens, wie ihn uns Figur 1044 gezeigt hat, sondern man wendet einen Ofen an mit geschlossenem Obertheil (Figur

1045), worin die Hitze höher gesteigert werden kann. Das in so hoher Temperatur erzeugte Chlorid sublimirt sogleich und setzt sich in der Vor-

Fig. 1045.



lage b in Gestalt metallglänzender, grauer oder schwärzlicher Flittern an. Die in der Zeichnung Figur 1045 gegebene Flasche hat nur zum Zweck, das Ausströmen der Gasarten zu zeigen und den Gang der Operationen beobachten zu können.

Das Eisenchlorid kommt entweder in der gedachten Gestalt oder in schönen glänzenden Blättchen vor, welche im darauf fallenden Lichte dunkelroth durchscheinend sind. Diese Krystalle sind jedoch durchaus nicht beständig, sie zerfließen an der Luft, lediglich durch die Feuchtigkeit, welche sie freiwillig aus derselben aufnehmen und bilden damit eine dunkelbraune Flüssigkeit, welche ehemals unter dem Namen *Olcum martis* in den Apotheken gehalten wurde. Das Chlorid ist aber nicht allein im Wasser, sondern auch im Weingeist und im Aether löslich, in dieser Gestalt kommen noch jetzt die Eisenchloridlösungen in den Apotheken vor.

Ammoniumeisenchlorid oder Eisensalmial hatte in den früheren Zeiten gleichfalls Werth als Arzneimittel, wird jedoch jetzt, obschon noch immer officinell, seltener angewendet. Man erhält diesen Eisensalmial, wenn man in eine concentrirte Auflösung von Eisenchlorid, Salmial bringt, man erhält kubische Krystalle von hochgelber Farbe.

Eisensbromür Fe Br und Eisensbromid $\text{Fe}_2 \text{Br}_3$, sind ähnliche Verbindungen wie die des Eisens mit dem Chlor und können auch auf gleiche Weise erhalten werden, sind jedoch ohne technischen Werth.

Eisensjodür Fe I . Die beiden Elemente Jod und Eisen haben eine so lebhaftige Neigung, sich zu verbinden, daß es schon genügt, seine Eisenfeile mit Jod in einer Porzellanschale zusammenzureiben. Es entsteht eine sehr lebhaftige Erhitzung und die Elemente verbinden sich zu einer braunen Flüssigkeit. Auch durch Auflösung von Jod durch Wasser, wohin man Eisenfeilspähne thut, kann man Eisensjodür erhalten, es giebt eine farblose Auflösung, welche man durch Abdampfen concentrirt, um daraus die Krystalle zu erhalten. Die Flüssigkeit zersetzt sich sehr bald, daher muß man dafür sorgen, daß sich immer neues Jodür bilden könne, was dadurch möglich wird, daß man in die abzudampfende Flüssigkeit ein Anäuel Eisendraht bringt.

Die neuere Medicin wendet das Eisensjodür als ein beliebtes Heilmittel an, da dasselbe jedoch sehr leicht zersetzt wird so muß es jedes Mal neu bereitet werden, man thut es indem man 8 Gran Jod mit 4 Gran Eisenfeilspähne und einigen Tropfen Wasser zusammenreibt. Die Verbindung geht sehr schnell vor sich und kann nachher beliebig mit Wasser verdünnt werden. Das Eisensjodür geht leicht in Jodid über, dieses zu verhindern, setzt man der Lösung gepulverten Zucker oder reinen Syrup zu.

Eisensfluorür Fe Fl . Wenn man Eisen in Flußspathsäure auflöst,

so bilden sich alsbald weiße Krystalle aus, welche Eisenfluorür sind. Da sie schwer löslich sind, lassen sie sich durch vorsichtiges Trocknen vom Wasser befreien und erhalten.

Eisenfluorid $\text{Fe}_2 \text{Fl}_3$. Um dieses zu erhalten, muß man Eisenorydhydrat in Flußwasser auflösen. Man erhält bei dem Abdampfen der Lösung Krystalle von fleischrother Farbe, welche im Wasser auflöslich sind.

Eisen und Cyan als Cyanür Fe Cy und als Cyanid $\text{Fe}_2 \text{Cy}_3$, sind für die Chemie von größtem Interesse, haben aber für uns so wenig Werth, als die Verbindungen des Eisens mit dem Rhodan und dem Mellan, daher wir sie hier übergehen können.

Schwefelsaures Eisenorydul. FeO_3SO_3 .

Um so viel wichtiger ist das Präparat, welches die Ueberschrift mit seinem wissenschaftlichen Namen nennt und welches im gewöhnlichen Leben Eisenvitriol heißt.

Die Darstellung desselben ist sehr verschieden, je nachdem man es im Kleinen im chemischen Laboratorium oder fabrikmäßig als Handelsgegenstand oder endlich als Nebenprodukt bei der Bereitung anderer Gegenstände erhält. Die einfachste Weise seiner Bereitung ist die Auflösung von Eisen in mäßig verdünnter Schwefelsäure. Man nimmt das schlechteste Eisen, was man käuflich erhalten kann, altes, bröckliges, verrostetes, zu sonstigem Gebrauche nicht mehr verwendbares Metall, und bringt es in Schwefelsäure, welche mit dem Vierfachen, höchstens Fünffachen ihres Gewichtes Wasser verdünnt ist. Man fördert die Lösung durch Umrühren, durch Erwärmen und zuletzt durch eigentliches Kochen. Dieses Präparat, in welchem jeder Zeit ein Ueberschuß von Eisen vorhanden sein muß, wird lebend filtrirt und zur Krystallisation der Abkühlung überlassen. Die Krystalle müssen aus der Mutterlauge genommen, mit Weingeist abgespült und auf Fliesspapier bei einer Temperatur von etwa 30 Grad getrocknet werden.

Solche Krystalle, in einem wohlverschlossenen Gefäße aufbewahrt, halten sich ziemlich lange, hauptsächlich, weil durch den Ueberschuß von Eisen die Entstehung eines Salzes von Eisenoryd verhindert wird. Will man aber das Salz sicher verhindern, eine andere Oxydationsstufe anzunehmen, so bedient man sich eines kleinen Kunstgriffes, in die filtrirte Lösung dieses Salzes gießt man, so lange sie noch warm ist, also ehe sich

Krystalle zu bilden anfangen, reinen Weingeist, so lange noch eine Fällung, eine Trübung dadurch entsteht. Der Weingeist nämlich schlägt dieses Salz in äußerst kleinen krystallinischen Körperchen nieder, nachdem die Präcipitation erfolgt ist, sondert man den Niederschlag von der Mutterlauge, wäscht ihn wieder mit Weingeist ab und trocknet ihn in warmer Luft so lange, bis er nicht mehr nach Weingeist riecht.

Dieses bläulich weiße Pulver zeigt sich bei ziemlich trockner Luft ganz unveränderlich, es kann daher sehr gut zur Prüfung aller derjenigen chemischen Körper gebraucht werden, bei denen die Gegenwart von Eisenoxyd nachtheilig oder störend sein würde.

Im Großen fabrikmäßig dargestellt, bedient man sich dazu eines jener in den Gängen so häufig vorkommenden Eisenerze, welche zum großen Kummer der Bergleute nicht zur Darstellung von Eisen benutzt werden können, des Schwefelkiesels nämlich und zwar vorzugsweise desjenigen, den man Wasserkies nennt und der an der Luft leicht verwittert, d. h. oxydirt.

Auf einer von Lehm geschlagenen, etwas schräge, abschüssig gehaltenen Sohle errichtet man von dem zur Verwitterung geneigten Schwefelkies große langgestreckte Haufen, welche man mit Wasser begießen muß wenn die Feuchtigkeit der Atmosphäre nicht groß genug ist um die erforderliche Rässe herzugeben.

Unter diesen Umständen oxydirt der Schwefelkies und es tritt eine Erwärmung ein, welche so weit steigen kann, daß die Haufen sich entzünden, es ist der sogenannte Röstprozeß, welcher hier vorgenommen wird. Nach und nach bildet sich des Oxydes und des schwefelsauren Salzes so viel, daß man an der Oberfläche eine Menge kleiner Krystalle bemerkt. Nunmehr ist es Zeit, das Salz zu gewinnen, was nicht anders möglich ist, als durch Auflösung desselben, denn niemand kann die kleinen Krystalle abtragen und auf diese Weise ansammeln.

Am unteren Ende der schrägen, mit Lehm beschlagenen Fläche, auf welcher die Haufen liegen, hat man große und weitläufige Vertiefungen gleichfalls in Lehm oder Thon eingebettet. In diese fließt das Wasser, welches man auf die Haufen gegossen hat, sammelt sich das Schnee- und Regenwasser, und aus diesem Vorrath schöpft man immer von Neuem, um das darin enthaltene Wasser auf die Haufen zu gießen, das Wasser wird dadurch anfänglich zu einer schwachen, und dann zu einer immer stärkeren Salzauflösung. Durch diese wiederholte Uebergießung wird die in der Flüssigkeit enthaltene freie Schwefelsäure mit Eisenoxydul gesättigt, das Eisenoxyd aber wird durch dieselbe Operation in Oxydul zurückgeführt.

Scheint dem Fabrikanten die so gewonnene Lauge endlich des Ver siedens würdig, so bringt man sie in große flache Pfannen, in denen man immer altes Eisen zur Genüge liegen hat, um die möglicher Weise noch vorhandene freie Schwefelsäure mit dem ihr zugehörigen Eisen zu versehen.

Wenn sich bei dem Schwefelkies Thonerde befindet, so ist es nicht selten, daß die rohe Lösung schwefelsaure Thonerde enthält, ist diese Sub stanz in beträchtlicher Menge vorhanden, so lohnt es wohl der Mühe, die selbe auf Alaun zu verarbeiten, und darnum findet man häufig die Eisen vitriol- und die Alaunfabrikation mit einander verbunden.

Nachdem die Lauge aus den Sämpfen genügend eingekocht ist, bringt man sie in große weite Gefäße, in denen man sie vorläufig der Ruhe überläßt, damit sich das Eisenoxyd und der Gips, welche stets in der Lauge enthalten sind, absetzen können. Sie bilden einen braunen Schlamm, von welchem die obenstehende klare Flüssigkeit abgezogen und nun erst bis zur erforderlichen Dichte eingekocht wird, d. h. so lange, bis so viel Wasser sich verflüchtigt hat, daß nicht mehr genug vorhanden ist, um das Salz aufgelöst zu erhalten wenn die Flüssigkeit sich abkühlt. Nachdem die Lauge mehrere Stunden lang ruhig gestanden hat und vollkommen klar geworden ist, bringt man dieselbe in große Krystallisationsgefäße, in denen man eine Menge hölzerner Spreizen, die unter einander durch Fäden ver bunden sind, angebracht hat. Beim Erkalten schießt das Salz in schiefen Prismen sowohl an den Wänden, als an den Holzfäden und Stäben an. Ist die Krystallisation beendet, so wird die Mutterlauge abgelassen, aber nicht fortgegossen, sondern beim Kochsieden einer neuen Portion der Lauge immer wieder zugefetzt. Die Mutterlauge enthält nämlich schwefelsaures Eisenoxyd. In der Pfanne zum Kochsieden ist, wie wir bereits bemerkt haben, jederzeit Eisen in Ueberschuß vorhanden, dieses und die überschüssige Schwefelsäure berauben das Eisenoxyd eines Theiles seines Sauerstoffes, es wird mithin wieder zum Oxydul reducirt, und somit ist diese Mutter lauge keinesweges werthlos.

Wenn die Krystalle ganz rein sind, haben sie eine bläuliche Farbe, sind sie durch schwefelsaures Eisenoxyd verunreinigt, so haben sie eine grün liche Farbe, sie nehmen dann leicht Feuchtigkeit auf und zerfallen damit zu einem gelblichen Pulver.

Als Nebenprodukt erhält man dieses Präparat, wiewohl immer nicht in bedeutenden Mengen in den Laboratorien, in denen man Schwefelwasser stoffgas aus Schwefeleisen darstellt. In sehr viel größeren Massen aber erhält man dasselbe aus den Bergwerken, in denen die Oxydation des Schwefelkieses ohne künstliches Zuthun vor sich geht. Wenn Wasser in mehr oder minder starken Abersn auf die Schichten von Schwefelkies fällt,

so entsteht solche Umwandlung, wie man sie bei der absichtlichen Röstung an der Oberfläche der Erde einleitet. Nicht selten sind die Resultate hiervon seenartige Ansammlungen solcher Auflösungen. Sind die Kiesel kupferhaltig, so sind natürlich die Auflösungen von derselben Art, und um das Kupfer aus diesem Wasser zu gewinnen, legt man werthloses Eisen da hinein, welches sich bald mit Kupfer bedeckt, ja nach und nach in Kupfer zu verwandeln scheint.

In den Grubenwassern der schwedischen Bergwerke von Fahlun, im Rammelsberg und bei Goklar findet dieses statt, man grabirt dafelbst die Lauge, wie wir es bei der Salzgewinnung gesehen haben, bringt in die so concentrirte Flüssigkeit das Eisen in Blechform, Abschnitzel, unbrauchbare Abfälle, nimmt sie als Kupfer wieder heraus und die übrig bleibende Lauge, abermals grabirt, verwendet man unumkehrbar zur Gewinnung des schwefelsauren Kupferoxyduls durch Versieden.

Das Eisensalz, welches wir hier beschrieben haben, wird in der Technik sehr vielfältig gebraucht, schon früher war es zum Blaufärben und zum Schwarzfärben, zur kalten Indigo-Lüpe, zur Dintensabrikation, zur Darstellung von Glauber'salz aus Kochsalz, zum Fällen des Goldes aus seinen Auflösungen und auch als Medicament gebraucht, jetzt aber werden noch unglaubliche Mengen davon verwendet zu einem einzigen Gegenstande, nämlich zur Tränkung der Eisenbahnschwellen, um sie gegen Schwamm, Trocken und andere Zerstörungen zu schützen. Wir haben über diesen Gegenstand bereits im vorigen Bande auf Seite 27 und den folgenden gesprochen.

Schwefelsaures Eisenoxyd. $\text{Fe}_2\text{O}_3, 3\text{SO}_3$.

Findet sich neueren Entdeckungen zufolge in beträchtlichen Lagern in den Gebirgsgegenden von Südamerika, wo es krystallinisch erscheint, während das durch die Kunst zu technischen Zwecken bereitete nicht krystallinisch, sondern nur als ein gelbliches Pulver erhalten werden kann. Um dasselbe im Großen darzustellen, bedient man sich jenes Schlammes, welcher bei Gewinnung des schwefelsauren Eisenoxyduls am Boden der Lösungsgesäße übrig bleibt, und wie wir bereits angegeben haben, unter dem Namen Colcothar als eine brauchbare rothe Farbe zurückbleibt. Es ist dieses größtentheils rothes Eisenoxyd, welches nun mit Schwefelsäure aufgelöst und nach der gehörigen Concentration in Pfannen versotten wird.

Man kann auch zu einer Auflösung noch Schwefelsäure zusetzen, (auf 10 Theile Eisenvitriol kommen dann 4 Theile englische Schwefelsäure) kann alsdann das Eisenoxydul durch Zusatz von Salpetersäure in Oxyd umwandeln und nun eindampfen. Man erhält eine syrupartige Flüssigkeit, welche eine concentrirte Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxyd ist, und die ebengedachte gelbliche Salzmasse giebt, welche jedoch nicht krystallisirt.

Schwefelsaures Kalieisenoxyd, $\text{K}_2\text{O}, \text{SO}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3, 3\text{SO}_3 + 24\text{OH}$ (Eisenalaun). Wenn man eine Lösung von schwefels. Eisenoxyd concentrirt stark erhitzt und schwefelsaures Kali dazu gießt, so bilden sich achteckige Krystalle, die reinsten Octaëder, welche farblos sind und dem Alaun vollkommen analog erscheinen, denn sie sind chemisch ganz zusammengesetzt wie dieser. Um sie darzustellen, löst man 28 Theile Eisenvitriol in Wasser, setzt dazu 5 Theile Schwefelsäure, oxydirt diese Mischung durch Salpetersäure und setzt alsdann nahezu 9 Theile schwefelsaures Kali zu der Lösung. Die erhaltenen Krystalle sind jedoch nicht sehr widerstandsfähig, sie beschlagen an der Luft mit einem gelben Pulver, welches ein Zersetzungsprodukt derselben ist, und sie zerfallen nach und nach ganz. Beim Erhitzen geht dieses noch schneller, es bildet sich dabei ein basisches Doppelsalz, neutrales schwefelsaures Eisenoxyd und freie Schwefelsäure.

Eine ganz ähnliche Verbindung erhält man mit dem Ammonium und stellt es auch auf gleiche Weise dar. Der schwefelsaure Ammonieisenalaun krystallisirt aber leichter als das Kalisalz, von dem er sich übrigens in der Form der Krystalle durchaus nicht unterscheidet. Diese Präparate sind für die Färberei von großer Wichtigkeit, man bedient sich jedoch in der Regel nicht des Kali, sondern immer des Ammonialauns.

Noch eine große Menge schwefelsaurer, unterschwefelsaurer und schweflig-saurer Eisensalze kommen in den chemischen Laboratorien vor und sind für die genaue Kenntniß sämmtlicher Eisensalze von großer Wichtigkeit, für die Technik jedoch weniger und für den Laien gar nicht, darum wir dieselben hier übergehen.

Auch salpetersaures Eisen, chlor-, brom- und jodsaures Eisen sind in demselben Falle, ein Anderes ist es dagegen mit dem

Kohlensauren Eisenoxydul, FeO, CO_2 , welches als ein höchst wichtiges und besonders für die Stahlfabrikation wichtiges Erz, der Spatheisenstein, erscheint. Dieses Erz, in Rhomboëdern krystallisirend, besteht hauptsächlich aus kohlensaurem Eisenoxydul, ist jedoch immer mit etwas Mangan, Magnesia und Kalk verunreinigt.

Es läßt sich denken, daß man dieses Präparat zur Stahlbildung niemals künstlich darstellt, dagegen wird dasselbe, um in der Medizin gebraucht

zu werden (als Ferrum carbonicum), allerdings künstlich dargestellt, und zwar gilt für eine der besten Methoden die von Mohr angegebene.

Man löst 17 Unzen kohlensaures Natron im krystallinischen Zustande in 4 Pfund Wasser auf, bringt sie in einem eisernen Kessel zum Sieden und setzt nach und nach 10 Unzen reinen Eisenvitriol dazu, jedoch immer in kleinen Portionen, und die nächste nicht früher, als bis die Entwicklung von Kohlensäure, welche bei jedem Eintrag von Neuem erfolgt, vorüber ist.

Es entsteht hieraus eine Trübung und ein Niederschlag, welchen man auf ein leinenes Filtrum bringt, mit heißem Wasser auslüßt, und dann durch Druck zwischen Fliesspapier, später aber an der Luft trocknet.

Dieses Salz löst sich in Wasser, welches Kohlensäure enthält, ziemlich leicht auf und bildet so eine Lösung von doppelt kohlensaurem Eisenoxydul. Auf diese Weise entstehen jene sehr geschätzten Mineralwässer, die man Stahlbrunnen, Stahlbäder nennt, zu denen Pyrmont, Driburg, Mainberg, Franzensbad, Marienbad, Spa, Schwalbach, Eudowa, Ilmenau u. c. gehören, sie werden als äußerst wirksame Arzneimittel an Ort und Stelle gebraucht, oder werden in Krufen versendet, oder werden endlich in großen Fabriken künstlich nachgeahmt.

Da die Kohlensäure ein Auflösungsmittel für das Eisen ist, diese Kohlensäure aber sehr flüchtig erscheint, an das Wasser sich nur schwer fesseln läßt, so ist eine natürliche Folge, daß bei längerem Aufbewahren solcher Mineralwässer sich oxydirtes Eisen ausscheidet. Man findet an dem Boden der Flaschen, noch viel mehr der Krufen, in denen das Wasser versendet wird, einen rostgelben Niederschlag. Das ist eben oxydirtes Eisen. Die Kohlensäure ist durch den Kork oder durch die Poren der Krufe entwichen und all das Eisen, zu welchem die entwichene Säure als Lösungsmittel erforderlich war, ist niedergeschlagen, der Bodensatz ist Eisenoxydhydrat. Noch schneller als an freier Luft verliert sich die Kohlensäure beim Erhitzen. Dieselbe wird gänzlich verjagt, und folglich wird alles Eisenoxyd niedergeschlagen.

Zu den vorhin genannten natürlichen Quellen müssen wir auch noch den Ferdinandsbrunnen bei Helmstädt zählen, welcher eine Auflösung von kohlensaurem Eisenoxydul im reinsten Zustande ist, desselben jedoch nur in einer geringeren Menge enthält, als die meisten anderen Brunnen, weil der Gehalt an Kohlensäure in diesem Wasser nur sehr gering ist.

Wenn man reines Eisen, z. B. Klavierdraht, in kohlenensäurehaltiges Wasser bringt, so rostet es darin sehr schnell und wird leicht aufgelöst, man hat dann künstliches Stahlwasser und kann sich des auf solche Weise erzeugten gleich dem natürlichen bedienen. Döbereiner, einer unserer berühmtesten Chemiker, giebt an, wie man sich sehr leicht ein sogenanntes

Stahlbad bereiten könne. Auf die Quantität Wasser, welche einem Orzhoft entspricht (also etwa auf 400 Pfund und etwas darüber), nimmt man 1½ Loth concentrirte Schwefelsäure, welche mit einer Auflösung von 2 Loth Eisenvitriol vermischt ist und wozu man nach dem Vermengen eine Auflösung von 4 Loth kohlensaurem Kali setzt. Das entstandene kohlensaure Eisenoxydul wird durch diejenige Kohlensäure aufgelöst erhalten, die in dem überschüssigen Kali vorhanden ist. Man sieht ein, daß, wenn man sich die Materialien pfundweise kauft, ein ganzes Duzend solcher Bäder hergestellt werden kann, mit dem Preise, welchen man an Ort und Stelle für eins bezahlt.

Phosphorsaures Eisenoxydul, welches durch Oxydation eines Theiles des Metalles in ein Eisenoxydorydul übergegangen ist, findet sich in der Natur unter dem Namen Blau eisenerde oder Eisenblau an verschiedenen Orten. Auf künstliche Weise stellt man dasselbe dar, indem man eine Auflösung von Eisenvitriol mit einer Lösung von phosphorsaurem Natron vermischt, es entsteht ein weißer Niederschlag, welcher basisches phosphorsaures Eisenoxydul ist. Es giebt ebenso ein phosphorsaures Eisenoxyd, sowie überhaupt diese beiden Oxydationsstufen mit den Säuren der verschiedenen Phosphorarten, welche man durch die Bezeichnungen a, b und c unterscheidet, Verbindungen eingehen.

Kieselbares Eisenoxydul und Oxyd. Beide Oxydationsstufen des Eisens bilden mit der Kieselsäure viele verschiedene Verbindungen, die sämtlichen Schlacken der Hochofen, der Frisch- und der Schmiedefeuer sind solche Verbindungen, zwar mit sehr vielen anderen Mineralien verunreinigt, aber doch wirklich neue Körper bildend. Es giebt auch ein vulkanisches Eisenglas, welches ähnliche Zusammensetzungen hat, in den Thonerzen macht das kieselbare Eisenoxydul einen Hauptbestandtheil aus, und mit kieselbarem Eisenoxyd gemischt, bildet es ein eigenes Mineral, den Hlsingerit, überdies tritt aber eine wie die andere Verbindung als Nebenbestandtheil von Gesteinen sehr häufig auf. Ein sehr interessante Spielerei, den sogenannten Eisenbaum, kann man sich verschaffen, wenn man einen Krystall von Eisenvitriol in Wasserglas, in Kieselweichigkeit legt. Es wächst von dem Krystalle ein baumartiges Erzeugniß aus, welches den Namen arbor martis führt. Die Flüssigkeit besteht aus kieselbarem Kali und kohlensaurem Kali, das Eisenvitriol verursacht eine leichte Entwicklung von Kohlensäure, wodurch ein Theil des aufgelösten Eisens niedergeschlagen wird. Dieser Niederschlag findet hauptsächlich da statt, wo die Kohlensäure entweicht, und da sehr bald den kleinen Bläschen die Bahn vorgezeichnet ist, so zeigt sich der Niederschlag röhrenförmig und in vielen Verzweigungen, indem der Niederschlag von der Basis aus immerfort

nachwächst. Bringt man diesen Eisenbaum an die Luft, so bedeckt derselbe sich bald mit einer höheren Oxidschicht.

Die Cyanverbindungen des Eisens sind, soweit sie von Interesse für uns sein konnten, schon bei Betrachtung des Cyans angeführt worden, doch müssen wir hier noch zur Vervollständigung das Folgende mittheilen.

Das Eisen bildet mit dem Cyan mehrere Verbindungen, welche sich besonders durch ihre vielfältige Zusammensetzung auszeichnen.

Wenn man eine Auflösung von Cyankalium in eine Lösung von irgend einem Eisenoxydsulfate gießt, so erhält man einen weißen Niederschlag, welcher ein Eisencyanür ist und welcher mit großer Energie einen Theil des Cyans zurückhält, wodurch er entstanden.

Das Eisencyanür verbindet sich mit einer großen Anzahl anderer metallischer Cyanverbindungen und bildet damit Doppelcyanüre, welche durch ihre Brauchbarkeit in den technischen Gewerben und durch ihre Nützlichkeit bei den chemischen Analysen von Wichtigkeit geworden sind. Das Eisen hat in diesen Verbindungen seine charakteristischen Eigenschaften verloren, es wird nicht mehr durch diejenigen Mittel niedergeschlagen, welche es aus anderen Salzen fällen, auch die Eigenschaften der Cyanüre in ihrem einfachen Zustande sind bei den Doppelcyanüren nicht mehr zu finden und man ist deshalb auf den Gedanken gekommen, dieselben nicht mehr als Doppelcyanüre zu betrachten, sondern als Verbindungen eines Metalles mit einem zusammengesetzten electronegativen Körper, welchem man den Namen Ferrocyan gegeben hat.

Eine der wichtigsten Verbindungen ist die unter dem Namen gelbes Blutlaugensalz bekannte. Man bereitet dasselbe, indem man thierische Kohle mit kohlensaurem Kali (Pottasche) zusammenschmilzt. Die thierische Kohle muß zu diesem Behuf eigends bereitet werden, man darf nicht Knochen anwenden, sondern man muß solche thierische Bestandtheile wählen, welche nur wenig Phosphorverbindungen enthalten, dahin gehört das Blut, die Haut, die Haare der Thiere, das Horn, die Hufe, Lederabfälle, besonders gern nimmt man alte Schuhsohlen.

Wenn man diese Materien im verschlossenen Raume stark genug erhitzt, so geben sie einen sehr stickstoffhaltigen, kohlenartigen Rückstand, welchen man mit einem gleichen Gewicht Pottasche in großen Flammenöfen schmilzt. Man beginnt diese Operation damit, daß man die Pottasche in Fluß bringt, dann aber die thierische Kohle zusetzt. Es findet eine sehr lebhafte Reaction und ein starkes Aufschäumen statt, man muß fortwährend mit eisernen Krücken in der Masse rühren und während dieser Thätigkeit erzeugt sich das Cyankalium und das Cyaneisen, welches letztere hergegeben ist durch

den flachen eisernen Kessel, welcher die Sohle des Ofens bildet und durch die Rührharle.

Wenn die Verbindung beendet ist, bringt man die neue Substanz zur Auflösung in siedendes Wasser. Man filtrirt die Auflösung und kocht sie zum Krystallisiren ein. Die Mutterlauge kann nochmals eingekocht werden und giebt neue Krystalle. Die der ersten wie der zweiten Verlockung sind jedoch keineswegs vollkommen rein und müssen deshalb in Wasser gelöst und von Neuem krystallisirt werden.

Seit einigen Jahren ist es gelungen, das gedachte Präparat auf einem direkteren und einfacheren Wege durch Benutzung des Stickstoffes der atmosphärischen Luft darzustellen. Wenn man bis dahin die Luft benutzte, so geschah es lediglich nur ihres Sauerstoffes wegen, jetzt aber ist man auch dahin gelangt, den Stickstoff zu benutzen und zwar hier vorzugsweise zur Darstellung einer Kohlenstickstoffverbindung, des Cyans nämlich, welches dann mit dem Eisen verbunden werden soll. In einen aufrecht stehenden Cylinder von der Art der Gasretorten bringt man Holzkohle, welche reichlich mit einer Auflösung von Pottasche getränkt worden ist. Die Gasretorte ist so eingerichtet, daß ein Gasstrom unten einströmen und oben entweichen kann, zugleich aber ist sie so eingerichtet, daß der untere Boden zum Theil geöffnet werden kann, um die Kohle, wenn sie die nöthige Reife erlangt hat, von hier aus dem Cylinder entfernen zu können, so wie dieses geschieht, in demselben Maße wird oben mit Pottasche getränkte Kohle nachgefüllt. Der erforderliche Stickstoff wird dadurch gewonnen, daß man die atmosphärische Luft durch einen Cylinder treibt, welcher mit Coaks im glühenden Zustande gefüllt ist. Die Coaks entziehen die atmosphärische Luft und was am Ende des Cylinders entweicht, ist nur noch Stickstoffgas, allerdings reichlich verunreinigt mit verschiedenen Kohlendgasen, allein dieses hat für den vorliegenden Fall nichts zu sagen, da die Kohlendgase ja wieder über Kohlen streichen und sich Kohlenverbindungen erzeugen sollen.

Die Kohle muß dem Stickstoffgasstrom mehr als 10 Stunden lang ausgesetzt bleiben. Es scheint übrigens beinahe, als sei es besser, Ammoniakgas über die Kohle zu leiten, zwar kostet die atmosphärische Luft nichts und das Ammoniakgas kostet etwas, es wäre jedoch sehr leicht möglich, daß die sehr lange Dauer der Operation, welche außerordentlich viel Brennmaterial fordert, beträchtlich mehr kostete, als das Ammoniakgas, durch welches die Verwandlung der kalihaltigen Kohle sehr viel schneller bewerkstelligt wird.

Man laugt nunmehr die cyanalkaliumhaltige Kohle mit Wasser aus, und setzt der Lösung feingepulverten Spatheisenstein oder auch nur Hammer-schlag zu. Man läßt die Lösung mit diesem Eisenpräparat längere Zeit

digeriren, und kocht späterhin die filtrirte Lösung zum Krystallisiren ein. Die Krystalle sind sehr rein, und arbeitet man mit großen Massen, so erhält man sie auch von beträchtliche Größe.

Dieses Salz, den Auflösungen von Metallsalzen zugesetzt, giebt Niederschläge, welche mitunter sich durch ihre schönen Farben auszeichnen und dazu dienen, die Metalle zu bestimmen, denen jene Salze angehören.

Bei den doppelten Zersetzen, welche die zusammengebrachten Lösungen erleiden, verwandelt sich das Eyankalium in ein Eyanür desjenigen Metalls, welches sich in der Auflösung befindet, und dieses neue Eyanür verbindet sich mit dem vorhandenen Eisencyanür. Wenn man z. B. Eisencyankalium $\text{FeCy} + 2\text{KaCy}$ in eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxydul CuO, SO_2 gießt, so erhält man einen Niederschlag von rothbrauner Farbe, welcher die Formel $\text{FeCy} + 2\text{CuCy}$ hat. Man sieht, die Oxyde sind verschwunden, und es sind nur Eyanmetalle übrig geblieben.

Eine Auflösung desselben Eisencyankaliums, zu einer Auflösung von schwefelsaurem Zink gebracht, giebt einen weißen Niederschlag, welcher die Formel $\text{FeCy} + 2\text{ZnCy}$ hat, auch hier ist der Sauerstoff des Metalles und der Sauerstoff der Schwefelsäure verschwunden, und auf gleiche Weise bekommt man mit den übrigen Metallsalzen Eyanüren von ganz gleicher Zusammensetzung.

Der Niederschlag, welchen man erhält, wenn man ein Bleisalz anwendet, hat zur Formel $\text{FeCy} + 2\text{PbCy}$. Wenn man diesen Niederschlag mit Schwefelwasserstoff behandelt, so bildet sich ein unlösliches Schwefelblei und eine saure Flüssigkeit, welche abgedampft weiße Krystalle giebt, diese Krystalle sind gebildet durch eine wahre Wasserstoffsäure, sie bestehen aus Eyan-eisen und Eyanwasserstoffsäure und werden auch Ferricyanwasserstoffsäure genannt. Merkwürdig ist, daß dieses recht eigentlich blausaure Salz weder den Geruch noch sonst eine Eigenschaft der Blausäure hat.

Wenn man einen Strom von Chlorgas durch eine Lösung von Eisencyankalium gehen läßt, und diese Flüssigkeit dann einkocht, so bildet sich ein grüner Niederschlag. Erhitzt man denselben mit Chlorwasserstoffsäure, so läßt er eine Quantität von Eisenoxyd zurück, und man hat eine Verbindung, welche dem magnetischen Eisenoxydul ähnlich zusammengesetzt ist.

Hält man in dem vorgedachten Experiment den Strom von Chlorgas zurück, in dem Augenblick, wo sich kein blauer Niederschlag mehr bildet, so kann man nach dem Abscheiden die klar gewordene Flüssigkeit durch Verdampfen zum Krystallisiren bringen, man erhält alsdann Krystalle von einem schönen Roth. Dies ist das rothe Blutlaugensalz, welches zur Formel $3\text{KaCy} + \text{Fe}_2\text{Cy}_3$ hat. Dasselbe ist bei Weitem weniger löslich, als das gelbe. Mit Bleisalzen vermischt, bildet sich ein Salz von der Formel

$3\text{PbCy} + \text{Fe}_2\text{Cy}_3$. Wenn man diesen Niederschlag mit Schwefelsäure behandelt, so bildet sich Schwefelblei und eine Combination von Hydrocyanssäure mit Eiseneisen $3\text{HCy} + \text{Fe}_2\text{Cy}_3$, welche man Eisenblausäure nennt. Sie giebt eine rothe Auflösung, welche abgedampft braungelbe Krystalle liefert.

Blei. Plumbum. Pb.

Man findet in der Natur eine große Menge von Erzen, welche Blei enthalten. Die Wichtigsten derselben sind der Bleiglanz, das Weißbleierz und einige andere Verbindungen von Selen, Kohlenstoff, Chlor, Phosphor und Chrom mit dem Blei, doch wird vorzugsweise nur das Schwefelblei, d. h. der Bleiglanz und das kohlensaure Bleioxyd, das Weißbleierz zur Gewinnung des Bleies benutzt. Der Bleiglanz findet sich am häufigsten auf Gängen, welche die ältesten Formationen und die Uebergangsgebirge durchsetzen, außerdem kommt er in den Uebergangsgebirgen und den untersten Schichten der Secundärformation mitunter in sehr großen Nestern vor, überdies aber zeigt er sich nicht selten eingesprengt in mehr oder minder ausgebildeten Krystallen im Sandstein älterer Formation, von dem man ihn auf die, am Anfange dieses Theils beschriebene Weise durch Pochen trennt.

Dieses Bleierz kommt in ungeheuren Massen vor, mächtige Stufen davon können sofort ohne alles Weitere zusammengeschmolzen werden und um dieses wo möglich mit allem gewonnenen Bleierz zu können, läßt man dasselbe stückweise die Revüle passiren. Durch die Arbeiter wird das Erz sortirt, in solches, welches nur der Schmelzung bedarf, und in solches, das gepocht werden muß, gepocht, d. h. zerleinert, um es möglich zu machen, daß alle die Stücke, welche nicht wirkliches Erz sind, entfernt werden.

Man muß, um alle diese Prozesse zu verfolgen, die ersten Bogen dieses Theiles nachschlagen, woselbst die mechanische Behandlung der Erze aneinandergesetzt ist, welche für alle Metalle in gleicher Weise gilt, und nur mehr oder minder sorgfältig ausgeführt wird, je nachdem das zu gewinnende Metall mehr oder minder kostbar ist.

Der Bleiglanz enthält nicht selten beträchtliche Mengen von Silber, welches man mit Vortheil ausziehen kann, ebenso befindet sich in dem

Bleiglantz häufig genug Kupfer enthalten, und es handelt sich also bei der Bearbeitung des Bleierzes vor allen Dingen eigentlich um die Frage, was man gewinnen wolle, das Blei oder das Silber, das Blei oder das Kupfer.

Die Gangarten, welche das Bleierz begleiten, sind meistens Quarz, kohlensaurer Kalk, Schwerspath, Flußspath und man muß bei der Anbringung der Erze zu Metallen sich so einrichten, daß die nöthigen Schmelzmittel vorhanden sind, um die Schlacke leichtflüssig zu machen, wozu man nicht selten Körper zusetzen muß, welche in dem Ganggestein nicht vorhanden sind.

Das metallurgische Verfahren, mittelst dessen man das Blei aus dem Bleiglantz zieht, ist ein zweifach verschiedenes. Entweder man schmilzt das Bleierz mit Eisen zusammen, welches dem Blei den Schwefel entzieht, oder man schmilzt das Erz mit Kohle zusammen, wodurch ein Theil desselben entschwefelt wird, und sich aus diesem und dem sich gleichzeitig bildende Oxid das Uebrige leicht reduciren läßt.

Fig. 1046.



Fig. 1047.



Die erstere ist die gewöhnlichere Gewinnung, sie wird die Niederschlagarbeit genannt und wird vorzüglich angewendet, wenn die Gangart des

Bleies stark kieselhaltig ist. Das Bleierz, das heißt der Bleiglanz, denn von diesem ist jetzt nur die Rede, wird, nachdem man das Ganggestein möglichst vollständig entfernt hat, mit Eisen zusammengeschmolzen. Da Eisen aber schon an sich ein fertiges Metall und nicht viel billiger zu haben ist, als Blei, so sucht man sich natürlich ein solches aus, was den allergeringsten Werth hat. Abfälle des allerschlechtesten Roheisens und der Hochofen, Schlacken derselben Ofen, Schlacken aus den Frischfeuern, welche, obgleich geschmolzenes Gestein, doch immer sehr reich an Eisen sind. Diese Materialien werden entweder mechanisch zerkleinert, zerstampft, oder sie werden geschmolzen und in Wasser gegossen, damit sie sich hierdurch zersplittern, zertheilen, die geschmolzene Masse wird granulirt. Der Sauerstoff der Schlacken wirkt hierbei oxydirend auf den Schwefel des Bleiglances und entführt denselben, indessen das Eisen mit einem anderen Theile des Schwefels zu Schwefel-eisen wird. Auch die anderen Prozeduren haben die Befreiung des Bleies vom Schwefel zur Folge.

In unserer Figur 1046 und 1047 sehen wir den Ofen, in welchem der Bleiglanz, mit der Eisenschlacke und mit Kohlen zusammengeschichtet, reducirt wird. Wir sehen hier unter B den Schacht eines solchen Reduktionsofens, welcher 21 bis 24 Fuß hoch ist, und in seinem oberen Theile aus fünf mit einander in Verbindung stehenden Dampfgängen, Giftgängen besteht. Der Herd dieses Ofens ist ganz unten bei C, und der Grundriß Fig. 1048 zeigt denselben mit CD, er wird beschickt durch die Oeffnung a, und das ausgeschmolzene Metall wird von dem Herde in den sogenannten Stichtiegel E abgelassen, sobald die Masse des geschmolzenen Metalles groß genug erscheint. Die in dem Grundriß angegebene dreieckige Oeffnung o zeigt uns die Düse für das Gebläse an, die vorhin bezeichnete Oeffnung a ist nicht hier, sondern in Figur 1046 zu suchen, gerade über der vermauerten Thür, sie liegt also beinahe an der weitesten Stelle von B, der umgekehrte Kegel A, welcher auf B ruht, ist schon als Rauchfang zu betrachten.

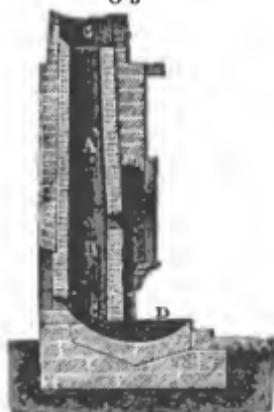
Die hier hineingehenden Dämpfe haben von G an, wo der Weg sich plötzlich erweitert, eine beträchtliche Strecke Weges zurückzulegen, bevor sie durch T hinaus ins Freie gelangen. Der Weg, den die Dämpfe zurücklegen, ist durch sechs Pfeile bezeichnet. In diesen Gängen setzt sich verdampftes Blei, setzt sich Erz, welches durch das Gebläse gewaltsam fortgetrieben wird, ab, erkaltet an den Wänden und kann von diesen durch

Fig. 1048.



die verschiedenen Thüren, welche man in der ersten Hälfte der Zeichnung sieht, abgetragen und aus dem Ofen geholt werden. Man pflegt diese Gänge für die abgetriebene heiße Luft in der Regel nur da anzulegen, wo das Erz so fein zertheilt ist, daß es in der Form von Schlich in den Ofen kommt. Wo das Erz so reich ist, daß man es in großen Klumpen zur Verarbeitung bringt, pflegt man dieses nicht zu thun; allein man hat Unrecht, diese Vorsicht zu unterlassen, denn nicht allein das fortgerissene Erz ist es, was sich dort niederschlägt, sondern wirklich verdampftes Blei, man sieht dies nicht bloß an dem jämmerlichen Aussehen der Arbeiter, welche durchweg an der Bleikolik leiden, erzeugt durch eingeathmete Bleidämpfe, sondern man sieht selbst in jenen schlechten hölzernen Baracken, welche die Herde zum Abtreiben des Bleies als Glätte umgeben, das Blei in feinen dünnen Schuppen die Wände bedecken, von denen man dasselbe mit dem Nagel des Fingers abtragen kann.

Fig. 1043.



In dem Ofen Figur 1049 wird das Bleierz mit der es schmelzenden Kohle in abwechselnden Schichten aufgegeben, und zwar so, daß die Erze immer in größerer Masse auf derjenigen Seite liegen, wo die Blasebälge ihre Düsen haben, die Oeffnung für diese Düsen heißt die Form, und die Seite, wo dieselbe liegt, wird davon die Formseite genannt, auf der entgegengesetzten Seite, wo sich in der Zeichnung D befindet und welche die Brustseite heißt, sind die Kohlen in größerer Menge aufgehäuft. Es bilden sich hierdurch keilförmige Schichten von Erz und Kohle, welche durchweg so gelagert werden, daß die dickere Seite des Keiles von Erz sich auf der Strecke befindet, wo die Blasebälge wirken, die dickere

Seite der Kohlschicht dagegen ihnen gegenübersteht. Diese Art der Lagerung hat zur Folge, daß die Erze vor der Form durch einen scharfen, kalten Luftstrom getroffen, gewissermaßen zu einer zweiten Form, zu einer hohlen Röhre zusammensinken, welche erst recht in der Mitte des Ofens aufhört. Hier wirkt nunmehr das Gebläse mit seiner vollsten Kraft, hier entsteht die größte Gluth und es werden mithin die Wände des Ofens nicht in dem Maße angegriffen, als ob die größte Hitze an der Formseite gefunden würde.

Die Sohle dieses Ofens besteht aus einer großen Höhlung von Schaalenform, sie bildet einen Kugelabschnitt. Während des Schmelzprozesses der Erze sinken die zusammengeschlossenen Substanzen zuerst unmittel-

bar nach C und von da nach D, welches außerhalb des Ofens liegt, und füllen so die ganze Schale an. Auf der Oberfläche befindet sich die Schlacke, welche entstanden ist aus nicht reducirtem Schwefelblei und anderen Schwefelmetallen, vorzugsweise aber aus dem Schwefeleisen, dessen Substrat, dessen Metall dazu gebient hat, um das Blei aus seiner Schwefelung zu befreien.

Diese Schlacke erstarrt zuerst, wird durch eiserne Haken und Haken eben abgenommen und wenn sich nach längerer Dauer und wiederholter Entfernung der Schlacke endlich der ganze Tiegel mit Blei gefüllt hat, so wird dieses durch das Zapfloch D der Fig. 1050 abgelassen. Diese Oeffnung in dem Tiegel steht durch einen Kanal mit der Form E in Verbindung, ist aber während des Schmelzprozesses durch einen Thonsöpfel geschlossen, welcher Behufs der Ableitung des geschmolzenen Bleies herausgezogen, aber dann auch wieder eingesetzt wird, damit sich von Neuem Blei ansammeln kann.

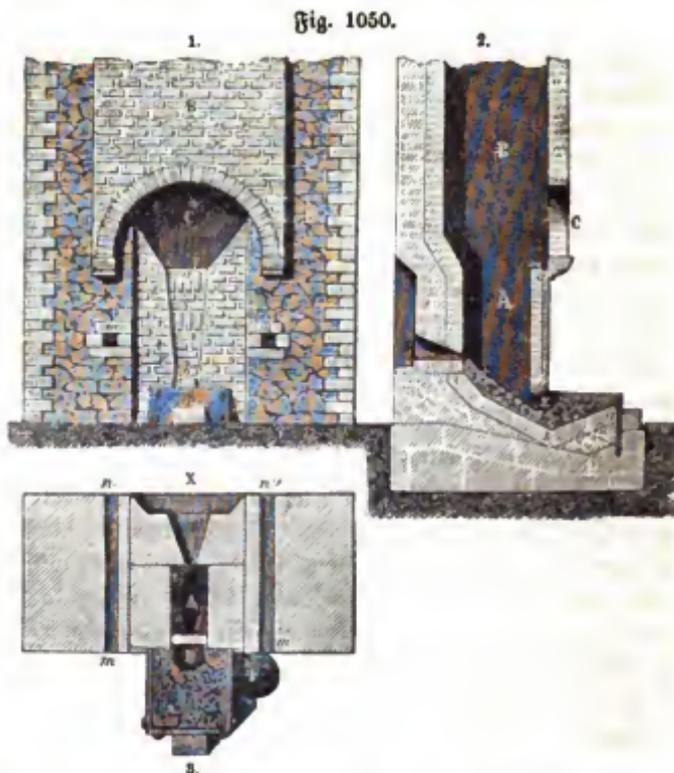
Man muß nur nicht glauben, daß die Schlacken so werthlos seien, als z. B. die Schlacken eines Eisenhochofens, sie enthalten nämlich eine sehr große Menge unreinen Bleies, im geschwefelten und sonst wie vererzten Zustande, so daß ihr reiner Bleigehalt bis auf ein volles Drittel der Masse steigt.

Diese Schlacken, welche man Stein nennt, bestehen hauptsächlich aus Schwefeleisen und Schwefelblei, wenn aber der Bleiglanz auch Kupfer enthielt, so befindet sich auch die Gesamtmasse desselben in diesem Stein und zwar gleichfalls als ein Schwefelmetall.

Der Stein, die Schlacke, wird zerkleinert, auf Haufen gebracht und geröstet. Hierbei oxydirt ein großer Theil des darin enthaltenen Schwefels zu schwefeliger Säure. Nunmehr nach der Röstung mengt man dieses zum Theil entschwefelte Erz von Neuem mit zerkleinertem schlechtem Eisen und beginnt den Schmelzprozeß von Neuem. Aber die Röstung geht nicht so schnell vor sich, als man glaubt, und sie muß sogar 3 bis 4 Mal wiederholt werden. Man häuft dazu die guten und schlechten Schlacken zerkleinert, auf das Brennmaterial und überläßt sie während 3 bis 4 Wochen der Röstung, dann zieht man die Haufen flach aus einander und sondert das geröstete Erz von dem noch nicht fertigen. Dieses letztere bringt man abermals auf einen Haufen Kohlen und beginnt die Röstung von Neuem und so geht es zum dritten, auch wohl zum vierten Male fort, bis die Gesamtmasse für genügend entschwefelt gehalten wird.

Hat die Schlacke die genügende Vorbereitung erhalten, so gelangt sie in einen Ofen von der Bauart, welche uns Fig. 1050 zeigt. Derselbe ist etwa 6 Fuß hoch und wird hier in drei verschiedenen Ansichten gezeigt. Figur 1 giebt die äußere Form von der Vorderseite, Figur 2 einen senk-

rechten Durchschnitt von der Form nach der Brustgegend, Figur 3 endlich zeigt einen Querschnitt in der Höhe der Gebläseöffnung.



Dieser Ofen hat nur eine Düse für zwei Blasebälge, man bedarf keiner starken Gebläse, denn man braucht keine so große Hitze. Am Boden des Ofens findet sich eine Höhlung A, welche sich bis vor die Brüstung nach E erstreckt, und durch einen Kanal mit einer zweiten cylindrischen Höhlung T in Verbindung steht, welche beträchtlich niedriger liegend dazu dient, das geschmolzene Blei aufzunehmen. Als Brennmaterial wendet man niemals unabgeschwefelte Steinkohle, sondern nur Coals an. Befindet man sich aber in sehr walddreichen Gegenden, so wird Holzkohle benutzt.

Durch die wiederholte Röstung der mehr oder minder werthvollen Schlacken ist, wie wir bereits wissen, ein großer Theil des Schwefels abgesehieden worden, statt seiner haben die befreiten Metalle sich nunmehr mit dem Sauerstoff verbunden, sie sind zu Oxyden geworden. Bei der Schmelzung in diesem neuen Ofen verbindet sich das Oxyd des Eisens mit den Silicaten der Schlacken und mit der Asche des Brennmaterials.

Es bildet sich auf diese Weise eine neue Schlacke, welche sehr leicht schmelzbar ist und ununterbrochen abläuft, oder wenn man keinen Kanal dazu hat, der ihr dieses von selbst verstatet, auf die nämliche Weise entfernt wird, wie die Eisenschlacke aus den Hochofen.

Das Schwefelblei, welches in diesem gerösteten Erze ist, wird durch das freigewordene Eisen entschwefelt. Auf diese Art bildet sich eine neue Quantität von metallischem Blei, und eine zweite Portion eben solchen Steines wie bei der ersten Operation, nur ist dieser Stein kupferreicher als der erste, vorausgesetzt, daß der Bleiglanz kupferhaltig war.

Wenn die Höhlung AE sich gefüllt hat, so wird sie nach der Höhlung F entleert und wenn der sogenannte Stein an der Oberfläche erstarrt ist, so wird er entfernt, herausgehoben, das unten befindliche Blei aber wird mit großen Kellen ausgeschöpft und in Formen gebracht.

Man hat nun abermals schlechte und auch wieder sehr metallreiche Schlacken und mit diesen verfährt man genau so, wie mit der zuerst erhaltenen, d. h. man röstet sie, verjagt so viel als möglich den Schwefel und sucht das Blei daraus zu ziehen.

Wie begreiflich, wird der Schlacke immer weniger und es würde des erneuerten Processes bald nicht mehr lohnen, allein da die Schmelzarbeit in dem großen Ofen immer fortbauert, so vermehren sich auch die Schlacken, so daß man auch nach einer dritten oder vierten Schmelzung immer noch Material genug gewinnt, um ferner damit zu operiren.

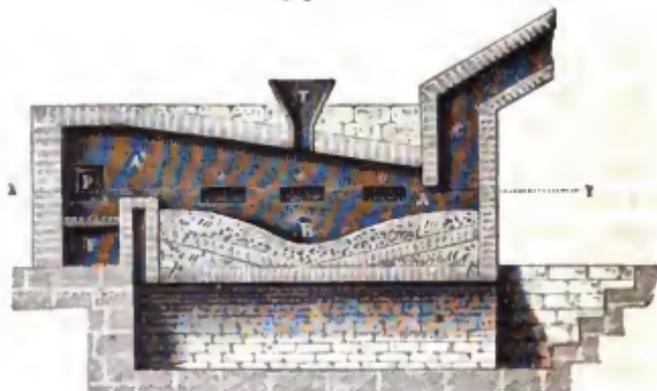
Man bekommt zwar noch immer Blei bei jeder neuen Schmelzung, allein immer weniger, als bei jeder vorhergehenden Operation, weil das Erz immer ärmer an Blei wird, allein dies häufige Wiederholen desselben Processes geschieht auch nur, wenn man weiß, daß das viel werthvollere Kupfer in dem Bleiglanz enthalten ist. Es ist desselben nämlich immer nur wenig darin. Die vielen hier beschriebenen auf einander folgenden Operationen haben außer der Bleigewinnung auch noch den Zweck, das Kupfer auf einen kleineren Raum zu bringen, bis es sich der Mühe lohnt, die bisher als Bleierz behandelte Schlacke nunmehr endlich als Kupfererz zu behandeln, denn das Kupfer, welches sich in dem ursprünglichen Mineral, in dem Bleiglanz befindet, hat eine viel größere Verwandtschaft zum Schwefel als zum Blei und geht daher immerfort von Neuem beim Zusammenschmelzen in die Schlacke über, so daß diese nach dem viermaligen Rösten und Ausschmelzen als ein sehr reiches Kupfererz behandelt und an die Kupferöfen abgegeben werden kann.

Die übrige Behandlung dieser Schlacke in dem vorher beschriebenen Ofen ist sehr einfach und bleibt unter allen Umständen dieselbe. Das Erz und die Kohle wird in abwechselnden Schichten durch die Oeffnung C

in den Ofen gebracht, von der Seite X her wirken die Blasebälge, der Herd selbst abc ist von Chamottsteinen erbaut, und ist noch mit einer Schicht unsmelzbaren Thones bedeckt. Das übrige Gemäuer und der ganze Ofen B ist von gewöhnlichen Ziegeln. Die Arbeit dauert so lange fort, als man genügende Material hat.

Die zweite Art der Bleigewinnung nennt man die Röstarbeit. Sie wird vorzugsweise bei denjenigen Erzen angewendet, welche weniger Quarz enthalten. Solche Erze findet man in Kärnten und Krain in Steiermark, ferner im Harz und auch in Frankreich und England wird auf ähnliche Weise mit ähnlichen Erzen gearbeitet, es ist hier immer noch von Bleiglanz die Rede, denn das Weißbleierz, das kohlensaure Bleierz wird durch einen einfachen Reduktionsprozeß erhalten, welchen zu beschreiben überflüssig ist.

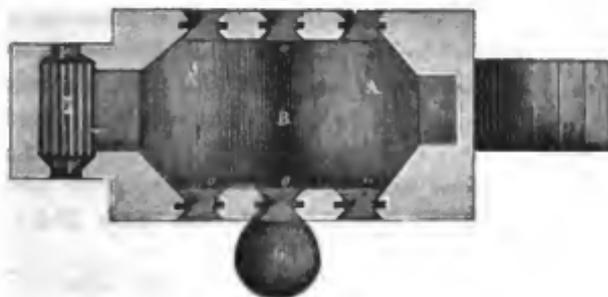
Fig. 1051.



Wir sehen in der unter der Figur 1051 gegebenen Zeichnung einen Flammenofen, welcher das gegen die Decke schlagende Feuer nach der Sohle zurückwirft. Derselbe ist 12 bis 15 Fuß lang, hat einen niedrigen, mit unsmelzbarem Thon beschlagenen Herd nn, welcher in der Mitte bei B stark ausgehöhlt ist. Hier befindet sich auch ein kleiner Kanal, welcher nach Außen zu dem Kessel G führt, worin man das Blei sammeln will. Ueber dem Ofen, in der Decke desselben, befindet sich ein Trichter T, durch welchen das Bleierz gut zerpocht und geschlemmt, in den Ofen geschüttet wird. Durch die 6 Thüren O, welche durch eiserne Schieber wohl verschließbar sind, wird das pulverige Bleierz ausgebreitet, auf dem Roste F brennt eine mächtige Steinkohlenmasse, deren Flamme durch einen sehr niedrigen Ofen ganz direkt auf das Bleierz wirkt, und dann durch die Oeffnung A nach dem Giftfang C strömt, welcher sich in verschiedenen Bindungen auf

und ab soweit erstreckt, daß man glaubt, alles mitgerissene Blei habe Zeit, sich niederzuschlagen. Das Feuer wird durch die beiden Thüren PP im lebhaften Gange erhalten, jedoch nicht weiter, als bis zur dunkelen Rothglühige des Erzes getrieben.

Fig. 1052.



Hierbei entwickelt sich eine große Menge schwefeliger Säure, es bildet sich ferner sehr viel Bleioxyd und durch die Oeffnungen O lehren die Arbeiter die glühende Masse fortwährend um, weil sie dem Bleierz stets neue Oberflächen bieten wollen.

Wenn diese Arbeit 3 bis 4 Stunden gedauert hat, so schließt man die sämmtlichen Thüren o, erneuert und erhöht nunmehr das Feuer und steigert seine Hitze bis zur Schmelzung der vorhandenen Materialien.

Das bisher unterhaltene Feuer war gewissermaßen eine Röstung, es hatten sich aus dem Schwefelblei verschiedene niedrigere Schwefelungsstufen, es hatte sich auch Eisenoxyd gebildet. Diese wirken nun in größerer Hitze gegenseitig aufeinander, wodurch sie zusammenschmelzen, das reducirte Blei die Höhlung B der Sohle ausfüllen, das Uebrige als eine sehr leicht schmelzbare Schlacke darüber stehet.

Aus der Oeffnung, welche dazu bestimmt ist, läßt man das in Fluß gerathene nach dem eisernen Kessel G fließen, aus welchem man dann die obenauffchwimmende Schlacke entfernt und hierauf das Blei anschöpft, um es in Formen zu bringen.

Sobald dieses geschehen, öffnet man die Seitenthüren o von Neuem, verringert das Feuer auf dem Roste F und rührt in den übrig gebliebenen Erzen so lange, bis eine neue Schmelzung möglich wird. In einigen Schmelzhütten wirft man von Zeit zu Zeit geringe Mengen von Kalk auf das ausgebreitete Erz und rührt es damit durch einander. Dieses hat zum Zweck, die Schmelzbarkeit der Schlacken zu vermindern; in anderen Hütten bringt man von Zeit zu Zeit gepulverte Holzkohle auf das Erz,

welches zum Zweck hat, die Schwefel- und Sauerstoffverbindungen des Bleies zu zerlegen, zu reduciren.

Gegen das Ende der Operation, wenn der größte Theil des Bleies bereits abgelaufen ist, bleiben auf der Sohle des Ofens poröse Schlacken, welche stark mit metallischem Blei getränkt sind. Man giebt noch einmal eine starke Hitze, wodurch ein großer Theil des Bleies ausgeschmolzen wird, worauf man den Ofen langsam erkalten läßt. Die Schlacken und Steine, welche man erhält, werden in den englischen Schmelzereien wieder zu neuen Portionen zerkleinerten Erzes gebracht, wodurch sie immer wieder in den Kreis des Schmelz- und Röstprozesses kommen und sich so nach und nach theilweise erschöpfen, anderen Theils aber verbrannt werden. Auf deutschen und auch auf französischen Schmelzereien thut man dieses nicht, sondern man schmilzt die Schlacke für sich nieder, in dem Seite 284 beschriebenen Ofen.

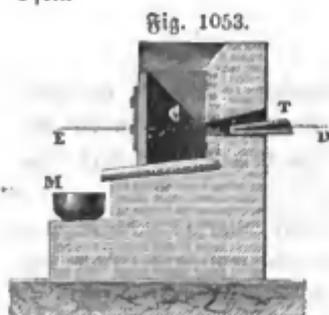


Fig. 1053.

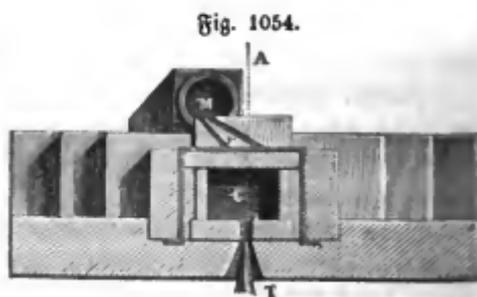


Fig. 1054.

Geschieht keines von Beiden, so röstet man diese brauchbaren Abgänge im Freien auf großen Haufen und bringt sie dann in einen sogenannten schottischen Ofen zum Schmelzen. Derselbe befindet sich in Figur 1053 im Durchschnitt und in Figur 1054 im Grundriß gegeben. Derselbe ist nur klein, enthält in dem Raume C das Erz und das Brennmaterial, zeigt uns in T die Düse des Gebläses und in M den eisernen flachen Kessel zur Aufnahme des Bleies.

Die Wechselwirkung zwischen den verschiedenen Schwefelungsstufen und dem Oxide des Bleies findet beim Niederschmelzen dieser Erzschlacken statt. Die sich dabei bildenden schwammigen Schlacken, welche zum Theile mit ausfließen, werden, sobald sie sich abgekühlt haben, wieder zurückgebracht in den Ofen, um ihren Bleigehalt bei fernerm Schmelzen abzugeben.

Das Blei, welches auf eine oder die andere der hier beschriebenen Methoden erhalten worden ist, heißt Werkblei und es ist schlechter, als anderes Blei, denn es enthält die sämmtlichen Unreinigkeiten, welche ihm an gebiegenen Metallen im Erze schon beigemischt waren, aber es ist zu

gleicher Zeit viel werthvoller, als das reine Blei, denn es enthält unter den anderen Metallen auch alles Silber, ohne welches der Bleiglanz niemals erscheint.

Antimon, Zink, Kupfer, Arsen würde man nicht auffuchen, aber das Silber ist von Bedeutung, dieses will man gewinnen und so geschieht zu gleicher Zeit eine Ausscheidung der anderen Metalle, aber das Blei selbst hört auf ein Metall zu sein, es wird als Drey von dem schmelzenden Blei abgenommen. Diese Arbeit nennt man die Treibarbeit, und sie wird in einem eigenen Ofen, den sogenannten Treibherd, vorgenommen.

Die nebenstehende Figur zeigt den senkrechten Durchschnitt eines solchen Ofens, wie derselbe zu Klauenthal am Harz im Gebrauch ist, und wie er sich nicht nur über ganz Deutschland, so weit als es Bleibergwerke giebt, verbreitet hat, sondern wie er auch in Frankreich und in anderen Ländern üblich ist, bergestalt, daß Regnault in seinem schätzbaren Werke nichts Besseres zu thun weiß, als diesen Harzer Ofen mit Angabe der Quelle zu geben, eine Ehre, für welche sich die Deutschen wohl bedanken dürfen.

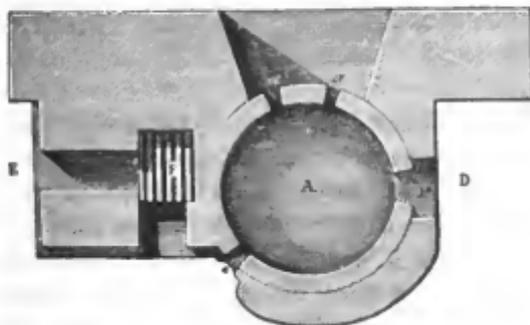
Wir geben hier gleichzeitig mit der oberen Zeichnung einen Querschnitt, wodurch der Bau des Ofens und damit der Gang der Operation leichter verständlich wird.

Der Treibherd ist ein Flammenofen, er ist ganz kreisförmig, hat aber seinen Feuerherd F auf der Seite, indeß der Treibherd A durch ein Gemäuer, durch eine Feuerwand von dem Feuerherde abgetrennt ist. Der Treibherd ist flach schüsselförmig von feuerfesten Ziegeln gebaut und ist darüber mit einer Schicht Mergel m m bedeckt. Unter dieser und der Maueranschicht i ruht gewöhnlich

Fig. 1055.



Fig. 1056.



als Basis eine Schlackenschicht. Man wendet so verschiedene Materien an, weil man glaubt, daß sie so die Wärme weniger gut ableiten. Bei *a* sind die Düsen angebracht, durch welche der Wind einströmen soll, der Durchschnitt welchen uns der Grundriß giebt und welcher genau in der Höhe von *XP* liegt, zeigt diese Düsen sowohl als den erweiterten Raum in der Umfangsmauer, in welcher die Mündungen der Blasebälge liegen.

Der Ofen hat 5 Oeffnungen, deren zwei für die Blasebälge bestimmt ist, deren dritte *P* dazu dient, um das Werkblei einzutragen, deren vierte erforderlich ist, um das Feuer von dem Roste über die Mauer hinweg auf das Blei schlagen zu lassen, in dessen die fünfte endlich, mit *o* bezeichnet, dazu dient, um die erzeugte Bleiglätte aus dem Ofen zu entfernen.

Fig. 1057.



In Figur 1057 erblicken wir den ganzen Treibherd von Außen, wir sehen das runde Gemäuer *A* zu einer Fläche ausgehen, über der sich noch ein Absatz *BB'* erhebt, worauf endlich ein eiserner Deckel *C* ruht, welchen wir schon in Figur 1055 im Durchschnitt gesehen haben. Dieser Deckel von starkem Eisensturzblech getrieben, durch tüchtige Rippen verstärkt und innen mit Thon ausgestrichen, hängt mittelst eiserner Ketten an dem Arme *G* eines Krahnes *G'*, durch den er gehoben und auf die Seite gebracht werden kann.

Der Beginn der Operation ist das Einschmelzen des Werkbleies. Durch die Oeffnungen *EF* wird das Feuer stark geschürt und das Blei in Fluß gebracht. Es bildet sich zu oberst eine zähe dicke Haut, aus einem

schwer schmelzbaren Metallgemisch von Schwefelblei, Antimon und anderem Metall. Wenn das Blei ganz geschmolzen ist, und dieses Metallgemisch sich, als viel leichter wie das Blei, an der Oberfläche gesammelt hat, so wird es abgestrichen, es wird mit eisernen Krücken von der Oberfläche des Bleies entfernt und heißt nunmehr der erste Abstrich. Sobald es bis dahin gekommen ist, läßt man die Gebläse in Wirkung treten. Die Düsen der Blasebälge haben eine solche Stellung, daß sie den Luftstrom mit Nachdruck auf die Oberfläche des geschmolzenen Bleies leiten, hierdurch wird dasselbe oxydirt, da aber mit dem ersten Abstrich noch bei Weitem nicht alle fremden Metalle verbrannt sind, so hat dieses Oxyd eine ganz andere Farbe als das Bleioxyd haben würde, wenn es rein wäre. Es ist zwar hier viel Bleioxyd vorhanden, aber dasselbe ist mit Kupferoxyd verunreinigt und hat daher eine dunkle Farbe.

Auch diese Oxydschicht wird entfernt, und man muß dies wiederholen, so lange die Oxydschicht noch nicht hellgelbroth aussieht, was dem Bleioxyde eigen ist.

Das so entfernte heißt der zweite Abstrich und in der Schaafe des Triebherdes bleibt nunmehr noch zurück das bis dahin noch nicht oxydirte Blei und das nicht oxydirbare Silber.

Die Operation wird von jetzt ab ununterbrochen fortgesetzt, während von F aus ein breiter Flammenstrom über die Fläche des Bleies schlägt und dasselbe in glühendem Zustande hält, strömt ebenso mächtig von der Seite her die oxydirende Luft zu. Immerfort wird das gebildete Oxyd, die sogenannte Bleiglätte durch das Seitenloch o entfernt, um dem Luftstrom stets eine metallische blanke Oberfläche darzubieten und aus derselben Ursache wird immerfort wieder Oxyd erzeugt, welches stets wieder fortgeholt wird.

Nach und nach vermindert sich die Masse des Bleies immer mehr und die Haut von Oxyd, welche die Oberfläche bedeckt, wird immer dünner, zuletzt besteht die Metallmasse (indem beinahe alles Blei oxydirt ist) nur noch aus Silber mit einem sehr geringen Antheil von Blei, welcher auf diesem Wege nicht mehr wohl zu entfernen ist. Die Oxydhaut, welche sich noch bildet, (allerdings immer noch Bleioxyd, da das Silber durch bloße Erhitzung ohne andere chemische Hülfsmittel nicht mit Sauerstoff verbunden werden kann) ist jetzt so fein, daß sie das darunter liegende Metall durchschimmern läßt und daß sie vermöge ihrer Dünne Regenbogenfarben spielt, gleich den Seifblasen, nur in viel größerer Pracht, denn die Fläche ist sehr viel größer und es liegt ein blanker Spiegel darunter.

Im gewöhnlichen Leben wird diese Erscheinung der Silberblech ge-

nannt, dieser Ausdruck kann aber nur von des Vorgangs Unkundigen gebraucht werden, denn es ist nicht das Silber, sondern es ist die letzte Spur des Bleioxydes, wodurch diese Erscheinung hervorgebracht wird. Erst späterhin, wenn sich die Erscheinung nicht mehr zeigt, wenn die Farben hinweggenommen worden sind und sich nicht mehr erzeugen, und das Silber glänzend herauschaut, sagt der Hüttenmeister: „das Silber blickt.“ So ist demnach die prächtige Farbeerscheinung, von welcher die Leute, welche sie niemals gesehen haben, so sehr zu phantasiren lieben, keineswegs der Silberblick, sondern es ist dies erst die nachfolgende ziemlich reizlose Erscheinung.

Was bis dahin geschehen, läßt sich einfach auf die Oxydation des Bleies zurückführen. Man hat Blei in Fluß gebracht, man hat sauerstoffreiche Luft auf dieses flüssige Blei strömen lassen, es ist dadurch eine Verbindung entstanden zwischen dem Blei und dem Sauerstoff, und diese Oxydationsstufe wird in der Bergmannssprache Glätte genannt. Es läßt sich nichts dagegen einwenden, wenn man dieselbe auch als Bleiglätte bezeichnet. Sonderbar aber muß es erscheinen, wenn man sie Silberglätte nennen hört, es kommt dieser Mißbrauch höchst wahrscheinlich davon her, daß es Silber ist, was nach dem gänzlichen Abtreiben der Bleiglätte zurückbleibt; allein dieses zurückgebliebene Silber ist durchaus nicht der Entstehungsgrund der Glätte, sondern das Silber ist dasjenige Metall, welches im Blei enthalten war, und welches, da es ein edles Metall ist, nicht in ein Oxyd verwandelt werden konnte durch einfache Erhitzung unter Zutritt von Sauerstoff, welches wohl bei unedlen, aber keineswegs bei edlen Metallen zur Oxydation genügt. Edle Metalle können aus ihrem Oxydationszustande durch bloße Erhitzung zurückgeführt werden in den metallischen Zustand, was bei unedlen Metallen nicht möglich ist (bei ihnen bedarf es immer eines Reduktionsmittels), unedle Metalle aber können zwar durch bloße Erhitzung oxydirt, aber keineswegs reducirt werden.

Während dieser Operation wird das Blei, welches Anfangs nur wenig silberhaltig war, immer reicher, es ist daher nicht zu vermeiden, daß bei dieser Operation sehr viel Silber verloren geht, daß man, nach dem Silberblick das edle Metall aus der Schüssel hebend, nicht soviel davon erhält, als man nach der vorher angegebenen Probe erhalten sollte. Die Leute sagen, es sei viel Silber zu Bleiglätte geworden. Dies ist wieder ein falscher Ausdruck. Das Silber wird niemals zu Blei oder Bleioxyd werden, wohl läßt sich aber nicht vermeiden, daß bei dem Abtreiben des Bleies immer kleine Quantitäten des Metalls im nicht oxydirten, im metallischen Zustande mitgefaßt und durch die Glättgasse gezogen werden. Dieses geschieht vom Anfang der Operation bis zum Ende. Zu Anfang hat das

nichts zu sagen, denn was verkauft wird, hat ziemlich gleichen Werth, ob es etwas mehr oder ob es etwas weniger Blei im nicht oxybirten Zustande enthalte, gegen das Ende der Operation aber verhält sich dieses sehr anders. Von dem mitgeschöpften nicht oxybirten Metalle hat ein einziges Loth viermal so viel Werth, als ein ganzes Pfund der dargestellten Glätte. Deshalb wird dieser Antheil auch niemals, oder im äußersten Falle nur bei sehr liberlich bewirthschafteten, etwa unter Administration stehenden Bergwerken als Glätte verkauft, sondern diese letztere Portion wird auf der Hütte zurückbehalten, wird reducirt und dieses sehr silberhaltige Blei wird bei der nächsten Operation wieder benutzt, und mit dem Blei zusammen auf den Treibherd gebracht, um daselbst demjenigen Prozeß unterworfen zu werden, welchen wir soeben beschrieben haben.

Hat man nun die Absicht, vollkommen reines Blei darzustellen, so wird dieses aus der Glätte reducirt. Man vermischt dieselbe mit Kohle, bringt diese Mischung in einen niederen Schachtofen und schmilzt dieselbe unter Zutritt einer reichlichen Menge Luft nieder. Die Bleiglätte wird reducirt, die Kohle ist das Reduktionsmittel, in der Glühhitze verbindet sich die Kohle mit dem Sauerstoff des Bleioxydes, und das Blei desselben Oxydes geht in den unteren Theil des Ofens hinab, es ist dies das sogenannte Frischblei.

Nach einer französischen Berechnung über eine Operation zu Clausthal geben 160 Centner Werkblei 15 Centner Abstrich, 118 Centner Bleiglätte, 6 Centner reiche Bleiglätte, aus welcher Silber gewonnen wird, 56 Mark Silber und 24 Centner Trümmer des Herdes, welche mit Blei getränkt sind. Wir haben diese Rechnung nur aufgeführt, um bemerklieh zu machen, bis zu welchem Grade die Franzosen sich der deutschen Ausdrücke bedienen, da sie selbst keine haben für die ihnen an sich fremde Sache. Was der Bergmann in Clausthal Werkblei nennt, das nennt der Franzose „plomb d'oeuvre“ und was der Bergmann daselbst Abstrich nennt, bezeichnet der Franzose mit dem Worte „des abstrichs.“ In solcher Weise geht es durch die ganze Mineralogie, das gesammte Bergbauwesen und durch einen großen Theil der neueren Chemie.

Der Abstrich und die zuletzt gewonnene unreine Glätte wird entweder für sich zusammengeschmolzen und giebt dann das sogenannte Hartblei, welches nur eine Art der Verwendung hat, die nämlich zu Buchdruckerlettern, in welchem Falle es mit noch mehr Antimonium versetzt wird, als es bereits hat, wodurch es widerstandsfähig wird, von dem Druck der Presse nicht leidet, und dasjenige Metall giebt, welches man Schriftmetall nennt, oder man bringt eben diesen Abstrich zu den Bleierzen, um mit denselben zusammen abermals verschmolzen und in Bleiglätte verwandelt

zu werden. Die reine Glätte ist entweder ein Handelsartikel oder sie wird, wie bereits bemerkt, zu Frischblei umgeschmolzen. In den Herd zieht während des Abtreibens eine nicht unbedeutende Menge der Glätte ein, derselbe wird daher nach vollendeter Operation ausgebrochen, zu den Bleierzen gethan und mit diesen auf Werkblei verschmolzen.

Der Gehalt an Silber, den das Blei zwar immer hat, ist doch so sehr verschieden, so daß es in vielen Fällen der Ausbringung gar nicht lohnt, d. h. der Verarbeitung auf Silber. Es giebt aber ein Mittel, eben dieses arme Blei reicher zu machen, man drängt nämlich den Silbergehalt auf eine geringere Masse des Bleies zusammen, und hierzu bietet die Krystallisation hülfreiche Hand. So wie es verschiedene Salze giebt, welche mit einander gemengt, in derselben Lösung vorhanden, lediglich dadurch von einander getrennt werden können, daß sie früher oder später krystallisiren, so auch mit dem Blei und dem darin enthaltenen Silber. Man schmilzt das an sich arme Werkblei in großen Massen und läßt dasselbe in eiserne Kessel fließen, welche, an sich sehr erhitzt, in einem angewärmten Ofen stehen, der zwar ziemlich heiß ist, doch immer eine niedrigere Temperatur hat, als nothig wäre, um das geschmolzene Blei im flüssigen Zustande zu erhalten. Auf diese Weise kühlt sich das Blei sehr langsam ab, und dabei beginnt es zu krystallisiren. Der Aufseher, welcher bei dieser Arbeit beschäftigt ist, nimmt nun aus dem Kessel die Bleikrystalle heraus mittelst eines großen, weitläufig durchlöcherten Schöpflöffels.

Er wird vielleicht ein Drittel des im Kessel enthaltenen Bleies im krystallischen Zustande entfernen können, nunmehr steigert er aber die Hitze und bringt das im Kessel enthaltene Blei nochmals vollständig in Fluß. Bei erneuertem langsamem Erkalten gelingt es wohl, das zweite Drittel des Bleies im silberfreien Zustande zu entfernen und das Silber, welches früher über die ganze Masse vertheilt war, ist jetzt zusammengedrängt auf ein Drittheil. Das heißt, waren z. B. im Centner Werkblei 2 Loth Silber enthalten, hatte man also in 15 Centnern des Bleies 1 Pfund, so wird man jetzt dieses Pfund Silber vereinigt finden in den jetzt zurückgebliebenen 5 Centnern, und das Blei, welches früher zweilöthig war, ist durch diese Operation sechslöthig geworden und lohnt jetzt wohl sehr der Mühe des Abtreibens.



Verwendung des Bleies.

Nur wenige Metalle haben eine so beschränkte Verwendung als dieses, und seitdem man mit den Tücken desselben bekannt geworden ist, hat sich die Verwendung in vielen Zweigen nicht nur verringert, sondern sie ist gänzlich aufgehoben worden, und wenn nicht glücklicher Weise die Schriftsteller dem alten verarmten Metalle unter die Arme griffen, indem sie veranlassen, daß es eine reichliche Verwendung in den Buchdruckerlettern findet, so würde es bald ein sehr werthloses Metall, und seine Verwendung auf das Todtschießen von Menschen und anderen wilden Thieren reducirt sein.

Früher bediente man sich des Bleies in Platten zum Dachdecken, aus dieser Benützung ist dasselbe durch das Zink verdrängt worden, die Bleiplatten werden jetzt beinahe nur noch gebraucht, um die Wände der großen Kammern in den Schwefelsäurefabriken zu bekleiden.

Sonstmalß walzte man das Blei in sehr dünne Platten und packte da hinein den Schnupftabak und den Rauchtabak. Die Mode hat den letzteren beinahe ganz verbannt, man sieht nur noch wenige „alte Philister“ ihr Pfeifchen rauchen und dann muß es Barinas, Portorico, Stangen-canaster sein, welche mit der Einpackung in Blei nichts zu schaffen haben.

Den Schnupftabak betreffend, für welchen man noch kein Surrogat erfunden hat, wie z. B. die Cigarren für den Rauchtabak, oder Runkelrüben für den Kaffee, so wird derselbe auch nicht mehr in Blei verpackt, weil die dem Tabak beigegebenen Säuren das Blei zerfressen und dasselbe alsdann sehr schädlich auf die Gesundheit wirkt.

In früheren Zeiten sah man in dem Hause jedes Glasers einen sogenannten Bleizug stehen, eine Maschinerie, durch welche das Fensterblei mit einem oder zwei Falzen geformt wurde, denn fast alle Häuser hatten ihre Glasfenster in Blei gefaßt, es gab nicht hölzerne Sprossen, sondern bleierne, die Scheiben waren auch klein, und wären etwa die Fensterflügel groß gewesen, so stützte man die schwankende Masse aus kleinen runden und dreieckigen Scheiben durch querlaufende eiserne Stäbe, welche an mehreren Stellen mit der Bleifassung zusammengelötet und an den hölzernen Rahmen angeschraubt waren. Jetzt hat sich diese Art der Fensterfassung bis auf die bunt gemalten Kirchenfenster und auf die Ladenschilder der Glaser zurückgezogen, denn selbst die schlechteste Dachlücke des kleinsten städtischen Hauses würde sich zu einer Realinjurien-Klage berechtigt halten, wenn man ihr zumuthen wollte, mit einem in Blei gefaßten Fenster sich schließen zu lassen.

Die bleiernen Röhren, welche man sonst zu Wasserleitungen ver-

wendete, haben auch thönerne oder eiserne Röhren weichen müssen, und würde der Zinngießer das Blei nicht mit einer seltenen Menschenliebe und Aufopferung in Schutz nehmen, und es in Löffeln, Bechern, Schüsseln u. unter dem Namen von englischem Zinn verkaufen, so könnte man wirklich um sein ferneres Fortkommen besorgt sein. Glücklicher Weise aber giebt es doch kriegerische Fürsten, welche dasselbe zu vielen Tausend Kilogrammen kaufen, und es giebt auch noch eine Menge Jäger, die Posten und Schrot brauchen, so daß immer noch einige Aussicht für das arme zurückgesetzte Blei vorhanden ist.

Die Bereitung des Schrotes bildet einen eigenen Fabrikzweig. Jeder fallende flüssige Körper rundet sich, wenn er Zeit hat, d. h. wenn der Fallraum, der ihm gegeben worden, groß genug ist, zu einem kugelförmigen Tropfen ab. Es ist so mit Wasser und Del, wie mit Blei und Gold, wenn sie im flüssigen Zustande sind. Das Schrot zu gießen, wie man die Kugeln gießt in Formen, würde eine Unmöglichkeit sein, bei feinem Schrot wäre es absolut unthunlich, bei grobem, wie z. B. bei dem Hasenschrot, würde es die Kosten doch so vermehren, daß es aufhörte, eine verkäufliche Waare zu sein, es bleibt also nichts weiter übrig, als sich an die Naturgesetze zu wenden und diese zu Hülfe zu nehmen.

Der fallende Bleitropfen rundet sich ab und kann im Wasser aufgefangen werden, wodurch zweierlei bezweckt wird, erstens wird sein Fall verzögert, der Tropfen schlägt mithin nicht auf einen harten Gegenstand, wird nicht platt gedrückt, zweitens aber wird der heiße Tropfen rasch genug abgekühlt.

Damit indessen der fallende Tropfen Zeit habe, sich zu runden, macht man die Fallhöhe groß, man erbaut entweder einen mehr als 100 Fuß hohen Schacht über die Erdoberfläche hinaus, oder man gräbt einen eben so tiefen Schacht in dieselbe hinein. Es fragt sich, ob zu dem letzteren das Terrain günstig, das heißt, bergig genug ist, und es fragt sich, welche von beiden Bauarten die wohlfeilere ist.

Der Schacht über der Erde hat allerdings die Form eines Thurmes, hat aber gar keinen anderen Zweck, als einen hinlänglich tiefen, brunnenartig gestalteten Fallraum herzugeben für die Tropfen des geschmolzenen Bleies.

Oben auf diesem Thurme oder an der Erde über der Mündung des Schachtes befindet sich ein kleiner Raum, genügend, einen eisernen Ofen, einen eisernen Durchschlag und ein Paar Arbeiter zu fassen. Das Blei wird mit einem geringen Quantum Arsenmetall zusammengeschmolzen. Durchschnittlich nimmt man $\frac{1}{4}$ Prozent, d. h. auf 200 Pfund Blei 1 Pfund Arsen. Ist das Blei sehr rein, so nimmt man zur selben Quantität Blei

bis auf 1½ Pfund, ist es dagegen sogenanntes Hartblei, so bedarf man dessen weniger. Der Zweck dieses Zusatzes ist, dem Schrot, das heißt den Bleitropfen, eine reinere Form, eine schönere Rundung zu geben.

Das Blei, wenn es mit Arsen versetzt ist, bleibt länger flüssig als reines Blei, es hat also während seines Falles durch 100 oder mehr Fuß genügend Zeit, sich recht schön abzurunden, bevor es in das Wasser fällt. Das reine Blei erstarrt schon auf dem halben Wege und hat also so viel Zeit nicht. Der Arsen hat aber noch einen anderen Zweck, welchen wenig Leute, selbst die Jäger nicht, kennen, er macht den Schuß schneller tödtlich. Das Thier, welches mit arsenhaltigem Schrot geschossen worden, verendet sehr schnell und es verbreiten sich um die Schußwunden her dunkle Flecke. Der Jäger nennt dieses Brand und schreibt ihn seinem Gewehr zu, er sagt, das Gewehr habe einen guten Brand, oder es habe zu viel oder zu wenig Brand. Im letzteren Falle beginnt er allerlei närrisches Zeug, um seinem Gewehre Brand zu verschaffen. Er glaubt allerdings, daß die Wirkung von etwas Giftigem herrühre, denkt aber, dieses Gift müsse im Lauf des Gewehres liegen, und nun giebt er sich Mühe, diesen Gewehrlauf zu vergiften. Er giebt eine Auflösung von Quecksilbersublimat oder von einer anderen tödtlichen Substanz hinein, und denkt, nun werde sein Gewehr einen genügenden Brand haben, er vergift aber, daß er selbst beim ersten Fügen alles das herausholt, was er Behufs der schnelleren Tödtung hineingebracht hat. Der Grund, warum sein Gewehr nicht tödtet, ist nicht im Geschäß, sondern im Geschos zu suchen, er hat Schrot aus einer Fabrik, welche zu wenig Arsen zu ihrem Blei nimmt. Er wird versetzt an einen anderen Ort, oder er kauft sein Blei von einem Kaufmann, der dasselbe aus einer anderen Fabrik bezieht, und siehe da, jetzt tödtet sein Gewehr, jetzt hat es Brand, und da er sich die richtige Ursache nicht anzugeben weiß, so liegt nichts näher als Hexerei, er war behext oder sein Gewehr war behext.

Das geschmolzene Blei soll durch einen Durchschlag gegossen werden, welcher von unverzinnem Eisenblech gemacht ist. Mit diesem Durchschlag schöpft man das geschmolzene Blei. Da dieses aber den Danaiden mit Wasser nicht gelang, so wird es uns wohl mit Blei auch nicht gelingen, aber Blei zu fassen, ist auch gar nicht der Zweck, man will nur den Durchschlag stark erhitzen und durch das Schöpfen die Dyrhant des Bleies aufnehmen. Diese Haut bleibt auf der inneren Fläche des Durchschlages und bildet eine Art Filtrum. Der Durchschlag wird nunmehr an seinem Ort auf einem Dreifuß genau über der Mitte des Thurmes befestigt und dann wieh Kelle um Kelle von dem geschmolzenen Blei hineingeworfen. Dasselbe läuft in langen dünnen Fäden aus dem Durchschlag heraus, trennt sich

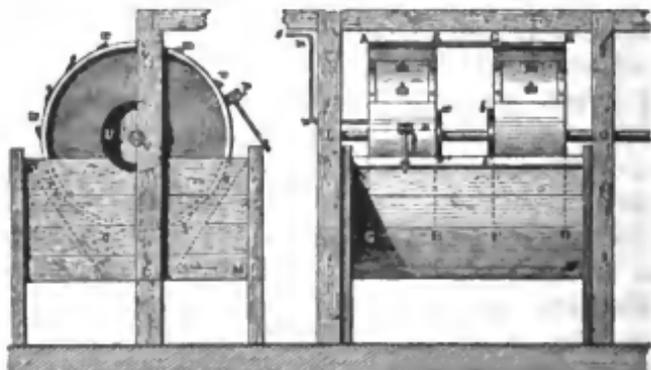
dabei in Tropfen, diese runden sich während des mehrere Sekunden lang dauernden Falles zu vollkommenen Kugeln ab, erstarren und fallen nunmehr auch sogleich in das große Gefäß, welches den Boden des Thurmes oder Schachtes erfüllt, und worin 1 Fuß hoch Wasser steht.

Zwar ist für jede Größe des Schrotes ein eigener Durchschlag bestimmt, allein die Tropfen, welche durchgehen, sind durchaus nicht gleich groß, sie müssen also sortirt werden und dieses geschieht durch Drahtneze oder Siebe, mit Maschen von ganz bestimmten Größen.

Nunmehr kommt es noch auf die Rundung an. Die Tropfenbildung hat zwar schon viel dazu gethan, keinesweges aber ist die gewünschte Vollständigkeit erreicht worden, und darum sortirt man, so wie vorher nach ihrer Größe, so jetzt nach ihrer Rundung die Kugelchen. Man legt dieselben auf eine ganz ebene geschliffene Marmor- oder sonstige Steintafel, welche ganz glatt und ein ganz klein wenig geneigt ist. Das Schrot wird an der höheren Stelle auf die Tafeln gelegt und flach ausgebreitet. Dasjenige, was ganz rund ist, läuft ohne Anstoß herab. Dasjenige aber, welches irgendwo eine unrunde Stelle hat, bleibt auf dieser liegen, rollt nicht von der Tafel, sondern wird seitwärts abgelehrt und zum nächsten Gang wieder eingeschmolzen.

Zu allen den gedachten Vorzügen verlangt der Käufer noch einen ziemlich unwesentlichen. Er will nämlich haben, daß das Schrot polirt, daß es ganz blank sei, und diesen Gefallen thut ihm der Fabrikant.

Fig. 1058.



In der vorstehenden Figur 1058 ist die Maschinerie gegeben, vermöge deren die Politur bewerkstelligt werden kann. Wir sehen in der Zeichnung links eine Tonne im Durchschnitte, in der Zeichnung rechts sehen wir die Seitenansicht zweier solcher mit einander verbundener Tonnen, AECB und GHFD. Dieselben befinden sich in einer gemeinschaftlichen Achse io und

sind zur Hälfte eingesenkt in einen großen Kasten M, welcher zugleich den Trichter bildet, durch den die fertigen Schrotkörner ausfließen. Die Tonnen haben 6 Fuß Höhe und etwa 2 Fuß Breite, haben auf einer Seite eine kleine Thür zum Einfüllen und Ausschütten des Schrotes und werden durch diese gefüllt mit einigen Centnern des bis auf das Poliren fertigen Produkts, welche natürlich nur einen sehr kleinen Raum am Boden einer jeden Tonne einnehmen, werden dann mit gepulvertem Graphit beschüttet, und nunmehr wird nach wohlverschlossenen Thüren das Trommelpaar in Bewegung gesetzt.

Das Uebereinanderrollen der Kugeln unter fortwährender Reibung mit dem zwar äußerst feinen, doch sehr harten Graphitpulver, giebt nach und nach den Bleikugeln eine wunderschöne Politur und eine solche Schwärze, daß man kaum glauben dürfte, Blei vor sich zu sehen. Auf dem Transport geht sehr viel von dieser Schönheit verloren. Das Schrot, in Fässer gepackt und auf den Frachtwagen oder Eisenbahnen verschickt, erleidet so viele Stöße, daß es viel von seinem Glanz und von seiner Rundung einbüßt. Sorgfältige Fabrikanten, welche ihren Produkten die äußere Schönheit erhalten wollen, versenden das Schrot in Papierblüten von einem Pfund, wodurch schon sehr viel gewonnen wird, am einfachsten aber ist es, die Versendung zu Wasser vorzunehmen, wo der Transport am wenigsten kostet und der Glanz des Schrotes am wenigsten leidet.

Ueber die Bleiplatten und Bleiröhren, wenn sie schon sehr wenig gebraucht werden, sei doch noch das Folgende gesagt.

Um Bleiplatten zu gießen, bedient man sich eines eisernen, mehrere Klafter langen Tisches mit zollhohem Rande. Auf dem einen Ende desselben steht ein eiserner Kasten, bestimmt, das geschmolzene Blei aufzunehmen, der Kasten steht auf Rollen, welche auf den zollhohen Rändern des Tisches laufen, und so gestellt sind, daß eine Abweichung unmöglich ist. Die Rollen haben also selbst wieder Ränder, gerade so gut wie der Tisch, auf welchem sie fortgeschoben werden. Der Kasten hat unten über seine ganze Länge eine Spalte von $\frac{1}{4}$ Zoll breit. Mit dieser Spalte steht er auf einer eisernen Leiste, welche die Gußtafel von der Seite begrenzt, von welcher der Guß angefangen werden soll. Diese Leiste schließt mithin die Spalte des Kastens, sie wird aber dadurch geöffnet, daß man den Kasten von der Leiste herab und über die Tafel hinwegzieht.

Wenn der Kasten auf der Leiste am Anfange der Tafel steht, so wird er mit geschmolzenem Blei gefüllt. Nun spannt man an die nach der Länge der Tafel gerichtete Seite des Gießkastens zwei Ketten, welche über eine Welle laufen und setzt darauf diese in Bewegung. Der erste Zug befreit das Blei, die bisher verschlossene Spalte wird geöffnet, je langsamer der

Zug an den Ketten ist, desto mehr Blei fließt aus, desto dicker wird die Tafel, je schneller man zieht, desto weiter reicht der Inhalt des Gießkastens, desto länger wird die Tafel, aber sie wird dafür um so viel dünner.

Sobald der Guß vollendet, und die Tafel erstarrt ist, kann man sie von dem Gießtisch abheben und nunmehr kommt dieselbe in das Walzwerk. Dieses streckt die Tafeln zu jeder beliebigen Länge und Dünneheit und es kommt darauf an, welchen Zweck man bei der Bereitung der Tafeln hat. Sollen sie z. B. für Schwefelsäurefabriken verwendet werden, so dürfen sie nicht unter $\frac{1}{4}$ Zoll Dike haben, zu Bedachungen von Häusern, zur Ausfüllung von Dachrinnen bedarf man nicht so starke Platten.

Fig. 1059.



Um Röhren zu formen, bedient man sich eines einfacheren Apparates, welchen die nebenstehende Figur 1059 darstellt. *abcd* ist der Durchschnitt eines hohlen Cylinders von Gußeisen geformt und inwendig gut ausgedreht. In der Mitte dieses Cylinders steckt ein eiserner Dorn *ef*, die Form, aus zwei, den Dorn eingeschlossen, aus drei Stücken bestehend, wird fest zusammengesraubt und nun mit Blei gefüllt. Nach dem Erkalten nimmt man die äußeren Stücke herab, stößt den Dorn heraus, und hat nunmehr ein ungeschickt dickes cylindrisches Stück Blei mit einer Höhlung in der Mitte.

Sollen hieraus Röhren geformt werden, so muß man sie ziehen, gerade wie man einen Draht zieht. Allein, da dieses Stück Blei hohl ist, so würde beim Ziehen durch engere und immer engere Oeffnungen die darin befindliche Oeffnung sich nach und nach zubrücken. Um dieses zu verhindern, schiebt man vorher einen Dorn hinein, eine runde Eisenstange, wohl geschliffen und polirt und mit Wachs bestrichen, genau ebenso dick, daß es in die Oeffnung paßt, wenn man beabsichtigt, die ganze Weite des Rohres zu erhalten, etwas schwächer, wenn die Röhre durch das Ziehen dünner werden soll.

Beides zusammen, der Dorn und der Bleikloß, passiren nunmehr durch die Zuglöcher und diese werden nach und nach enger, wie es der Zweck, zu dem die Röhre bestimmt ist, verlangt. Ist die Streckung so weit gediehen, daß der ganze eiserne Dorn mit Blei bedeckt ist, so schraubt man in sein vorderes Ende eine tüchtige Schraube mit starken Gängen, bringt den ganzen Bleikloß mitsammt dem Dorn vor ein Ziehloch, welches nur gerade groß genug ist, um den Dorn hindurchzulassen, und woran die ganze Bleimasse sich staucht.

Nunmehr wird der Dorn durch die Maschinerie so gezogen, als wollte man das Blei noch ferner dünner ausziehen. Da das Blei sich aber staucht, so kann nur der Dorn gerückt werden und obwohl derselbe viel-

leicht 12 Fuß lang von dem Blei umfaßt ist, so läßt die Maschinerie doch solche Gewalt aus, daß der Dorn wirklich durch das Ziehseisen geht und das Bleirohr jenseits desselben liegen bleibt. Soll dasselbe nun noch ferner gezogen werden, soll es dünner werden an Masse und soll es zugleich an innerer Weite verlieren, so steckt man einen schwächeren Dorn hinein und setzt die Operation des Ziehens weiter fort. Man muß aber, wenn man nicht sehr lange Dorne hat, die Bleimasse halb durchschneiden, bevor man sie weiter zu strecken beginnt. Geschieht dieses nicht, so wird das Rohr inwendig sehr unregelmäßig. Mit dem überaus weichen Blei würde es überhaupt gar nicht gelingen, mit dem Zinn dagegen wohl, denn dieses ist viel zäher.

Verhalten des Bleies und Eigenschaften desselben.

Vollkommen reines Blei giebt es fast gar nicht, der Chemiker nur stellt dasselbe durch Reduktion des Bleioxydes dar. Das im Handel vorkommende ist niemals rein, es enthält stets geringe Mengen von Kupfer, von Antimon, von Silber, welche ihm schon als Erz beigemengt waren, und es enthält auch Spuren von Eisen, welche durch die Bearbeitung des Erzes hineingekommen sind.

Das Blei ist eines der wenigen schon seit vielen Jahrtausenden bekannten Metalle. Es sollen die Israeliten des alten Testaments dasselbe schon gebraucht haben, wenigstens wird in dieser ältesten hebräischen Urkunde zweier Metalle gedacht, welche die allerältesten Griechen schon mit Zinn und Blei übersetzten. Den Bleiglanz haben die Alten sicherlich gekannt, denn Plinius spricht schon von der Darstellung des Silbers aus den bleihaltigen Erzen. Die Anwendung des Bleies aber war eine so beschränkte, daß man sich überhaupt nur sehr wenig damit beschäftigte, das Blei war zu weich, behielt nicht lange genug sein metallisches Ansehen, man verwendete es höchstens zu Wasserleitungsrohren, da es denn in Platten gegossen cylindrisch zusammengebogen und dann mit einer Legirung von Zinn und Blei gelötet wurde.

Das Blei hat eine blaue, im metallischen Zustande glänzende Farbe. Es ist so weich, daß es auf dem Papier durch Streichen abfärbt, wiewohl man darum nicht glauben muß, daß es zu den sogenannten Bleistiften verwendet wird, diese sind, wie wir bereits wissen, aus Graphit geformt,

welcher sehr viel härter ist. Stifte von wirklichem Blei benutzt man zum Schreiben nur auf unglasirtem Porzellan, auf theuren weißen Schreibtiseln, welche in vornehmen Häusern an Stelle der wohlfeilen Schiefertafeln gebraucht werden.

Das Blei ist ferner so weich, daß es sich mit dem Fingernagel abtragen läßt, man kann es daher auch sehr wohl kalt hämmern, walzen, strecken, zu Draht ziehen, da es jedoch bei dieser Weichheit nur eine sehr geringe Zähigkeit hat, so hat dieses Ziehen und Walzen sehr enge Grenzen, denn jedes dehnbare Metall läßt sich zu viel dünneren Bättern walzen, zu feineren Drähten ziehen. Das Blei ist sehr leicht schmelzbar, sein Schmelzpunkt liegt zwischen 320 Grad und 340 Grad C., man ist darüber noch nicht gewiß, verschiedene Autoritäten geben den eigentlichen Schmelzpunkt sehr verschieden an. In höheren Temperaturen kann das Blei zum Kochen gebracht werden, es verdampft alsdann sehr lebhaft und es schlägt sich in bläulichen Schuppen an allen kälteren Gegenständen nieder. Beim Erstarren zieht es sich so beträchtlich zusammen, daß die damit voll gegossenen Formen nicht gefüllt bleiben. Verlangt man Bleikugeln, welche genau ihrer Form entsprechen, so muß man einen sehr laugen Gießzapfen daran haben, damit Zehrung vorhanden ist, und die Formen müssen sehr heiß sein, damit die Erstarrung sehr langsam vor sich geht.

Das Blei krystallisirt ziemlich leicht und man kann es durch einen kleinen Kunstgriff sehr gut krystallinisch darstellen. Man schmilzt dasselbe nämlich in einer möglichst großen Masse, läßt diese über dem Feuer selbst langsam erkalten, und wenn sich unter dieser Vorsichtsmaßregel der Tiegel oben geschlossen hat, so stößt man die noch dünne Decke durch und man gleißt das noch flüssige Blei heraus. Beim Aufschneiden der erkalteten Masse findet man rund um an den Wänden des Tiegels das Blei mit Spuren von Krystallisation erstarrt, am Boden aber, wo die Abkühlung am langsamsten vor sich gegangen ist, sieht man nicht selten ausgezeichnet schöne, vollständig ausgebildete Octaëder.

Der Metallglanz bei ganz frischen Flächen ist ziemlich groß, aber unter Einwirkung von Luft und Feuchtigkeit erblindet die glänzende Krystallfläche sehr bald, sie bedeckt sich mit einem grauen Häutchen. Wo Wasser und Luft gleichzeitig auf das Blei wirken, entsteht eine viel stärkere Oxydation, es bildet sich ein weißes Oxydhydrat, welches stark vom Wasser aufgelöst wird. Dieses Oxyd ist sehr giftig, und man hat daher sehr recht, sich bleierner Röhren zu Wasserleitungen nicht mehr zu bedienen, denn abgesehen selbst von mineralischen Säuren und von organischen Substanzen, welche lösend und zersetzend auf das Blei wirken, nimmt sogar das reinste Regenwasser und äußerst weiches Flußwasser höchst schädliche

Eigenschaften an. Sind die bleiernen Röhren Behufs der Wasserleitung lang und sind sie alt, so kann man den Bleigehalt des in ihnen fließenden Wassers nicht nur durch chemische Prüfungsmittel, sondern man kann sie sogar durch den Geschmack erkennen.

Die Bleivergiftung im Wasser nachzuweisen, genügt es, wenn man Schwefelwasserstoffgas hindurchleitet. Das bleienthaltende Wasser wird dadurch braun, ja schwarz.

Verbindungen des Bleies mit dem Sauerstoff.

Das Blei hat vier Oxydationsstufen, ein Suboxyd, ein Oxyd, ein Sesquioxyd und ein Superoxyd.

Das Suboxyd hat zur Formel Pb_2O und enthält in 100 Theilen des Bleies 96,28, und des Sauerstoffes 3,72, es ist diejenige graue Haut, welche sich von selbst auf dem Blei erzeugt, wenn es an der Luft liegt oder wenn dasselbe unter Zutritt der Luft geschmolzen wird.

Das Bleioxyd PbO enthält in 100 Theilen 92,83 Blei, und 7,17 Sauerstoff. Die äußere Erscheinung desselben ist sehr verschieden nach seiner Darstellung, es kann farblos sein, es kann gelb, es kann auch roth aussehen.

Die schönste Art desselben gewinnt man aus salpetersaurem Bleioxyd, welches man in einem Platinatiegel so lange erhitzt, bis die Salpetersäure zerstört und verjagt ist, es erscheint alsdann hellgelb von Farbe, wird aber durch das Reiben in einer Porzellanschale brennend roth. In einem Porzellantiegel läßt sich die Operation nicht vornehmen, weil das kieselsaure Kali des Porzellans, weil dasjenige, was glasartig darin ist, mit dem Bleioxyd eine Verbindung eingeht, durch welche der Tiegel zerstört wird.

Wenn man auf die angegebene Weise Bleioxyd darstellt, und dasselbe zu stark erhitzt, so schmilzt es zusammen. Erkalte läßt es sich leicht zwischen den Fingern zerdrücken und zerreiben, denn die geschmolzene Masse erstarrt zu unendlich vielen kleinen, sehr zarten Schuppen von äußerst geringem Zusammenhange. Dieses geschmolzene Oxyd ist dasjenige, was wir bereits als Glätte kennen gelernt haben. Die Farbe bestimmt ihren Namen, Bleiglätte wird sie fast gar nicht genannt, die hellgelbe heißt Silberglätte, die dunkelgelbe oder röthliche heißt Goldglätte. Die dunkelgefärbte ist besser verkäuflich, darum suchen die Fabrikanten vorzugsweise diese zu

erzielen und es geschieht dadurch, daß man die von dem Treibherd abgezogene Glätte in trichterförmig gestaltete eiserne Gefäße fließen läßt, in denen sie nach der Füllung von oben her erstarrt. Die Decke ist gelb, sie wird nach kurzer Zeit durchbrochen und nunmehr quillt die in dem eisernen Gefäße eingeschlossene Glätte viel dunkler hervor und zeigt sich auch sogleich in den rothen Schuppen, in welcher Form sie am gesuchtesten ist. Nach dem Erkalten wird der ganze Eisentopf umgekehrt, die gelben Stücke werden herausgenommen und das Rothe wird als die verkäufliche Waare in das Magazin gebracht.

Hat man auf dem Treibherd das sich zuletzt zeigende graue Suboxyd, die Bleiasche, einige Zeit dem Luftstrom ausgesetzt, so verwandelt es sich in gelbes Bleioxyd, welches man vor dem Schmelzen, d. h. also bevor es zur Glätte geworden ist, aus dem Ofen entfernen kann. Dieses gelbe Oxyd hatte früher einige Bedeutung, kam unter dem Namen Massicot in den Handel und wurde als gelbe Farbe benutzt, es ist jedoch durch die wunderschönen Abstufungen von Gelb, welche das Chrom giebt, gänzlich aus dem Handel verdrängt worden.

Dieses schmelzende Bleioxyd löst mit großer Begierde Kieselsäure auf. Wir wissen bereits aus dem vierten Bande dieses Werkes, daß es damit ein wundervolles Glas von großer Durchsichtigkeit, großer Schwere, und dem mächtigsten Lichtbrechungsvermögen bildet, daß es ferner als Grundlage zu allen künstlichen Edelsteinen, zu Emailen und Glasuren dient, weshalb aber kann man gerade dieses Bleioxyd nicht in Gefäßen, welche Kieserl enthalten, der Glühhitze aussetzen. Wenn man z. B. Bleioxyd in einem hessischen Schmelztiegel in Fluß bringt, so fließt es sehr bald wie durch ein Sieb zum Boden heraus, es durchlöchert denselben an vielen Stellen. Bei bloß dunkelrother Erglühung scheidet zwar schon eine Aufnahme der Kieselsäure statt, allein noch keinesweges in solchem Grade, daß der Tiegel durchlöchert würde, läßt man nun das geschmolzene Oxyd erkalten, und kehrt man dann den Tiegel um, so erhält man ein farbeloses Glas. Diese Erscheinung ist die Veranlassung gewesen, daß die Chemiker in früheren Zeiten glaubten, die Glätte sei Bleioxyd in halbgeschmolzenem Zustande, und eben dieses Oxyd vollständig geschmolzen, stelle einen glasartigen Körper dar. Man weiß jetzt, daß diese Erscheinung lediglich darin ihren Grund hat, daß ein Theil der Tiegelmasse sich mit dem darin schmelzenden Oxyde verbindet.

In der Technik wendet man dieses Bleioxyd vorzugsweise an, um an sich trocknende Oele in Firniß zu verwaubern, Leinöl, Mohnöl, Nußöl wird damit gekocht und erhält alsdann die an jedem Firniß sehr geschätzte Eigenschaft, viel schneller zu trocknen wie früher. Unglaubliche Massen von

Bleiglätte werden verzehrt durch die Farbenfabrikanten, die Thüren, die Fenster, die Fußböden aller Häuser werden mit so vorbereitetem Leinöl angestrichen, den ungeheuersten Verbrauch aber machen davon die Buchdruckereien, entweder, indem sie sich selbst ihre Farben bereiten, oder indem sie dieselben aus großen Handlungen, welche sich ausschließlich damit beschäftigen, beziehen, denn die Schriftsteller sind viel produktiver, als die Maurer, Zimmerleute und Anstreicher zusammengenommen.

Auch zu Kitt wird die Bleiglätte häufig verwendet, immer aber nur unter gleichzeitiger Anwendung eines trocknenden Oels.

In den Apotheken bedient man sich der Bleiglätte zur Bereitung des Bleipflasters und des Bleieffigs.

Das Bleioxyd ist eine starke Base, welches mit den mehrsten Säuren Salze giebt, dagegen den noch stärkeren Basen gegenüber die Rolle einer Säure spielt.

Bleisesquioxid, Pb_2O_3 . In hundert Theilen enthält dasselbe 89,62 Blei und 10,38 Sauerstoff. Man erhält dieses Ueberoxyd durch Auflösung von essigsaurem Bleioxyd, zu welchem man Natron setzt, so lange bis der sich Anfangs bildende Niederschlag von selbst wieder in die Auflösung zurückkehrt. Ist dieses erreicht, so bringt man eine Lösung von Chlornatrium hinzu. Das Gemisch der beiden Flüssigkeiten färbt sich gelb und nach kurzer Zeit begiint der Niederschlag. Derselbe bildet ein zartes Pulver, welches täuschend fein geriebener Glätte gleicht. Dasselbe hat aber so wenig, als die noch höhere Oxydationsstufe:

Das Bleisuperoxyd PbO_2 einigen technischen Werth. Es ist dunkelbraun von Farbe, enthält in 100 Theilen 86,62 Blei und 13,38 Sauerstoff, geht aber die Hälfte desselben bei der Erhitzung ab. Es ist ein sehr kräftiges Oxydationsmittel, eben weil es seinen Sauerstoff nicht festhält, sondern an andere ihm dargebotene Körper abgiebt.

Wennige. Es war in früheren Zeiten eigentlich zweifelhaft, ob Wennige nicht eine eigene Oxydationsstufe des Bleies sei. Man glaubte in ihr das Bleisuperoxydul zu erkennen, jetzt aber weiß man, daß es nichts weiter als das Oxyd ist, welches noch etwas Sauerstoff aufgenommen hat, aber keinesweges in einem genau begrenzten Verhältniß, sondern im Ganzen $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Prozent mehr als früher enthielt, so daß man dafür auch keine feststehende Formel annehmen kann.

Die Wennige wird als Malerfarbe vielfältig benutzt und bildet daher einen nicht unwichtigen Fabrikationszweig, welcher besonders in England kultivirt wird.

Man erhitzt sehr reines Blei in einem Flammenofen zu gelbem Bleioxyd, zu sogenanntem Massicot, wozu man sich eines Ofens bedient, wie

derselbe in Fig. 1060 dargestellt ist. Auf einem großen langgestreckten Herd von vollkommen horizontaler Lage wird das Blei ausgebreitet,

Fig. 1060.



auf dem Rost F brennen Steinkohlen, welche eine weitgestreckte Flamme A und R geben, worunter das Blei nur eine niedrige Schichte bildet, erhitzt und geschmolzen wird. Durch Seitenöffnungen, welche das Einbringen in den Ofen gestatten, dringt ein reichlicher Luftstrom, um die Oxydation zu ermöglichen. Flamme und Rauch ziehen durch einen gewölbten Rauchfang C ab. Durch die Trichtervorrichtungen T, welche sich auf dem Gewölbe des Flammenofens befinden, kann die nöthige Masse Blei nachgeschüttet werden, so wie die vorhandene durch die Oxydation abnimmt.

Die Oxydhaut wird durch die flachen Oeffnungen in den Seitenwänden entfernt, lange bevor sie die Temperatur erreicht, bei welcher sie zu Silberglätte zusammengesmolzen wird.

Was man hier erhält, ist Massincot, das gelbe Bleioxyd, welches nun auf einer Glasurmühle zwischen Steinen, aber unter Wasser in einen zarten Schlamm verwandelt wird. Getrocknet ergibt sich hieraus ein sehr zartes gelbes Pulver, welches nun in blecherne Kästen gebracht, auf den Herd des Ofens gestellt und mäßig erhitzt wird. Die Temperatur kann zwischen 300 und 350 Grad schwanken, darf aber nicht so hoch steigen, daß eine Zusammensinterung oder gar eine Schmelzung einträte.

Hat man gefunden, daß die gelbe Farbe des Oxydes sich in Roth verwandelt hat, so verschließt man den Ofen, verfest alle Thüren sehr gut und läßt das Präparat sehr langsam abkühlen.

Die herausgenommene Oxydsubstanz wird nun abermals fein zermahlen und ist dann schon vollständig fertig, ist das Handelsprodukt, welches wir Mennige nennen. Soll die Farbe aber dunkler, soll sie dem Zinnober noch ähnlicher werden, so nimmt man die oben gedachte Operation des Erhitzens in Blechkästchen noch einmal vor, in welchem Falle sie dann sogar benutzt wird, um den Zinnober zu verfälschen.

Eine andere Fabrikationsmethode wird in Italien befolgt, wo man die Oxydation in einem Ofen mit zwei verschiedenen Sohlen, einer niedrigeren und einer höheren vornimmt, woselbst auf derjenigen Sohle, welche dem Feuer am nächsten ist und die stärkste Hitze erhält, das Blei in gelbes Oxyd verwandelt, dann aber sogleich auf die entferntere Sohle gebracht wird, wo es viel weniger Hitze erhält und sich dabei unter fortwährendem Umrühren und dadurch befördertem Zutritt von Luft in rothe Mennige verwandelt.

Die im Handel vorkommende Mennige ist niemals vollkommen gleichmäßig in ihrer Zusammensetzung. Die Umwandlung des gelben Oxydes in rothes geht langsam vor sich, und es kommt demnach darauf an, in welchem Stadium der Umwandlung der Prozeß unterbrochen ist. Geschah es vor der vollständigen Vollenbung, so ist, wie begreiflich, die so dargestellte Mennige ein Gemisch von sehr verschiedenen Stufen und hiervon hängt natürlich auch die Schönheit der Farbe ab.

Die Farbe hat einen nicht ganz geringen Preis und verführt daher die betrügerischen Händler zu Verfälschungen, welche sich ihnen in dem rothen Ziegelmehl gewissermaßen von selbst darbieten. Ist die zugesetzte Masse nicht überaus fein vertheilt, so zeigt schon das Gefühl zwischen den Fingerspitzen die Betrügerei an, reine Mennige hat nicht eine Spur von Härte, indeß der gebrannte Thon diese nicht verleugnen kann. Ein chemischer Versuch aber entscheidet hierüber ganz unzweifelhaft. Wenn man eine kleine Quantität davon in die Vertiefung eines Stückchens Holzkohle bringt und behutsam vor dem Löthrohr erhitzt, so entweicht aller Sauerstoff und das Blei bleibt als ein reines Metallkorn zurück. Nicht so ist es mit dem Ziegelmehl, dasselbe wird weder reducirt zu Aluminiummetall, noch bildet es selbst ein geschmolzenes Korn, sondern es bleibt rothes Ziegelmehl, welches die Kohle bedeckt.

Die Mennige wird als Malerfarbe aber außerdem auch noch in allen den Fällen angewandt, wo Glätte genügt hätte, es geschieht in solchen Fällen nur, um besonders reine Produkte zu erhalten, so z. B. wenn man die Glasflüsse zu Emailfarben oder zu künstlichen Edelsteinen, oder endlich, wenn man Flintglas zu optischen Zwecken bereitet.

Verbindungen des Bleies mit Schwefel. PbS.

Eine der wichtigsten Verbindungen, und zwar diejenige, aus welcher vorzugsweise das Blei gewonnen wird, ist der Bleiglanz. Dasselbe krystallisirt würfelförmig, hat den entschiedensten Metallglanz, hat die Bleifarbe und ist so schwer (7,58), daß die mehrsten Unkundigen dieses Erz für wirkliches Blei halten. Man kann dieses Erz künstlich darstellen, indem man 86,55 Blei mit 13,45 Schwefel zusammenschmilzt, es bildet sich eine dunkelbleigraue Masse, welche bei langsamem Erstarren, vollkommen jenem Mineral ähnlich, krystallisirt, das Schwefelblei schmilzt schon bei der Rothglühhitze und wenn man dasselbe noch stärker erhitzt, so entsteht eine Verdampfung, welche veranlaßt, daß nicht unbeträchtliche Massen sich in den Rauchfängen der Oefen, welche zur Bleigewinnung benutzt werden, krystallinisch niederschlagen, und wo man dann nicht selten auch das schönste ausgebildete würfelförmige Krystall findet.

Schmilzt man dieses Erz mit Kohle zusammen unter nicht starkem Luftzutritt, so wird das Blei daraus reducirt, wenn man dagegen das Erz unter reichlichem Luftzutritt glühen läßt, so wird sowohl Schwefel als Blei mit Sauerstoff verbunden.

Selénblei $PbSe$ ist ein nicht häufig verbreitetes Mineral, und ist auch erst seit einigen Jahrzehnden bekannt, es kommt vorzugsweise am Harze vor, gewöhnlich aber nicht allein, sondern mit Schwefelblei verbunden; auch findet man wohl Selénkupfer und Selénquecksilber damit verbunden, im Aeußern gleicht es dem körnigen, nicht krystallisirten Bleiglanz und es wird nicht als Bleierz, sondern als Selén erz betrachtet. Von dem wirklichen Bleiglanz kann es sehr leicht vor dem Löthrohr unterschieden werden, indem bei der Erhitzung sich der charakteristische Selén geruch zeigt.

Verbindungen des Bleies mit den Salzbildern.

Die Verbindung des Bleies mit dem Chlor hatte früher einen gewissen technischen Werth, indem man dieselbe als gelbe Farbe unter dem Namen Casseler Gelb benutzte. Man erhält dieses Chlorblei dadurch, daß man 10 Theile Bleioxyd mit einem Theile Salmial zusammenschmilzt.

Es wird dabei Sauerstoff in Menge verzagt und viel Blei reducirt, ein Theil des Bleies aber verbindet sich mit dem Chlor des Salmiaks zu einer krystallinischen, blätterigen, lebhaft goldgelben Farbe, welche vor der Bekanntschaft mit dem Chrom häufig angewendet wurde.

Es giebt auch noch eine Verbindung von Chlorblei mit Bleiorpd, sie ist ein sogenanntes Dypchlorid und führt den Namen Pattinsons-Bleiweiß. Um dieses darzustellen, erhitzt man gemahlenen Bleiglanz mit concentrirter Salzsäure. Es entwickelt sich dabei viel Schwefelwasserstoffgas, welches man zur Schwefelsäurefabrikation benutzt, indem man dasselbe in dem Schwefelofen der Fabrik verbrennt, allein das Chlor verbindet sich während dieser Operation mit dem Blei zu Chlorblei, welches im Wasser gelöst wird. Hierbei bleibt das Silber des Bleiglances in der Form von Schwefelsilber zurück und kann sehr wohl reducirt werden, das aufgelöste Chlorblei aber wird nunmehr schnell mit so viel kaltem Wasser vermischt, daß dadurch dem Chlorblei die Hälfte seines Chlors entzogen wird. Man bewerkstelligt diese Verbindung so, daß man die beiden Lösungen des Kaltes und des Chlorbleies in zwei verschiedenen Gefäßen neben einander stehen hat und die Flüssigkeiten während des Ausfließens in ein gemeinschaftliches Gefäß so leitet, daß die beiden Strahlen sich treffen und mischen.

Es entsteht nunmehr eine sehr lockere Farbensubstanz, zwar weiß, aber doch mit einem bräunlichen Scheine, daher man sich dieses Materials bei uns fast gar nicht bedient, obwohl es sehr gut deckt.

Das Chlorblei braucht sehr viel Wasser, um gelöst zu werden, sind die Lösungen heiß bereitet, so bildet es beim Erkalten nadelartige Krystalle; wenn dasselbe geschmolzen wird und dann erstarrt, so bildet es eine durchscheinende, hornartige Masse, welche deshalb von den älteren Chemikern auch Hornblei genannt wird.

Bromblei wird gebildet, wie das Chlorblei, hat aber keinen technischen Nutzen. Von Jodblei, Fluorblei etc. muß dasselbe gesagt werden. Wir können alle diese Verbindungen daher als ohne Interesse für uns übergehen.

Salze der Bleiorpde.

Unter diesen steht seiner großen Verbreitung wegen das kohlensaure Bleiorpd, das Bleiweiß oben an. Man findet es im natürlichen Zustande in verschiedenen Ländern in kleinen Krystallen, so im Harz, in Böhmen,

in den Vogesen, in der Bretagne, in Schottland, aber nirgends bildet es ein vorkommendes Gangmineral, sondern es kommt immer nur als Begleiter anderer Erze vor. Es erscheint häufig regelmäßig in kleinen Krystallen, mit vielfältigen Sprüngen, als ob sie aus Glas gebildet und zu schnell abgekühlt wären. Sie erscheinen meistentheils durchsichtig, wasserklar und sind stark strahlenbrechend. Da sie jedoch in zu geringer Menge gefunden werden, haben sie keinen technischen Werth, indessen das Bleiweiß als Maler- oder Anstrichfarbe sehr massenhaft gebraucht wird, also künstlich erzeugt werden muß. Es kann dieses Bleiweiß kaum durch irgend eine andere Farbe außer dem Zinkweiß ersetzt werden, denn es bildet, mit trocknenden Oelen vermischt als Anstrich auf andere Farben gebracht, eine so kräftige Deckung, einen so undurchsichtigen Ueberzug, daß die darunter befindliche Farbe gänzlich verschwindet. Die Erfindung war schon 400 Jahre vor Christi Geburt so vollständig bekannt, daß man sich damals wie jetzt der Farbe als Anstrich bediente und man den Erfinder nicht einmal mehr kannte. Sie hat sich mit den Arabern über das mittlere Europa verbreitet, ist in Deutschland, in Holland, in England eingebürgert, hat sich aber in Frankreich erst seit 30 Jahren als Fabrikationszweig Geltung verschafft.

Fabrikmäßige Bereitung des Bleiweißes.

Die holländische Methode war früher über den größten Theil von Europa verbreitet. Es ist ihr eine bedeutende Verbesserung besonders französischer Seite gefolgt, indem man die der Gesundheit überaus nachtheiligen Arbeiten so einzurichten suchte, daß sie weniger gefährlich wurden, ihr ist endlich eine neueste englische Methode gefolgt. Wir wollen das Wesentlichste anzugeben versuchen.

Die nachstehende Fig. 1061 zeigt uns einen Kessel A von Gußeisen, umgeben von einem gut schließenden Dache A', welches an seinem oberen Ende in einen Rauchfang A'' mündet, auf der Vorderseite der Ueberdachung, welche, so wie der Rauchfang, von Sturzblech gemacht ist, befindet sich eine Thür B, welche doppelt ist. Die äußere besteht aus zwei Flügeln, welche man rechts und links aufklappen kann, die innere besteht aus zwei Coulissen, aus Blechstücken, welche in Falzen laufen, und sich sowohl rechts als links hin verschieben lassen, gleich den Schiebefenstern in Ladenspinden. Diese ganze Einrichtung fehlte sonst und die Folge davon war, daß die

Dämpfe des schmelzenden Bleies sich in dem Laboratorium verbreiteten, und den Arbeitern höchst nachtheilig wurden, durch den vorliegenden Verschluß aber wird die ganze Masse der Dämpfe mit großer Gewalt in den Rauchfang gezogen, welcher einen heftigen Zug hat und die aus der Küche in die Bedeckung des Kessels strömende Luft mit sich reißt und nicht gestattet, daß etwas von den Dämpfen zurückschlage.

Im Augenblick, wo das geschmolzene Blei geschöpft und gegossen werden soll, öffnet man die Thüren und schließt sie nach dem Herausnehmen sogleich. Vor dem Ofen steht ein großer runder Tisch C, dessen ebene Tafel auf einer Achse befestigt und auf darunter liegenden Rollen drehbar ist. Auf diesem Tische liegen die gußeisernen Formen zur Aufnahme des Bleies, dieselben

sind sehr flach, denn das Blei soll sehr dünn gegossen werden, gewöhnlich bestehen sie aus viereckigen Tafeln mit gitterförmigen Vertiefungen, so daß das eingegossene Blei, nach dem Erkalten herausgenommen, aus sich kreuzenden flachen Stäben besteht, welche höchstens $\frac{1}{2}$ Zoll Dicke haben. Ein Arbeiter setzt die Formen auf den Tisch und dreht denselben langsam dem zweiten Arbeiter entgegen, welcher die Formen füllen soll. Wenn der Tisch $\frac{1}{2}$ eines Kreislaufs zurückgelegt hat, so nimmt der Arbeiter, welcher die Tafel bewegt, die gefüllten Formen weg und stellt an ihren Platz noch nicht gebrauchte, er kehrt aber gleichzeitig die gefüllten Formen um, so daß das Blei herausfällt, die Formen aber für sich wieder erkalten können.

Das so behandelte Blei (es darf auch andere Formen haben, wenn es nur nicht compact, sondern mit hinlänglich viel Oberfläche versehen ist) soll der Einwirkung der Luft, der Essigsäure, der Kohlenensäure und der Wasserdämpfe ausgesetzt werden, welche, unterstützt durch eine hohe Temperatur, das Metall oxydiren, es in neutrales essigsaures Blei verwandeln, worauf es im Verlaufe zu einem dreibasischen Salze wird, das nunmehr, durch die Kohlenensäure zersetzt, zu einem kohlen-sauren Salze wird.

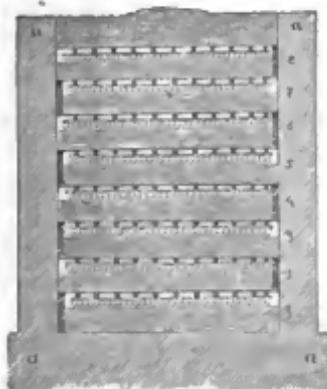
Um alle diese Operationen zu bewerkstelligen, bedarf man sehr verwickelter Anstalten. Die erste ist in der umstehenden Figur 1062 gezeigt, es ist die Einsetzung des Bleies zur Oxydation und zur Verbindung mit den Essigdämpfen. Wir sehen ein viereckiges Gemäuer aa, in dessen Innerem mehrere Zoll hoch Pferdeböden ausgebreitet ist. Auf diesen

Fig. 1061.



Dünger setzt man glasirte irdene Töpfe, füllt sie zu einem Viertheil mit schlechtem Essig, welcher noch viele gährungsfähige Stoffe enthält, an, und

Fig. 1062.



füllt nunmehr den übrigen leer gebliebenen Raum mit solchen Bleigittern oder mit spiralförmig zusammengerollten Bleitaseln aus. Die Töpfe werden ringsum mit Dünger festgesetzt. Es muß frischer Pferdebönger sein, denn er soll sich selbst stark erhitzen und seine Temperatur den Töpfen mit Essig mittheilen, so daß dieser langsam verdampft.

Auf die gesammten Töpfe, welche alle in gleicher Höhe stehen, legt man gleichfalls Gitter oder Platten von Blei, dann aber Latten von Holz und auf diese stellt man abermals Töpfe, ganz in derselben Weise beschildt, bis man 5 oder 6 Reihen oder auch mehr über einander stehen hat.

Der ganze entweder gemauerte oder mit Holzwänden umgebene Raum wird in dieser Art gefüllt, der Dünger bewerkstelligt die erforderliche Erwärmung und auf diese Weise tritt eine starke Verdampfung der Essigsäure und des Wassers, womit dieselbe verdünnt ist, ein, wodurch nebst dem Sauerstoff der eingeschlossnen Luft, welche sich durch kleine Gänge und Züge immer erneuern kann, die Verwandlung des Metalles in ein Oxyd und Salz bewerkstelligt wird.

Jede Reihe von Töpfen steht auf dem zugehörigen Lattenlager wieder in frischem Pferdebönger, dergestalt, daß man zuletzt eine beträchtliche Masse von solchen Gefäßen, in Dünger eingebettet, übereinander gehäuft hat, schließlich wird Alles noch mit einem Lager Dünger zugebedt.

In diesem Zustande läßt man den ganzen Stoß 30 bis 35 Tage, ja, hat man statt des theuren Pferdeböngers Lohe angewendet, so läßt man Alles 45 Tage in Ruhe stehen. Beide Erwärmungsmittel geben dasselbe Resultat, nur die Lohe etwas langsam, ihr Zweck ist nichts weiter, als durch die sich in ihnen bildende Gährung Wärme zu erzeugen und Kohlen-säure zu entwickeln. Die Wärme verwandelt den Essig und das Verdün-nungswasser in Dampf und die Kohlen-säure verbindet sich mit dem Oxyde.

Leider geht Alles sehr unregelmäßig vor sich. In der Mitte der Haufen steigt die Temperatur zu hoch und kann die Luft zu wenig zu-dringen, ringsum an den äußeren Seiten findet das Entgegengesetzte statt, die Temperatur bleibt zu niedrig und der Luftzutritt ist zu stark. Würde man eine überall gleichmäßige Temperatur von 45 Grad erzielen können,

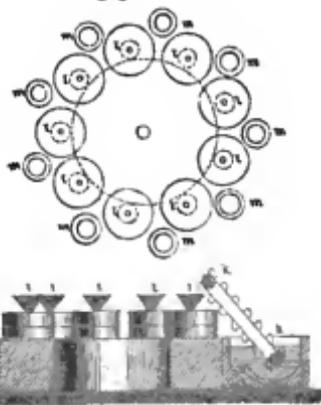
so würden die Resultate bei Weitem weniger schwankend sein. Die Besetzung mit ausgelaugter Gerberlohe ist übrigens der mit Pferdedünger vorzuziehen, obwohl der Gang der Operation langsamer ist. Das Bleiweiß nämlich bleibt viel reiner, weißer, weil sich aus der Lohe kein Schwefelwasserstoffgas entwickelt. Wenn man in dem einen Falle 36, im andern Falle aber 45 solcher Oxydationsanstalten anlegt, wie es sich für eine große Bleiweißfabrik wohl gehört, so kann man alltäglich einen solchen Haufen ausleeren, den ältesten natürlich, und an seine Stelle einen neuen setzen, welcher nun wiederum nach 36 oder 45 Tagen an die Reihe kommt.

Bei der Ausladung jedes Haufens wird der Dünger beseitigt, die Töpfe werden herausgenommen und das darin befindliche Blei wird von der Bedeckung mit Oxyd befreit. Es geschah dieses sonst dadurch, daß man die spiralförmig zusammengewickelten Bleiplatten auf einen Tisch brachte, aufrollte und mit hölzernen Hämmern schlug, wodurch die spröde Rinde absprang und das weiche Blei in sehr angefressenem Zustande zurückblieb.

Diese Operation war sehr gesundheitsgefährlich. Die Arbeiter mußten den Staub in großen Massen einschlucken und selbst das Verbinden des Mundes und der Nase mit nassen Tüchern schützte nicht zur Genüge. Jetzt überlegt man diese ganze Arbeit einer Dampfmaschine, welche davon nicht die Bleikolik bekommt. Die Bleispiralen oder Sitter werden zwischen vielfältig in einander greifende Walzen gebracht, welche dieselben hin und her biegen und durch die spröde Bleiweißdecke abspringen und in ein Gefäß mit Wasser fallen, während das noch nicht zerstörte Blei auf der anderen Seite des Walzwerkes ausgeworfen und von Neuem zur Besetzung der Eßigtöpfe verwendet wird.

In der nebenstehenden Fig. 1063 sehen wir eine Reihe kleiner Wassermühlen im Kreise neben einander stehen. Der obere Theil zeigt uns den Grundriß, zeigt, wie dieselben neben einander gestellt sind, in der Mitte neun Mühlen l, im äußeren Kreise ebenso viele Gefäße m, um das Mahlprodukt aufzunehmen. Der untere Theil der Zeichnung giebt uns die aufrecht stehenden Mühlen an und zeigt die Trichter l und zeigt auch, wie dieselben gefüllt werden, indem ein kleines Schöpfwerk nach Art der bei den Baggeru gebrauchten die Bleiweißmasse mit dem Wasser in den Trichter schöpft, von wo aus sie zwischen die Steine gelangt. Diese Mühlen sind nach Art der Glasur-

Fig. 1063.



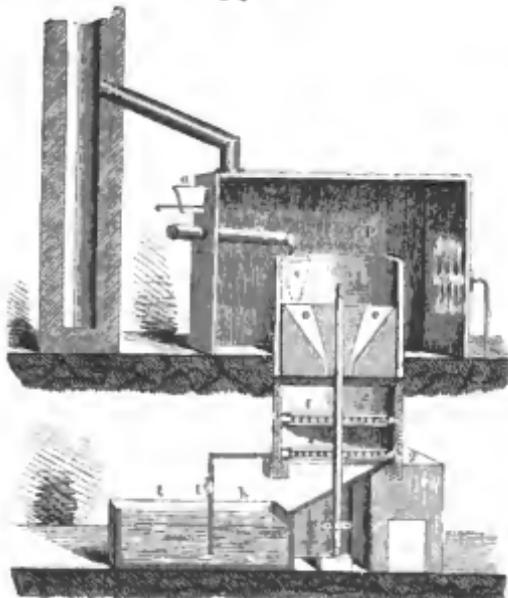
mühlen zusammengesetzt, wie wir dieselben bei der Porzellanfabrikation beschrieben haben. Durch 7 solcher Mühlen muß das Produkt gehen, um die erforderliche Feinheit zu erlangen, doch pflegt man zu jeder Zeit 9 solche zu haben, damit bei erforderlichen Reparaturen kein Stillstand eintrete.

Die flüssige, kaltmilchähnliche Masse wird in kleine Töpfe gefüllt, welche etwa $\frac{1}{2}$ Pfund fassen können. Die Töpfe haben die Form der heftischen Schmelztiigel, ohne jedoch dreikantig gedrückt zu sein. Viele Tausende solcher kegelförmigen Töpfe werden auf hölzerne Gestelle gesetzt, um an der Luft so weit als möglich ihr Wasser zu verlieren, dann werden sie in einem warmen Luftstrom vollends ausgetrocknet, man muß sich jedoch wohl hüten, die Wärme zu rasch zu steigern, dadurch würden nämlich die kleinen Brote Risse bekommen. Statt der kegelförmigen Töpfe wendet man jetzt flache Gefäße an, welche gestaltet sind wie die Schokoladeformen.

Wenn das Bleiveiß in Pulverform verkauft werden soll, so wird die Operation des Vermahlens noch viel gefährlicher als die des Abbrückelns der oxydirten Bleiplatten, denn das Bleiveiß wird hier zu feinem Staube vertheilt und es bleibt völlig unmöglich, den Arbeiter dagegen zu schützen.

Um den Uebelständen zu begegnen, verschließt man jetzt die Mühle

Fig. 1064.



gerade wie den Schmelzofen in einen Blechkasten. Die nebenstehende Figur 1064 giebt uns eine Skizze solcher Mühle. Der Raum r umschließt dieselbe und verhindert das Entweichen des Staubes. In einem Kasten a, der mit einem Schieber versehen ist, befindet sich das Bleiveiß, welches auf das Band ohne Ende b fällt, wodurch es nach dem Trichter c der Mühle geführt wird. Es besteht dieselbe aus einem kegelförmig ausgehöhlten Bodenstein und einem kleineren, auch kegelförmig gestalteten Läufer, welcher auf der Achse d

befestigt ist. In den Zwischenraum zwischen den Steinen e fällt das untermahlene Bleiveiß und unten geht es zerkleinert zwischen den Steinen

hervor. Es fällt auf ein Sieb *f*, auf dem sich gleichzeitig mit dem Steine eine mit Bürsten besetzte Leiste bewegt, welche das durchgefallene Bleiweiß rasch über das Sieb hinwegführt. Was zu grob ist, wird seitwärts aus- gestoßen und fällt in einen Behälter *g'* und kann wieder auf die Mühle gebracht werden, was aber durch das Sieb hindurchgegangen ist, fällt nun auf ein zweites mit weit feineren Maschen und wird daselbst ebenso durch Bürsten *g* bewegt, nur das feinste geht hindurch, das gröbere geht gleich- falls nach *g'*. Das allerfeinste fällt nun nach dem Raume *h*, aus welchem es trocken aufgenommen und verpackt wird, wenn man dasselbe in diesem Zustande verkaufen will, dasjenige dagegen, in welchem Leinöl enthalten ist, wird in großen Blasen oder steinernen Töpfen als Maler- oder als Anstrich- farbe verkauft.

Damit der Staub nicht beschwerlich werde, befindet sich der Raum *B* durch ein Blechrohr *n* mit einem gut ziehenden Schornstein *o* in Verbindung. Was aus der Mühle verstäubt, kann demnach aus diesem Raume sehr leicht entführt werden. Da aber hiermit immer ein Verlust verbunden ist, so sucht man dieses Bleiweiß durch Befeuchtung niederzuschlagen, man läßt aus dem Kessel der Dampfmaschine einen Dampfstrom *n* in den Raum *P* treten, was zur Folge hat, daß der Bleiweißstaub zu Boden sinkt. Diesen Boden erhält man deshalb mit der größten Sorgfalt rein, denn man kann durch das Mahlen kein so feines Mehl erzielen, als hier durch das Ver- stäuben entsteht. Es sei denn, man wollte das feingemahlene Bleiweiß schlemmen, welches allerdings zu demselben Ziele führt.

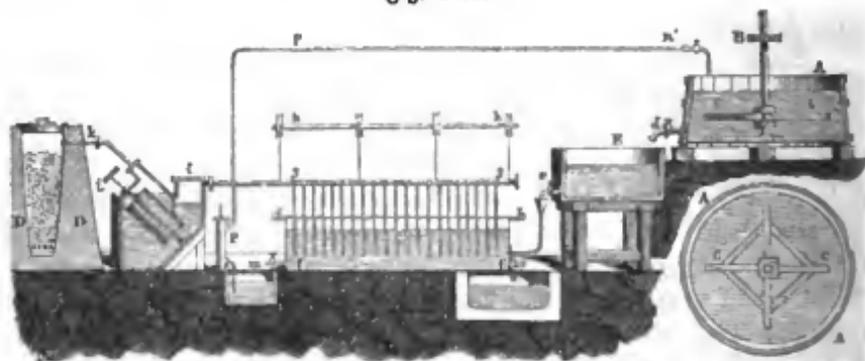
Die französische Methode, das Bleiweiß zu erzeugen, ist eine durchaus andere. Es wird Bleiglätte in rectificirter Holzsäure (Holzessig) aufgelöst, wodurch ein dreibasisches essigsaures Bleioxyd hervorgebracht wird. Durch diese Lösung läßt man einen Strom von Kohlenensäuregas streichen, welche sich mit dem Bleioxyd verbindet und dasselbe als Bleiweiß niederschlägt. In der Flüssigkeit bleibt nun anstatt des dreibasischen nur einbasisches essig- saures Bleioxyd zurück, denn die beiden Antheile, welche das Salz zu einem dreibasischen machten, sind durch die Kohlenensäure ausgeschieden worden.

Man verwendet nunmehr diese zur Bleiweißabscheidung nicht mehr brauchbare Flüssigkeit zu einer neuen Auflösung einer anderen Portion Bleiglätte, dergestalt, daß man dieselbe Menge von Holzessig immer wieder von Neuem würde wieder anwenden können, die Ausgabe also uur einmal zu machen hätte für die ganze Zeit des Bestehens der Fabrik, wenn in dem niedergeschlagenen Bleiweiß nicht jedes Mal eine Quantität Essigsäure zurückbliebe, welche vollständig wieder zu erhalten unmöglich ist.

Fabrikmäßig wird das Bleiweiß nach dieser Methode in folgender Art dargestellt. Wir sehen in der umstehenden Figur 1065 die Veranstellung

zur Erzeugung. Wir haben in A einen mächtigen Bottich von 13 bis 14 Fuß Durchmesser und 5 Fuß Höhe, welcher 20,000 Litres (ungefähr 20,000 Pfund) zu fassen vermag. Man füllt denselben mit Holzsäure oder mit der einfachen Lösung von essigsaurem Blei, welche bereits zur Niederschlagung von Bleiweiß gedient hat, und bringt eine überreichliche Menge von Bleiglätte hinzu, die Auflösung derselben wird durch eine Rührvorrichtung CCB befördert. Das schwere Oxyd würde zu Boden sinken und nur seine Oberfläche wäre mit der Säure in Verbindung, durch das Umrühren wird auch das kleinste Partikelchen ringsum von der Säure umspült.

Fig. 1065.



Durch einen Hahn d läßt man die Flüssigkeit in ein zweites niedriger stehendes Gefäß E ab, in welchem sich das unaufgelöste Blei, das Eisen, das Kupfer, etwas Chlorsilber und andere unlösliche Substanzen niederschlagen. Nachdem die Flüssigkeit vollkommen klar geworden ist, läßt man sie in ein drittes Gefäß ff fließen, welches 20 Fuß Länge, 10 Fuß Breite, aber nur 2 Fuß Tiefe hat. Dieses Gefäß ist mit einem eigenen Apparat versehen. Der Deckel desselben nämlich trägt 20 querlaufende Röhren, welche sämtlich Zweige einer größeren Röhre sind, die der Länge nach sie alle durchschneidet.

Dieses ganze Röhrensystem ist bestimmt, die Kohlenensäure aufzunehmen, durch welche das essigsaure Bleioxyd niedergeschlagen werden soll. Wir sehen in unserer Figur 1065 die Haupttröhre mit g bezeichnet, die querlaufenden Röhren können wir gar nicht angeben, man bemerkt an g nur ihre runden Durchschnitte. Von jeder dieser querlaufenden Röhren steigen aber eine Menge dünnerer Röhren gf abwärts, so daß im Ganzen mehr als 800 in die Flüssigkeit hinabreichen, diese letzteren Röhren sind alle unten offen, indeß die übrigen geschlossen bleiben. Wird nun Kohlenensäure in die Haupttröhre g getrieben, so verbreitet dieselbe sich durch alle quer-

laufenden und von diesen durch alle in die Flüssigkeit hinabhängenden, so daß aus 800 feinen Oeffnungen zugleich die Kohensäure in die Flüssigkeit tritt.

Dieser Kohensäure bedürfen wir in einer großen Menge, werden dieselbe also wohl nicht aus Kreide und Schwefel- oder Salzsäure erzeugen können. Unser Weg ist ein wohlfeilerer. In dem Ofen D befinden sich abwechselnde Schichten von gewöhnlichen Kalksteinen und von gut abgeschwefelten Steinkohlen, d. h. von Coaks. Der Ofen wird in Gluth gesetzt, indem man die unterste Schicht Kohlen anzündet. Die Gase, welche sich entwickeln, sind sowohl von dem Kalk her als von den Kohlen hauptsächlich Kohensäure. Diese Gasart ist im Kalk enthalten, und macht ihn zu dem, was er ist, zu dem festen Gestein, Marmor z., dieselbe Gasart aber ist es auch, welche von den Coaks erzeugt wird, indem dieselben verbrennen, d. h. von der Luft oxydirt werden.

Der Ofen ist oben genau zugebedt, nur eine Röhre k führt nach einem daneben stehenden gut verschlossenen Behälter, in welchem ein Centrifugalblasenbalg befindlich ist, welcher durch die Riemscheibe j in Bewegung gesetzt, die Kohensäure aus diesem Gefäße schöpft, in das unmittelbar benachbarte i treibt, und auf solche Weise das ganze Röhrensystem g speist.

Der Ofen wird Tag und Nacht im Gang gehalten, er bekommt alle 4 Stunden eine Ladung und liefert dadurch neben einer bedeutenden Menge gebrannten Kalkes die erforderliche Kohensäure zur Zersetzung der essigsauren Bleiauflösung.

Ist die Zersetzung vollendet, so sperrt man den Gasstrom ab und läßt die Flüssigkeit von dem Bodensatz nach dem Gefäße m fließen. Was hier hineinkommt, wird durch eine Pumpe p gehoben und wieder nach dem ersten Bottich zurückgeführt, zugleich rührt man den Ueberrest von Flüssigkeit in dem Gefäße f auf, und läßt die gesammte Masse mit allem darin befindlichen Bleiweiß nach dem Gefäße o fließen. Bevor aus dem Gefäße m das neutrale essigsaure Bleioxyd nach dem Bottich A gebracht wird, läßt man die darin enthaltene Lösung von Bleiglätte in das Gefäß f fließen, welches ausgeleert nunmehr wieder geschickt ist, die Lösung des dreibasigen Oxydes aufzunehmen. Jetzt erst füllt man wieder mit der neutralen Lösung den Bottich an, bringt dazu auch dasjenige, was klar über dem Bleiweiß in dem Gefäße o steht, wäscht den Rückstand mit Wasser aus und giebt auch dieses, was reich an essigsaurem Bleioxyd ist, in den Bottich A zurück und beginnt dann von Neuem die Verbindung des dreibasigen Oxydes mit Kohensäure, sowie es vorher beschrieben worden ist.

Das Bleiweiß wird mehrmals gewaschen, dann in die oben beschrie-

benen Töpfe oder Formen gebracht, und im Uebrigen so damit verfahren, wie bei dem holländischen Bleiweiß angegeben worden.

Ein drittes Verfahren ist das in England befolgte. Man benetzt die Bleiglätte mit einem Prozent ihres Gewichts einer Auflösung von basischem effigsaurem Bleioxyd und läßt gleich hierzu einen Strom Kohlensäure treten, welcher auf dieselbe Weise erzeugt wird, wie oben gesagt. Die Mischung wird in großen Gefäßen aus Schieferplatten zusammengesetzt, gemacht und die gegenseitige Wirkung der Körper auf einander wird durch ein starkes Rühren befördert, es ist indessen die Arbeit kaum nöthig, denn statt sie in steinernen oder hölzernen Tiegeln vorzunehmen, kann man die Lösung viel einfacher dadurch bewerkstelligen, daß man die Bleiglätte in ein solches Filtrum bringt, wie es bei Anwendung der Knochenkohle zur Reinigung von Zuckerslösungen gebraucht wird, die Säure oder die Lösung des basischen Bleisalzes fließt oben in einem gelinden Strahle ein und geht unten als eine concentrirte Lösung des dreibasischen effigsauren Salzes aus dem Filtrum hervor.

Die Einwirkungen der verschiedenen Stoffe auf einander sind stets dieselben, das neutrale Acetat wird in dreibasisches verwandelt, dieses wird durch die Kohlensäure in Bleiweiß und einbasisches umgewandelt, das einbasische bildet sich wieder um zu dreibasischem u. s. f. Der Prozeß, welchen man in Frankreich befolgt, ist nur darum den anderen vorzuziehen, weil das Produkt von reinerer, weißerer Farbe ist und weil die Operation der Darstellung ohne alle Gefahr für die Arbeiter verläuft.

Bayen hat noch eine andere Methode zur Bleiweißbereitung im Großen ausgeführt, indem er das Schwefelblei durch ein kohlensaures Alkali umwandelte. Das Schwefelblei wird sehr fein zerkleinert und mit kohlen-saurem Ammoniak übergossen. Die Auflösung und Umwandlung tritt augenblicklich ein, wenn das Mineral fein genug zertheilt war. Es tritt eine Zersetzung ein, indem die Kohlensäure des Natrons sich mit dem Bleioxyd verbindet, der Schwefel dagegen an das Ammoniak tritt. Man hat statt des Ammoniaks auch kohlen-saures Natron mit gleichem Erfolge angewendet.

Es ist nicht ohne Interesse, zu sehen, daß man auch die Rückstände der verschiedenen Fabrikationsmethoden benutzen kann. Der Dünger, welcher nach der holländischen Methode angewendet wird, ist bei einem zweiten Male nicht mehr brauchbar, er dient nur noch zu dem Zwecke, welchem er ursprünglich bestimmt worden ist, zur Düngung des Ackers und wenn die Pflanze, welche man möglicher Weise angewendet hat, auch nicht solchen Werth besitzt, wie der Dünger selbst, so unterliegt es doch keinem Zweifel, daß sie namentlich in schwerem, lehmigem Boden gleichfalls von Wichtigkeit

ist. Das Holz, welches bei eben dieser Operation benutzt wurde, verliert nach 4 bis 6maligem Gebrauch seine Haltbarkeit, seine Widerstandsfähigkeit ganz und gar, es ist durch die Säuren zerfressen, es ist durchdrungen von Ammoniak, welches die Säuren theils sättigt, theils aber das Holz wo möglich noch stärker zerstört, als es die Säuren gethan haben. Es bleiben nur wenig Holzfasern, nur ein geringer Rest des Pflanzengewebes übrig, und dieses ist von stickstoffhaltigen Substanzen gesättigt und ist zu seinem technischen Zweck mehr zu verwenden, denn wollte man auch, wie Papen in seiner seltenen Weisheit angiebt, durch trockene Destillation in verschlossenen Gefäßen das Ammoniak wieder zu gewinnen suchen, so würden doch wahrscheinlich die Kosten der Destillation den Werth der gewonnenen Produkte bei Weitem übersteigen, abgesehen auch davon, daß dieses Ammoniak nicht rein gewonnen werden kann, sondern immer mit Essigsäure, Salpetersäure zc. vermischt, also als ein Alkali unbrauchbar ist.

Papen wird den Gegenstand noch nicht gehörig appronodirt haben.

Verfälschungen des Bleiweißes

kommen in um so größerer Menge vor, als die Fabrikanten selbst gewissermaßen dazu gezwungen werden, da Jedermann die verlangten Waaren sehr wohlfeil haben will. Nun ist aber Bleiweiß nur zu einem gewissen Preise und nicht zu einem geringeren darzustellen, wenn der Käufer durchaus also wohlfeileres Bleiweiß haben will, so bleibt dem Fabrikanten nichts weiter übrig, als seinem Produkte mit eigener Hand Dinge zuzusehen, welche den Preis, natürlich aber auch den Werth des Präparats verringern.

In jeder großen Farbensabrik bekommt man Alles, was dort fabricirt wird, zu 5, 6 und mehr verschiedenen Preisen, der Fabrikant sagt aber nicht bloß, dies ist die wohlfeilere Sorte, sondern er sagt ganz ehrlich, dieses ist die schlechtere Sorte. Wenn nun der Käufer diese schlechtere Sorte doch wählt um des geringeren Preises willen, so hat er keinen Grund, sich zu beklagen, daß er hintergangen worden sei. Der Krämer allerdings, welcher sich die schlechte Sorte theuer bezahlen läßt, hat einen solchen Entschuldigungsgrund nicht.

Die einzige Sorte, welche man fast immer im ganz unverfälschten Zustande bekommt, ist das sogenannte Kremmerweiß, so genannt von dem Orte Kremms in Oesterreich (im Kreise ob dem Marchertsberge, im Lande

unter der Enz), woselbst große Bleiweißfabriken, nach der holländischen Methode betrieben, in Thätigkeit sind. Dieses Kremsferweiß ist dasjenige, was, wie oben beschrieben worden, in den kleinen kegelförmigen Töpfchen zum Trocknen gebracht wird, es ist immer etwas Bleizucker darin, welcher mit dem Bleiweiß vermischet, als Auflösung dazu tritt, demselben eine solche Härte und Festigkeit giebt, daß es der ganzen Kraft des Malergehäulsen bedarf, um dasselbe auf dem Reibstein zu zerkleinern; man duldet keine Verfälschung, der Fabrikant nimmt den höchsten Preis dafür. Im Uebrigen ist eine Verfälschung ganz leicht, und am häufigsten wird dazu gebraucht der feingepulverte Schwerspath, ein Mineral von ungewöhnlicher Schwere, denn es wiegt mehr als 4 mal so viel wie ein gleiches Volumen Wasser und ist von einer ganz blendenden Weiße, die Verfälschung hiermit ist darum so leicht, weil es so vortreflich deckt, dergestalt, daß man sich über Betrug zu beschweren, eigentlich gar keinen Grund hat.

Das Bleiweiß wird durch Schwefelwasserstoffgas aus seiner Verbindung reducirt und in ein Schwefelmetall verwandelt, dieses ist der Grund, weshalb die mit Bleiweiß gemachten Anstriche an denjenigen Orten, wo sich Schwefelwasserstoffgas entwickelt, schwarz werden, wie man zu sagen pflegt. Schwarz ist die Farbe nun allerdings nicht, sie ist ein schmutziges Leberbraun, ist aber die Schwefelwasserstoffgasentwicklung sehr reichlich, so entsteht eine so starke Reuktion, daß die Farbe zu der bekannten bleigrauen wird und daß, mit dem Nagel über ein so gefärbtes Brett streichend, man der getroffenen Stelle eine metallische Politur giebt. Bei Latrinen und Cloaken findet dies besonders statt, deshalb wird ein vernünftiger Anstreicher den Thüren und Fenstern solcher Orte jede andere Farbe der aus Blei gewonnenen vorziehen (Bleiweiß, Rassicot, Mennige), aber dasjenige Bleiweiß, welches mit Schwerspath versetzt ist, unterliegt dieser Schwärzung sehr viel weniger und würde man reinen Schwerspath nehmen, so könnte man den Anstrich ganz weiß erhalten. Im Uebrigen gemeynen sich die Fabrikanten nicht mit dem Zusatz, es giebt Bleiweiß, das 30 bis 40 Prozent Schwerspath enthält, ja es giebt sogar solches, wo der Schwerspath das bei Weitem überwiegende ist, man hat bis zu 72 Prozent der Verfälschungsmittels gefunden.

Gyps und Kreide werden allerdings auch, aber nur den schlechtesten Sorten beigemengt, weil diese Mineralien noch etwas wohlfeiler sind, als der Schwerspath. Kreide wird durch den Anstrich mit Del sehr schnell citronengelb, Gyps würde weniger schaden, es haben sogar berühmte Male versucht, die Leinwand zu ihren Delgemälden mit Gyps zu grundiren weil dieser die auf ihn gebrachten Farben so wenig verändert, so unverändert läßt, wie er selbst durch Del oder Firniß gar nicht verändert wird.

Die Verfälschungen zu ermitteln, bringt man Bleiweiß auf eine Holzkohle und läßt die Reduktionsflamme des Löthrohrs darauf wirken, das unversehrte Bleiweiß verschwindet, an seiner Stelle ein Körnchen Blei zurücklassend. Waren erdige Bestandtheile dabei, so zeigen sich diese als nicht reducirter Rückstand. Der Laie, welcher diese künstlichen Mittel nicht besitzt, kann sich die Sache sehr leicht machen. Er bestreicht mit Bleiweiß ein Stück gewöhnliches Leinenpapier und zündet dasselbe über einem Porzellanteller an. Gutes Bleiweiß wird hierdurch reducirt (die Kohle des Papiers), und fällt in feinen glänzenden Kügelchen als reines Blei auf den Teller, ein leichtes Blasen mit dem Munde entfernt die Asche und es bleiben die Perlen zurück. War Schwerspath oder sonst ein Verfälschungsmittel unter dem Bleiweiß, so ist erstens die Menge der Kügelchen sehr viel geringer, zweitens bleibt das Verfälschungsmittel als weißes Pulver auf dem Teller liegen, denn es wird nicht so leicht verweht, als die stöckige Asche.

Anwendung des Bleiweißes.

Die Anwendung dieses Bleiweißes ist eine allgemein bekannte. Dasselbe dient als Anstrich und als Malerfarbe, allein so schönbar es in dieser Hinsicht ist, so hat es doch auch große Fehler. Der größte möchte sein, daß es mit dem trocknenden Oele nach und nach gelb wird. Es ist hier nicht von der Einwirkung des Schwefelwasserstoffgases, sondern lediglich davon die Rede, daß sich zwischen dem Oele und dem Bleioxyd eine eigene Verbindung gestaltet, von welcher das Vergelben herrührt. In alten Zeiten, als man es noch nicht verstand, die Oele möglichst rein zu erhalten, unterlagen die Maler dem großen Uebel, ihre schönsten Werke nicht nur vergelben, sondern braun werden zu sehen. Die sämmtlichen alten Gemälde haben einen um so dunkleren Ton, als sie ursprünglich heller von Farbe gewesen sind. Diese Helligkeit nämlich wird nicht, wie bei den Wasserfarben, dadurch hervorgebracht, daß man den weißen Untergrund mehr oder minder durchschimmern läßt, sondern dadurch, daß man der Farbe Bleiweiß zusetzt, daher gerade die hellsten Stellen am stärksten nachdunkeln. Daß das Oel hieran die Schuld trage, ergiebt sich aus den Frescomalereien der damaligen Zeit, welche sich, soweit sie nicht vom Wetter zerstört sind, in aller Frische bewundernswürdig schön erhalten haben. Man findet da vom Nachdunkeln keine Spur.

Einigermassen schützt gegen das Vergelben die Anwendung flüssiger Harze oder solcher Harze, welche man in ätherischem Oel und in Alkohol aufgelöst hat. Hierher gehören z. B. die Sandarach-, Mastix- und Dammar-Firnisse, welche, mit Terpentin verdünnt, zur Malerei vortrefflich anzuwenden sind, obwohl schon eine reichliche Verdünnung des mit Leinöl abgeriebenen Bleiweißes mit Terpentin das Gelbwerden in einem bedeutenden Grade verringert.

Es ist zwar von Wichtigkeit, daß bei Delanstrichen ein reichlicher Zutritt von Luft und Licht gestattet sei, allein es unterliegt doch keinem Zweifel, daß das Gelbwerden einen Oxydationszustand voraussetzt. Die Oele werden durch Zutritt der Luft in Harz verwandelt. Wendet man sie an, nachdem sie diese Verwandlung bereits erlitten haben, so findet kein Gelbwerden des Bleiweißes mehr statt. Wenn man also statt Leinöl sich des Leinölfirnisses bedient, so ist man dem Uebel weit weniger ausgesetzt, ebenso erscheint es zweckmäßig, den Anstrich recht bald mit einem klaren Firniß zu decken. Der Verfasser hat die Thüren seines Hauses sämmtlich mit Bleiweiß im starken Leimwasser streichen lassen und das Oel gar nicht angewendet, damit die Farbe aber ihr Bindemittel nicht an das Holz verliere, muß dieses vorher sorgfältig mit starkem Leimwasser getränkt werden.

Der hierauf angebrachte Anstrich ist vollkommen weiß und wenn der Leim gut und nicht zu dünn war, so kann man die Thüren sogar ohne Nachtheil mit Wasser abwaschen, d. h. ohne daß die Farbe abgehe, es sei denn, daß man sie längere Zeit weichen ließe. Die gut eingetrocknete Bleiweißfarbe wird nunmehr mit völlig durchsichtigem Mastixfirniß überzogen und hält sich bei einmaligem Ueberzuge damit schon in Farbe und Dauer viele Jahre lang. Will man aber einen zweimaligen Anstrich von Mastix daran wenden, so erhält man die Gegenstände glänzend lackirt, und wenn die Magd beim Abwaschen nicht gar zu freigebig mit der Seife ist, so sind diese Anstriche so unverwundlich, wie sie unveränderlich sind.

Um das Bleiweiß zu Maler- oder Anstrichfarben vorzubereiten, pflegt man ein ganz gleiches, nur in der Feinheit der Bearbeitung verschiedenes Verfahren anzuwenden. Das Bleiweiß wird mit Wasser gemahlen, auf einer Glasurmühle, wie wir derselben bereits mehrere Male erwähnt haben, die Dauer der Bearbeitung bedingt die Feinheit des Produkts, welches der Anstreicher natürlich bei Weitem weniger fein braucht, als der Landschafts- oder der Historienmaler. Nachdem das geriebene Bleiweiß von der Mühle gekommen, wird es entweder durch die zartesten Haarsiebe getrieben, oder es wird geschlemmt. Das letztere macht eine größere Zartheit möglich. Die ganze feingeriebene Masse wird mit reichlichem Wasser zu einer leichtflüssigen Milch gerührt und in der Ruhe scheidet sich sofort das Bleiweiß ab, da

dasselbe schwer ist, so geht die Scheidung ziemlich rasch vor sich und man würde nach 10 Minuten ein beinahe ganz klares Wasser über dem zu Boden gefallenem Bleiweiß stehen haben. Man will jedoch dieses nicht, sondern man will Bleiweiß von verschiedener Feinheit haben, deshalb läßt man nach dem vollständigen Umrühren die Bleiweißmilch nur eine Minute lang ruhig stehen. Während dieser Zeit hat sich das Größte abgelagert und man läßt nun die übrige Bleiweißmilch in ein anderes Gefäß fließen. Abermals nach einer Minute füllt man das noch flüssige in ein drittes Gefäß und man kann auf solche Weise noch mehrere Abstufungen erzielen, wobei das später Niedergefallene immer das viel feinere ist. Man sammelt nun die verschiedenen Niederschläge in großen Porzellanreibe- schalen, gießt das überflüssige Wasser davon ab, und setzt dann das Del oder den Firnis zu der noch nassen Bleiweißmasse. Durch große Stößel oder Reiber wird das Del mit der Masse verrührt, es verbindet sich sofort mit dem Bleiweiß, verdrängt das Wasser, welches in immer größerer Masse an die Oberfläche tritt und weggegossen werden kann. Je anhaltender die Arbeit fortgesetzt wird, desto vollständiger findet die Abscheidung des Wassers statt. Die Quantität des Oeles ist immer die möglichst geringe, denn man will nur die compacte Masse haben, welche sich erst der Maler durch Zusatz von Terpentin in eine Anstrichfarbe verwandeln soll. So wird für die Anstreicher das Bleiweiß in Fässern, für die Maler aber in Blasen versendet.

Andere Anwendungen, welche das Bleiweiß sonst noch hätte, sind kaum bemerkenswerth. Man bedient sich desselben z. B., um vollkommen reine Mennige oder um Bleisalze in tadelloser Reinheit darzustellen, ebenso wurde es sonst angewendet, um leicht schmelzbare Emailfarben zu bereiten, hierzu bedient man sich jetzt der Bleiglätte oder der Mennige. In den Apotheken wandte man dasselbe sonst an, um reine Kohlenensäure darzustellen. Jetzt bedient man sich des doppelkohlen-sauren Natrons, welches sehr viel wohlfeiler ist, überdies viel leichter und bei Weitem mehr Kohlen-säure ansieht. Die Bernsteinarbeiter bedienen sich des Bleiweißes, um ihren Fabrikaten die letzte und schönste Politur zu geben, aber alle diese Verwendungen wiegen noch nicht den hundertsten Theil dessen auf, was an Bleiweiß als Anstrichfarbe verbraucht wird. Es ist nur zu bedauern, daß dasselbe der Gesundheit so sehr nachtheilig ist. Die Arbeiter in den Bleiweißfabriken und die Farbenreiber, welche dasselbe zur Oelfarbe gestalten, unterliegen nach und nach den schwersten Zufällen der Bleivergiftung und zu gleicher Zeit sind dieselben so indolent, sich der natürlichen Hülfsmittel gegen solche Vergiftung nicht bedienen zu wollen. Diese Mittel sind Abwaschen mit Schwefelwasser, d. h. mit solchem, in welchem die gewöhnliche

Schwefelleber aufgelöst ist. Hierdurch wird das kohlensaure Blei bis in die Poren der Haut verfolgt und wird in Schwefelblei verwandelt, welches an sich schon viel weniger schädlich ist, sich aber noch überdies durch Waschen mit Seife, besonders mit der grünen Kali- oder Schmierseife, fortnehmen läßt. Es ist, als ob die Leute in den Tod gehen wollten, denn jeder Arbeiter, welcher diese Mittel anzuwenden wagen würde, setzte sich den täglich wiederkehrenden höhnischen Foppereien seiner Mitarbeiter aus.

Gegen die Wirkung des eingeschluckten Staubes von Bleiweiß giebt es kein Mittel. Wer die Arbeit nicht unterläßt, erliegt der Vergiftung.

Bleioxyd mit anderen Säuren.

Das Bleioxyd geht mit den mehrsten Säuren Verbindungen ein zu sehr mannigfachen, einfachen oder Doppelsalzen, basischen oder sauren Salzen, nur wenige aber haben eine genügende Bedeutsamkeit für das praktische Leben, so z. B. das kiesel-saure Bleioxyd, welches das reinste Krystallglas giebt, das schwefel-saure Bleioxyd und das chrom-saure, welches letztere die schönste gelbe Farbe darbietet und bei Weitem das gefährliche Arsenikpräparat, das aurum pigmentum, übertrifft.

Das schwefel-saure Bleioxyd, PbO, SO_2 , enthält in 100 Theilen 73,6 Bleioxyd und 26,4 Schwefelsäure. Man stellt dasselbe gewöhnlich nicht besonders dar, sondern man erhält es als Nebenprodukt aus großen Färbereien, in denen man der vollkommen reinen essig-sauren Thonerde bedarf, welche, als Beize auf die Kattune gedruckt, verhindert, daß hier Farben angenommen werden. Dieses Präparat wird dargestellt, indem man Alaun und Bleizucker auflöst und die Auflösungen mit einander mischt. Alaun ist schwefel-saure Thonerde, Bleizucker ist essig-saures Bleioxyd. Bei der Vermischung tauschen die Auflösungen ihre Bestandtheile gegen einander aus, die Thonerde giebt ihre Schwefelsäure ab und nimmt dafür die Essig-säure des Bleioxydes auf. Dieses letztere dagegen verbindet sich mit der Schwefelsäure zu schwefel-saurem Bleioxyd, welches im Wasser unlöslich ist und also einen Niederschlag bildet.

Dasselbe kann, da es vollkommen weiß ist, als Bleiweiß benutzt werden, hat jedoch eine bei Weitem weniger bedende Kraft. Da es als Nebenprodukt indessen sehr viel wohlfeiler ist, als Bleiweiß, so wird es zur Verfälschung desselben angewendet und diese Verfälschung ist nicht durch Ver-

brennen von Papier zu entdecken, denn selbst ein Bleisalz, verhält es sich bei der Reduktion wie das andere Bleisalz. Aber man kann dasselbe in anderer Art benutzen, so kann man z. B. aus diesem sehr werthlosen Salze das Blei reduciren, indem man dasselbe in einem Flammenofen unter Beimischung von Kohle glühen läßt, ebenso kann man dasselbe auch auf Chromgelb verarbeiten.

Chromsaures Bleioxyd kommt in der Natur in wunderschönen rothen Krystallen vor, welche ein hochorangeroths Pulver geben. Die chemische Zusammensetzung ist in 100 Theilen 69 Theile Bleioxyd und 31 Theile Chromsäure. Die Formel ist PbO, CrO_3 . In solchen Krystallen entdeckte Vanquelin das Chrom im Jahre 1797. Des chromsauren Bleioxydes giebt es noch mehrere Stufen, ein neutrales, ein basisches, ein halbbasisches Salz. Das neutrale erhält man, wenn eine Auflösung von Bleizucker mit einer Auflösung von chromsaurem Kali vermischt wird. Es entsteht dadurch ein wunderschöner gelber Niederschlag, das sehr berühmt gewordene und jetzt allgemein bekannte Chromgelb, welches außerordentlich beständig ist, sich mit den mehrsten andern Farben vermischen läßt, ohne sich zu verändern, und welches daher beinahe alle andern gelben Mineralfarben verdrängt. Die obengedachte Darstellungsweise ist nicht die fabrikmäßige, man würde zu theuer operiren, man wendet also statt des Bleizuckers das obengedachte schwefelsaure Bleioxyd oder das gleich wohlfeile Chlorblei an. Beide Salze sind im Wasser nicht löslich, wenn man sie aber mit einer Lösung von chromsaurem Kali behandelt, so bilden sich unter Verwandlung der Bleisalze in chromsaures Bleioxyd gelbe Niederschläge von den allerschönsten Tönen und zwar um so dunkler, je mehr Chromsäure angewandt worden ist.

Wenn man das Chromgelb, das neutrale Salz, in der Siedhitze mit verdünnter Kalilauge behandelt, so wird diesem Salz die Hälfte der Chromsäure entzogen, es wird zum basisch chromsauren Bleioxyd ($2PbO, CrO_3$).

Dieses Salz hat eine sehr schöne rothe Farbe und führt davon den Namen Chromroth, dessen es eine große Menge von Nüancen giebt, welche lediglich dadurch entstehen, daß man mehr oder minder von der Kalilauge anwendet. Hat man derselben nicht genug, um dem gelben Salze die Hälfte der Chromsäure zu entziehen, so entstehen die orangefarbenen Schattirungen, welche unter dem Namen Chromorange bekannt sind.

Wenn man ein Chromroth darstellen will, welches beinahe dem Zinnober gleich kommt an Schönheit der Farbe, so schmilzt man Salpeter und trägt in die gestoffene Masse in kleinen Portionen chromsaures Bleioxyd ein. Bevor noch die Zersetzung des Salpeters vollständig geworden, ent-

fernt man den Tiegel vom Feuer und gießt das geschmolzene Salz von dem Beisalze ab, welches den Boden des Tiegels einnimmt.

Auch dieses Bleisalz wird nunmehr ausgegossen und dann werden durch die Verreibungen mit Wasser, Auswaschen und Ausfüßen die löslichen Salze entfernt. Das übrig bleibende ist jenes prächtig rothe Präparat.

Um das Chrombleisalz in der Färberei anzuwenden, stellt man dasselbe nicht vorher dar, sondern man bewerkstelligt eine Darstellung des Salzes auf und in den Fasern des Zeuges selbst. Man taucht die Zeuge zuerst in eine Auflösung von schwefelsaurem Bleioxyd und darauf in eine Lösung von chromsaurem Kali. Das Zeug wird nunmehr ausgewaschen, hierauf in kochende Kalkmilch getaucht, wodurch es augenblicklich orangefarben wird, der Kalk entzieht dem neutralen chromsauren Bleioxyd einen Theil seiner Säure und macht es dadurch orangefarben. Wendet man aber die Kalkmilch oder das Kalkwasser bei niederer Temperatur an, so wird das Bleisalz vollständig aufgelöst und das gefärbt gewesene Zeug ist wieder ungefärbt.

Ein eigentlich falscher Titel ist das Chromgrün oder der grüne Zinnober, diese Farben sind nichts weiter als Chromgelb, mit dem Berliner Blau in frisch gefälltem Zustande vermischt. Auf diese Weise könnte man auch Chromviolet und Chrompurpur darstellen, es ist nichts als die Benutzung der vorhandenen gelben Farbe des Chromsalzes zu einer Mischfarbe mit irgend einem anderen Pigment. Grüner „Zinnober“ ist nun vollends unsinnig, denn Zinnober ist eine Verbindung von Quecksilber und Schwefel, aber nicht von Chrom und Blei.

Berfälschungen der Chromfarben mit Bleiweiß oder Schwerspath sind an den helleren Tönen leicht zu erkennen. Die kräftige, tiefe Chromfarbe ist durch weiß verdilut. Andere Verunreinigungen mit ähnlichen Farben, wie mit Mennige, mit Massincot, kommen auch häufig vor, sind der Chemie sehr leicht, den Laien aber schwer zu entdecken.

Z i n n .

Dieses Metall gehört keinesweges zu den häufigsten, jedoch jedenfalls zu den am längsten bekannten. Man glaubt, daß desselben bereits im alten Testament erwähnt wird neben dem Blei und von dem sonst damit allerdings Aehnlichkeit habenden Blei unterschieden. Der griechische Name,

welcher schon 400 Jahre vor unserer Zeitrechnung vorkommt, ist Kassiteros, und es kommt von den fern liegenden Inseln, den Kassiteriden, deren Lage Niemand kannte, bis man späterhin erfuhr, daß es die brittischen Inseln seien, auf denen noch jetzt die zwei Gruben von Cornwall eine große Bedeutung haben, weil sie das reichste und das reinste Zinnerz liefern. Die Römer bezeichneten Blei und Zinn mit demselben Namen, Plumbum, aber sie unterschieden wieder beide Metalle durch die Beiworte nigrum und candidum, schwarzes und weißes Blei. Später und zwar schon von Plinius an kommt auch der Name Stannum vor, auch wußte man zu jener Zeit schon Gefäße zu verzinnen, wiewohl dasjenige Metall, welches am leichtesten von Säuren, ja schon von bloßem Wasser angegriffen wird, das Eisen, nicht verzinnt worden zu sein scheint, wenigstens findet man vor dem Beginn des 17. Jahrhunderts keine sicheren Spuren von dieser Art der Verzinnung.

Das Zinn ist silberweiß von Farbe und das reinste, beste, von Malakka oder von Englaud kommende hat diese Farbe so vollkommen, daß daraus gegessene Gegenstände, z. B. Leuchter u. dgl., von jedem Nichtkenner für silberne gehalten werden, allerdings muß es nicht solches Zinn sein, wie die Zinngießer dasselbe gewöhnlich verarbeiten, mit Blei versetzt. Dieses hat keinen Silberton, sondern sieht immer bläulich aus, läßt sich auch nicht pußen mit Kreide oder ähnlichen Putzmitteln, es ist dazu viel zu weich, es bekommt Schrammen statt Politur. Von dem reinen Zinn aber gilt das oben Gesagte in voller Strenge.

Das Zinn ist weich, doch bei Weitem nicht so weich als Blei, dagegen ist es viel zäher und dehnbarer als dieses. Es läßt sich nicht nur zu ziemlich feinem Draht ziehen, zu sehr dünnen Blättern walzen, sondern es läßt sich auch zu noch viel dünneren Blättern hämmern, gleich dem Golde unter dem Hammer des Goldschlägers, wenn schon nicht so dünn, doch immer dünn genug, so daß von dem unächten Silberschaum, das ist eben geschlagenes Zinn, 2000 Blätter auf einander gelegt, erst die Dicke eines Zolles haben.

Eine Stange Zinn hin und her gebogen, giebt ein ganz eigenthümliches Geräusch, welches man, da es ganz charakteristisch ist, das Zinngeschrei nennt, und wird dieses Biegen an derselben Stelle mehrmals rasch hinter einander wiederholt, so wird die Stelle so heiß, daß man sie nicht in der Hand halten kann. Die Ursache dieser Erscheinung ist bis jetzt noch nicht aufgefunden worden.

Das geschmolzene Zinn krystallisirt sehr leicht, jede verzinnte Blechtafel giebt davon Kenntniß, das metal moiré ist weiter nichts als ein Heraustreten der großen Krystallformen, in denen das Zinn auf einer

Fläche erkaltend anschießt. In früheren Zeiten wurde damit ein sehr beliebter Schmuck auf den Blechgeschirren, Kaffeemaschinen, Präsentirtellern 2c. hervorgebracht. Die weiße Farbe des Zinnes bleibt an der Luft und im Wasser beinahe unverändert, weil das Zinn nicht so leicht oxydirbar ist als die anderen Metalle, welche man zu gewöhnlichen Haushaltungsgegenständen anwendet. Dieses ist der Grund, warum man Kupfer, Messing, Eisen mit einer dünnen Lage von Zinn überzieht. In der Erhitzung aber tritt eine Verbindung des Metalles mit dem Sauerstoff der Luft sehr leicht ein. Das Produkt derselben ist die Zinnasche, das Zinnoxyd und die Entstehung wird durch hohe Temperatur sehr befördert, in der Weißglühhitze verbrennt das Zinn gleich dem Zink mit weißer Flamme.

Darstellung des Zinnes aus seinen Erzen.

Die Erze dieses Metalles erscheinen fast immer verbunden mit dem Wolfram und dem Scheelspath, einem Zersetzungspodukt des Wolframmetalls, häufig sind sie von Arsenies begleitet und sie kommen mit Chlorid-, mit Quarz- und mit Fluor-Verbindungen, Molybdän 2c. vor. In Deutschland ist das Erzgebirge ein Hauptfundort. Dasselbe kommt in Altenberg, Ehrenfriedersdorf, Eibenstock und Zinnwald vor, auch in Böhmen findet man Zinnerzgänge, so zu Schlackenwalde in Granit. In Cornwall erscheint das Zinn gleichfalls in Gängen, welche den Granit durchsetzen. Seine Verbreitung ist sehr beschränkt, doch mannigfaltig, indem es sich sowohl in Gängen, in Nestern, in sogenannten Stockwerken und in Seifenlagern befindet.

Das Wort Stockwerk fordert einige Worte der Erklärung, es bedeutet nämlich bei den Erzen diejenige Art des Vorkommens, wo das Erz in Körnern durch große Masse von Gesteinen verbreitet ist, dergestalt, daß bei Metallen, welche nur einen geringen Preis haben, es der Ausbringung gar nicht lohnt. Solche Stockwerke sind gewöhnlich das Muttergestein der Metalle, welche durch Waschen, Abspülen von ihrem Ursprungsorte entfernt, da oder dort unterhalb der leichteren Geschiebe abgelagert sind. Aus solchen Gesteinen sind sowohl die Zinnseifen und Zinngrauen als die Goldlager im Ural und in Californien, desgleichen die Platinalager in der neuen Welt entstanden. Zu den so gefundenen Metallen oder Erzen gehört z. B. das Stromzinn, welches durchaus auf dieselbe Weise entstanden,

sich aber früher abgelagert hat, als die das Erz begleitenden Gesteine. Das Zinnerz ist sehr viel schwerer, als die umgebenden Mineralien und wenn die dasselbe begleitenden Erze Arsenkies, Schwefelkies auch von ziemlich gleicher Schwere sind, so werden sie doch deshalb nicht mit dem Stromzinn vereinigt gefunden, weil sie durch Luft und Wasser zersezt, also aus der Reihe der Begleiter des Zinnes ganz entfernt werden. Dies ist der Grund, warum das Stromzinn zu den geschättesten Erzen gehört, indem es bei der Bearbeitung ein sehr reines, von anderen Metallen freies Zinn liefert.

Der verhältnismäßig hohe Preis des Zinnes rührt von der Schwierigkeit der Bearbeitung her. Würde man dasselbe in Massen haben können, wie das Eisen oder das Blei, so konnte sein Preis nicht um ein bedeutendes höher sein als der Preis dieser Metalle, aber es findet sich nur in sehr schwachen Gängen Atern, und da, wo es in Körnern eingesprengt ist in das Muttergestein, ist die Arbeit beinahe gar nicht lohnend, weil das Muttergestein ganz unverhältnismäßig viel mehr vorhanden ist, als des Erzes. Man bedient sich solches Gesteines schon, wenn auf 3 Centner desselben nur 1 Pfund Zinnerz enthalten ist. Es wird alsdann so zersezt und zerkleinert, gewaschen und geschlemmt, wie wir oben angegeben haben, bis das leichtere Gestein durch das Wasser nach und nach fortgeführt ist und das Zinnerz in dem Rückstande, dem sogenannten Schlich, dergestalt vorwaltet, daß bei der endlichen Ausschmelzung die Hälfte seines Gewichts an wirklichem Metall gewonnen wird.

Wir bemerkten oben, daß in vielen Fällen die Natur dem Bergmanne schon vorgearbeitet habe, daß Regen, Frost, Sonnenschein und Sturm die Zerkleinerung des Muttergesteines übernommen, daß die Bergströme das in die Schluchten gefallene Mineral fortgeführt und es da oder dort in weit niedriger gelegenen Gegenden abgelagert haben.

Diese Lager sucht man auf und sie sind die am meisten Vortheil bringenden Lagerstätten des Zinnerzes. Aber wie in den Stockwerken es ganze Gebirgsmassen giebt, welche bei Weitem nicht 1 Pfund Zinnerz auf 300 Pfund Gestein enthalten, so giebt es auch Abschwemmungsprodukte, welche so geringfügig an Metallgehalt sind, daß es der Mühe, sie auszubenten, nicht verlohnt. Natürlich kann man bei den Zinnseifen mit einem geringeren Metallgehalt zufrieden sein, als bei den Stockwerken, denn man erspart die schwierigste Arbeit, die schwierigste und kostspieligste, das Zerkleinern, das Pochen, doch nimmt man nur ungern und nur, wenn man nichts Besseres findet, einen Zinnsaub auf, welcher weniger als ein halbes Prozent enthält.

Nachdem die Erze, welche man aus den Gängen oder den Zinnseifen

gewonnen hat, eine vorherige Zerkleinerung und sonstige Reinigung erlangt haben, röstet man dieselben, wodurch Arsenlies und Schwefellies zersezt werden.

Die Röstarbeit wird übrigens anders betrieben, als bei den sonstigen Erzen, sie wird nicht im Freien, sondern in einem Ofen vorgenommen, welcher zwar ein Flammenofen ist, wie man ihn zu dergleichen Arbeiten immer braucht, der aber doch darin eine von diesem vollständig abweichende Einrichtung hat, daß er die Flammen nicht über die Erze, sondern unter denselben hinwegführt, so daß sie mit den Erzen selbst gar nicht in Berührung kommen. Der Herd, auf dem die Röstung vor sich geht, liegt hohl und besteht aus Thonplatten, welche auf einem eisernen Rost ruhen. Die Stangen desselben laufen mit der Länge des Ofens parallel, damit die von unten gegen die Thonplatten schlagenden Flammen nicht an ihrem Fortgang gehindert werden. Der länglich gestaltete Ofen hat vorne eine Oeffnung zur Einbringung der Erze, auf den Seiten aber mehrere, welche das Durchrühren derselben mit eisernen Krücken gestatten, vorne in der Gegend der Eingangsthür aber unter derselben, befindet sich der Rost auf welchem das Brennmaterial liegt, welches seine Flamme von unten gegen den Herd schlagen läßt und die heiße Luft zieht durch einen hohen Rauchfang ab. Die oben auf dem Herde liegenden Erze werden hierdurch so erhitzt, daß sie ihren Schwefel, ihr Arsen in Form von gasartigen Oxyden entweichen lassen. Die Gase gehen zu dem abziehenden heißen Luftstrom in den Rauchfang und verbreiten sich in die Atmosphäre, wenn das Bergwerk thätig ist, zur großen Beschwerde der Umgebung. In solchen Fällen pflegt man wohl auch sogenannte Giftfänge anzulegen. Man läßt dann die Gase nicht in den Rauchfang streichen, sondern man führt sie in große äußerlich kalt erhaltene Räume, in denen sie sich niederschlagen als arsenige Säure, als schwefelige Säure, da sie jedoch mit einander vermischt sind, von keinem oder nur sehr geringen Werthe. Zur Fabrication von Schwefelsäure kann die schwefelige Säure nicht benutzt werden, weil sie Arsenik mit sich führt. Zur Darstellung dieses letzteren können diese Dämpfe auch nicht benutzt werden, weil sie schwefelige Säure enthalten und weil die Trennung der beiden Substanzen schwierig und kostspielig ist, so sind die in den Giftfängen aufgehäuften Substanzen fast werthlos.

Sind die Erze nunmehr geröstet, so können sie ausgeschmolzen werden. Dies geschieht in der Regel in einer Art von Hochofen von sehr kleinem Zuschnitt. Die nachstehende Figur 1066 zeigt einen senkrechten Durchschnitt desselben, er ist ungefähr 10 Fuß hoch, von feuerfesten Ziegeln erbaut und beinahe genau von der Form eines Hochofens mit dem Unterschiede, daß er unten nicht enger ist als in der Mitte und daß er auch nicht nach oben

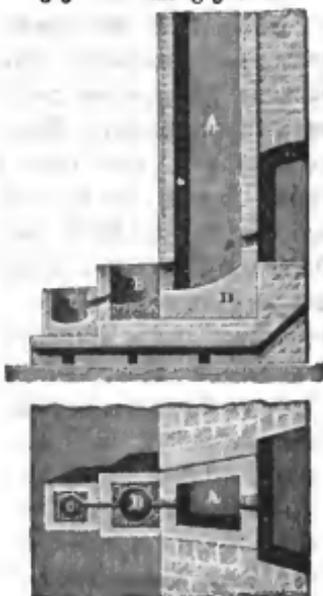
wieder enger zuläuft, sondern einen gleichmäßigen viereckigen Querschnitt hat. Der unterste Theil D ist aus einer mächtigen Granitmasse gemeißelt, einige Schriftsteller geben an, daß auch die Wände des Ofens A aus Granit gebildet seien. Dies ist Unsinn. Der Granit wird durch das Feuer zerstört, und könnte eine Heizung, namentlich unter Zutritt von Gebläseluft, gar nicht ertragen. Die Sohle D hat aber diese Hitze nicht auszuhalten, denn sie soll bloß das herabschmelzende Zinn aufnehmen, das Gebläse wirkt erst einen Fuß höher bei o und dennoch ist dieser Herd handhoch mit feuerfestem Thon beschlagen.

Die Figur 1067 zeigt einen Querschnitt desselben Ofens und giebt uns dadurch Gelegenheit, den Durchschnitt der einzelnen Theile kennen zu lernen. Wir sehen, daß A, der Durchschnitt der Sohle D, viereckig, hinten breiter als vorn, ausgeschnitten ist, wir sehen ferner, daß bei o ein Weg hineinführt, für die Düsen des Gebläses bestimmt, daß aber auf der anderen Seite, o gegenüber, ein Weg herausführt, nach dem sogenannten Vortiegel B, welcher gleichfalls aus Granit gehauen und mit unerschmelzbarem Thon ausgekleidet ist. Die Seite des Ofens, auf welcher dieser Tiegel steht, wird die Brustseite genannt, an dieser Brustseite steht auch noch ein zweiter Tiegel, der sogenannte Stichelkessel, welcher bestimmt ist, das fertige Zinn aufzunehmen.

Der Betrieb eines solchen Ofens ist ein sehr einfacher. Das Erz wird mit Steinkohlenklein gemischt, auf der schräg liegenden Sohle des Herdes aufgehäuft und es wird in der Art, wie dasselbe unten abschmilzt, immer eine neue Ladung von oben her nachgeschüttet. Man schiebt auch bisweilen das Erz und die Kohle in breiten Lagen abwechselnd über einander.

Von da, wo der Ofen angezündet in Thätigkeit gesetzt worden ist, sinkt immerfort das geschmolzene Zinn mit der Schlacke auf die Sohle herab und fließt davon vermöge der schrägen Stellung derselben (siehe D Fig. 1066) immerfort in den Vortiegel B, wo sich die Schlacke von dem metallischen Zinn sondert, oben aufschwimmt und im halb erstarrten Zustande wiederholt abgezogen wird, bis dieser Tiegel zum großen Theile mit Zinn gefüllt ist, dann öffnet man den Verbindungsweg zwischen dem

Fig. 1066 und Fig. 1067.



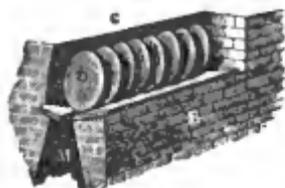
Vortiegel und dem Stichelkessel und läßt das Zinn in diesen letzteren fließen, aus welchem es mit Eßfeln geschöpft und in Formen gegossen wird, welche man des nachfolgenden Processes wegen meistens rund oder viereckig gestaltet.

Man kann hier gleich eine Sonderung des besseren von dem schlechteren Zinn vornehmen. Man muß nicht glauben, daß man trotz der sorgfältigsten Behandlung der Erze schließlich reines Zinn daraus schmelze, es wird mit Antimon, Kupfer, Eisen u. immer verunreinigt sein um mehr oder weniger, aber schon in dem Stichelkessel findet eine Trennung des reinen Zinnes von dem unreinen statt. Man kann den Kessel mit Zinn gefüllt eine beträchtlich lange Zeit stehen lassen, ohne daß das Zinn erstarrt, erst kurz vor dieser Periode beginnt man dasselbe auszuschöpfen und in Formen zu gießen. Diese Zeit aber hat genügt, um die Unreinigkeiten zum großen Theile nach dem Boden des Kessels zu führen. Schöpft man nun mit Behutsamkeit, d. h. ohne den Inhalt des Kessels unnötiger Weise in Bewegung zu setzen, die obere Hälfte ab, so hat man ein beinahe tafelfreies Zinn, zwar nicht chemisch rein, aber doch so rein, wie es zu den mehrsten technischen Anwendungen irgend erforderlich ist.

Das übrige Zinn enthält die größte Menge der gedachten Metalle, ist folglich sehr unrein und kann so nicht verkauft werden, man muß dasselbe einem Läuterungsprozesse unterwerfen.

Die Schmelzbarkeit der Metalle ist eine höchst verschiedene und alle mit dem Zinn gewöhnlich verbundenen haben einen viel höher gelegenen Schmelzpunkt als das Zinn, welches bei 288 Grad C. in Fluß kommt. Das demselben am nächsten stehende Antimon schmilzt erst bei 425 Grad C.

Fig. 1068.



Wenn man daher das unreine Zinn in runden Scheiben D Fig. 1068 auf einen flachen nach Innen zu vertieften Herd eines Ofens B stellt und unter diesem Herde bei M ein Feuer anzündet, welches durch die offene Vertiefung empor, und zwischen den Tafeln hindurchbringt, so können sie in solchem Grade erhitzt werden, daß das leichter schmelzbare Metall in Fluß

übergeht, und dieses geschieht. Die Tafeln werden ganz durchlöchert und das Zinn fließt durch den Zwischenraum unter dem Stützpunkt der Tafeln in das Feuer selbst hinab. Der Herd, auf welchem dasselbe brennt, neigt sich ziemlich stark nach vorn und auf dieser Bahn fließt das Zinn in einen untergestellten Kessel, aus dem es wieder geschöpft wird, um in Blöcke gegossen zu werden.

Setzt man dieses Ausschmelzen zu lange fort, so geht allerdings auch

das Antimon bald mit, und je länger der Schmelzprozeß fortgesetzt wird, desto unreiner wird das abfließende Zinn, bis endlich die Gesamtmasse wieder zu einer solchen Legirung zusammenschmilzt, wie sie es ursprünglich gewesen. Da hiermit natürlich der ganze Aufwand an Zeit, Geld und Arbeitskräften verschwendet, verloren wäre, so läßt Niemand die Sache bis dahin gedeihen, vor allen Dingen sondert man das zuerst und bei der gelindesten Hitze Ausgeschmolzene von dem später Nachkommenden ab. Ein zweites Drittel wird gleichfalls angeschöpft, aber nicht wie die erste Portion in Blöcke oder Stangen gegossen, sondern wieder in Scheiben, denn das erste ist verkäufliches Zinn, das zweite aber soll den Saigerprozeß noch einmal durchmachen. Das letzte Drittel wird in sorgfältig arbeitenden Hüttenwerken noch einmal zu den Erzen in den Schmelzöfen gebracht, wo es einen großen Theil des Eisens und des Arsens durch das Verbrennen mit der Kohle verliert und im reineren Zustande wieder mit dem übrigen Zinn vom Herde abfließt.

In der Regel sieht man das gesaigerte Zinn für rein genug an, um es gleich zu verarbeiten, in England aber nimmt man mit den besseren Sorten noch eine Art von Läuterung vor, welches sie raffiniren nennen, es ist aber weiter nichts als ein Verjagen von Zinnoxyd oder sonstigen geringen Unreinigkeiten, welche noch möglicherweise im Zinn enthalten sein könnten, die mit demselben legirten Metalle werden dadurch keinesweges entfernt.

Das Zinn, welches so raffinirt werden soll, und welches schon an sich das reinste ist, das man aus dem Saigerprozeße erhält, wird noch einmal geschmolzen und über den eigentlichen Schmelzpunkt hinaus erhitzt. Man läßt nunmehr das Feuer abgehen und taucht Stöcke oder Stangen von grünem frischem Holz an verschiedenen Punkten zugleich in das geschmolzene Zinn. Das frische Holz mit seinen Wasserdämpfen wird hierdurch zerseht und entwickelt eine gewaltige Menge von Gasen und Dämpfen, welche mit großer Gewalt die Metallmassen durchbrechen und auf ihrem Wege mitnehmen, was sie etwa an Oxyd und leicht beweglichen Verunreinigungen darin finden.

Wenn diese Operation vorüber ist, läßt man die geschmolzene Masse ruhig stehen, bis kurz vor dem Zeitpunkte der Erstarrung, dann verfährt man, wie bereits gesagt, mit dem Ausschöpfen des Kessels. Das oberste Drittel der Masse giebt das reinste Zinn, die mittlere giebt schon weniger reines, beide aber werden in Stangen oder Blöcke gegossen und als Blockzinn verkauft, die unterste Schicht aber, welche sehr unreines Zinn enthält, wird in Scheiben gegossen, um nochmals gesaigert zu werden.

Die Schlacken, welche man beim Ausschmelzen des Zinns erhält,

sind immer noch sehr reich an dem Metall, von welchem sie sich absondern, sie werden fortirt, die reicheren derselben bringt man bei dem nächsten Aufschütten wieder in den Ofen, um sie herabzuschmelzen und auf diese Art einen großen Theil des Metalles daraus zu gewinnen. Die ärmeren Schlacken werden gerade wie das Erz behandelt, sie werden gepocht und geschlemmt und der Schlich wird wiederum mit dem übrigen Erz in den Ofen gethan. Man wird auch mitunter bewogen, die Schlacken für sich zu schmelzen, man behandelt sie dann, vom Zinne gesondert, unter Zusatz von Kalk, wodurch die Schlacken leichter geschmolzen werden, man vermehrt auch das Brennmaterial und steigert die Wirkung des Gebläses. Auf diese Art wird das Zinn gewonnen, ohne mit dem Uebrigen zusammenzukommen und dasselbe zu verunreinigen, denn loben kann man dasselbe nicht, es wird auch für sich als ein ganz unreines Zinn zu einem beträchtlich geringeren Preise verkauft.

In England wird gewöhnlich nur solches Zinnerz genommen, welches aus den Seifenwerken kommt (Stromzinn); dasselbe ist rein von anderen Metallen oder es hat wenigstens nur sehr geringe Beimischungen derselben. Die Behandlung dieses Zinnerzes ist also eigentlich nichts weiter als eine Reduktion. Die Ofen sind den deutschen gleich, nur sind sie weiter, weil man größere Massen zu bewältigen hat und sie sind deshalb auch höher, nämlich 18 bis 20 Fuß.

Das aus diesem Erz gewonnene Metall bildet gleichfalls Schichten von größerer oder geringerer Reinheit und man verfährt daher mit demselben ganz auf die gedachte Weise, die oberste Schicht als die allerreinste wird von der mittleren (gleichfalls als rein verkäuflich) gesondert, die unterste Schicht wird in Scheiben gegossen, um gesaigert zu werden.

Das reinste Zinn unterliegt nun noch einer besonderen Behandlung. Bis zu einer gewissen Temperatur erhitzt, wird dieses sonst äußerst weiche Metall so spröde, daß es sich zerstoßen, daß es sich pulverisiren läßt.

Das reinste Zinn in Blöcke gegossen, wird nun bis zu diesem Punkte erhitzt und dann aus einer beträchtlichen Höhe auf einen flachen Stein herabgeworfen, hierdurch zerspringt es, zersplittert in säulenförmige Stücke, welche einige Aehnlichkeit mit der Form des Basalts haben, doch durchaus unregelmäßig sind.

In dieser Gestalt verkauft, heißt dasselbe Kornzinn und wird als das allerreinste anerkannt und mit vollem Rechte, denn nur solches Zinn, in welchem die andern Metalle, welche dasselbe zu begleiten pflegen, in einer fast verschwindend geringen Menge vorhanden sind, hat die Eigenschaft, sich auf die gedachte Weise zersplittern zu lassen. Untersucht man solches Zinn chemisch, so findet man allerdings Kupfer und Antimon darin, doch

nur in so kleinen Mengen, daß es schon eines recht geschickten Chemikers bedarf, um dieselben wägbare darzustellen, alle diese Metalle zusammengenommen, belaufen sich noch nicht auf 1^o Prozent.

In den verschiedenen Ländern, in denen man das Zinn darstellt, hat man auch verschiedene Methoden, es äußerlich zu gestalten. Die Formen, in welchen es gegossen wird, sind seit Jahrtausenden dieselben. Dasjenige z. B., was von der indischen Halbinsel jenseit des Ganges von Malacca herkommt, wird in kleine Thonformen gegossen, welche nur $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Pfund fassen. Das Zinn stellt so kleine, abgestumpfte Pyramiden vor. Das Zinn von Banca wird in ziemlich ungestalteten Blöcken von ungleichem Gewicht, entweder zwischen 40 und 50 Pfund schwer, oder zwischen 120 und 130 in den Handel gebracht.

Dieses letztere, gleichfalls ein ostindisches Zinn, von der Insel Banca unfern von Sumatra herkommend, war in früheren Zeiten vorzugsweise dasjenige, welches zum Belegen der Spiegel angewendet wurde. Es kam über Holland zu uns und wurde in Europa erst in Plattenform gebracht, geschlagen und gewalzt, es gilt für eben so gut, als das Zinn von Malacca, und man behauptet, es mache dem besten englischen Zinn den Rang streitig.

Das Zinn von England kommt als allerreinstes in der oben beschriebenen Form vor, in der es Kornzinn heißt. Das demnächst beste, gleichfalls ein sehr schönes zartes Zinn wird in Gänse gegossen, gerade wie die aus den Eisenhochöfen kommenden, nur mit dem kleinen Unterschiede, daß sie nicht mehr als fingerdick und etwa $\frac{3}{4}$ Ellen lang sind. Das schlechtere Zinn wird in Blöcken verkauft. Das Zinn, welches aus Goslar kommt, wird vor dem Verkauf in Tafeln gebracht und zusammengerollt.

Die Verwendung dieses trefflichen Metalles ist äußerst mannigfaltig und war es in älteren Zeiten noch weit mehr. Der Stolz einer bürgerlichen Hausfrau war der Zinnschmuck ihrer Küche. Duzendweise standen flache und tiefe Teller, Schüsseln und Terrinen in den schönsten geschmücktesten Rococoformen gegossen, standen blankgeputzt an den Wänden umher Kannen, Krüge, Becher, Leuchter, Lampen; alles war von Zinn, und zwar von jenem feinen silberweißen Zinn, welches die Ehre verdiente, mit einem Engel gestempelt zu werden, von jenem feinen Zinn, welches spiegelblank aus der polirten Metallform kam und keiner Nachhülfe durch Schaben oder Abbreßen bedurfte. Nur die Löffel waren in solchen Häusern von Silber. Im Süden von Deutschland kann man alles dieses noch sehen, nicht etwa in den Dörfern, sondern in den Städten, es hat sich da außer der Güte des Metalles nichts geändert. Das Metall freilich ist schlechter geworden, das reine Zinn ist einer Legirung aus Blei und Zinn gewichen, daher an

die Stelle des silberweißen Metalles ein sehr unschönes bläuliches Metall getreten ist, welches viel Schaffheu (eine Art Schachtelhalm) in Anspruch nimmt. In Norddeutschland hat die große Anzahl von Fayence und Porzellanfabriken aus den städtischen Haushaltungen das Zinn allerdings verbannt und es hat sich nur noch in den ländlichen erhalten. Dagegen ist es von größter Wichtigkeit für den Haushalt durch seine Widerstandsfähigkeit gegen Säuren, und in dieser Hinsicht wird es vielfach verwendet, um eiserne, kupferne, messingene Kessel, Kasserolen *ic.* auf ihrer inneren Seite zu überziehen. Diese Operation heißt das Verzinnen und wird von jedem Kupferschmiede an seinen Kesseln, demnächst aber auch noch in den Blechfabriken im Großen betrieben. Ueber dieses Letztere siehe S. 103 u. f.

Das Verzinnen soll verhüten, daß Kupfer-, Eisen- oder Messinggefäße durch Essig- oder Weinsäure, Citronensäure und andere, welche möglicherweise im Haushalt vorkommen, angegriffen werden. Die Obstgattungen alle haben z. B. noch die Apfelsäure in ihrem Saft eingeschlossen. Diese und die vorhin genannten greifen Eisen oder Messing an, Zinn aber nicht, daher man solchen Gefäßen den Zinnüberzug giebt, leider geschieht in unserer Zeit auch hiermit vielfältiger schöner Betrug. Dasjenige, was der Kupferschmied durch Zusatz an Blei oder Zink an jedem einzelnen Kessel gewinnt, ist nur höchst unbedeutend, denn mit $\frac{1}{4}$ Pfund Zinn kommt man ziemlich weit und es kann nicht darauf ankommen, ob dieses $\frac{1}{4}$ Pfund $2\frac{1}{2}$ oder $2\frac{1}{2}$ Groschen kostet, aber die Gesundheit der Leute, welche ihre Speise in solchem Kessel kochen, hängt von der Reinheit des Zinns ab und diese wird von dem gewissenlosen Menschen um eines Dreiers willen geopfert.

Das Verzinnen von Gefäßen geschieht auf folgende Weise. Das Gefäß muß auf das Sorgfältigste gesäubert, mit einer metallisch ganz reinen Oberfläche versehen werden. Dies läßt sich nur durch Säuren bewerkstelligen. Man scheuert mit Sand und Salzsäure oder Schwefelsäure das Gefäß rein aus, wodurch die Oxide beseitigt werden, scheuert dann das Gefäß nochmals mit Sand und Wasser und spült es endlich mit Wasser aus. Man kann auch Asche und Salmiaklösung nehmen, eine reine Metallfläche aber muß unter allen Umständen hergestellt werden und gelingt dieses nicht durch Scheuern, so muß man das Schabeisen zu Hilfe nehmen.

Hat man dieses gethan, so wird eine solche Menge des reinsten Zinns geschmolzen, als überflüssig genügend erscheint, um das Gefäß zu verzinnen. Dies ist etwas, durch die Erfahrung zu Ermittelndes. Ein Kupferschmied ist hierüber niemals im Zweifel.

Während das Zinn schmilzt, erhitzt man das Geschirr so stark, daß daran gebrachtes Papier oder Stroh zum Sengen kommt. Nunmehr wirft man etwas Salmiak auf die Kohlen und stülpt das Gefäß darüber, so daß

die Dämpfe davon in dasselbe hineinschlagen. Wieder aufrecht hingestellt, aber immer auf den erhitzenden Kohlen belassen, wird nunmehr das geschmolzene Zinn in das Gefäß gegossen, etwas zerkleinerter Salmial dazu geschüttet und dann mit einem Strohwißch vertrieben. Ueberall, wo das Zinn mit dem Metall in Berührung kommt, setzt es sich fest und muß mechanisch, d. h. durch das Wischen mit dem Strohbindel, von Stelle zu Stelle geführt werden. Die Arbeit geht sehr leicht von Statten, und ist auch sehr schnell beendigt. Hat man zuerst den Boden verzinnt, so legt man das Gefäß auf eine Seite und führt hier die Verzinnung fort mit demjenigen, was man von dem Boden nach der Seite hinwischt. Auch dieses geht sehr leicht, und ein Kessel, welcher 3 Centner Wasser faßt, ist über und über im Verlaufe einer halben Viertelstunde verzinnt. Keulicher und schöner wird übrigens die Verzinnung, wenn man statt des Strohes ein tüchtiges Büschel Berg uimmt. Man kann dasselbe unbedenklich mit der bloßen Hand fassen, die Leitungsfähigkeit desselben für die Wärme ist so gering, daß nichts davon bis an die Hand durchbringt. Wenn man also mit dieser Hand nur das Metall des Kessels nicht streift, so ist keine Gefahr zu besorgen.

Nach einer anderen Methode wird das Zinn nicht erst geschmolzen, sondern es wird aufgerieben. Das geschweuerte, getrocknete Gefäß legt man auf Kohlen mit der Höhlung nach unten, sobald es heiß genug geworden, lehrt man es um, streut gepulverten und gut getrockneten Salmial darauf und reibt nunmehr mit einem mäßig flachen Block von reinem Zinn den Kessel ein. Das Zinn schmilzt augenblicklich und sein Weg zeichnet sich als breite Bahn ab. Man verzinnt auf diese Weise den ganzen Boden und den Winkel, in welchem sich die Seiten an den Boden anschließen, reichlich, hierauf taucht man einen Bergbüschel in trockenen Salmial und wischt nunmehr das überflüssige Zinn vom Boden nach den Seiten hin.

War das Gefäß schon einmal verzinnt, so ist das Fortschaffen der alten Verzinnung durchaus nicht nöthig, es sei denn, daß sie bleihaltig gewesen, denn in diesem Falle will das neue Zinn auf dem alten nicht haften und es bleibt dann nichts übrig, als immer von Neuem Salmial auf diese Stellen zu bringen, zu verreiben und dadurch das Blei zu zerstören, allerdings geschieht dieses nicht anders, als auf Kosten des Zinns, wovon eine nicht unbeträchtliche Menge mit dem Salmial sich verbindet, verbrennt, oxydirt wird, und wußte man vorher, daß die Verzinnung bleihaltig war, so that man besser, sie mittelst des Schabeisens zu entfernen.

Wenn man wahrnimmt, daß die Verzinnung überall gut geflossen ist, so wischt man noch einmal ohne besonders starken Druck das ganze Gefäß mit dem Bergbüschel aus, wodurch sich das Zinn überall gleichmäßig ver-

theilt, dann wird das überflüssige auf eine Stelle zusammengebracht, ausgegossen und die Gußstelle wird nachgewischt. Hiermit ist das Verzinnen beendet. Gefäße, welche nicht mehr als 6 bis 10 Pfund wiegen, kann man unmittelbar auf die glühenden Kohlen legen. Große und schwere Gefäße würden die Kohlen zerdrücken, deshalb setzt man einen großen flachen Krost über die Kohlen, und auf diesen erst das zu verzinnende Gefäß.

Das ausgegossene Zinn kann bei einer neuen Verzinnung wieder angewendet werden; allein hat man von Hause aus beträchtlich zu viel genommen, und will man dieses so für sich ohne neuen Zusatz zum Verzinnen anwenden, so würde die Verzinnung mit jedem Male weniger schön, weniger glänzend werden, wahrscheinlich weil durch die Hitze und die Salzsäure des Salmiaks Zinnoxid entsteht.

Wenn man eine Legirung von 6 Theilen Zinn und einem Theile Eisen bildet, dadurch daß man Beides in dem angegebenen Verhältnisse zusammenschmilzt, so kann man auch mit dieser das Verzinnen vornehmen. Das Eisen wendet man gewöhnlich in der Form von Abschnitzeln des verzinnten Eisenblechs an oder man nimmt auch Eisenfeilspähne, in beiden Fällen giebt das sonst nicht schmelzbare Schmiedeeisen mit dem Zinn eine Verbindung, welche bei dunkler Rothglühhitze schmilzt.

Um hiermit zu verzinnen, verfährt man wie oben beschrieben, nur erhitzt man das Gefäß bis zum anfangenden Rothglühen, dann reibt man mit der flachen Stange, zu welcher die Legirung geformt ist, das Gefäß tüchtig ein, wobei sich bei jedem Strich eine Portion von der Stange ablöst, und auf dem Gefäße haften bleibt. So wird rundum fortgefahren, bis das Gefäß ganz verzinnt ist, nunmehr wischt man dasselbe mit Berg aus und gießt was flüssig ist heraus. Da diese Verzinnung aber nicht schön, nicht glänzend wird, so verzinnt man das Gefäß nochmals, aber mit reinem Zinn und nur in einer sehr dünnen Lage.

Diese Verzinnung ist zwar umständlicher und beträchtlich theurer, aber die Stärke der Verzinnung ist bei Weitem größer als bei der anderen Methode und das mit Eisen versetzte Zinn, welches zu der Arbeit verwendet wurde, ist sehr viel härter und daher viel haltbarer.

Die Verzinnung mit einer Legirung aus Blei und Zinn kann nicht anders, als eine Betrügerei bezeichnet werden, da ihre Ausführung aber so leicht ist, sieht man sie leider nur zu oft angewendet. Der Kupferschmied nimmt dann statt des Salmiak, der durchaus keine Verbindung zwischen dem Blei und Kupfer herbeiführt, gepulvertes Colophonium.

Um gußeiserne Gefäße zu verzinnen, muß man dieselben vorher abdrehen und abschleifen, dann sie gehörig erhitzen, und nunmehr das Zinn hineingießen, aber es verbindet sich nicht mit dem Metalle, hierzu muß es

erst durch einen chemischen Prozeß gezwungen werden, zu welchem gleichfalls der Salmiak hilft.

Auf das geschmolzene Zinn, welches sich in dem sehr heißen eisernen Gefäß befindet, schüttet man zerkleinerten Salmiak, bis derselbe schmilzt, nun reibt man mit einem breiten Kork diesen Salmiak auf der Metallfläche des Gefäßes ein und läßt das Zinn nachfließen, dadurch verbindet es sich mit dem Eisen und wird mittelst des Korkes, den man in einer Zange hält, festgerieben. Ist das ganze Gefäß auf diese Weise mit dem Ueberzuge versehen, so wird das Ueberflüssige herausgezossen und dann das Gefäß plötzlich in Wasser getaucht.

Wenn die Gefäße auf beiden Seiten verzinnt werden sollen, so verfährt man mit der inneren, wie so eben beschrieben, die äußere Seite aber wird dadurch verzinnt, daß man das ganze Gefäß in geschmolzenes Zinn taucht und hier unter Anwendung des Salmiaks die Reibung mit einem Kork gerade so vornimmt, wie auf der inneren Seite.

Das Gefäß wird nunmehr langsam aus dem Zinn herausgehoben, um demselben Zeit zum Abfließen zu gestatten, dann aber wird es sogleich, entweder, wenn es Winter ist, in's Freie, in's Kalte gestellt, oder es wird einem heftigen, durch Blasebälge zu erzielenden Luftstrome ausgesetzt.

Um kleine Gegenstände, wie die Gärtlerwaaren, Schnallen, Ringe u. dgl., zu verzinnen, reinigt man dieselben durch Eintauchen in eine Mineralsäure, wäscht sie dann mit Wasser und bringt sie in eine große steinerne Krufe, deren Hals nur gerade so weit ist, um sie durchpassiren zu lassen. In dieser Flasche befindet sich zerkleinertes Zinn und Salmiak. Man legt dieselbe mit ihrem ganzen Inhalt in ein mäßiges Kohlenfeuer und wenn dieselbe heiß geworden, dreht man und schüttelt sie vielfältig und nach verschiedenen Richtungen so, daß sich das geschmolzene Zinn unter Hülfe des Salmiaks mit den eingeschlossnen Metallwaaren verbinden kann. Wenn man glaubt, daß dieses geschehen sei, so schüttet man Alles zusammen in ein Gefäß mit kaltem Wasser aus. Da man immer blind arbeitet, nicht in die Flasche sehen kann, so ist das Resultat stets ein zufälliges. Auch der erfahrenste Arbeiter wird einige Stücke aus der Krufe bekommen, welche nicht ganz verzinnt sind, und einige, an denen zu viel Zinn haftet. Die so nicht vollkommenen Gegenstände werden bei der nächsten Verzinnung wieder in den Krug gethan, die taßelfreien aber werden zu ihren Zwecken verwendet. Was man Verartiges an Pferdegeschirren sieht und für versilbert hält, ist in der Regel nur verzinnt und dieses ist viel zweckmäßiger, denn obschon eine Versilberung zehnmal so theuer wäre, als die Verzinnung, so würde sie doch nicht schöner aussehen und bei Weitem nicht so lange der zarten Hand des Kutschers, welcher sie zu putzen hat, Widerstand leisten.

Die sogenannte kalte Verzinnung, die Verzinnung auf nassem Wege, ist für ganz kleine Sachen, wie Stechnadeln u. dgl., eine längst bekannte Methode, das aufgelöste Zinn läßt sich auf Kupfer und Messing ganz leicht niederschlagen. Man nennt diese Verzinnung das Weißfieden.

Eine Portion Zinn wird in einem Gemische aus 2 Theilen Kochsalz, einem Theile Weinstein und 2 Theilen Alaun, mit dem nöthigen Wasser verrührt, aufgelöst. Die zu verzinnenden, die weiß zu siedenden Gegenstände werden in die Flüssigkeit geschüttet, nachdem dieselbe zum Sieden gebracht worden ist.

Wenn man nicht zu viel Zinn in die Flüssigkeit gebracht hatte, d. h. wenn Alles aufgelöst worden, nichts davon ungelöst übrig geblieben ist, so erleiden die messingenen Gegenstände, Spangen, Ketten, Ringe, Nadeln u. nicht die geringste Veränderung, sie bleiben so gelb wie sie sind, sobald man aber ein Stück Stangen-zinn hineinbringt und damit unter den Nadeln rührt, so werden sie augenblicklich sämmtlich weiß. Ja, das Anrühren einer einzigen Nadel genügt, wenn die anderen alle damit in metallischer Berührung sind, es scheint hier ein galvanischer Prozeß vor sich zu gehen, das Kupfer der Ringe, der Spangen oder Nadeln wird durch die Berührung mit dem metallischen Zinn negativ und es schlägt sich hierdurch das in der Lösung enthaltene positive Metall darauf nieder.

In einem französischen Werke „Manipulations hydroplastiques. Guide pratique du doreur, de l'argenteur et du galvanoplaste par Alfred Roseleur, chimiste“, finden sich einige Angaben zur Verzinnung

Fig. 1069.



von Eisen und anderen Metallen und wir wollen hoffen, daß dieselben praktisch sind. Das Büchelchen hat kaum 300 Seiten und kostet doch 5 Thaler, auch hat sich der Verfasser durch Stempel, eigenhändige Unterschrift und Citate von Gesetzesstellen gegen alle Uebersetzungen, Nachbildungen seiner Holzschnitte u. gewahrt und verwahrt; wir wollen daher hoffen, daß dasjenige, was wir auf die Gefahr hin, von ihm kriminalgerichtlich verfolgt zu werden, hier mittheilen, recht genau und recht praktisch sei.

Zuerst zeigt er uns (Fig. 1069), auf welche Weise die Gegenstände ge-

reinigt werden müssen. Der Arbeiter hat in der einen Hand eine sogenannte Krabbürste, ein Bündel Draht aus Messing gezogen, fest mit stärkerem

Draht überwickelt und so zu einer Bürste, zu einem Pinsel aus Draht gestaltet, in der anderen Hand hält er den Gegenstand, welchen er reinigen soll. Er stützt denselben auf eine Leiste; die in der Mitte des Bottichs mit dem angesäuerten Wasser liegt. Abwechselnd taucht er die Drahtbürste in die verdünnte Säure und reibt damit seinen Rößel, seine Schnalle ab, bis jede Spur von dem Formsande sowohl oder von einem Oxide als von Fettigkeit u. dgl. entfernt ist. In Fällen, wo die gewöhnliche Art des Abreibens nicht ausreichend wäre, wie z. B. bei einer canellirten Säule, bei einer Schnalle mit reifenartigen Vertiefungen, bedient er sich einer Maschine, welche gleichfalls eine Kratzbürste, aber in Kreisform, in Scheibenform in Bewegung setzt.

Fig. 1070.



Wir sehen hier auf Fig. 1070 eine ganz gewöhnliche Drehbank, durch welche die Bürste mit einer beliebigen Schnelligkeit im Kreise umhergeführt werden kann, oben über derselben befindet sich ein Gefäß mit der ätzenden Flüssigkeit, mit der verdünnten Säure, welche durch einen Schlauch gerade auf die Bürste fließt. Durch einen Hahn kann natürlich dieser Zufluß beliebig regulirt werden.

Der Arbeiter hält den zu polirenden Gegenstand an diese Bürste in einer solchen Lage, daß durch dieselbe in alle Vertiefungen eingegriffen werden kann. Er würde durch das umhersprühende angesäuerte Wasser übergossen werden können, dies wird jedoch durch ein gerade über der Bürste befindliches, ihn schützendes Brett verhindert.

Hat man auf solche Weise die Gegenstände vollständig von den anhaftenden Oxiden und sonstigen Unreinigkeiten befreit, so bringt man sie in ein Bad von 20 Pfund Wasser, einem Pfund Ammoniakalaun und 2 Loth Zinnsalz. Dies Bad wird kochend erhalten, es dient aber nicht zum Verzinnen, sondern nur zum Anbeizen; das Zinnsalz wird zwar in einiger, doch nicht in genügender Menge auf den Metallen niedergeschlagen. Um das Bad, welches bei jeder Operation einen Theil seines Zinns verliert, immerfort brauchbar zu erhalten, setzt man ihm stets von Neuem etwas Zinnsalz zu.

Die so angebeizten metallischen Gegenstände kommen nunmehr in ein zweites Bad von 20 Pfund geklärtem Regenwasser, worin 2 Loth Weinstein und 1½ Loth Zinnsalz aufgelöst worden sind.

Sobald die metallischen Gegenstände sich in diesem Bade befinden, werden einige Zinkspähne zugesetzt und alsbald tritt der obengedachte chemische elektrische Prozeß ein.

Derselbe Verfasser giebt auch noch eine andere Art der galvanischen Verzinnung an. Bei dieser wird der metallische Gegenstand, an dem negativen Pole einer Volta'schen Säule befestigt, in eine Lösung von 10 Theilen pyrophosphorsaurem Natron und 4 Theilen geschmolzenem Zinnchlorid in 21 Theilen Wasser gebracht.

Um diese Auflösung stets gleich reichhaltig an Zinnsalz zu erhalten, befestigt man an dem positiven Pole derselben Volta'schen Säule eine Platte von reinem Zinn, welche in die Flüssigkeit gehängt wird. Indem der elektrische Strom sich hier innerhalb der Flüssigkeit ausgleicht, schlägt sich auf der negativen Seite das aufgelöste Metall nieder, indessen auf der positiven Seite ebenso viel davon aufgelöst und in die Flüssigkeit geführt wird.

Das gewöhnliche Verzinnen von metallenen Gefäßen erfolgt bei beträchtlicher Temperatur-Erhöhung, es können also nur Metalle angewendet werden, welche einer solchen Hitze Widerstand zu leisten vermögen; darum sind die Niederschläge aus Flüssigkeiten von Wichtigkeit, so z. B. würde man Zink im Feuer nicht verzinnen können. Durch eine wässrige Lösung ist dieses eine Kleinigkeit. Man löst einen Theil Zinnchlorid und zwei Theile gereinigten Weinstein in fünf Theilen Wasser auf, erhöht die Lösung bis auf 75 Grad C. und legt alsdann das Zink, welches verzinnet werden soll, hinein. In wenig Sekunden nehmen die Gegenstände eine graue, un-

ansehnliche Farbe an, welches das Zeichen ist, daß sich Zinn in genügender Menge darauf niedergeschlagen hat. Die Gegenstände werden herausgenommen und mit feinem Formsand abgerieben, wodurch der Metallglanz des Zinns wiederhergestellt wird.

Beabsichtigt man eine stärkere Verzinnung zu geben, so verursacht man die Reinigung noch innerhalb der Flüssigkeit, diese nämlich wird durch einen tüchtigen Zusatz von feinem Formsand zu einem dünnen Brei gemacht, innerhalb dessen nun während der Verzinnung das Putzen vorgenommen wird, wobei auf die blanke Metallfläche sich immer von Neuem Zinn niederschlagen, der Ueberzug sich mithin so sehr verstärken kann, als man irgend beabsichtigt.

Legirungen des Zinns.

Eine der am meisten verbreiteten Legirungen ist die mit dem Blei. Wenn man nach Pfunden rechnen wollte, so würde wohl eine andere Legirung noch die Oberhand behalten, die nämlich mit dem Kupfer zu Kanonenmetall; allein da hierbei das Kupfer in neunmal größerer Menge vorhanden ist, als das Zinn, so stellt man diese Legirung unter denen des Kupfers auf.

Die Legirungen mit dem Blei sind nur in einem Falle nothwendig und nicht betrügerisch, nämlich bei der Vereinigung dieser beiden Metalle zum Schnellloth, zu derjenigen Art von Metall, mit welcher man Gegenstände von Zinn oder Blei oder auch verzinnete Gegenstände von anderem Metall durch den Löthkolben mit einander verbinden kann. In diesem Falle wird ein Theil Blei mit zwei Theilen Zinn zusammengeschmolzen. Manche Klempner nehmen auch gleiche Theile von beiden Metallen.

Wenn Zinn mit Blei zusammengeschmolzen wird, um daraus Gegenstände zu gießen, so hat man dabei stets die Absicht, ein wohlfeileres, schlechteres Metall einem besseren unterzuschieben und das wohlfeile zu dem Preise des theueren zu verkaufen, immer eine strafbare Absicht, leider in vielen Ländern durch die Obrigkeit für gesetzmäßig erklärt, wenn die Legirung nur gewisse Grenzbestimmungen nicht überschreitet, so z. B. nicht mehr als 1 Pfund Blei auf 4 Pfund Zinn, in anderen Ländern auf 3 Pfund, genommen wird.

Die Zinugießer sagen, daß sich reines Zinn nicht verarbeiten lasse, daß es zu spröde sei, daß es nicht den rechten Glanz habe — dies sind

lauter Unwahrheiten. Das reinste Zinn hat wahren Silberglanz, das reinste Zinn wird zu Stanniol ausgewalzt, kann also nicht spröde sein. Zum Verschließen der Flaschen mit feinen Weinen bedient man sich einer Kappe von Zinn, welche sich so genau an das Glas anschmiegen muß, daß es weder Weingeist noch Kohlensäure zwischen sich und dem Glase entweichen läßt, es ist also sehr wohl zu bearbeiten, aber allerdings, wenn der Feintner Zinn dem Gießer 30 Thaler kostet, bei einem Zusatz von einem Drittel Blei aber nur 20 Thaler, und er sich dennoch dafür 40 Thaler zahlen läßt, als ob es ganz reines Zinn wäre, so hat er offenbar einen Vortheil von 50 Prozent, und warum sollte er ihn nicht nehmen, es handelt sich gar nicht um seine Gesundheit, sondern nur um die fremder, ihm ganz gleichgültiger Leute.

Der Zusatz von Blei macht das Zinn viel leichter oxydirbar, je mehr Blei man zusetzt, desto gefährlicher ist die Mischung, desto leichter wird sie von Säuren u. angegriffen. Geht die Legirung so weit, daß man zu einem Theile Zinn vier bis fünf Theile Blei nimmt, so verbrennt dieses Metallgemisch in der Glühhitze, als ob es Kohle wäre und glüht auch fort, wenn das Feuer abgegangen ist.

Eine Legirung des Zinnes mit Blei und Wismuth hat eine höchst merkwürdige Eigenschaft, sie schmilzt sehr viel leichter, als irgend ein in ihre Zusammensetzung eingehendes Metall. Zwar ist ein solches Verhältniß bei den mehrsten Legirungen vorherrschend, doch nirgend in einem solchen Grade, als wie bei der oben gedachten.

Zinn schmilzt bei 228 Grad C., Wismuth bei 265 Grad, Blei bei 325 Grad. Wenn man nun 3 Theile Zinn mit 5 Theilen Blei und 8 Theilen Wismuth zusammenschmilzt und daraus z. B. einen Löffel gießt, so kann man die höchst merkwürdige Erscheinung sehen, daß dieser Löffel im kochenden Wasser schmilzt, mit einem Theelöffel aus solchem Metall würde man seinen Kaffee oder Thee nicht umrühren dürfen, man würde ein kleines Stückchen des Stiels in der Hand behalten, das Uebrige würde als ein Metallklümpchen auf dem Boden der Tasse liegen.

Eine andere Legirung ist die des Zinns mit dem Zink, welche so dehnbar ist, daß man daraus das unächte Blattsilber macht. Eine sehr verbreitete Legirung ist das sogenannte Britanniametall aus 90 Theilen Zinn, beinahe 10 Theilen Antimon und einem Zehntheil eines Theiles Kupfer, für welche Legirung man auch einige andere Verhältnisse hat, z. B. 86 Theile Zinn, 10 Theile Antimon, 3 Theile Zink und 1 Theil Kupfer.

Aus diesen Legirungen werden jetzt diejenigen Geschirre gemacht, welche man sonst aus Silber verfertigte. Im ersten Augenblick aus dem Laden des Verkäufers kommend, haben sie wohl einige Ähnlichkeit mit dem ächten

Metall, bald aber verschwindet der äußere Glanz und die Silberfarbe ist durch Ruzen nicht wiederherzustellen.

Die gewöhnliche Art, das Zinn zu bearbeiten, weicht von der bei anderen Metallen üblichen nur dadurch ab, daß man dasselbe in der Regel weder kalt noch warm hämmert, welches Letztere ganz unmöglich ist, da es bei einer gewissen Erhitzung nicht weich wird, wie z. B. Eisen oder Kupfer, sondern spröde, und da es ferner bei noch höherer Temperatur, statt sich zu erweichen, schmilzt. Ebenso ist vom Zusammenlöthen einzelner nach gewissen Formen geschnittener Blechstücke, wie dieses z. B. mit dem verzinneten Eisenblech geschieht, keine Rede, weil dergleichen Blechgefäße gar keine Widerstandsfähigkeit haben würden. Die Bearbeitung des Zinns beschränkt sich also auf das Gießen, auf das Zusammenlöthen gegossener Stücke und auf das Bearbeiten auf der Drehbank.

Gewöhnlich sind die Gußformen von Messing und an denjenigen Stellen, welche der Oberfläche des zu verfertigenen zinnernen Gegenstandes entsprechen, so blank und so schön polirt, daß das eingegossene Metall diese glänzende Oberfläche annimmt, da es denn weiter keiner Nachhülfe bedarf. Hat man aber große Stücke zu gießen, so sind die Formen wohl aus Thon und dann natürlich kann das daraus hervorgehende Zinn nicht polirt erscheinen. Für diesen Fall ist also die Drehbank dasjenige Instrument, auf welchem die Gußwaare ihre äußere Vollenbung erhält. Diese Drehbank unterscheidet sich von den ganz gewöhnlichen nur dadurch, daß sie ein großes durch einen Arbeiter bewegtes Rad hat. Die Instrumente zur Bearbeitung haben Ähnlichkeit mit denen des Holzdrehers, das Zinn nämlich wird nicht wie Eisen oder Messing durch den Meißel geschabt, sondern es wird wie weiches Holz beim Dreheln in sehr lange Spähne geschnitten. Hohle Gefäße kleiner Art macht man so, daß man die dazu gehörige Form ganz voll Zinn gießt, nach wenigen Augenblicken umkehrt, und auslaufen läßt, hierauf aber mit einem zu dem Gegenstande passenden Handbohrer intwendig ebnet; worauf es aussieht, als ob es ausgedreht wäre.

Ein sehr bedeutender Fabrikgegenstand ist das gewalzte Zinn. Man will nicht Tafeln haben, wie die von Blei gegossenen, um Dächer damit zu bedecken, oder um Röhren davon zusammenzulöthen, sondern man will sehr große und sehr dünne Tafeln haben, um damit die Rückseite der Spiegel zu belegen.

In früheren Zeiten, als man noch nicht so schöne Hülfswerkzeuge hatte, wurden diese Tafeln so gut wie alles Blech überhaupt, unter dem Hammer gestreckt, der Verfasser erinnert sich aus seinen Jugendjahren noch sehr gut des verzinnerten Eisenbleches, daran die Beulen von den

Hammerschlägen so deutlich zu sehen waren, daß über die Entstehung kein Zweifel sein konnte, seitdem man aber viele Centner schwere Eisenwalzen oder Walzen von Gußstahl mit solcher Leichtigkeit abdreht, als wären es hölzerne Regel, hat man das Blechhämmern gänzlich verlassen, es giebt keine Blechschmieden mehr, es giebt nur noch Walzwerke.

Auf solchen Walzwerken wird nun auch aus dem reinsten Stangen-zinn Blech gewalzt, welches Papierdicke, ja viel weniger als dieses hat. Die Walzen sind zuerst von der allergrößten Regelmäßigkeit und Genauigkeit, dann sind sie aber auch sehr fein abgedreht, so daß ihre Oberfläche durchaus glatt und eben ist oder sie sind wohl gar auf das Schönste polirt. Das Letztere findet nur dann statt, wenn die gewalzten Zinnbleche selbst Politur haben sollen, also z. B. zu den silberweißen oder farbigen Folien, aus denen z. B. die Schmucksteine für Theaterdekorationen gemacht werden, oder welche der Vermehrung der Farbe wegen unter durchsichtige Edelsteine gelegt werden, oder in welche man Toiletteseifen und ähnliche Gegenstände einwickelt. Zu den Spiegelfolien, zu denjenigen dünnen Zinnblättern, welche zur Belegung der Spiegel gebraucht werden und welche man Staniol nennt, bedarf es der Politur nicht, diese Walzen sind also nur vollkommen rund abgedreht und die feineren derselben sind geschliffen.

Je nach der Größe der Spiegel, welche belegt werden sollen, müssen diese Tafeln ihre Maasse haben. Die gewöhnlich in den Läden für Kurzwaaren verkäufliche Sorte besteht aus Blättern von 1 Fuß Breite und circa 5 Fuß Länge, sie sind zu Rollen von 1 Pfund zusammengewickelt, aber zu denjenigen Spiegeln, die 15 Fuß hoch und 10 Fuß breit sind, oder zu denen, die 5 Fuß hoch und 3 Fuß breit sind, bis herab zu denen von der Größe der Handlänge braucht man immer eine Tafel, in keinem Falle kann man zwei oder mehrere zusammensetzen. Es giebt kein Mittel, den Schnitt oder die Stelle zu verbergen, wo ein Paar solcher Tafeln an einander stoßen oder über einander greifen, daher müßte man für diese Spiegel auch besondere Walzwerke haben, und da solche Größen überaus selten vorkommen, so würde die Anlage eines solchen Walzwerkes wohl nicht mehr lohnend sein. Hier bleibt nun nichts übrig, als zu dem ursprünglichen Mittel der Streckung, zum Hammer, zu greifen, solche Tafeln werden auf einem polirten Amboß mit polirten Hämmern geschlagen, nachdem man das Zinn zu so großen Tafeln ausgewalzt hat, als man auf dem größten Walzwerke überhaupt machen kann, was denn doch immerhin von einer Breite von wenigstens 4 Fuß geht. An solch eine Tafel setzen sich nun 6 bis 10 Arbeiter zu gleicher Zeit, sie liegt vor ihnen auf den zugehörigen Amboßen und wird nur durch Schlagen zu der nöthigen Feinheit und der erforderlichen Länge und Breite ausgetrieben.

Die übrigen Manipulationen des Belegens der Spiegel finden wir in dem Abschnitt über Glas- und Spiegelfabrikation, Bd. IV. S. 132 beschrieben.

Verbindungen des Zinns mit dem Sauerstoff.

Das Zinn ist ein leicht oxydirbarer Körper. Wenn dasselbe erhitzt wird, so bedarf es gar keines weiteren Oxydationsmittels als der atmosphärischen Luft. Schon in der Schmelzhitze, noch mehr in der Rothglühhitze überzieht sich das Zinn mit einer grau aussehenden Asche, welche den Namen Zinnasche führt. Sie besteht aus Zinn und Zinnoxid. Wenn diese Asche für sich noch stärker erhitzt wird, so giebt sie ein weißes Pulver, sie ist dann vollständig Zinnoxid geworden.

Wenn man Zinn an freier Luft nicht nur bis zur Rothglühhitze, sondern bis zum Weißglühen bringt, so verbrennt das Zinn unter sehr lebhafter Lichterscheinung mit weißer Flamme. Wenn man etwas Zinn von der Größe eines Schrotkornes auf Holzkohle in der reducirenden Löthrohrflamme, d. h. in derjenigen, welche das Metall nicht oxydirt erhitzt, so kann man es zum Schmelzen bringen und beliebig lange in diesem Zustande erhalten, auch viel höher als gewöhnlich erwärmen, ohne daß es verbrennt, denn in diesem Theile der Löthrohrflamme wird es vom Sauerstoff nicht berührt. Das Metallkorn bleibt also blank und rein, wenn man aber dieses geschmolzene Kügelchen auf den Stubenboden wirft, so springt dasselbe hellleuchtend und ricochettirend in vielen kleinen Bogen umher und oxydirt nunmehr, indem bei seiner hohen Temperatur der Sauerstoff der Luft sich damit verbindet.

Man kann sich sehr leicht hiervon überzeugen, wenn man das Experiment nicht auf dem Stubenboden, sondern auf dem Tische macht. Auf demselben wird ein Bogen weißes Papier, dessen vier Ränder etwa einen Zoll hoch aufwärts gebogen sind, gelegt und auf diesen Bogen Papier wird das geschmolzene Zinnkügelchen geworfen. Es springt darauf umher und hinterläßt an jeder Berührungsstelle seine deutlichen Spuren, entweder schwarze von Zinnoxidul, oder braune von Zinnoxidul und Zinnoxid.

In Salpetersäure gebracht, wird Zinn rasch aufgelöst, indem es sich in Oxyd verwandelt, die Salzsäure löst es gleichfalls auf, indem sie das Zinn in Chlormetall umsetzt. Auch die Schwefelsäure greift dasselbe an, macht es zu Oxydul und man hat in der Lösung ein schwefelsaures Salz.

Die Salze beider Oxyde sind farblos, wenn die Säuren nicht Farbe hatten. Das Zinnoxhydul erhält man rein, wenn man Zinnchlorür mit kohlensaurem Kali oder Natron niederschlägt. Man erhält ein weißes Pulver, welches ein Hydrat des Zinnoxhyduls ist. Erhitzt man dasselbe unter Ausschluß der Luft, so giebt dieses Präparat sein Hydratwasser ab, und es entsteht das wasserfreie Oxydul, welches als ein braunes Pulver erscheint.

Wenn man dieses noch erhitzt, der freien Luft aussetzt, so nimmt es daraus den Sauerstoff mit solcher Festigkeit auf, daß es sich entzündet und in Oxyd verwandelt. Will man das Oxydul also erhalten, so muß man dasselbe in dem bedeckten Gefäß erkalten lassen, in welchem es gebildet worden ist.

Das Hydrat des Zinnoxhyduls wird sehr leicht in Kali aufgelöst. War die Kalilauge sehr concentrirt und in Ueberschuß vorhanden, so läßt sich durch Abdampfen derselben ein großer Theil des Zinns in metallischem Zustande ausscheiden und in der Lösung bleibt zinnsaures Kali zurück.

War dagegen die Kalilauge verdünnt, und war nur gerade soviel vorhanden als nöthig, um das Zinnoxhydulhydrat aufzulösen, so geht bei der Erhitzung ein ganz anderer Prozeß vor. Wenn man die Lösung einige Zeit kocht, so geht das weiße Hydrat in Krystalle von großem Glanze und brauner Farbe über. Diese Krystalle bestehen aus wasserfreiem Zinnoxhydul.

Das Hydrat verliert also innerhalb des Wassers sein Hydratwasser, indem es dasselbe an das Kali abtritt.

Eine ähnliche Umwandlung geht vor sich, wenn man das Zinnoxhydulhydrat mit kohlensaurem Natron oder Salmial einkocht, eindampft; das Hydrat verwandelt sich gleichfalls in krystallinisches wasserfreies Zinnoxhydul. Die Gestalt der Krystalle ist die des Rochsalzes, wie es globulörnig im Handel vorkommt. Es sind nämlich Pyramiden, treppenförmig zusammengesetzt, die Krystalle sind aber so klein, daß man diese Gestalt nur durch eine sehr scharfe Lupe erkennt.

Das Zinnoxhyd (Zinnsäure) kommt in der Natur krystallinisch vor, es ist hellgelb von Farbe und durchsichtig, es kommt zwar auch bräunlich, dunkelbraun, ja schwarz gefärbt vor, dann aber rührt diese Farbe von fremden Beimengungen her, gewöhnlich von Eisen oder Manganoxyd. Dieses Oxyd ist in Säuren nicht löslich und es ist beinahe so schwer, wie das Zinn selbst, nämlich siebenmal so schwer als Wasser. Zinn ist $7\frac{2}{3}$ mal so schwer.

Dieses Oxyd, künstlich dargestellt, ist am leichtesten so zu erhalten, daß man Zinnchlorid mit kohlensaurem Kalk versetzt. Es bildet sich ein gallert-

artiger Niederschlag, welcher auf das Filtrum gebracht und mit Wasser ausgefüßt, bei gewöhnlicher Temperatur getrocknet, eine durchscheinende harte glasähnliche Masse bildet, welche ungefähr so aussieht, wie getrocknetes arabisches Gummi. Auf feuchtes Lachmuspapier gebracht, wird dies davon geröthet, es hat die Wirkung einer Säure und wird davon auch Zinnsäure genannt.

Die Darstellung dieser Säure auf dem gewöhnlichen nassen Wege hat ein gewisses Interesse für die Chemie, weil man dadurch zuerst Körper kennen lernte, welche bei ganz gleicher Zusammensetzung doch ein so verschiedenes chemisches Verhalten zeigten, daß man hätte glauben müssen, die Körper seien wirklich ganz verschiedener Art. Man kann nämlich das Zinnoxyd direkt dadurch herstellen, daß man Zinn in Salpetersäure auflöst, man kann aber auch dasselbe Oxyd darstellen, wenn man Zinnchlorid zersetzt, jenes erste bildet ein weißes dichtes Pulver von 5 specifischem Gewicht, in dessen das andere um ein Beträchtliches schwerer ist, nämlich 7 hat. Je nachdem man dasselbe nun aus Zinnchlorid durch kohlensaure Kalkerde oder durch Auflösung von Zinn in Salpetersäure darstellt, sind die Eigenschaften so verschieden, daß man die beiden ganz gleichen Körper doch verschieden hat benennen müssen. Das aus dem Zinnchlorid erhaltene Zinnoxyd nennt man Zinnsäure, das durch Salpetersäure erhaltene wird Metazinnsäure genannt. Diese Letztere wird nicht von Salpetersäure aufgelöst, die aus dem Chlorid gewonnene wird dagegen in solcher Masse aufgelöst, daß die Flüssigkeit davon stark zusammenziehend schmeckt. In verdünnter Schwefelsäure löst sich die Metazinnsäure nicht auf, wenn aber die Säure concentrirt war in großer Menge; die Zinnsäure dagegen löst sich in verdünnter Schwefelsäure auf, scheidet sich aber beim Kochen vollständig aus. Die Metazinnsäure giebt mit Chlornwasserstoff eine in der Salzsäure unlösliche Verbindung, ja wenn diese Verbindung in Wasser aufgelöst wird, so schlägt ein Zusatz von Salzsäure jene Verbindung nieder, die Zinnsäure dagegen löst sich leicht in Salzsäure auf, indem sich Zinnchlorid bildet.

Diese beiden Oxyde, die sich so verschieden verhalten, können doch leicht eins in das andere umgewandelt werden. Wenn man die Zinnchloridauflösung mit Salpetersäure vermischt, und so zum Kochen bringt, so wird der größte Theil des Chlorides in dasjenige Oxyd umgewandelt, welches man durch die Auflösung von Zinn in Salpetersäure erhält, wenn man dagegen das so durch Salpetersäure erhaltene Oxyd mit Salzsäure vermischt, eindampft und den Rückstand destillirt, so giebt ein Theil davon Zinnchlorid, woraus das andere Oxyd dargestellt werden kann.

Dieses verschiedene Verhalten derselben Substanz hat lange Zeit auf

den Glauben gebracht, daß man einzelne Zusammensetzungsunterschiede übersehen habe, bis man sich mit Gewißheit davon überzeugete, daß die sich verschieden verhaltenden Körper doch an sich keinesweges verschieden wären. Erklärt ist diese Eigenthümlichkeit noch keinesweges, doch hat sie aufgehört, etwas Seltenes zu sein. Seitdem man seine Aufmerksamkeit darauf gerichtet hat, sind der Fälle eine große Menge bekannt geworden, einer der auffallendsten ist bereits im II. Bande bei dem Phosphor besprochen worden. (S. 164 u. f.)

Zinn mit den Salzbildern.

Unter allen Zinnsalzen, welche aus Halogenen hervorgehen, ist dasjenige mit Chlor das Wichtigste. Es bildet einen bedeutenden Fabrikzweig, denn es ist dasjenige Zinnsalz, welches in der Färberei am häufigsten angewendet wird. Man bereitet dasselbe fabrikmäßig, indem man mächtige steinerne Retorten oder kupferne Kessel mit krummgebogenen Zinnstücken und Salzsäure anfüllt. Diese nämlich löst das Kupfer nicht auf, so lange Zinn in genügender Menge vorhanden ist. Zur Auflösung wendet man gewöhnlich Zinndrehspähne an, welche am leichtesten anwendbar sind, da sie der Säure eine sehr große Oberfläche darbieten. Die Auflösung wird durch Erwärmung unterstützt, sobald die angewendete Säure zersezt ist, läßt man die Flüssigkeit ab und ersetzt sie durch andere Säure. Die Flüssigkeit, welche über dem Zinn gestanden, wird geklärt und durch Abdampfen bis zur Sättigung concentrirt, worauf beim Erkalten sehr schöne und große Krystalle anschießen.

Es giebt aber auch einen andern Weg, dasselbe Chlorür zu erzeugen. Man läßt nämlich feuchtes Salzsäuregas oder den Dampf der Salzsäure direkt, wie er aus dem Entwicklungsapparat austritt, in Borlagen von Steinzeug streichen, in denen Zinn in aufgelockertem viel Oberfläche darbietenden Zustande liegt, also z. B. wie gesagt in Form von Drehspähnen. Wenn man diesen Weg verfolgt, so erhält man die Lösung sogleich vollständig concentrirt. Um die Krystallisation zu befördern, dampft man die Flüssigkeit in zinnernen Pfannen ein, in denen noch der Boden mit gelötetem oder gefeiltem Zinn bedeckt ist. Nach dem Erkalten scheiden sich auch hier die Krystalle aus, und zwar bilden sie große sehr schöne Nadeln, Prismen von vier Seiten, welche man jedoch, um das Chlorür vollkommen rein zu erhalten, nochmals auflöst und dann wieder eindampft und krystallisirt.

Das Zinnchlorür spielt in der Färberei eine wichtige Rolle, indem seine desoxydirende Wirkung benutzt wird. Indigo, Eisenoxyd, Manganoxyd werden dadurch ihres Sauerstoffs beraubt und so auf den Zeugen, mit denen sie verbunden worden sind, befestigt. Ebenso wird dieses Salz als Beize benutzt, wenn man rothe Farbe mit Cochenille darstellen will. In früheren Zeiten benutzte man zum Kochen der Lösungen zinnerne Kessel, da dieselben jedoch durch die Hitze, durch die Ungeschicklichkeit der Arbeiter sehr leicht zerstört werden, ist man zu den kupfernen Kesseln zurückgekehrt. Diese würden aber durch die Säuren angegriffen werden, deshalb wendet man sich an die Electricität, und läßt sich von ihr einen Schutz und Geleitsbrief gegen die räuberischen Attentate der Säuren geben. Dieser Schutz besteht in einem mehrere Zoll breiten Streifen von Zinn, welcher oben inwendig an dem Kessel angelöthet ist, derselbe muß genau da befindlich sein, wo die Oberfläche der Flüssigkeit beim Verkochen steigt und sinkt. Die Auflösung muß sowohl das Kupfer als das Zinn immerfort berühren. Hierdurch wird jedes der beiden Metalle in einen elektrisch polaren Zustand versetzt, in welchem das eine der Metalle von einer Säure angegriffen werden kann, das andere dagegen nicht. Das Zinn würde hier angegriffen werden, aber die Flüssigkeit ist damit bereits übersättigt. Das Kupfer würde angegriffen, aber es hat diejenige Polarität, welche es vor den Angriffen der Säure schützt. Da diese Säure hier Chlorsäure ist, so nennt man das so polarisirte Kupfer Chloropolar.

Auch für den Chemiker ist dieses Salz von Wichtigkeit, indem er es als Desoxydationsmittel benutzt, ebenso wird es als Prüfungsmittel, um zu untersuchen, ob sich schwefelige Säure in der Salzsäure befindet, angewendet.

Zinnchlorid. Diese zweite Verbindung des Zinnes mit dem Chlor kann man gleichfalls auf zweierlei Art darstellen, man leitet entweder trockenes Chlorgas über schmelzendes oder auch nur über fein zertheiltes Zinn, ebenso kann man es erhalten, wenn man statt des Zinnes gleich Zinnchlorür anwendet. Das durch die Retorte oder die Röhre, in welcher das Zinn erhitzt wird, streichende Gas fängt man in einer sehr trockenen, möglichst kalt gehaltenen Vorlage auf in welcher es sich sammelt und eine farblose, leicht bewegliche Flüssigkeit bildet. Diese Flüssigkeit war sonst bekannt unter dem Namen rauchender Salzgeist des Albavii (Spiritus salis fumans Libavii) und bildete ein wichtiges Heilmittel der alten Arzneikunde, jetzt hat dasselbe seinen Credit verloren.

Die Flüssigkeit kocht bei 120 Grad und hat noch bei 20 Grad unter 0 ihre Flüssigkeit. Dieselbe raucht an der Luft sehr stark (daher der Name rauchender Salzgeist), indem sie mit dem Wasser der Luft eine Ver-

bindung eingeht, welche nicht so flüchtig ist, sondern sich in Wolken nieder schlägt. Diese Substanz ist höchst ähend, und darum ihre Anwendung als Medicament gefährlich, aber in der Färberei findet dieses Chlorid als Beizmittel eine ausgedehnte Anwendung, so wird z. B. zur Darstellung des sogenannten salpetersauren Zinnes der Färber eine Mischung von Säuren und Zinn gemacht, welche dieses Chlorid enthält. Man nimmt dazu 2 Theile Salzsäure und einen Theil Salpetersäure, in welche man so lange gekörntes Zinn einträgt, als dasselbe noch aufgelöst wird. Die so dargestellte Flüssigkeit, welche den einzig richtigen Namen Zinnlösung oder Zinnlösung haben sollte, heißt statt dessen bei den Färbern Composition oder was noch drolliger ist, „Physik“ und die damit dargestellten Farben heißen Physikfarben. In dieser Lösung spielt Zinnchlorid die Hauptrolle, wiewohl auch das Chlorür darin enthalten ist.

Mit dem Ammonium vereinigt, bildet das Zinnchlorid octaëdrische Krystalle. Wenn man dieses Salz mit dem Platinchlorid, welches mit Ammonium verbunden ist (Platinsalmiak), in concentrirten Auflösungen vermischt, so erhält man ein weißes krystallinisches Pulver, welches Pinksalz heißt (Pink, englisch hellroth). Dieses Salz wird in den Rattendruckereien als Beize benutzt und manche Chemiker glauben, daß dieses Salz die Thonbeize gänzlich verdrängen werde, weil die Farbenverbindung mit demselben unlöslich ist, auf dem Zeuge sich sogleich mit der Faser verbindet und zwar so vollständig, daß man den bedruckten Rattun gleich nach dem Trocknen in Flußwasser spülen kann, die Farben sich nicht verlaufen oder verwaschen, sondern satt gefärbt, scharf begrenzt darauf haften.

Mit Chrom, Zob, Fluor und Chou vereinigt sich das Zinn zu ähnlichen Salzen, welche bis jetzt jedoch keine technische Anwendung gefunden haben.

Das Oxyd des Zinnes, sowie das Oxydul desselben gehen mit den mehrsten Säuren Verbindungen zu Salzen ein, von denen das Chromsaure Zinnoxyd in der Porzellanmalerei als rothe Farbe benutzt wird.

Verbindungen des Zinnes mit dem Schwefel.

Mit dem Schwefel verbindet sich das Zinn in drei verschiedenen Abstufungen. Schwefel und Zinn mit einander erhitzt, gehen unter Feuererscheinungen zusammen. Das Zinn aber, welches nicht in unmittelbarer

Berührung mit dem Schwefel war, bleibt metallisch zurück. Dies Product muß nunmehr gepulvert und nochmals mit Schwefel zusammengeschmolzen werden. Dies ist einfach Schwefelzinn, SnS .

Wenn dieses Präparat nochmals mit Schwefel bis zur dunklen Rothglühhitze erwärmt wird, so erhält man eine metallisch glänzende Masse, welche anderthalbmal so viel Schwefel enthält, als die vorige, Sn_2S_3 .

Es giebt noch eine dritte Verbindung, welche man Musivgold nennt. Dieselbe ist doppelt Schwefelzinn, zwiefach Schwefelzinn, SnS_2 . Man erhält die Verbindung am Leichtesten, wenn man Schwefel und Zinn in solchem Maße mit einander erhitzt, daß die Temperatur nicht vollkommen die Rothglühhitze erreicht. Da es sehr schwer ist, eine solche Temperatur längere Zeit zu erhalten, so hilft man sich auf solche Weise, daß man der Verbindung einen Körper zusetzt, der die überflüssige Wärme wegnimmt. Sollte man z. B. Quecksilber mit irgend einem Metall bei der Temperatur von 100 Grad amalgamiren, diese Temperatur aber nicht überschreiten, damit sich kein Quecksilber verflüchtigt, so brauchte man nur Wasser darauf zu gießen um die gedachte Temperatur so lange zu erhalten, als man irgend wollte. So lange noch Wasser vorhanden ist, so nimmt dasselbe alle Wärme auf, die über 100 Grad hinausgeht, und verwandelt sich mit derselben in Dampf. Die Köchinnen sind der Meinung, je länger das Wasser kocht, desto heißer werde es, das ist ein großer Irrthum, welcher bloß davon herrührt, daß man sie nicht rechtzeitig auf die Universität schickt und Physik studiren läßt. Das Wasser, welchem mehr Wärme zugeführt wird, als es zum Kochen braucht, verflüchtigt sich.

So nun kann man es auch mit dem Schwefelzinn machen, welches man nicht zur Glühhitze gelangen lassen will. Man setzt demselben einen Körper zu, welcher die überflüssige Wärme aufnimmt. Diesen Dienst thut der Salmiak, er verflüchtigt sich vor der Rothglühhitze und entführt so dem Schwefelzinn diejenige Wärme, welche das Metall in Rothglühhitze versetzen würde.

Das zwiefache Schwefelzinn ist goldgelb und krystallinisch, es hat ein spezifisches Gewicht von 4,4. Man kann dasselbe sublimiren, um es möglichst zu reinigen, und erhält es dann in Form von feinen Schuppen. Dasselbe wird zu goldfarbener oder broncefarbener Anstrich auf Holz, Papier, Gyps etc. benutzt. Man trägt es mit Eiweiß, mit Firniß oder Lack auf. Dieses Aurum musivum oder mosaicum ist schon den alten Alchemisten bekannt gewesen und hat viel Aufsehen gemacht, indem sie dasselbe als Beweis für ihre Hypothesen anführten, der Schwefel nämlich sei das Gelbfärbende im Golde und wenn man diese Farbe zum Silber oder Quecksilber bringen könne, so müsse es dadurch zu Gold werden. Sie

hätten dieses Musivgold viel besser als einen Beweis für die Irrigkeit ihrer Behauptung anführen können, denn hier ist ja die Farbe des Schwefels mit dem Zinn verbunden. Es sieht thatsächlich wie fein verriebenes Gold aus, aber es ist deswegen doch keinesweges Gold.

Kupfer. Cu.

Das Kupfer ist ein sehr weit verbreitetes Metall. Es war schon im frühesten Alterthume bekannt, ohne Zweifel viel früher als das Eisen, wahrscheinlich, weil seine Gewinnung viel leichter ist und weil es im gediegenen Zustande vorkommt. Ist der Name Erz, welcher in der Bibel so häufig vorkommt (und zwar niemals in unserem Sinne, als ein Mineral, aus welchem erst das Erz gewonnen werden soll), gleichbedeutend mit Kupfer, so war dasselbe schon lange vor der Sündfluth bekannt, denn Tubalkain war „ein Meister in allerlei Erz.“

Aber selbst wenn das Kupfer erst durch Bearbeitung der Erze gewonnen werden soll, ist dieses viel leichter zu bewerkstelligen, als es mit dem Eisen der Fall ist, und es ist nach dem Schmelzen sogleich hämmerbar und dehnbar und kann sowohl glühend als kalt geschmiedet werden. Es nimmt ferner durch Zusatz von anderen Metallen, z. B. von Zinn, einen beträchtlichen Grad von Härte an, daher es auch dasjenige Metall ist, welches im Alterthume zu Waffen verwendet wurde. Noch die Helden des trojanischen Krieges haben Schwerter und Lanzen, haben Schilder und Helme von Erz, und nicht nur die Bücher der alten Historiker haben uns die Nachricht, sondern die Erde hat uns die Ueberzeugung ausbewahrt, daß man in jener Zeit fast alle diejenigen metallenen Geräthschaften von Erz machte, welche man später und welche man jetzt aus Eisen versfertigt. In ganz ähnlicher Weise finden wir das Kupfer bei den Urbewohnern von Amerika verwendet, als ihr Land im 16. Jahrhundert von den Spaniern erobert wurde, fanden diese ein vielseitig gebildetes, ein tapferes Volk vor, welches dennoch mit dem Eisen fast gänzlich unbekannt war, alle metallischen Geräthschaften und auch seine Schutz- und Truppswaffen, seine Haushaltungs- und Ackerwerkzeuge von Erz machte. Eine Thatsache, welche um so wunderbarer ist, als die Mexikaner nicht allein Holz, sondern harte Gesteine sehr künstlich bearbeiteten.

Das Kupfer findet sich in beträchtlicher Menge gebiegen vor, es kommt oft krystallisirt, in anderes Gestein eingesprengt, es kommt baumförmig gewachsen oder in Tafeln gestreckt vor. Seine Krystallform ist die des Würfels oder Octaëders. Nordamerika, ganz Nordasien, Japan und China sind die Hauptlagerstätten des gebiegenen Kupfers. In Europa lieferte es vorzugsweise die Insel Cypren, daher wurde es bei den Griechen und Römern *aes cypricum* genannt, cyprißches Erz, woraus nach und nach durch Verkehrung das Wort *cuprum* entstanden ist. Sehr viel weiter, als gebiegen ist das Kupfer im vererzten Zustande verbreitet. Es erscheint so entweder als Sauerstoffmetall oder als Schwefelmetall.

Eines der wichtigsten Kupfererze ist das Kupferoxydul, Cu_2O . Es kommt theils krystallisirt vor und so besonders schön in Form von Octaëdern, in den Gebirgen von Cornwallis, von woher wir beinahe das reinste Kupfer erhalten; es kommt aber auch in Südamerika und in Australien, in anderes Gestein eingesprengt, vor. Der bergmännische Name ist Rothkupfererz.

Ein anderes Erz ist Kupferlasur von mehr oder minder schöner blauer Farbe, theils krystallisirt, theils nierenförmig, kugelig, erdig; findet sich besonders in Sibirien in großen Massen und gab auch in Frankreich zu Chessy unweit Lyon Veranlassung zu einem gewinnreichen Bergbau, welcher jedoch wegen Erschöpfung der Gruben hat eingestellt werden müssen. Das Erz ist eine Verbindung von kohlensaurem Kupferoxyd mit Kupferoxydhydrat.

Der Malachit ist eine ganz ähnliche Verbindung wie das gedachte Kupferoxyd, dasselbe kommt am prachtvollsten und schönsten und in den größten Massen am Ural vor, so daß in Petersburg und Moskau prächtige Monolithen, Säulen in den Kirchen aus einem einzigen Stück bestehend, daraus gemacht worden sind. Vasen von einem Paar Ellen im Durchmesser und eben solcher Höhe finden sich in den Kunstsammlungen von Berlin und München; Uhrengehäuse, Urnen und andere Verzierungen moderner Salons sind schon nichts Seltenes mehr, um so viel wunderbarer ist es, daß man kleine Malachitstücke als Schmuckgesteine in Gold faßt und theuer bezahlt, während diese kleinen geschliffenen und polirten Steine in den großen Fabriken des russischen Reiches beinahe preislos sind, daher auch nur in Messing oder Zinn gefaßt werden, als Schmuck für die Bauerweiber, indessen sie hier auf dem Arm oder an dem Halse der vornehmsten Damen prangen.

Es läßt sich durchaus nicht leugnen, daß dieses Erz ein sehr schönes Mineral sei. Wer dasselbe noch nicht im polirten Zustande gesehen hat, wird sich ungefähr eine Vorstellung davon machen können, wenn wir ihn

an die bunt marmorirten Papiere erinnern, mit denen häufig die Einbände der Bücher überzogen werden, nur muß man sich vorstellen, daß statt vieler verschiedener Farben lediglich ein wunderschönes Grün, aber in vielen verschiedenen Schattirungen die bunten Zeichnungen bildet. Der Malachit kommt auch noch krystallförmig oder knollig oder tropfsteinartig vor, am häufigsten bildet er jene großen bunten Massen, aus denen Kaminverzierungen, Tischplatten, Spiegelconsols u. s. w. gemacht werden. Was von diesem Malachit nicht ausgezeichnet schöne Stücke bildet, wird als Erz behandelt und zu Kupfer verarbeitet.

Die übrigen Kupfererze sind Schwefelmetalle, so der Kupferglanz, welcher ein Halbschwefelkupfer ist, Cu_2S , so ferner das Buntkupfererz, welches eine Verbindung des obengedachten Minerals mit Schwefeleisen ist. Dasselbe gilt vom Kupferkies. Die sogenannten Fahlerze sind ähnliche Verbindungen, aber durch Arsen und Antimon, ferner durch einen nicht unbedeutlichen Antheil von Silber verunreinigt.

Die Schwefelmetalle des Kupfers kommen theils in Gängen, theils in compacten Massen, im Ur- oder Uebergangsgebirge vor.

Noch ein bekanntes Erz dieses Metalles ist der Kupferschiefer. Ein bituminöser Thon und Kalkstein, welcher von Kupfer, Eisen, Antimon, Blei und Silber, sämmtlich in geschwefeltem Zustande, durchdrungen ist. Dieses Erz wird besonders in der Grafschaft Mansfeld, aber auch in Thüringen und in Kurhessen gefunden, und zur Gewinnung des Kupfers und des Silbers bearbeitet.

Wenn diese Schwefelmetalle durch eingesichertes Wasser berührt werden, so verwandeln sie sich in schwefelsaures Kupferoxyd. Wenn die Wassermasse sich stets erneuert, so kann sie ganze Bäche von aufgelöstem schwefelsaurem Kupfer und anderen schwefelsauren Salzen bilden. Diese Gewässer führen den Tod mit sich, wo sie hinkommen vernichten sie das Pflanzenleben und das thierische Leben, aber solche Bäche werden auch benutzt, um das Kupfer daraus zu gewinnen. Man nennt diese Flüssigkeit Cementwasser und glaubte, sie verwandle das Eisen in Kupfer, die Thatfache ist aber diese, daß Eisen von der Schwefelsäure aufgelöst wird und das Kupfer an der Stelle des entfernten Eisens sich metallisch niederschlägt.

Eigenschaften des Kupfers.

Das Kupfer hat einen lebhaften Glanz, hat eine rothe Farbe, ist in dünnen Blättchen ziemlich durchscheinend, läßt sich sehr fein zu Draht und zu Blättern ziehen oder walzen, es behält hierbei eine viel größere Zähigkeit als Eisen, denn ein Draht von einer halben Linie Durchmesser trägt noch 300 Pfund, indessen gewöhnlicher Eisendraht von gleicher Dicke schon bei einer Belastung mit 50 Pfund reißt, allerdings giebt es auch Eisendraht von sehr viel größerer Zähigkeit. Derjenige z. B., welcher zum Besaiten von Flügeln und Piano's angewendet wird, muß eine beträchtlich größere Belastung aushalten, allein aus solchem Draht baut man keine Hängebrücken. Dieser ordinäre Draht hat eine Tragkraft, welche kaum dem sechsten Theile der des Kupfers nahe kommt. Das spezifische Gewicht des Kupfers ist 9, es gehört zu den besten Wärmeleitern, eine Eigenschaft, welche es auch in seinen Legirungen noch behält, daher man Kochgefäße von Messing oder Kupfer mit viel mehr Vortheil anwendet, als eiserne, was man am besten im Kleinen bei einer ziemlich genau zu bemessenden Flamme wahrnimmt. Ein Pfund Wasser in einem Messinggefäß auf eine Spiritusflamme gestellt, kommt beträchtlich schneller in's Kochen, als wenn es in einem gleich großen Gefäß von Eisenblech erhitzt wird. Das Metall schmilzt bei einer etwas höheren als der Rothglühhitze und läßt sich in Formen gießen, bei der Weißglühhitze kocht und verdampft es.

Die trockene Luft oxydirt dasselbe nicht, feuchte Luft dagegen macht das blanke Kupfer bald anlaufend. Die geringsten Spuren von Säuren befördern dieses sehr, so beklagt sich manche Köchin darüber, daß ihr blank geschauertes Kupfer unter ihren Händen anlaufe, und dieses kommt nur daher, daß sie schweißige Hände hat. Auch die Kohlenensäure der Luft, auch die Dämpfe der Essigsäure bewerkstelligen dieses. Wenn es aber unter Zutritt der Luft bis zum Rothglühen erhitzt wird, so verbindet es sich mit dem Sauerstoff der Luft zu einem Oxid, welches man Kupferhammer Schlag, Kupferasche nennt. Wird ein Streifen Kupfer bis zum Weißglühen erhitzt, so verbrennt es mit einem sehr schönen grünen Licht. Der Chemiker und Physiker bewerkstelligt dieses am leichtesten durch die Elektrizität. Wenn man eine Glasafel auf einer Seite mit unechtem Goldschaum (das ist eben zu feinen Blättchen geschlagenes Kupfer) beklebt, dann diese Belegung vielfach durch feine Linien kreuzweise zerschneidet und nun einen elektrischen Funken von einer starken Elektrifirmaschine über die Tafel hinwegschlagen läßt, so bildet sich eine der schönsten Lichterscheinungen der

Elektricität. Es entsteht nämlich bei jedem Funken ein Blitz, der über die ganze Tafel läuft, und diese Blitzlinie erscheint vollständig blaugrün gefärbt.

Dasselbe kann man auch noch mit einer mäßigen hydroelektrischen Säule zeigen, wenn man an dem einen Pole einen breiten Kupferstreifen, an dem andern aber einen Draht mit daran befestigten feinen Streifen von geschlagenem Blattkupfer anhängt, sobald man die beiden Elektroden mit einander in Berührung bringt, so verbrennt der Kupferstreifen in sehr schönem, intensivgrünem Lichte.

Concentrirte Schwefelsäure wird durch das Kupfer zerlegt, wenn man beide mit einander erhitzt. Das Kupfer wird auf Kosten der Säure oxydirt und es bildet ein schwefelsaures Salz. Schwefelige Säure aber entweicht dabei in Gasgestalt. Auch die übrigen Säuren im verdünnten Zustande lösen das Kupfer so wenig auf, wie verdünnte Schwefelsäure, nur die Salpetersäure macht hiervon eine Ausnahme, indem sie schon in der Kälte auch im verdünnten Zustande vom Kupfer zerlegt wird, indem sich salpetersaures Kupferoxyd bildet, und Stickstoffoxyd entweicht.

Das Kupfer kommt sogar in der Ackerkrume vor, wenn schon nur in geringen Spuren, doch in genügender Menge, um in die Pflanzen als ein Bestandtheil derselben einzugehen. Um es in diesen nachzuweisen, bedarf es gar nicht einmal so sehr feiner chemischer Künsteleien. Die Pottasche enthält davon immer einen Antheil und die russische Pottasche am meisten, wahrscheinlich weil der Boden, von den kupferreichen Gebirgen abgeschwemmt, dieses Metall in größerer Menge enthält, als der Boden anderer Gegenden.

Im Handel erscheint das Kupfer meistens in Blöcken aus denen es zu Tafeln gehämmert oder gewalzt wird. In früheren Zeiten kam Kupfer von Rußland her als geschmuggelte Waare in ungeheuren Mengen zu uns. Geschmuggelt, nicht weil der Eintritt in die deutschen Lande verboten gewesen wäre, sondern weil die Ansfuhr aus Rußland untersagt war. Das Kupfer, das wir von dort erhielten, war gemünztes, und weil dasselbe von außerordentlicher Reinheit war, so nahm man es sehr gern und die Russen gaben es gerne her, weil sie mehr dafür bekamen, als es dort, als Landesmünze ausgeprägt, galt. Diese vortreffliche Quelle ist versiegt, indem man jetzt die 5 und 10 Copkenstücke keinesweges mehr werth macht, als sie gelten sollen.

Will man reines Kupfer haben, so kann man das zu dünnem Blech ausgewalzte allenfalls als solches anwenden, man kann es auch noch reinigen, indem man es, mit Salpeter versetzt, zum Schmelzen bringt, noch viel reiner aber erhält man es aus einer Lösung von Kupfervitriol auf galvanischem Wege niedergeschlagen. Die Telegraphen-Stationen liefern

solches Kupfer centnerweise, indem sich dasselbe zur großen Unbequemlichkeit der Beamten aus der stets erneuerten Bitriollösung niederschlägt und die Thonchländer der Batteriesen mit einer festen messerrückenbilden Haut überzieht. Wird dieses Kupfer ausgeglüht und geschmolzen, so hat man dasselbe in so reinem Zustande, daß selbst dem besten Chemiker es nicht gelingt, Spuren von fremden Körpern darin zu finden.

Das Kupfer wird beim Schmelzen und Ausgießen blasig, es nimmt nämlich beim Schmelzen Sauerstoff aus der Luft auf, welcher in Gasgestalt entweicht, sobald das ausgegossene Metall zu erstarren beginnt.

Da diese Ausscheidung aber nicht plötzlich geschieht, auch das Metall vor dem eigentlichen Festwerden eine zähe Beschaffenheit annimmt, so können die ausgeschiedenen Blasen nicht entweichen und sie bleiben in Form von leeren Räumen darin zurück. Ist die Masse klein und erstarrt sie in ihrem Schmelztiegel, so zeigt die Oberfläche sich gewöhnlich gewölbt, dies rührt davon her, daß in der Masse Gas enthalten ist, welches eine Aufblähung bewerkstelligt. Ist die Masse des Kupfers dagegen beträchtlich groß, so sind auch die Blasen nicht unbedeutend, in denen das Gas entweicht, man hört sie zischen und zerplatzen. Es ist nicht ohne Gefahr, solchem Experimente zuzusehen, denn es werden kleine Kügelchen von geschmolzenem Kupfer emporgeschleudert und umhergeworfen, und wo sie einen entblößten Theil des Körpers treffen, giebt es häßliche Brandwunden. Man nennt diese Erscheinung das Spragen, und das umhergeworfene Kupfer wird Sprizkupfer genannt. Dasselbe ist sehr spröde von einem Gehalte an Oxydul, aus welchem Umstande man mit Sicherheit schließen zu können glaubt, daß es wirklich Sauerstoffgas sei, welches von dem Kupfer absorbiert worden ist.

Wenn man auf geschmolzenes Kupfer Wasser gießt, oder wenn man geschmolzenes Kupfer in Wasser gießt, so entstehen gewaltige und gefährliche Explosionen, welche man gleichfalls dem aufgenommenen und nunmehr plötzlich entweichenden Sauerstoffe zuschreibt.

Die Gewinnung des Kupfers aus den Erzen.

Je nach der Art der Erze, d. h. je nachdem sie sauerstoffhaltig oder schwefelhaltig sind, ist die Ausbringung derselben sehr verschieden. Die Oxyde und die kohlensauren Oxyde sind sehr leicht zu Gute zu machen.

Es genügt, dieselben in einen Ofen mit vertiefter Sohle unter Zusatz von Kohle zu schmelzen, um ein zwar unreines, das sogenannte Schwarzkupfer zu erhalten, jedoch immer ein solches, daß es nur einer gewissen Läuterung bedarf, um rein dargestellt zu werden.

Die schwefelhaltigen Mineralien erfordern dagegen einen viel schwierigeren, einen weit zusammengesetzteren Prozeß. Man pflegt diese Erze zuerst einer Röstung zu unterwerfen, um einen möglichst großen Theil des Schwefelmetalles in Oxyd zu verwandeln, dann schmilzt man die so verwandelten Erze in einem Ofen mit vertiefter Sohle oder in einem Flammenofen, indem man Schlacken von früheren Schmelzungen zusetzt, falls das Erz nicht selbst eine genügende Menge von kieselhaltigem Gestein umschließt, wodurch eine Schlacke, eine die Oxydation und die Entschwefelung befördernde Decke gebildet werden könnte.

Das Kupfer hat viel größere Neigung, sich mit dem Schwefel zu verbinden, als das Eisen. Dieses letztere dagegen hat eine viel größere Verwandtschaft zum Sauerstoff als das Kupfer, besonders wenn Kieselsäure dabei im Spiel ist. Das Kupferoxyd, welches sich während des Röstprozesses gebildet hat, geht ganz und gar in den Zustand der Schwefelung über, indem es dem vorhandenen Schwefeleisen den Schwefel entzieht. (Ohne solches Schwefeleisen kommen die Kupfer selten vor). Bei dem Schmelzen bildet sich ein Schmelzprodukt, welches den größten Theil des Eisens aus dem Schwefelkies und eine Verbindung von Schwefeleisen und Schwefelkupfer enthält, und welches man Stein, Rohstein, Kupferstein nennt.

Dieser Stein wird nach dem Erkalten zerkleinert und nochmals der Röstung unterworfen, hierauf aber mit kieselhaltigen Schlacken, und wenn man deren hat, auch mit sauerstoffhaltigen Erzen zusammengeschmolzen.

Man erhält bei dieser Arbeit einen Fluß, welcher noch viel reicher an Kupfer ist, als der vorige, man wiederholt mit demselben die vorhergedachte Arbeit und wiederholt dieses so oft, bis man in diesem sogenannten Stein nichts weiter hat, als Schwarzkupfer, welches man nunmehr der Reinigung unterwirft.

Zu Fahlun in Schweden ist das hauptsächlich vorkommende Kupfererz, der Kupferkies, gemischt mit Eisenkies, begleitet von quarzhaltigem Ganggestein.

Die Schwefel- und Kupferkiese werden geröstet, man mengt nunmehr zwei Theile des gerösteten Erzes mit einem Theil des quarzhaltigen Gesteins und man bringt hierzu noch etwa ein Fünftel der ganzen Masse von Schlacken aus einem vorhergehenden Brande.

Diese Mengung wird in einem Schmelzofen mit etwa 10 Fuß hohem Schacht unter Besetzung von Kohlen geschmolzen. Der untenstehende Theil

der Flüssigkeit ist der Stein und besteht aus Kupferkies und Eisenkies, darauf ruht eine Schlacke von Kieselsäure und Eisenoxyd. Die Schlacke wird beseitigt, der herabgeschmolzene Stein enthält nicht mehr als 8 bis 12 Prozent Kupfer. Zerkleinert wird dieser Stein nunmehr einer, bis auf viermal wiederholten Röstung unterworfen wodurch beinahe aller Schwefel entfernt wird, und die Metalle im Zustande von Oxyden zurückbleiben.

Das in diesem Zustande befindliche Erz wird nun abermals unter Zusatz von quarzhaltigen Gesteinen zusammengeschmolzen, hierdurch erhält man Schwarzkupfer, kieselhaltige Schlacke und noch etwas Stein, welcher abermals zerschlagen und geröstet wird.

Die Mansfelder Kupfererze sind Schiefer, welche den Kupferkies in kleinen Krystallen eingeschlossen enthalten. Ihr Kupfergehalt ist sehr verschieden und die Schiefer sind stark bituminös.

Die Röstung dieser Erze ist sehr leicht, nur wenig Holz wird zu unterst in die Haufen gelegt, dann erhält sich der Brand von selbst durch die große Masse von Bitumen und Schwefel, welche in dem Schiefer enthalten ist.

Ist die Röstung vollzogen, so setzt man dem Erz fünf bis acht Prozent Flußspath zu, und nimmt auch noch eine Portion der kupferhaltigen Schlacke von einem früheren Prozeß mit zu Hülfe.

Die so gemengte Masse wird in einem Ofen, wovon die nebenstehende Figur 1071 die vordere Ansicht und einen vertikalen Durchschnitt zeigt, geschmolzen.

Der Ofen hat etwa 18 bis 20 Fuß Höhe, sein unterster Theil, in welchem sich der Kupferstein sammeln soll, ist aus starken Sandsteinquadern aufgebaut, der obere Theil dagegen besteht aus feuerfesten Ziegeln.

Die nebenstehende Figur 1072 zeigt uns den Längedurchschnitt und wir sehen, daß dieser Ofen ganz ähnlich dem Eisenhochhosen gestaltet ist. Er hat einen cylindrischen unteren Theil, in welchem das Erz mit dem Brenn-

Fig. 1071.



Fig. 1072.



material, abwechselnd geschichtet, zusammenschmelzen soll, er hat weiter aufwärts eine beträchtliche Erweiterung und nimmt von da bis nach G, woselbst die Gicht ist, regelmäßig ab.

Unten in dem cylindrischen Raum bei t befinden sich zwei Oeffnungen (siehe die vorige Figur), durch welche der Luftstrom des Gebläses geht, es sind die Düsen, zu welchen man von der hinteren Seite, von der Windseite her, gelangen kann.

Die Sohle selbst ist schräge geneigt und öffnet sich nach der Brustseite, welche wir in der vorigen Figur dargestellt sehen.

Hier sind die Kanäle zum Ausfluß des Kupfers angebracht. Dasselbe wird aufgefangen in zwei Kesseln oder schalenförmigen Vertiefungen, welche auf der Brustseite des Ofens ganz nahe vor demselben angebracht sind, man hat dieselben entweder in Sandstein oder Kalkstein ausgeführt, man hat sie auch aus Chamottethon geformt und gebrannt, am häufigsten aber findet man sie aus Eisen gegossen.

Fig. 1073.



In Fig. 1073 sehen wir diesen Theil des ganzen Apparats. C sind die Kessel, o die Rinnen, welche aus dem Innern des Ofens nach den Kesseln führen. A zeigt uns einen Theil des Schachtes, t sind die hier sichtbaren Düsen, sonst verdeckt durch das Gemäuer, welches hier weggebrochen erscheint, um eine Aussicht in das Innere zu gewähren, das Ganze aber ist, wie begreiflich, nur ein

Bruchstück dessen, was uns Figur 1071 zeigt.

Je nach der Höhe der äußeren Form und den Zwecken, welche man damit verbindet, haben diese Ofen verschiedene Namen. Bei einer Höhe von mehr als 20 Fuß nennt man sie Hochöfen, denen sie auch vollkommen entsprechen.

Wenn sie beträchtlich niedriger sind, heißen sie Halböfen, und Krummofen werden sie genannt, wenn der Schacht nicht grade aufsteigend ist.

Der Röstprozeß nimmt mitunter eine beträchtliche Zeit in Anspruch, die in Mansfeld gegrabenen Kupferschiefer werden nur einmal geröstet, die kieshaltigen Erze des Rammelsberges fordern aber erstens ein dreimaliges Rösten, dann aber auch ein Rösten von sehr langer Dauer. Der erstere Prozeß dieser Art dauert wohl über $\frac{1}{2}$ Jahr, der zweite Prozeß wohl noch $\frac{1}{4}$ Jahr und der dritte endlich ist in 4 bis 5 Wochen beendigt.

Zwischen jedem Röstprozeß und dem folgenden wird das Erz in dem Ofen niedergeschmolzen, um einen reicheren Kupferstein zu erzielen als der vorherige war. Der Zweck des Röstens ist immer, so viel als möglich von dem Schwefel zu zerstören und den Kupferkies in Kupferoxyd zu ver-

wandeln und das geschieht auf die vorhin beschriebene Weise, indem die beiden obengebachten Schmelzprodukte aus dem Ofen hervorgehen, in die Kessel vor dem Hochofen abgelassen werden (sie heißen Spurtiegel), wo sie sich dann trennen in eine leichtflüssige Schlacke, welche sich dadurch erzeugt hat, daß das oxydirte Eisen des gerösteten Erzes mit der quarzhaltigen Bergart oder dem Zusatz von Quarz, welchen man absichtlich gegeben hat, zusammenschmilzt. Diese wird Rohschlacke oder Schwiel oder Schwiellacke genannt. Unter dem Schlackengestein befindet sich der sogenannte Kupferstein, welcher das eigentliche Gewinnbringende ist, aber immer von Neuem geröstet und wieder eingeschmolzen werden muß, um endlich das erforderliche Kupfer zu geben. Der Stein besteht, wie wir bereits oben gesehen haben, aus Schwefeleisen, Schwefelkupfer und anderen Schwefelmetallen, und der Zweck der ganzen Arbeit ist, die Schwefelungsstufen dieser anderen nachtheiligen Metalle zu entfernen, das Kupfer zu häufen, zu oxydiren und schließlich zu reduciren, wozu denn auch freiwillige Absonderungen, die beim Schmelzen vor sich gehen, das Ubrige beitragen, so findet man z. B. unter dem Kupferstein am Boden des Spurtiegels nicht selten eine Schicht von Eisen, die sogenannte Sau oder Eisensau, und man ist hiermit sehr zufrieden, denn das Eisen ist nunmehr aus dem Erze heraus.

Wie sehr wiederholt der Röstprozeß vorgenommen werden müsse, geht daraus hervor, daß man Anfangs in dem Rohstein 8 bis 12 Prozent, dann 20, 30 und endlich 50 Prozent und mehr an Kupfer findet.

Der Röstprozeß des Steines wird auf verschiedene Weise geleitet, am gewöhnlichsten findet man denselben in kleineren Partien ausgeführt, wozu in der nebenstehenden Figur 1074 die Veranstaltung gezeigt wird. An eine Hinterwand, welche mit vielen kleinen Kanälen versehen ist, stützen sich eine Reihe massiver Wände, wodurch Räume entstehen, die von drei Seiten begrenzt sind, und die man Stadel (Ställe) nennt. In

Fig. 1074.



diesen Stadeln wird das Erz mit dem erforderlichen Brennumaterial aufgehäuft und dann in Brand gesetzt. Die Zuglöcher sind dazu vorhanden, den Luftzutritt zu reguliren, da aber diese Stadeln doch von zwei Seiten offen sind, so ist eigentlich schwer einzusehen, wie durch so kleine Kanäle, wie man dieselben in der Mauer ausgespart hat, der Luftzug soll regulirt werden können. Bei diesem Röstprozeß bilden sich durch Verbrennung des Schwefels zu Schwefelsäure beträchtliche Massen von Kupfervitriol und leider auch von Eisenvitriol. Wäre dies Letztere

nicht der Fall, so würde das Kupfervitriol zur Darstellung von Kupfer gebraucht werden können, welches jedoch bei der Verunreinigung mit Eisen schwer ermöglicht wird, wiewohl es immer versucht wird, da man immer diese Salze durch Auslaugen entfernen muß, bevor man mit dem Rösten weiter vorgeht.

Der so geröstete und ausgelaugte Stein kommt nun wieder zum Schmelzen in niedere Schachtöfen, wobei man den quarzigen Zuschlag, welcher zur Entfernung des Eisenoxydes gebraucht wird, nicht vergessen darf, man wendet dazu gewöhnlich die Kofschlacke von einem früheren Schmelzprozeß an, weil diese erstens kiesel säurereich ist, zweitens aber immer noch Kupfer enthält, wovon man beim Niederschmelzen einen Theil gewinnen kann.

War die Röftung des Steines so vollständig, daß der Bergmann dieselbe als Gahrrost bezeichnet, so wird Schwarzkupfer oder Rohkupfer gewonnen, welches zwar noch sehr unrein ist, Eisen, Schwefel, Zinn u. einschließt, aber doch schon mehr als 90, ja 96 Prozent Kupfer enthält. Außer diesem Rohkupfer wird noch Stein gewonnen, welcher sehr reich an Schwefelkupfer ist, man nennt ihn Dünnstein oder Spurstein. Ist dagegen das Rösten nicht so vollkommen ausgeführt worden, wie oben vorausgesetzt, so erhält man auch bei diesem Schmelzen noch keinesweges Schwarzkupfer, sondern nur einen Kupferstein, der zwar beträchtlich reicher ist als der vorige, aber nochmals geröstet werden muß, um Gahrrost zu erlangen, worauf er dann Schwarzkupfer liefert. Bei diesem Prozeß schwimmt oben auf die Schwarzkupferschlacke, welche aus den quarzreichen Zusätzen und dem in reicher Menge aufgenommenen Eisenoxydul besteht.

Hat das Schwarzkupfer einige 90 Prozent des Metalles, so ist auch der Dünnstein schon ein sehr werthvolles Produkt, denn er hält 55 bis 60 Prozent Kupfer, wird also natürlich nach erneuertem Rösten zur Bereitung des Schwarzkupfers angewendet.

Das Schwarzkupfer ist als Metall noch keinesweges anwendbar, es forbert noch einen neuen Schmelzprozeß, welcher zum Zweck hat, die darin enthaltenen Metalle, die leichter oxydirbar sind als das Kupfer, zu verbrennen, fortzuschaffen. Dieser Prozeß heißt das Gahrmachen des Schwarzkupfers und er wird entweder in einem Ofen oder auf einem eigenen Herde, dem Kupfergahrherd, vorgenommen.

Die nachstehende Figur 1075 zeigt uns zwei Ansichten von einem solchen Herde, die eine im Durchschnitt, die andere von der Seite betrachtet. C zeigt eine kesselartige Vertiefung, welche mit Thon und Kohle ausgegessen ist, und der Herd ober der Tiegel heißt. Die zer kleinerte Kohle wird mit dem Thon gut zusammengelnetet, es wird daraus der Tiegel

geformt und nachdem derselbe lufttrocken geworden ist, mit Kohlen gefüllt, stark erhitzt und endlich zum Glühen gebracht. Nunmehr bringt man das Schwarzkupfer innerhalb einer Kohlenmasse und mit Kohlen bedeckt unter

Fig. 1075.



Hülfe eines mächtigen Gebläses zum Schmelzen. Sobald dieser Zeitpunkt eintritt, bedeckt man die Oberfläche des schmelzenden Metalles mit Kohle, läßt aber zwischen diese und das Metall selbst den Luftstrom dringen. Der verdampfende Schwefel wird in schweflige Säure verwandelt, war Antimon darin vorhanden, so wird auch dieses oxydirt, ebenso geschieht es mit den andern, leichter als das Kupfer oxydirenden Metallen. Die so entstandenen Oxyde verbinden sich zum Theile mit der Kieselsäure des Herdes zu einer Schlacke und sie fließen durch einen Kanal i nach einem benachbarten Raum, worin sie sich sammeln können, andere Antheile derselben dringen in die Herdmasse ein, dasjenige endlich, welches weder den einen noch den anderen Weg nimmt, wird durch flache Haken von der Oberfläche des Kupfers entfernt. Der Hüttenmann nennt dieses „Kragen“, und die so gewonnene Schlacke heißt das Geträg oder die Gahrträge.

Der Schmelzprozeß unter Einwirkung des Gebläses wird so lange fortgesetzt, bis das Kupfer gahr ist, d. h. bis es vollständig schmiedbar, streckbar, schweißbar ist. Ob es diese Eigenschaften erlangt hat, erkennt man daran, daß man einen Eisenstab in das geschmolzene Kupfer taucht, woran sich dann sofort eine Rinde ansetzt, welche man untersuchen kann. Sie wird vor allen Dingen zwischen den Händen hin und her gebogen, um zu sehen, ob sie nicht durch etwa vorhandenes Oxydul oder Oxyd des Kupfers brüchig ist, dann wird sie mit einem Hammer geschlagen, um zu sehen, ob sie sich dehnt und streckt, ohne zu reißen.

Sind diese Eigenschaften noch nicht erlangt, so muß man die Schmelzung noch weiter fortsetzen, sind sie jedoch erlangt, so reinigt man die Oberfläche des geschmolzenen Kupfers sorgfältig von Kohle und Asche und beginnt nun eine neue Operation, das Reissen, das Scheibenreissen.

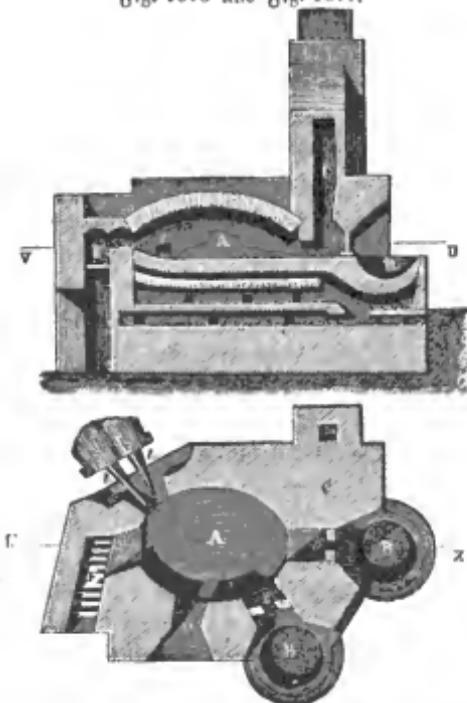
Die Absicht ist hierbei, das Kupfer in dünnen Schalen von der Größe des Tiegels zu erhalten. Man bewirkt das auf folgende Weise.

Auf die Oberfläche des im Tiegel stehenden geschmolzenen Kupfers wird etwas kaltes Wasser gegossen, soviel als gerade genügend ist, die Oberfläche erstarrend zu machen und dann schleunigst wieder zu verdampfen.

Diese erstarrte Oberfläche wird sofort durch eiserne Haken abgenommen und zur Seite gestellt. Gleich darauf gießt man eine neue Menge Wasser auf das flüssige Kupfer und reißt so eine zweite Scheibe und so weiter, bis der Rest des Kupfers am Boden des Tiegels erstarrt ist.

Die auf solche Weise erhaltenen Scheiben werden von ihrem eigenthümlichen Aussehen Rosettenkupfer genannt, indem sie auf ihren unteren Seiten bunt und vertieft, mannigfaltige Zeichnungen tragen. Sie sind das im Handel vorkommende Gahrkupfer, sind aber keinesweges vollkommen rein, denn immer noch sind 1 bis 2 Prozent sehr verschiedener Beimengungen vorhanden, von Metallen der gewöhnlichen Art, Blei, Silber, Eisen und Nickel, von den Erdbmetallen die des Alauns, des Kaltes, des Kiesels, auch eines der Alkalimetalle, das Kalium finden sich darin, doch immer nur in so geringen Mengen, daß es sich nur um ein Zehntel eines Prozentes handelt.

Fig. 1076 und Fig. 1077.



Wird die Operation des Gahrmachens nicht auf einem Herde, sondern in einem Ofen vorgenommen, so geschieht dieses in einem dazu eingerichteten Flammenofen, welcher der Spleißofen heißt, von der Operation des Reißens oder Spleißens, welche auch mit dem Produkte dieses Ofens vorgenommen wird.

Figur 1076 zeigt den senkrechten Durchschnitt eines solchen Ofens. A ist der Herd, F zeigt den Rost, durch die Oeffnung t kommt aus zwei Düsen die Luft des Gebläses, C ist der Rauchfang und B ist der Durchschnitt eines von zwei Spleißherden.

Die Figur 1077 zeigt einen Querdurchschnitt durch denselben Ofen in der Linie UV, sowie wiederum die vorige Figur einen senkrechten Durchschnitt desselben Ofens in der Gegend von XY der zweiten Figur darstellt. In dieser zweiten

Figur sehen wir die beiden Schleißherde D, welche durch die Kanäle o mit dem Ofen A zusammenhängen. Diese Kanäle sind natürlich geschlossen, bis das Kupfer gahr geworden ist. C zeigt auch hier den Rauchfang, durch welchen die ausgenutzte Luft entweicht. D ist die Einfahrtthüre, durch welche das Kupfer in den Ofen gebracht wird.

Das Kupfer, welches auf der Sohle des Ofens ausgebreitet ist, kann von einem Ende bis zum anderen durch die Flamme des (meistentheils) Steinkohlenfeuers getroffen werden. In kurzer Zeit schmilzt dasselbe zusammen und dann läßt man das Gebläse wirken, um dadurch den Schwefel und die leicht oxydirbaren Metalle zu entfernen, in Schlacke, in Krätze zu verwandeln. Ist hierin das Erforderliche geschehen, welches man genau auf die bereits oben beschriebene Weise untersucht, so öffnet man die Zugänge zu den beiden Schleißherden D und läßt das Kupfer dahin fließen. Hier wird dasselbe so behandelt, wie es vorhin angegeben worden ist, es wird mit Wasser übergossen, es werden die erkalteten Scheiben von der Oberfläche des geschmolzenen Metalles entfernt, wobei man jeder Zeit bemerkt, daß die zuerst gewonnenen Scheiben weniger rein sind, als die folgenden.

Obwohl man nun aber das Kupfer hinsichtlich seiner Dehnbarkeit geprüft hat, so ist diese doch keinesweges so groß, daß man das Rosettenkupfer hämmern, walzen, zu Draht zieht könnte, und dieses kommt eben von dem unvermeidlich durch den Prozeß entstehenden Zusatz von Kupferoxydul und Kupferoxyd her. Man muß auch diesen noch entfernen, das Kupfer muß hammergahr gemacht werden. Diese Operation ist nicht ganz ohne Schwierigkeit, weil es dabei sehr auf das genaue Einhalten eines richtigen Zeitpunktes ankommt, in welchem das Oxyd durch die Kohle reducirt, aber Kohle selbst noch nicht in das Kupfer aufgenommen ist. Geschieht dieses Letztere, so wird das vorher weich gewordene Kupfer wieder spröde, wenn auch nicht in dem Grade, in welchem Eisen durch Ausnahme von Kohle verwandelt wird, so doch jedenfalls stark genug, um seine Dehnbarkeit zu beeinträchtigen. Wäre dieser Umstand nicht, so würde man das Hammergahrmachen nicht gerade für schwierig halten können, denn es besteht in weiter Nichts, als im Schmelzen des Rosettenkupfers in einer Einbettung von Holzkohle. Es ist sehr merkwürdig, wie wenig Oxydul dazu gehört, um dem Kupfer seine Dehnbarkeit zu nehmen. Das Kupfer alter, gebrauchter Geräthschaften hat eine Oxydulschicht, welche in der Regel nicht stark genug ist, um grün auszufehen, den sogenannten edlen Rost zu bilden, und dennoch kann solches Kupfer nicht verarbeitet werden, ohne daß man dasselbe vorher noch einmal von Neuem hammergahr macht.

Das Hauptkunststück des Arbeiters bei diesem Prozesse ist, den Luft-

strom sehr direkt auf die Oberfläche des Metalles unter die Kohlen hinabwirken zu lassen. Auf diese Weise wird der Kohlenstoff oxydirt und verhindert, in schädlicher Weise zu dem Kupfer zu treten.

In England wird ein bedeutend abgeändertes Verfahren eingeschlagen, und da den dortigen Fabrikanten nicht bloß das Kupfererz zu Gebote steht, welches in großen Mengen in der Grafschaft Devon und Cornwallis gewonnen wird, sondern sie auch fast alles Erz, was in Chili, Peru, was auf Cuba und Neu-Seeland ausgebeutet wird, zu ihrer Verfügung haben, so können sie eine sehr glückliche Erzmischung vornehmen, welche ihnen die Ausbringung des Kupfers außerordentlich erleichtert.

Sie haben Kupferkies mit einer großen Menge von Eisenkies gemischt, welche nur wenig Kupfer im oxydirten Zustande enthalten. Diese Erze mit quarzhaltigem Ganggestein haben zwischen 3 und 15 Prozent Kupfer. Sie haben ferner ein ähnlich zusammengesetztes Erz, welches 15 bis 20 Prozent Kupfer enthält, sie haben ferner ein drittes Schwefelkupfer, welches sehr viel weniger Eisenkies oder andere dem Kupfer nachtheilige Substanzen birgt, dagegen schon ziemlich reich an Kupferoxyden ist und dieses Erz hat 12 bis 25 Prozent Kupfer. Sie haben ferner Erze, welche größtentheils aus oxydirtem Kupfer bestehen, aber noch mit Schwefelkupfer gemengt sind. Ihr Prozentgehalt an Kupfer geht von 25 bis 45. Sie haben endlich noch sehr reiche Erze, welche nur aus Oxyden bestehen, gar kein Schwefelkupfer oder nur sehr wenig andere Metalle enthalten und 60 bis 80 Prozent Kupfer einschließen, in dem Zustande von Oxyd, kohlen-sauren Oxydul und gebiegenem Kupfer.

Die Bearbeitung zu Kupfer beginnt gewöhnlich mit dem schlechtesten, mit dem zuerst genannten, welches ganz aus Schwefelkupfer und anderen Metallen besteht und eigentlich arm genannt werden muß. Dieses Erz wird geröstet, aber nicht, wie es bei uns geschieht, im Freien auf großen Haufen, sondern durchweg in eigends dazu erbauten Flammenöfen, welche eine gewaltige Ausdehnung haben.

Die nachstehende Figur 1078 zeigt den senkrechten Durchschnitt eines solchen Ofens. Die Länge beträgt über 25 Fuß und die Breite hat eben dieselbe Ausdehnung. Die Wände sind lediglich von der Sohle hergenommen, welche aus unschmelzbaren Ziegeln erbaut ist. Der übrige Ofen hat besonders an den vier Ecken eine Stärke, welche ihm eine beträchtlich größere äußere Ausdehnung giebt, wodurch er in den Stand gesetzt wird, das sehr niedrige aber äußerst flache Gewölbe bequem zu tragen. Dieses Gewölbe ist am höchsten unmittelbar über dem Feuerherd F, von hier sinkt das Gewölbe schnell abwärts bis R, wo der Rauchfang C seinen Anfang hat. Die Decke des Gewölbes trägt zwei große Trichter T von

Sturzblech, in welche man das Erz schüttet, welches geröstet werden soll. Diese Trichter sind mit Schiebern versehen, welche man nur zu öffnen

Fig. 1078.

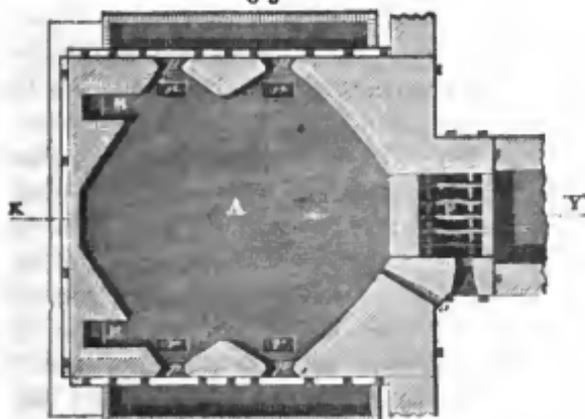


braucht, um die Erze auf die Sohle des Ofens fallen zu lassen, auf der sie dann durch große eiserne Krücken ausgebreitet werden, um von der mächtigen Flamme A bestrichen und so viel als möglich ihres Schwefels beraubt zu werden.

In der Figur 1079 sehen wir einen Querschnitt durch denselben

Ofen, nehmen sogleich wahr daß Länge und Breite wenig von einander unterschieden sind; die Fläche der Sohle nähert sich der Achteckigkeit, wir sehen hier dieselben Gegenstände mit den nämlichen Buchstaben bezeichnet, wie auf der vorigen Figur, aber wir sehen noch einige mehr, so z. B. zeigt uns das doppelte K auf der linken Seite,

Fig. 1079.



daß dieser Ofen zwei Rauchfänge hat. Vermöge seiner großen Breite würde die Flamme durchaus nicht überall hinziehen können, durch diese beiden Rauchfänge aber wird das Feuer getheilt und es zieht nach beiden Seiten hin, ohne irgend einen Theil des Ofens unberührt zu lassen.

Wir sehen mit t bezeichnet vier Oeffnungen in der Wandung des Ofens, auf zwei einander gegenüber befindlichen Seiten. Diese Oeffnungen dienen um das zu röstende Erz bei der Beschickung sowohl gleichmäßig auf

der Sohle zu vertheilen, als auch um dasselbe während des Röstprozesses umzurühren und von allen Seiten mit der Flamme in Berührung zu bringen. Bei der großen Breite des Ofens muß derselbe von zwei Seiten her zugänglich sein, weil Niemand die 30 Fuß langen Schürstangen von Eisen würde regieren können.

Unmittelbar vor dem Buchstaben p sieht man vier Oeffnungen mit r bezeichnet, sie führen unter den Herd hinab, und dienen, um die gahr gerösteten Erze aus dem Ofen zu schaffen, man zieht sie mit den Rechen, durch welche das Umrühren besorgt wird, nach den Pforten heran, und sie fallen, sowie sie über die Oeffnungen kommen, herab in große, mit Thon ausgeschlagene Gefäße.

Das Brennmaterial, dessen man sich zum Rösten und Schmelzen der Erze bedient, ist ein sehr schwer brennbarer Anthrazit, welcher noch dazu ohne Flamme brennt, und sich unter dem Einfluß der von ihm erzeugten Hitze in Staub verwandelt. Wollte man ihn auf die gewöhnliche Weise brennen, so würde derselbe durchaus nicht im Stande sein, einen Ofen von 25 Fuß Länge und Breite mit genügender Hitze zu versehen, überdies kann er durchaus nicht auf gewöhnlichen Kosten verbrannt werden, weil er dieselben viel zu leicht verläßt, da er sich verkleinert, oder weil er sie eben dadurch verstopft, indem er die Zwischenräume durch seine Splitter und Schiefer überbaut.

Man ist diesem Uebelstande auf eine sehr erfolgreiche und sehr geschickte Weise entgegengetreten. Der Anthrazit läßt beim Verbrennen eine Asche, welche eine gewaltig hohe Temperatur hat, dadurch zusammenfickert, und eine Art Schlacke bildet. Durch diese Schlacke werden die Arbeiter in den Stand gesetzt, eine Art von irdenem Kofst zu bauen, welcher nur durch einige Eisenstangen getragen wird. Das Brennmaterial, welches auf diesem Kofst aus den selbst erzeugten Schlacken angezündet wird, giebt wieder Asche her, welche zu Schlacke zusammengeht, weil aber diese nach unten fallende Asche sich weit genug von der brennenden Kohle befindet, so erkaltet sie hier, zieht sich zusammen, und bildet dadurch eine große Menge von Spalten, welche genügend sind, um der Luft den zum Verbrennen erforderlichen Zutritt zu gewähren, aber nicht im Mindesten mehr, hierdurch wird ein so heftiger Zug in den feinen Kanälen hervorgebracht, daß keine Asche in dieselben fallen kann, sie wird immerfort emporgeführt, wie sie herabsinken will, und sie vermehrt also die Dicke des aschigen Kofstes nach oben zu, wo immer das stärkste Feuer ist und sie zusammenfickern kann. Sobald der Arbeiter bemerkt, daß sein künstlicher Kofst zu hoch wird, so stößt er mit einem tüchtigen Brecheisen den unteren Theil fort, so daß er zwischen den Eisenstäben herabsinkt, worauf sich die

übrige Masse wieder setzt, bis sie auf den Eisenstäben einen Stützpunkt findet.

Trotz alles dessen würde der Anthrazit allein weder brennen noch Flamme geben, daher man ihm ein Viertel seines Gewichts recht fetter Steinkohle zusetzt, welche nunmehr, indem sie durch die Hitze sich aufbläht, schmilzt, in einen blasigen Zustand übergeht, mit dem Anthrazit eine Masse bildet, welche genug Porosität hat, um der Luft überall Zutritt zu gewähren. Die Schicht des Brennmaterials hat die Höhe von etwas mehr als einem Fuß, die Luft durchstreicht diese Masse in unzähligen der feinsten Aeren, der Sauerstoff derselben wird vollständig verzehrt und in Kohlenoxyd umgewandelt. Dieses Gas, mit dem Stickstoff der Luft vermischt, verbreitet sich in dem ganzen Ofen und verbrennt hier auf Kosten derjenigen Luft, welche von Außen durch die Thüren, oder wenn diese geschlossen sind, durch darin ausgesparte Oeffnungen eindringt, sonst aber auch noch Zutritt hat durch den Kanal o, welcher allein zu diesem Behuf in der Mauer befindlich ist. Auf diese Weise befindet sich die ganze Fläche des Ofens von einer langen und mächtigen Flamme von Kohlenoxydgas bedeckt, welches verbrennt auf Kosten des Sauerstoffes der eindringenden Luft, und diese Flamme breitet sich vorzugsweise über die Sohle selbst aus, indem die eindringende Luft durch die Gegend, in der die Oeffnungen sich befinden, angewiesen wird, ihre Richtung vorzugsweise hierher zu nehmen.

Auf diese Art befindet sich das auf der Sohle ausgebreitete Mineral, das zu röstende Erz, in höchst erhitztem Zustande fortwährend in Berührung mit glühender, sauerstoffhaltiger Luft, hierdurch wird der Schwefel des Erzes verbrannt, und dieses ist der Zweck des Röstprozesses, welcher nicht im Entferntesten so lange währt, als er an freier Luft dauern würde, sondern in 12 Stunden beendet ist. Bei Beendigung des Röstprozesses erlaltet der Ofen nicht, sondern in dem Augenblick, wo das geröstete Erz aus der Mitte entfernt ist und sich den Oeffnungen nähert, durch welche es unter den Ofen hinabgeworfen wird, zieht man die Register der großen Trichter über dem Gewölbe und läßt von diesen das Erz auf die breite Sohle hinabstürzen, so daß wenn der letzte Rest der vorigen Ladung entfernt ist, die neue Ladung schon einen beträchtlichen Grad von Hitze erhalten hat, und nun ausgebreitet werden kann, was in derselben Art geschieht, wie das Durchrühren während des Prozesses selbst oder wie das Leermachen der Sohle. Von zwei zu zwei Stunden wird das Durcharbeiten und Umrühren des zu röstenden Erzes wiederholt und nach etwa 12 Stunden ist die Röstung vollständig vollendet, der Ofen wird wieder entleert und die Erze gelangen dahin, von wo man die vorher gerösteten Erze bereits entfernt hat, nämlich nach dem Raum U unter dem Herde der

Figur 1078, die gerösteten Erze kommen, nachdem sie einigermaßen abgekühlt sind, zum Verschmelzen.

Der Schmelzofen ist gleichfalls ein Flammenofen. Auch er wird mit Anthrazit gespeist, allein man setzt demselben nicht ein Viertel, sondern wohl mehr als ein Drittel recht reichhaltiger Pech- oder Glanzkohle zu. Da wo man Steinkohlentheer zu einem billigen Preise haben kann, weil Gaserleuchtungs-Anstalten in der Nähe sind, und sich doch keine vortheilhafte Verwendung für den in reichlichen Massen erzeugten Kohlentbeer findet, kann man des Zusatzes von Steinkohlen ganz entbehren, wenn man die noch nicht ausgebrannte, aber doch schon durch die Hitze zerkleinerte Anthrazitkohle aus dem Ofen zieht, und diese mit Steinkohlentheer vermischt. Es entsteht auf diese Weise ein Brennmaterial, welches, dem in Rußland erfundenen Karbolein ähnlich, eine noch viel größere Flamme erzeugende Kraft hat, als die beste Steinkohle. Des Theeres wird nur so wenig genommen, als eben erforderlich ist, um eine backende Masse mit der zersplitterten Anthrazitkohle zu bilden. Die Masse wird flach ausgebreitet und nach oberflächlichem Erstarren beliebig und unregelmäßig zerstückelt. Diese Stücke werden mit der Anthrazitkohle gemengt und haben eine bei Weitem kräftigere Wirkung, als die beste Pechkohle, weil der leichtflüssige Theer sich mit dem zerfallenden Anthrazit verbindet, ihn gewissermaßen zusammenleimt, zusammenfettet, und diesen der Uebelstände abhilft, denen er, für sich allein verbraucht, immer unterliegt.

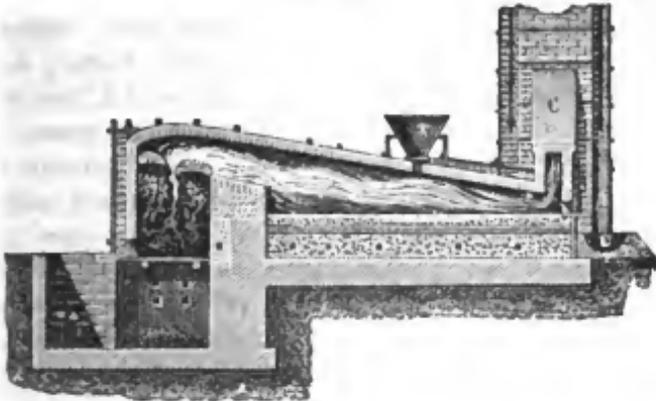
Beiläufig gesagt, kann man eigentlich den Anthrazit nicht verbrennen, ohne Steinkohlensatz oder ohne Zusatz eines anderen brennenden Minerals, denn so intensiv die Hitze ist, welche er so vermischt entwickelt, so ist sie doch nicht groß genug, um nur seine eigene Verbrennung zu unterhalten.

Der Ofen, in welchem das Erz geschmolzen wird, ist gleichfalls ein Flammenofen, auch er wird mit Anthrazit, jedoch unter Zusatz von wenigstens einem Drittel guter Pechkohle beschickt. Die schmelzende Pechkohle verbindet sich natürlich noch leichter mit dem pulverigen Anthrazit als bei geringerem Zusatz, aber es ist auch hier noch immer nöthig, daß ein besonderer Kof von Schlacken über dem Eisenrost aufgebaut werde. Die Flamme ist auch hier durch das Kohlenoxydgas gebildet und kann heftiger gemacht werden, wenn man durch einen sehr hohen Rauchfang den Zug vermehrt, dessen Stärke man dann in seiner Gewalt hat, indem man eine Klappe, welche ihn deckt, beliebig weit öffnet oder schließt.

Im Allgemeinen ist über diesen Flammenofen nicht viel zu sagen, denn er hat eine flachgewölbte Decke, hat einen Kof, auf dem das Feuer brennt, eine Brüstung, über welche dasselbe hinwegziehen muß, und sein Wölbte hat eine solche Lage, daß die Flamme immer auf das Erz herab-

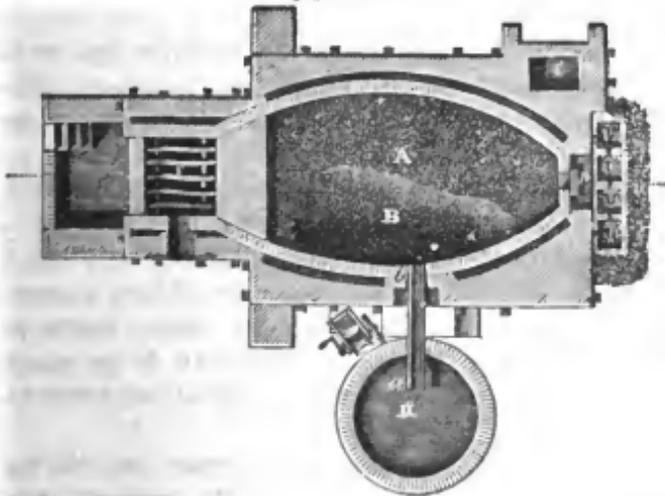
gedrückt wird, gleich allen übrigen Flammenöfen. Allein ein paar Einzelheiten unterſcheiden denſelben doch von den gewöhnlichen, ſo z. B. befindet

Fig. 1080.



ſich am Ende des Herdes und außerhalb der Region, welche der Rauchfang einnimmt, eine Reihe rechtwinklig geſtalteter Vertiefungen, welche, mit U bezeichnet, beſtimmt ſind, um die Schlacke aufzunehmen, welche durch einen engen Weg p, durch einen Kanal, welcher mit einem Thonſtücke verſetzt iſt, zur gehörigen Zeit abgelaffen werden kann.

Fig. 1081.



Der in Figur 1081 gegebene Querdurchſchnitt eines ſolchen Ofens zeigt ſowohl dieſe Einrichtung deutlicher, indem man hier vier Vertiefungen

neben einander sieht, als er uns auch noch eine andere Einrichtung klar macht.

Die Sohle A dieses Ofens ist aus Schlacken und Thon geschlagen, ist aber doch keinesweges eben, sondern sie hat auf der Seite B eine Vertiefung, welche eine langgestreckte flache Schüssel bildet. Außerhalb des Ofens befindet sich ein großes, mit Wasser gefülltes Bassin, R, und zu demselben führt von der tiefsten Stelle des Herdes AB eine Rinne ab. Wir werden den Gebrauch dieser Rinnen sogleich kennen lernen.

Die Erze sind, wie wir aus dem Vorigen wissen, während 12 Stunden in einem großen Flammenofen geröstet, sie kommen nach mäßiger Berührung in den zweiten Flammenofen, um daselbst geschmolzen zu werden. Durch den Trichter T werden sie eingeführt und ausgebreitet. Die Flamme des Ofens bringt bald eine Wechselwirkung zwischen den sauerstoffhaltigen und schwefelhaltigen Mineralien zu Wege, die Bestandtheile sind gelockert und verbinden sich in anderer Weise, als sie in den Erzen verbunden sind, namentlich ergreift der Schwefel, welcher durch die Hitze in Dampfform gebracht ist, den in eben dieser Hitze nur noch locker gebundenen Sauerstoff der vorhandenen Oxyde, und entweicht damit, zu schwefelliger Säure geworden, aus dem Rauchfange, aber der Schwefel so wenig, als der Sauerstoff wird auf diese Weise ganz entfernt, auch das Eisen, auch das Kupfer tauschen einen Theil der sie vererzenden Elemente aus, das oxydirte Eisen geht mit dem Kiesel zu einer Schlacke zusammen, und das mit dem Schwefel verbundene Kupfer bildet einen Stein, aus welchem später das Kupfer gewonnen werden soll.

Ist die Wirkung der Flamme auf die gerösteten Erze vollendet, so weit sie in diesem Stadium vollendet werden kann, so wird die zähe Schlacke mit langen eisernen Haken durch die Thüre p herabgezogen und in die Vertiefungen U gebracht.

Das geschmolzene Schwefelkupfer, als das schwerere, hat sich indessen in der Vertiefung der Sohle B gesammelt, und wird von hier abgelaufen und zwar in einem dünnen Strahle, welcher sich über die kleine Rinne ab ergießt und dort sogleich erstarrt, nicht zu großen Massen, sondern vertheilt zu kleineren Körnern, er wird granulirt. Die Rolle, welche neben dem Bassin steht, dient, um die Neigung der Rinne ab so zu reguliren, daß nicht mehr von dem Stein darüber hinwegfließt, als ohne Gefahr gestattet werden darf.

Wir haben hier noch lange kein Kupfer, sondern nur ein kupferreiches gelörntes Erz, und es ist nothwendig, dasselbe nochmals einer Röstung zu unterwerfen, welches wieder in jenem Ofen geschieht, den wir S. 373 beschrieben haben.

Aus diesem Röstofen kommt das zum Theil abgeschwefelte Erz von Neuem in den letztbeschriebenen Flammenöfen, jedoch unter starkem Zusatz von kupferreicher Schlacke, von nicht schwefeligen, sondern von sauerstoffhaltigen Erzen und von Kupferhammerschlag.

Bei der erneuerten Röstung hat das gelb aussehende Kupfererz wiederum einen großen Theil des färbenden Schwefels verloren, es ist also besser geworden, reichhaltiger an Kupfer, davon es vor der zweiten Röstung etwas über 30 Prozent enthielt, indessen es jetzt zwischen 40 und 50 zeigt. Es wird mit den gedachten Zuschlägen eingeschmolzen und es wird dabei besonders auf die Umsetzung des Kupferoxydes in der Schlacke gesehen, welche durch den Schwefel des Eisens in Schwefelkupfer verwandelt werden soll, damit dieses mit dem übrigen Schwefelkupfer zu einem neuen reicheren Stein zusammenfließt.

Die ganze Operation, zu welcher man ungefähr 9000 Pfund an Erzen und Zusätzen nimmt, dauert einschließlich der Röstung 36 Stunden, während welcher Zeit die Ladung des Ofens vielfältig gewendet und gekehrt wird, um sie von allen Seiten mit der Flamme und dem Sauerstoff in Berührung zu bringen. Gegen das Ende der Operation wird das Feuer auf das Lebhafteste verstärkt, um die Sonderung des sogenannten Steins von der Schlacke zu befördern, und nun wird zuerst der Stein abgelassen, welchen man in rinnenartige Vertiefungen leitet, dann kommt die sehr ränflüssige Schlacke, welche man nach der Abkühlung sondert, um die reichere bei einer neuen Umschmelzung des Steines, die ärmere aber bei erstmaligem Umschmelzen des einfach gerösteten Erzes zuzusetzen.

Was hier an Stein gewonnen wird, ist von hellgrauer Farbe, manchmal mit einem leichten Stich ins Bläuliche. Der Stein enthält in 100 Pfund beiläufig 73 bis 75 Pfund Kupfer, enthält aber immer auch noch etwas Schwefeleisen. Die reichen Schlacken, welche bei dieser Schmelzung abfallen, werden im Flammenofen mit rohem Erze zusammenschmelzen und sie befördern die Verwandlung des Erzes in den sogenannten Stein, wobei auch ihr eigener Antheil an Kupfer mit aufgenommen wird.

Es ist jetzt noch eine neue Operation erforderlich, welche zum Zweck hat, den Schwefel endlich ganz zu verjagen, indem man denselben zu schwefeliger Säure verbrennt. Der Schwefel hat bisher gebient, um das vielfältig vertheilte Kupfer zu vereinigen, als Schwefelkupfer zum Schmelzen zu bringen, und es auf diese Weise den Reinigungsprozessen immer näher zu führen, nunmehr bedarf man des Schwefels nicht mehr, „der Mohr hat seine Schuldigkeit gethan, der Mohr kann gehen.“ Aber der Mohr macht demjenigen, der ihn vertreiben will, noch viele Schwierigkeiten.

Man bringt die Stücke des letztgewonnenen Steins, welchen man

vielfältig zerkleinert hat, mit schwefelfreiem, an Kupferoxyd sehr reichen Erzen zusammen auf die Sohle eines Flammenofens und regulirt die Flamme solchergestalt, daß sie zuerst die Spitzen des Erzhaufens trifft und dann nach und nach immer tiefer greift, so daß der Stein von oben herab gewissermaßen tropfenweise schmilzt und sich so auf der Sohle des Ofens sammelt. Es wird nunmehr das Feuer verstärkt, die Schmelzung hat ungefähr 4 Stunden gedauert, aber die stärkere Hitze, der man das Produkt nunmehr unterwirft, läßt man 20 Stunden lang dauern. Während dieser Zeit verbrennt der Schwefel beinahe vollständig, auch das Arsenmetall geht oxydirt, d. h. verbrannt davon, dasselbe findet mit dem Antimon statt. Nicht so mit dem Eisen und dem Nickel. Diese Metalle oxydiren zwar auch, aber sie sind nicht so flüchtig als die vorhin genannten Substanzen, sie bleiben daher im Ofen, aber sie bleiben nicht im Kupfer, sondern ihre Oxyde bilden mit den sonst noch vorhandenen Unreinigkeiten eine Schlacke, welche man durch lange Haken aus dem Ofen zieht, um sie zum ferneren Gebrauch zu bewahren, denn sie ist sehr reich an Kupferoxydul, und wird bei ferneren Verschmelzungen der unreinen Erze immer wieder angewendet.

Was nun auf der Sohle des Flammenofens steht, ist Rohlkupfer, es ist dasjenige Produkt, welches nach dem Verfahren der deutschen Hüttenleute Schwarzkupfer heißt, aber es ist beträchtlich reiner als dieses.

Wie wir sehen, liegt der Unterschied zwischen dem englischen und deutschen Verfahren in zwei Hauptpunkten. Die Deutschen rösten ihre Erze und ihren Stein zu drei bis vier verschiedenen Malen im Freien in großen Haufen, aber sie müssen beinahe 1 Jahr warten, bevor sie dazu kommen, Schwarzkupfer, Rohlkupfer zu erhalten.

Die Engländer vollziehen ihr ganzes Röstverfahren in sehr großen flachen Ofen und sind damit und dem Einschmelzen und dem abermaligen Rösten u. s. w. bis zum Erlangen des Rohlkupfers fertig in drei Tagen.

Dieser Vortheil wäre allein schon genügend, dem englischen Verfahren den Vorzug vor dem deutschen zu sichern, allein es darf nicht vergessen werden, daß der Engländer in seinem Ofen nur 6 bis 9000 Pfund röstet, indeß der Deutsche auf seinem großen Rösthäufen Millionen von Pfunden aufschütten kann, welche alle zu gleicher Zeit reifen, während bei dem englischen Verfahren immer eine Portion nach der andern geröstet wird und die zweite warten muß, bis die erste fertig ist.

Dieses scheint das Uebergewicht des Vortheils wieder auf die deutsche Seite zu ziehen. Allein auch hier ist es nicht ganz so, wie es auf dem ersten Blick scheint, das Rösten des Steins nämlich kann nie anders voranommen werden, als nach vorhergegangener Schmelzung desselben, d. h.

es muß immer ein Antheil des gerösteten Erzes erst durch den Hoch- oder Flammenofen gehen, um ein werthvolleres Erz zu werden, und dieses hebt den ganzen Vortheil der Röftung in großen Massen auf. Es kann dem Hüttenmann nichts helfen, daß er millionenweise die Pfunde seines gerösteten Erzes da liegen hat, er kann doch nur 5 bis 10,000 Pfund davon auf einmal verwertken, und wenn er dann vollends mit dem gewonnenen Stein ebenso operirt, ihn erst zu Tausenden von Centnern anwachsen läßt, bevor er ihn röstet, was nach dem deutschen Verfahren gar nicht anders möglich ist, so leuchtet doch endlich ein, daß das engländische Verfahren ein beträchtlich abgekürztes sei, also ein vortheilhaftes, denn „Zeit ist Geld.“

Der andere Unterschied liegt in der Form des Ofens. Die engländischen Ofen sind sämmtlich liegende Flammenöfen, die deutschen haben die Gestalt der Hochöfen. Wahrscheinlich ist in beiden Fällen die Wirkung dieselbe. Es ist glühende Kohle, welche mit glühenden Erzen in Verbindung steht, bei den engländischen Ofen hat diese Kohle Gasgestalt, bei den deutschen wird sie in der Form einer festen Substanz angewendet.

Aber auch das letzte Verfahren, das Raffiniren, das Hammergahrmachen, wird nach dem engländischen noch in einem Flammenofen vorgenommen, so als ob es das erste Rösten oder erste Schmelzen wäre. Das Gahrmachen geschieht durch abermaliges Schmelzen des frisch gewonnenen Metalles ohne weiteren Zusatz, wodurch binnen 24 Stunden aller Schwefel so vollständig verbrennt, daß das Kupfer nunmehr als rein betrachtet werden kann.

Alein es ist noch nicht hammergahr, dieses fordert ein ferneres Erhalten in dem geschmolzenen Zustande.

Es hat sich auf dem raffinirten Kupfer eine schlackenartige Haut gebildet, welche das Gekräze heißt, es muß fortgeschafft, es muß weggekratzet werden, davon sein Name. Nachdem dieses geschehen, nachdem die Metallfläche bloß gelegt worden, schüttet man zerleinerte Holzkohlen auf den feurigen Spiegel, um eine fernere Oxydation zu hindern, dann aber wird das Metall mit Stangen von grünem Birkenholz fleißig durchgerührt. Es entwickeln sich dabei die gasförmigen Zersetzungserzeugnisse in außerordentlicher Menge, durchstreichen das flüssige Kupfer und nehmen auf ihrem Wege mit, was sie an Sauerstoff darin finden. Das Kupfer, welches vorher spröde war, durch eine Beimengung von Kupferoxyd, verliert dieses Oxyd und wird dadurch weich und hämmerbar, allein es ist gar keine Kleinigkeit, den richtigen Punkt zu treffen, und man kann dieses nur durch unausgesetztes Probiren wahrnehmen. So wie der Zeitpunkt der Desoxydation vorüber ist, so wird das Kupfer von dem Kohlenstoff nicht mehr durchstrichen, sondern die Kohle verbindet sich mit dem Kupfer und

macht dasselbe jetzt durch Kohlenstoff spröde, wie es vorher spröde durch Sauerstoff war.

Die Proben werden so ausgeführt, wie wir dieses bereits oben beschrieben haben, durch Eintauchen eines Metallstabes in das geschmolzene Kupfer und durch Untersuchung der an demselben haftenden Rinde. Ist die Reife erlangt, so läßt man dasselbe in Formen von sehr verschiedener Gestalt fließen, um es weiter zu benutzen.

Sonderung des Silbers. Das Saigern.

Nur sehr selten findet man Kupfererze ganz frei von Silber, umgekehrt aber ist auch wieder der Fall nicht gar zu häufig, wo es der Mühe lohnt, dieses Silber aus dem Kupfer zu gewinnen. Da indessen diese Fälle doch vorkommen, so muß man darauf vorbereitet sein, und man hat ein Verfahren gefunden, welches den gedachten Anforderungen entspricht.

Diese Operation heißt das Saigern.

Es steht erfahrungsmäßig fest, daß das Blei sich mit dem Silber leichter verbindet als das Kupfer, wenn man daher Blei mit dem fertigen Kupfer zusammenschmilzt, so tritt das sämmtliche Silber aus dem Kupfer an das Blei.

Dies steht nun zwar fest, allein was haben wir gewonnen. In unserer Legirung war vorher Kupfer und Silber, jetzt besteht dieselbe aus drei Metallen, Kupfer, Silber und Blei. Dies scheint der ganze Vortheil zu sein, und der ist jedenfalls nicht groß.

Aber auch hier hat die Erfahrung ein Hilfsmittel gegeben, um die Legirung in geeigneter Art in zwei Theile zu zerlegen, in viel Kupfer mit einem geringen Antheil Blei einerseits, und die ganze übrige Masse des zugesetzten Bleies mit dem sämmtlichen dem Kupfer entzogenen Silber. Diese Trennung geschieht eben durch den Saigerprozeß. Das mit dem Blei zusammengeschmolzene Kupfer wird in zolldicke Scheiben von etwas mehr als Fußgröße gegossen, diese Scheiben läßt man in einem Ofen langsam erstarren. Würde sie plötzlich erkalten, so würde man eine Legirung von Blei und Kupfer haben, wie man sie in Messing von Blei und Zink hat, oder wie man sie bei dem Hochofenprozeß für das Eisen in dem sogenannten weißen Gußeisen, in dem harten Gußeisen hat, welches eine Legirung aus Eisen und Kohle ist.

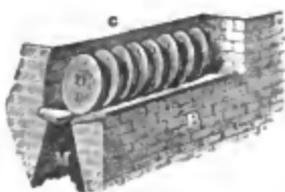
Läßt man das Schmelzprodukt aus Kupfer und Blei aber sehr langsam abkühlen, so geschieht dasselbe, was mit dem Roheisen geschieht, wenn man die daraus gegossenen Stücke langsam verköhlen läßt, man bekommt dann graues Roheisen, solches, in welchem sich die Kohle in deutlich sichtbaren Blättchen als Graphit ausgeschieden hat.

Ähnliches geschieht auch hier bei der langsamen Erkaltung, das Blei hat wenig Verwandtschaft zum Kupfer, es trennt sich bei langsamer Abkühlung von demselben und bildet große und kleine, ganz- und halbrunde Tropfen, welche sich von dem Rothkupfer sehr deutlich unterscheiden, und welche in demselben, wie in Formen eingegossen, sitzen.

Diese Erscheinung führt auf den natürlichen Gedanken, das leichter schmelzbare Blei von dem schwerer schmelzbaren Kupfer durch das Feuer zu trennen, zu veranlassen, daß es aus seinen Kupferformen herausschmelze, und das wird auf folgende Weise gemacht.

Die Figur 1082 zeigt uns in D Kupferscheiben solcher Art, wie sie durch Zusammenschmelzen mit Blei und durch langsames Abkühlen entstanden sind. Sie ruhen auf zwei gegeneinander geneigten eisernen Platten, welche den oberen Theil eines geschlossenen Herdes M bedecken. Sie stehen nahe genug an einander, um das Durchfallen von aufgeschütteten Kohlen zu verhindern, aber auch wieder weit genug, um zu gestatten, daß eine in dem Herde M zwischen den Mauern B und G anzündete Flamme durch die Spalte hindurchstreiche und die darauf liegenden Kohlen entzünde. Dieselben haben zum Zweck, die aufrecht stehenden Scheiben von Kupfer so weit zu erhitzen, daß das in ihnen eingeschlossene Blei schmelze und ausfließe. Dieses würde allerdings nicht erreicht werden, wenn die Scheiben

Fig. 1082.



so ganz frei stünden, wie unsere Zeichnung dieselben giebt, um anzudeuten, auf welche Weise sie gestellt werden müssen. Der eigentlich erforderliche Apparat ist in unserer Zeichnung Fig. 1083 zu sehen. Auch hier zeigen dieselben Buchstaben

Fig. 1083.



das Nämlche an. BG sind die Mauern des Ofens, M ist der Zugang zu den Herden. Solcher Saigeröfen, von zwei Seiten zugänglich, stehen

so viele neben einander, als der Bedarf der Kupferhütte erheischt. Auf der einen Seite dieses Ofens sehen wir auch die Scheiben; wie dieselben die Vertiefung füllen, aber wir sehen auch eine eiserne Klappe F an dieselben gelehnt. Sie hat einen doppelten Zweck. Die Erhöhungen, welche man an ihrem oberen Rande wahrnimmt, sind kurze eiserne Schienen, welche zwischen die Saigerstücke geschoben werden, um zu verhindern, daß dieselben einander berühren. Diese Zwischenräume alle werden mit Kohlen gefüllt und die eiserne Klappe F hat ferner den Zweck, zu verhindern, daß diese Kohlen nicht seitwärts längs der Mauer B herabfallen.

Ist es bis soweit gediehen, so sieht man, daß die Stellung der Scheiben gesichert, und daß ihre Erhitzung ermöglicht ist.

Auf der Sohle des Ofens M macht man nun ein Reiszfeuer, dessen Flammen sehr bald die oben aufgeschütteten Kohlen ergreifen, die Scheiben werden dadurch bis zum Glühen gebracht und das Blei fließt von dem Kupfer ab, geht über den geneigten Herd a fort nach den Höhlungen o und wird, aus diesen geschöpft, in Formen o gegossen.

Auf solche Weise ist das Kupfer von dem Blei getrennt, und dieses Blei kommt auf einen Treibherd, um dort in Glätte verwandelt zu werden, indessen das darin enthaltene Silber unoxydirt zurückbleibt.

Was nunmehr auf den Herden über den Saigerzassen M zurückbleibt, und was aussieht, wie eine recht großblasige, lebhafte rothe Schlacke, heißt das Saigerkupfer. Da dasselbe aber keinesweges ganz frei von Blei ist, sondern nun erst eigentlich eine Legirung mit demselben darstellt, so daß es in jedem Theile aus Kupfer und Blei besteht, wenn schon dies letztere auch nur in einem geringen Grade vorhanden ist, so muß es doch jedenfalls gereinigt werden, und dies geschieht dadurch, daß man ein zweites Absaigern vornimmt, bei welchem ein starker Luftzutritt zur Oxydation des Bleies und eine erhöhte Temperatur zum leichteren Abfließen desselben hilft.

Der Ofen, in welchem diese neue Saigerung vorgenommen wird, hat eine gewisse äußere Aehnlichkeit mit einem Backofen, viel weiter aber als bis auf diese Aeußerlichkeit geht sie allerdings nicht.

Die nachstehende Figur 1084 zeigt uns das Aeußere des Ofens mit einer großen Thür von Sturzblech, welche geöffnet wird, um die Kupferstücke einzusetzen. Die zweite Abtheilung derselben Zeichnung giebt uns einen Durchschnitt dieses Ofens und zeigt uns, daß derselbe aus drei sehr vertieften Abtheilungen besteht, welche im Hintergrunde Zuglöcher haben, um die erhitzte Luft nach dem Rauchfange zu leiten. Unterhalb der Thür in der ersten Abtheilung der Figur nimmt man ähnliche Oeffnungen mit F bezeichnet wahr, welche den Luftzutritt von Außen bedingen.

Diese vertieften Einschnitte werden mit Brennmaterial gefüllt, oben aber bei M wird das Saigerkupfer so aufgesetzt, daß es reihenweise hier

Fig. 1084.



über den vertieften Kanälen steht, wie es bei dem Saigerprozeß über der Saigergasse aufgestellt ist.

Wenn wir in dem Ofen befindlich wären und von oben herab in die Vertiefungen sähen, so würden wir daselbst wahrnehmen, was der Querschnitt Fig. 1085, welcher in der Höhe der Linie AB genommen ist, uns zeigt, nämlich unter jedem gemauerten Spalt einen Kasten, welcher bestimmt ist, die Schmelzprodukte aufzunehmen. Die kleinen vierseitigen Deffnungen o zeigen uns die Lage der Zuglöcher an, durch welche die Luft aus dem Ofen entweicht, um in den Rauchfang A zu gelangen, von wo sie weiter geführt wird, einen um so stärkeren Zug veranlassend, je höher der Rauchfang ist.

Fig. 1085.



Die Feuergassen F werden mit Holz gefüllt, oben über dieselben werden die Kupferscheiben gestellt, nun bringt man Feuer an das Brennmaterial, schließt dann die Thüre M und überläßt den Ofen sich selbst.

Der gewöhnlich sehr starke Zug sacht nicht nur bald das Feuer an, sondern durchdringt die Kupferscheiben auch in solchem Grade, daß sie sehr nahe an den Schmelzpunkt rücken, wenigstens sich im bedeutenden Grade verbiegen. Sie verlieren aber hierbei das noch eingeschlossene Blei vollständig, theils dadurch, daß es in kleinen Tröpfchen aus dem Kupfer-

schwamm herausfickert, theils dadurch, daß die glühende, noch sehr sauerstoffreiche Luft das Blei oxydirt und es in Glätte verwandelt.

Alles, was sich auf solche Weise herauscheidet, sinkt durch das Feuer abwärts in die untergestellten Schmelzgefäße und kann hier aufgefangen und verwendet werden. Das Blei ist zwar noch immer ein wenig silberhaltig, doch nicht genug, um das Abtreiben zu belohnen, daher wird es bei der nächsten Gelegenheit dem Blei zugesetzt, mit welchem man neues Kupfer legiren will, um es auszufaigern. Die Bleiglätte ist gewöhnlich mit etwas Kupferoxyd verunreinigt.

Was oben zurückbleibt, das stark angegriffene Kupfer, muß nunmehr hammergahr gemacht werden, was auf die früher angegebene Weise geschieht. Da das Kupfer, bei diesem Prozeß stark angegriffen, verschlechtert, oxydirt wird, da die Prozesse selbst kostbar genug sind, so ist man von diesem Verfahren abgegangen, und man gewinnt das Silber nicht mehr aus dem fertigen Kupfer, sondern aus dem Kupferstein. Man pocht und mahlt diesen, röstet ihn für sich, und dann mit Kochsalz, wodurch das in dem Stein enthaltene Silber in Chlorsilber umgewandelt wird, welches man nun zu reduciren hat. Die nähere Auseinandersetzung dieses Processes müssen wir bis zur Metallurgie des Silbers verschieben.

Von dem Gewinnen des Kupfers aus seinen Auflösungen, aus den sogenannten Cementwassern haben wir bereits das Nöthige gesagt und wollen nur noch anführen, daß so gewonnenes Kupfer durch Schmelzen und Hammergahrmachen zu jedem beliebigen Gebrauche verwendbar werden kann. Die Drahtzieher behaupten zwar, so oder galvanisch niedergeschlagenes Kupfer lasse sich nicht strecken, aber sie haben nur in dem Falle Recht, wenn sie es gleich verwenden wollen, wie es niedergeschlagen ist, dann hat es freilich keinen Zusammenhang, der Schmelzprozeß aber giebt ihm denselben, und dann ist dieses Kupfer von jedem andern nur dadurch unterschieden, daß es viel reiner ist.

In neuester Zeit ist der Kupferhüttenprozeß bedeutend verändert und besonders hinsichtlich der Gewinnung des Silbers und Goldes aus den Kupfererzen vortheilhaft verändert worden.

Die Erze werden nach einem für England patentirten Verfahren grob gepocht und geröstet, dann fein gepocht und nochmals geröstet, aber unter Zusatz von Kohlenpulver. Nach diesen beiden vorläufigen Röstprozessen werden sie auf den Flammenröstofen gebracht, nachdem sie mit Kochsalz gemengt worden, und zwar in einem solchen Verhältniß, daß auf jedes Pfund des wahrscheinlich zu gewinnenden Kupfers 3 Pfund Salz kommen. Das Gemenge wird umgerührt, um alle Theile der darüber hinwegstreichenden

Flamme darzubieten. Die Arbeit wird fortgesetzt, so lange sich noch Dämpfe von Salzsäure zeigen. Nunmehr wird das geschlorne und zum dritten Male vollständig geröstete Erz ausgezogen, mit Wasser, welches schwach angesäuert, übergossen und wiederholt durchgearbeitet, so lange sich noch etwas auflöst, das Gelöste ist Kupfer und Silber. Nach dem Waschen hat man in den Erzen noch möglicherweise Gold, was natürlich durch vorhergegangene Proben bestimmt sein muß. Weiß man, daß Gold in den Erzen vorhanden ist, so wird eben dieser Rückstand darauf bearbeitet, man leitet Chlorgas in großer Menge in die Masse, wodurch das vorhandene Gold in Chlorgold verwandelt wird, als solches ist es ein Salz und ist auflöslich in Wasser. Gold, Silber und Kupfer werden aus ihren Lösungen auf die gewöhnliche Weise niedergeschlagen und dann durch Schmelzen vereinigt.

Das Verfahren soll darum so zweckmäßig sein, weil es gestattet, auch die ärmsten Erze zu Gute zu machen; weil ferner Zink, Blei, Zinn, Antimon, Nickel und Arsenik, wenn sie in den Erzen vorhanden sind, nicht in die Lösungen übergehen und weil der Prozeß überall, auch in ganz holzarmen Gegenden ausgeführt werden kann, weil er schnell verläuft und die geringsten Verluste verursacht. Das Verfahren ist von dem Consul Häner zu Livorno erfunden und, wie bereits bemerkt, für England patentirt. Im Großherzogthum Toskana belaufen sich die Kosten der Erzeugung von 100 Pfund feinen Kupfers auf 45 Frcs., d. h. auf 12 Thlr. Pr. für den Ctr., obgleich die Erze nur $1\frac{1}{2}$ Prozent Kupfergehalt haben. Solche Erze kann man nach dem gewöhnlichen Verfahren gar nicht verwerthen.

Die Engländer haben einige eigenthümliche Bearbeitungsweisen ihrer Erze eingeführt, wodurch Fehler hervorgebracht werden, welche wir dem Kupfer nicht anhängen dürfen. Man läßt das Kupfer während des Raffinirens, d. h. während des Zusammenschmelzens des Rohkupfers zu einer feineren und reineren Masse, sehr lange der oxydirenden Wirkung mächtiger Flammenströme ausgesetzt, wodurch das Kupfer an der Oberfläche zum großen Theile in Oxydul verwandelt wird. Das Umrühren mit grünen Stangen, das sogenannte Polen soll die Oxydation zwar verhindern, es geschieht jedoch keinesweges, sondern es wird nur eine Schlacke gebildet, welche gleichfalls sehr reich an Kupferoxydul ist.

Die Leute lassen sich von diesem Verfahren nicht abbringen, sie behaupten, daß es allein dadurch möglich sei, die letzten Spuren fremder Metalle und des Schwefels zu entfernen, welche in dem Kupfer übrig geblieben sind.

Solches Kupfer ist aber nicht gahr, sondern Übergahr, es ist durchaus

nöthig, dasselbe wieder zu reduciren, wenn es nicht ganz unbrauchbar sein soll. Dieses geschieht nun dadurch, daß man die Schlacke entfernt und die Oberfläche des geschmolzenen Kupfers mit Anthrazit beschüttet, und während dieser brennt, das sogenannte Polen fortgesetzt. Die durch die Zersetzung des Holzes entstehenden Gase verursachen ein lebhaftes Auflocken des Metallbades, und es tritt bald eine Desoxydation ein, nach welcher das Kupfer die erforderliche Zähigkeit besitzt.

Es ist schwer, zu behaupten, daß dieses Verfahren ein wirklich viel besseres sei, als das bei uns angewendete. Das auf diese Weise gewonnene Kupfer ist porös, ist blasig, und dieses entsteht dadurch, daß der beim Raffiniren angewendete Anthrazit schwefelhaltig ist. Der Kohlenstoff und der Schwefel werden von dem Metall innerhalb des Ofens aufgenommen, der Sauerstoff tritt beim Gießen hinzu, und wenn man das Kupfer nicht blasig haben will, so muß man den Sauerstoff, d. h. die atmosphärische Luft vollständig abhalten, was nur dadurch geschieht, daß man die Formen mit Leuchtgas anfüllt, und auch die Bahn, welche das Kupfer durchläuft, um in die Formen zu gelangen, mit Leuchtgas füllt oder überfluthet, solcher Gestalt, daß das Kupfer auf seinem ganzen Wege der atmosphärischen Luft nicht begegnet.

Aus dem bis hierher verfolgten Kupfer gewinnt man nun noch Silber und Gold, indem die Gußtafeln nochmals umgeschmolzen, durch kaltes Wasser vertheilt, in Körner verwandelt und dann in einem gewöhnlichen Flammenofen so lange geröstet werden, bis das Kupfer wieder aus seinem metallischen Zustande in den des Oxyds zurückgekehrt ist. Der neue Gang dieses Processes beginnt also damit, die ganze Arbeit des vorigen Verfahrens zu zerstören.

Das so erhaltene Oxyd wird mit einem schwefelhaltigen Material vermischt, wozu man geschwefelte Kupfererze verwendet, welche etwa 30 Prozent Schwefel enthalten. Zu 16 Centner des so eben dargestellten Kupferoxydes setzt man 26 Centner geschwefelte Erze, schmilzt beides zusammen und erhält nunmehr statt des dagewesenen Feinkupfers ein sehr schlechtes Rohkupfer von höchstens 40 Prozent Kupfergehalt. Wenn die ganze Masse ausgeflossen ist, so bildet sich zu unterst ein Klumpen oder Korn von metallischem Kupfer, welches reich an Gold oder Silber ist, falls dieses in dem Kupfer enthalten war. Natürlich unterwirft man nur solches Kupfer diesem Verfahren, welches sich durch eine vorherige Probe als goldhaltig erwiesen hat. Die Masse dieses Metalles beträgt bei circa 40 bis 42 Centner Einfaß bei Belastung des Flammenofens mit 16 Centnern Kupferoxyd und 26 Centnern geschwefelter Kupfererze etwa 5 bis 6 Centner,

während an Rohkupfer 30 Centner vorhanden sind. 4 bis 6 Centner sind an Schwefel verloren gegangen.

Die auf solche Weise erhaltene goldführende Kupfermasse wird abermals geschmolzen, durch Wasser in gekörntem Zustand versetzt, wiederum oxydirt mit Erz eingeschmolzen, und man setzt dieses Verfahren so lange fort, bis das jedes Mal von Neuem gewonnene Kupfer so reich an Gold ist, daß es der Mühe lohnt, eins der gewöhnlichen Scheidungsverfahren dafür einzuleiten.

Wenn das Kupfer nur Silber enthalten sollte, so wird der metallische Bodensatz nach der Oxydation mit den schwefelhaltigen Materialien zu Rohkupfer reducirt, und dieses wird, sobald es dessen würdig erscheint, mit Blei verschmolzen und ausgefaigert. Enthält das Mineral aber Gold sowohl, als auch Silber, so setzt man das Rohkupfer mit Blei in Verbindung, um das Silber auszuziehen, und die unterhalb des Rohkupfers stehenden mehr metallischen Massen werden, wie bisher beschrieben, dazu benutzt, nur immer mehr und mehr Gold aufzunehmen, und endlich so weit gebracht zu werden, daß es der Mühe lohnt, dieses auszuscheiden.

In Oesterreich, wo man aus Mangel an Silber sehr viel Kupfer zu Münzen verbraucht, wurde ein Verfahren erfunden, um Kupfer zu gewinnen aus Erzen, welche im Allgemeinen sehr arm sind, überdies aber noch das Kupfer in phosphorsaurem, salzsaurem oder arsensaurem Zustande enthielten, oder Schwefelkupfer und kohlensaures Kupfer mit reichlichem Quarzzusatz bergen.

Zuerst scheidet man schon auf der Grube die Schwefelmetalle von den Sauerstoffmetallen, indem vorzugsweise die letzteren, die oxydirten, Gegenstand der Behandlung sind; die Schwefelmetalle benutzt man nur als Zuschlag.

Das nächste ist, daß man schwefelsaure Metalloxyde bildet.

Man tiefet sehr große weite Räume auf etwa 4 Fuß aus, bekleidet die Wandungen mit festgeschlagenem Lehm und mit Schieferplatten, in den ebenen Boden senkt man eine ziemliche Quantität von Basaltsäulen ein, auf welche man andere möglichst lange Basaltsäulen streckt, um daraus eine Art von weitläufigem Rost zu bilden. Dieser Rost ist etwa 1 Fuß weit von der Sohle entfernt, und der Raum darüber beträgt ungefähr $3\frac{1}{2}$ bis 4 Fuß.

Man muß, um diesen Prozeß durchzuführen, immer Zinkblende haben, welche man auf Zink verarbeitet, welche man rösten will, die Zinkblende entwickelt durch das Röstverfahren eine sehr beträchtliche Menge schwefeliger Säure, welche in dem unteren oben beschriebenen Raume, der zur Auf-

nahme der Kupfererze bestimmt ist, geleitet wird. Man hat hier ein Verfahren, um durch die Abgangsprodukte von der Reduktion der Zinkerze die zu reducirenden Kupfererze zu bearbeiten. Es ist weiter nichts nöthig, als zu der schwefeligen Säure auch noch Wasserdämpfe in genügender Menge treten zu lassen.

Es bildet sich in dem Raume, welcher die Erze enthält, es bildet sich über dem Rost von Basalt Kupfervitriol. Man schöpft dasselbe, oder man pumpt es aus und gießt alsdann über das geschwefelte Erz sowohl die ausgepumpte Lauge, als auch reines Wasser. Nach jedesmaligem Auspumpen wird immer wieder Wasser zum Abwaschen oder Spülen angewendet, dann aber wieder die Lauge zugesetzt und mit der Durchleitung von schwefeliger Säure keinen Augenblick aufgehört. Endlich erscheint das Wasser mit hinlänglich vielem Kupfervitriol beladen, und es wird nunmehr benutzt, um Kupfer daraus niederzuschlagen. Dieses geschieht auf die ganz einfache Weise, daß man das schlechteste Abfalleisen, Bruchstücke, Blechabschnittsel, Drehspähne zc. in die Lauge bringt, worauf sich das Kupfer absetzt, indessen die in dem Vitriol enthaltene Säure das Eisen auflöst.

Die Zinkblende wird nach der Abtreibung der schwefeligen Säure in der Regel nicht auf Metall, sondern auf Zinkvitriol verarbeitet, indem man gleich beim Beginn der Operation, d. h. vor dem Rösten die zerleinerte Zinkblende mit Salpeter mengt. Hierdurch bildet sich zugleich mit der schwefeligen Säure auch salpetrige Säure, beide werden in die große Grube geleitet, in der die Kupfererze enthalten sind, während die rückbleibenden Antheile von Salpeter zc. genügend sind, um das Zink, welches seinen Schwefel verloren hat, einerseits zu oxydiren, andererseits aber den Schwefel in Schwefelsäure zu verwandeln und ihn so mit dem oxydirten Zink vereinbar zu machen.

Beubant und Benoit haben ein Verfahren beschrieben, durch welches man arsenhaltige und antimonhaltige Erze reduciren kann. Sie befolgen zu Anfang die allgemein übliche Methode der Zugutmachung durch wiederholtes Rösten und Schmelzen, Kupfersteine zu bilden, d. h. ein an Kupfer immer reicher werdendes Erz. In diesem ist immer Antimon und Arsen enthalten, falls die Erze mit diesen Metallen beladen sind. Hat sich nun ein hinlänglich concentrirter Kupferstein gebildet, so setzt man Roheisen dazu. Dadurch scheidet sich Antimon und Arsen fast ganz vollständig aus, die geringe Menge der beiden Metalle, welche noch in dem Stein zurückbleib, fällt man durch Zusatz von etwa 2 Prozent von Bleiglanz, welche man zu dem flüssigen Kupferstein giebt. Es wird die Einwirkung des

Eisens fortwährend wach erhalten und Arsenik und Antimon vollkommen verflüchtigt.

Die schwunghafte Erzeugung von Soda aus dem Kochsalz, welche in England betrieben wird, bringt eine so unglaubliche Masse von Salzsäure in den Handel, daß sie aufhört, einen bemerkenswerthen Preis zu haben; dies hat veranlaßt, nach Verwendungen derselben zu suchen, und so ist man denn darauf gekommen, nicht sowohl sie, als vielmehr die Dämpfe derselben, welche aus dem Kochsalz entweichen, dazu zu verwenden, das Kupfer zu gewinnen, welches die abgerösteten kupferhaltigen Riese in großer Menge einschließen. Man häuft dieselben locker auf in einer dazu bestimmten Kammer, und leitet in dieselbe, aber von unten her, die gesammte Masse der sich entwickelnden Säuredämpfe unter Zutritt von Wasserdämpfen, jedoch in so geringem Grade, daß dadurch nur eine Erwärmung erzielt wird.

Ist hinlängliche Wirkung erfolgt, so werden die Erze mit Wasser ausgelaugt, wodurch man eine Kupferchloridlösung erhält, aus dieser wird das Kupfer metallisch niedergeschlagen, indem man Abfalleisen hineinlegt.

Auch in Frankreich ist ein neues Verfahren, Kupfer auf nassem Wasser zu erhalten, patentirt worden. De la Genba, welcher dieses Verfahren erfunden hat, läßt das Kupfererz entweder mit Schwefel rösten, oder er behandelt es gleich mit Schwefelsäure, wodurch dasselbe in Kupfervitriol übergeführt wird. Das Erz wird ausgelaugt, durch Kohlen concentrirt man die Lauge und rührt sie mit 3 Prozent Kohlenpulver zusammen, wodurch sich ein dicker Brei bildet, aus dem man Ziegel formt. Nach dem Trocknen bringt man sie in einen Töpferofen, woselbst sie, stark erhitzt, alle Schwefelsäure verlieren. Es bleibt ein Gemisch von Metall und Kohlen zurück, welches auf gewöhnliche Weise reducirt wird.

Die Verwendungen des Kupfers sind so überaus mannigfaltig, daß man darüber allein ein ganzes Buch schreiben könnte. Von den fingerdicken und viele Centner schweren Massen, in denen es als der Boden großer Braueffeln erscheint, bis zu dem feinen Draht, von welchem ein Loth die Länge einer halben Meile hat, welsch eine Menge von Zwischenstufen liegt innerhalb dieser beiden Grenzen, wie mannigfaltig ist der Gebrauch von den Waschleffeln, den die grobe Hand der Köchin maltrairt, bis zu der englischen Theemaschine, welche das zarte Händchen der vornehmen Dame schmeichelnd berührt, und nun kommt noch hinzu die Verwendung des Kupfers zu den mannigfaltigsten Legirungen, denn wir begegnen demselben sowohl in dem österreichischen für so außerordentlich rein ausgegebenen Silberzwanziger, wie in dem Louisd'or, wir begegnen ihm

in dem messingenen Bierhahn oder der Thürklinke so gut, wie in dem Kanonenlauf, können also gewiß nicht sagen, daß die Verwendung des Kupfers nicht eine genügend allgemeine sei.

Die Legirungen

des Kupfers haben verschiedene Namen, verschiedene Farbe, verschiedenen Nutzen und natürlich auch verschiedene Bereitungsarten, und sind wahrscheinlich dadurch entstanden, daß man bemerkt hat, wie sich das Kupfer als Gußwaare eigentlich gar nicht brauchen lasse, weil es die schon oben berührte unangenehme Eigenschaft hat, blasig aus der Form hervorzugehen. Demnächst ist das reine Kupfer auch für die mehrsten Bedürfnisse zu weich, der Zusatz von Zinn giebt demselben eine mächtige Widerstandsfähigkeit, der Zusatz von Zink giebt ihm eine schöne gelbe Farbe und läßt es, ob schon selbst spröde, doch beinahe so weich, wie es als reines Kupfer ist, der Zusatz von Nickel färbt das Kupfer weiß und bildet die Legirungen, welche jetzt das Silber selbst vertreten, der Arsenik macht das Kupfer gleichfalls weiß und gestattet eine so hohe Politur, daß man solches Kupfer zu optischen Spiegeln, also zu den allervollkommensten, welche der Mechaniker darstellen kann, verwendet.

Was man sonst unter Legirung verstand, war eigentlich nur eine Mischung von Gold und Silber, da sie sich jedoch in gar keiner Weise von dem Schmelzprodukt zweier anderer Metalle unterscheiden, so hat man den Namen Legirung auf alle solche Verbindungen ausgedehnt, die einzelnen Bestandtheile mögen Namen haben, wie sie wollen. Das Quecksilber ganz allein macht hiervon eine Ausnahme, seine Verbindungen mit anderen Metallen werden Amalgame genannt.

Die Legirungen haben sämmtlich die verschiedenen Eigenschaften der Metalle, dieselben mögen chemische oder physikalische sein, Glanz, Dehnbarkeit, Klang, Schmelzbarkeit, Leitungsfähigkeit für Wärme und Elektrizität u. Alles dieses, was den einzelnen Metallen zukommt, findet sich wieder bei den Verbindungen zweier oder mehrerer solcher, allerdings aber in so auffallend verschiedenen Graden, daß man mitunter in dem harten die Eltern gar nicht wieder erkennt. Wer sollte glauben, daß das spröde harte Kanonenmetall aus dem weichen Kupfer und dem noch weicheren Zinn besteht, wer sollte glauben, daß das klangvolle Glockenmetall zusam-

mengesetzt sei aus dem klanglosen Kupfer und dem noch klangloseren Zinn, wer sollte glauben, daß das Mosesche Metall, welches schon bei 95 Grad schmilzt, zusammengesetzt sei aus Blei, welches bei 350 Grad, aus Zinn, welches bei 225 Grad, und aus Wismuth, welches bei 300 Grad schmilzt.

Aber eben, weil die allgemeinen Eigenschaften der Metalle den Legirungen anhängen und dieselben sich doch durch Mengungen in gewissen Verhältnissen so modificiren lassen, daß dadurch bestimmten Zwecken entsprochen wird, denen einzelne Metalle nicht entsprechen, ist es von Wichtigkeit, Legirungen zu besitzen und ihre Eigenschaften zu kennen.

Leider aber ist die Kunst, Legirungen zu machen, eigentlich noch in ihrer Kindheit, und doch ist sie von so großer Wichtigkeit, daß sie sehr wirksam in die Industrie eingreift. Eine Legirung ist es, mit welcher man Weißblech und zinnerne Gegenstände löthet, eine Legirung ist es, mit welcher man Kupfer löthet, eine Legirung dient, um Kanonen, eine andere, um Glocken zu gießen, unsere gelben und röthlichen Blechgefäße bestehen aus zwei verschiedenen Legirungen, welche man Messing und Tombak nennt, und selbst der Druck dieses Buches kann nicht bewerkstelligt werden ohne eine Legirung, indem die einfachen Metalle entweder zu hart oder zu weich sind, um daraus Lettern bilden zu können. Blei und Zinn drücken sich zusammen. Kupfer ist zu theuer, Eisen durchschneidet das Papier, man hat eine Legirung gewählt von Blei und Antimon, welche die nöthige Widerstandsfähigkeit besitzt, um unter dem Druck der Presse nicht zu leiden, und doch noch Weichheit genug, um das Papier nicht leiden zu lassen.

Messing.

Was uns gegenwärtig besonders interessirt, sind die Legirungen des Kupfers, mehrere derselben waren schon im grauesten Alterthume bekannt, denn die Bücher Mose und das Buch des Propheten Hesekiel sprechen schon von dem gelben Kupfer, welches mitunter das Gold vertreten mußte, da es dessen Farbe hat und auch sehr viel wohlfeiler ist. Da jedoch in jenen Zeiten alles Wissen ein heiliges, der Priesterkaste allein zugehöriges Geheimniß war, von welchem der Historiker nichts verrathen konnte, und der Priester nichts verrathen durfte, so erfahren wir über die Bereitung dieses Gelbkupfers in jener Zeit nicht das Geringste. Erst Plinius erzählt

und etwas über die Verhältnisse der beiden Metalle, welche in jener Zeit vorzugsweise üblich waren, und sie waren nicht bloß üblich, sondern zugleich auch höchst wichtig, man verfertigte davon Schutz- und Truppschiffe, man goß davon Statuen, man machte daraus Scheidemünzen, alles bleibt aber im Dunkeln, denn wir hören oder lesen nur, daß es z. B. nach Aristoteles Behauptungen am Pontus Euxinus (am schwarzen Meere) ein Volk gebe, welches rothes Kupfer durch Zusatz einer Erde in schönes weißes Kupfer verwandeln könne. Andere Schriftsteller erzählen, es sollten die Phrygier gelbes Kupfer aus gewissen Erden bereiten, und erst zur Zeit des Kaisers Augustus wird deutlich ausgesprochen, daß das aurichalcum (goldfarbenedes Erz) aus Kupfer und aus dem Metalle Cadmia bereitet werde.

Daß die Alten nur Kupfer und Zinn mit einander verbunden hätten, ist irrig, sowohl die Römer als die Griechen haben das Zink benutzt, dieses geht aus den chemischen Untersuchungen hervor, welche Wöhler, Mitscherlich, Wöhler, Liebig und Andere gemacht haben, so enthält eine alt-attische Münze, von dem erstgedachten Gelehrten analysirt, gar kein Zinn, sondern 88,5 Kupfer, 10,0 Zink und 1,5 Blei. Ferner enthält eine Münze des Meno aus dem Jahre 60 nach Christi Geburt 81,07 Kupfer, 17,81 Zink und 1,05 Zinn. Allerdinge haben die mehren sonstigen Münzen, Waffenstücke, Gefäße von Bronze ic. vorzugsweise Kupfer und Zinn und nicht Zink, aus den angegebenen beiden Beispielen ergibt sich jedoch als unzweifelhaft, daß Zink angewendet wurde.

Die Verbindungen von Kupfer und Zink nennen wir Messing oder Tombak, beide unterscheiden sich nicht in ihren Bestandtheilen, sondern nur in den Verhältnissen derselben. Im Allgemeinen nimmt man zu der gelben Legirung, welche man Messing nennt, 72 Theile Kupfer und 28 Theile Zink, zu dem Tombak oder Rothmessing nimmt man auf 85 Theile Kupfer 15 Theile Zink. Da es fast ganz gleichgültig ist, ob der Prozentgehalt des einen oder des anderen Metalles um mehrere Einheiten von der angegebenen Zahl abweicht, so erscheint es beinahe drollig, diese Zusammensetzungen bis auf 2 Decimalstellen hinaus genau feststellen zu wollen, lediglich um Verbindungen zu erhalten, welche mit den Zahlen der chemischen Aequivalente übereinstimmen.

Wenn man in einer vorhandenen Bronze Dieses oder Jenes findet, so kann man in seinen Angaben nicht genau genug sein, wenn man aber dem Fabrikanten vorschreiben will, er solle seine Materialien bis auf zwei oder drei Dezimalstellen bemessen und verbinden, so setzt man ihn in eine für die Sache ganz unfruchtbare Verlegenheit, und angenommen auch den

Fall, er habe die Mischungen so gemacht, wie angegeben, so wird man bei der Untersuchung des fertigen Produktes wohl wahrnehmen, wie wenig es den so genau angegebenen Mischungsverhältnissen schließlich entspricht.

Darstellung des Messings.

Den Fehler, als Legirung nicht in den Verhältnissen zu erscheinen, in welchen man die Metalle einzeln zusammengebracht, hat besonders das Messing, weil ein Theil desselben, das Zink, ein flüchtiges Metall ist, bei starker Erhitzung verdampft, bei noch stärkerer geradezu verbrennt. Dies geht so weit, daß wenn man Messing einer dauernden starken Glühhitze aussetzt, das darin enthalten gewesene Zink beinahe vollständig verbrennt und nur noch Kupfer übrig bleibt.

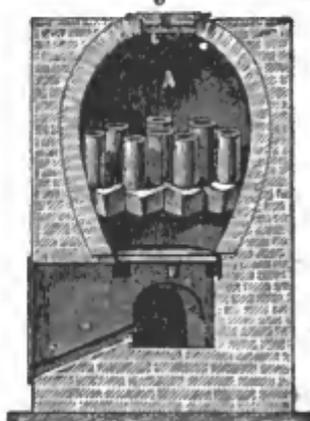
Auf diese Beobachtung gestützt, schlägt man in einigen Messingfabriken von Frankreich den entgegengesetzten Weg ein. Man läßt das Zink verdampfen und läßt den Dampf durch glühendes Kupfer aufnehmen, es soll zwar beträchtlich viel Zink dabei verloren gehen, indem das oxydirte Metall nicht aufgenommen wird, allein diesen geringen Unterschied in den Kosten deckt reichlich die große Vortrefflichkeit des so dargestellten Messings, welches so weich und so dehnbar bleibt, wie das Kupfer war, und welches sich sogar heiß schmieden läßt.

Die in Figur 1086 gegebene Zeichnung stellt jedoch keinesweges einen Ofen zur Bereitung solchen Messings dar (weil der Erfinder sein Verfahren geheim hält), sondern stellt einen Ofen dar, wie er gewöhnlich zur Messingbereitung angewendet wird.

Unter A sehen wir den innern Raum eines Ofens, welcher durchaus nicht gerade die hier angegebene Form haben muß, sondern statt rund zu sein, ganz einfach cylindrisch mit kugelförmiger Wölbung dargestellt werden kann.

Der Ofen hat einen doppelten Boden, der unterste wird durch einen

Fig. 1086.



Kost F gebildet, auf welchem das Brennmaterial liegt, der zweite Boden ist bestimmt, um die cylindrischen oder kegelförmigen Schmelztiegel zu tragen. Es ist gleichfalls ein Kost, aber er besteht nicht aus Eisenstangen, sondern aus Chamottsteinen, welche so gefügt sind, daß sie den größeren Theil des Bodens einnehmen, zwischen sich aber dem unten brennenden Feuer genügend weite Oeffnungen lassen, um mit voller Kraft die Tiegel zu umspielen und das darin enthaltene Material zu schmelzen. Die Feuerung geht jedoch nur Anfangs von dem untersten Koste aus, vollendet wird die Schmelzung durch diejenigen Kohlen, welche in großer Masse zwischen den Tiegeln befindlich sind und in solcher Menge nachgeschüttet werden, als zur Herstellung einer gleichmäßigen Mischung der beiden Metalle nöthig ist.

Die älteste Methode, Messing darzustellen, rührt aus einer Zeit her, wo man das Zink als eigentliches Metall noch gar nicht kannte, sondern sein Erz dem Galmei zu dieser Legirung zubrachte. Dieses Verfahren ist so wenig ohne Rechtfertigung, daß man dasselbe noch jetzt und zwar gerade in den Fällen einschlägt, wo man ein recht schönes Metall haben will. Man röstet das Zinkerz, um den Schwefel zu vertreiben und andere vorhandene Metalle, wie Arsen u. dgl., auszuscheiden, dann pocht man das Erz, mischt es mit gleichen Theilen von zerstoßener Kohle, füllt die Tiegel damit an und drückt das anzuwendende Kupfer, gewöhnlich Rosettenkupfer, in ziemlich kleinen Brocken in diese Mengung. Es geschieht jedoch erst, nachdem die Tiegel erhitzt worden sind, was lebiglich durch das Feuer von unten her, welches auf dem Kost brennt, geschehen kann. Das Gewölbe des Ofens hat in seiner Mitte eine Oeffnung, mit O bezeichnet, sie ist durch einen Deckel verschließbar. Durch diese Oeffnung setzt man die leeren Tiegel ein, nimmt man die erhitzten Tiegel heraus, und bringt man sowohl die gefüllten wieder an Ort und Stelle, als sie auch mit dem Schmelzprodukt durch eben diese Oeffnung herausgezogen werden.

Nachdem man die Töpfe oder Tiegel mit Galmei und Kohlenpulver gefüllt, das Rosettenkupfer hineingebracht und durch einige Hammerschläge so tief als möglich gebracht hat, drückt man noch einige Hände voll unvermischten Kohlenpulvers auf den Tiegel und setzt einen nach dem anderen in den schon sehr heißen Ofen, immer mit der Vorsicht, daß keiner derselben ein Zugloch, eine Oeffnung in dem gemauerten Kost verschließe, dann schüttet man von oben herab Holzkohlen oder Coaks in nußgroßen bis faustgroßen Stücken in das Gewölbe, so daß die Tiegel davon ganz umgeben und damit bedeckt werden, es ist dabei besonders nöthig, seine Aufmerksamkeit auf die Wände zu richten, damit zwischen diesen und den zunächst daran stehenden Tiegeln die erforderliche Menge Brennmaterial ver-

handen sei. In kurzer Zeit steht die ganze Masse in Gluth und die Arbeiter haben nichts weiter zu thun, als dieses Feuer in mäßiger Rothgluth zu erhalten, die Arbeiter, denn einer genügt hierzu freilich nicht, da in großen Messingfabriken nicht ein solcher Schmelzherd, sondern 50 und mehr in einem Ofen vereinigt sind.

Die Kohle, welche mit dem Zinkerz gemischt ist, dient hauptsächlich als Reduktionsmittel desselben, sie nimmt den Sauerstoff daraus auf und verbrennt damit zu Kohlenensäure, indessen das Zink metallisch zurückbleibt und auch nicht verbrennt, weil die Kohle ihn des dazu nöthigen Sauerstoffes beraubt.

Sechs bis sieben Stunden lang wird der Ofen in diesem Zustande erhalten, und die Kohlenmenge nicht so weit erhöht, daß eine stärkere Temperatur als die Rothglühhitze daraus hervorginge, dann aber bringt man die Tiegel durch Verstärkung des Zuges und Vermehrung des Brennmaterials zum Weißglühen. Jetzt erscheinen auch die Dämpfe des sich verflüchtigen Zinks, und dieses ist der Zeitpunkt, in welchem man wieder inne hält mit Vermehrung des Feuers. Das Kupfer ist am Schmelzen, bei fortgesetzter Weißglühhitze würde es auch schmelzen, allein man will gerade dieses nicht, sondern man will, daß es in seinem an Oberfläche sehr reichen Zustande (als Rosettenkupfer, als ausgefaigertes Kupfer) verharre und in diesem Zustande die Dämpfe des Zinks aufnehme, dadurch wird das Kupfer an seiner Oberfläche und besonders an den Ecken und Ranten schon zu Messing und wird als solches leichter geschmolzen, wie als Kupfer, bedarf also der Weißglühhitze nicht, um an den Ecken und Ranten abzutropfen, und den Zinkdämpfen immer wieder frische Oberfläche von schmelzendem Kupfer darzubieten.

Nach und nach sammelt sich die so verwandelte Masse am Boden des Tiegels, aber man braucht zur Vollendung dieses Prozesses 3 bis 4 Stunden. Nun werden die Tiegel aus dem Ofen genommen, mit Haken und kleinen Rechen wird entfernt, was von dem Kupfer noch nicht vollständig verschmolzen in die Mischung eingegangen ist, dann werden die Tiegel ausgegossen, entweder zu Platten oder zu Barren, zu beiden hat man Formen, am besten von Gußeisen. Zu Tafeln wendet man auch wohl Granitplatten an, welche durch eiserne Leisten in einer beliebigen Ferne von einander gehalten werden, sie sind dann innen mit einer dünnen Schicht Thon überzogen, äußerlich werden sie durch Klammern zusammengehalten.

Die Verhältnisse, in denen man die beiden Hauptbestandtheile zusammenzubringen hat, sind verschieden nach der Farbe, die das neue Metall haben soll. Gewöhnlich röstet man den Galmei sehr gut, zerkleinert ihn, und vermischt ihn mit dem Viertel seines Gewichts eben so zerkleinerter

Kohle. Von dieser Mengung nimmt man 60 Pfund auf einen Tiegel, bringt dahinein 40 Pfund zerbröckeltes Rosettenkupfer und erhält, wenn Alles fertig ist, davon 60 Pfund Messing, welches einen Zusatz von 33 Prozent Zink erhält, so daß also aus dem Gemenge von Galmei und Kohle 20 Pfund Zink zu den 40 Pfund Kupfer getreten sind.

Soll Rothmessing gewonnen werden, so wird die Masse des Galmeis beträchtlich und bis auf die Hälfte vermindert.

Der ganze Prozeß nimmt 24 Stunden in Anspruch, man kann jedoch nicht nach Stunden und halben Stunden arbeiten, sondern man muß ein gewisses Zeichen abwarten, wenn man nämlich durch die Oeffnung des Ofens nach den Tiegeln hinabsieht, und man bemerkt über denselben einen schwachen bläulichen Rauch, etwas höher aber eine daraus entstehende weiße Flamme, welches das Zeichen der Verdampfung und Verbrennung des Zinks ist, so ist es nunmehr Zeit, die Operation zu unterbrechen.

Eine kleine Veränderung in derselben Bereitungsart des Messings besteht darin, daß man nicht nur den Galmei, sondern auch das Kupfer zerkleinert, granulirt. Diese Zerkleinerung bietet den Zinkdämpfen eine bedeutende Vermehrung der Oberfläche dar.

In England, wo die Verfertigung von Messing sehr in's Große getrieben wird, nennt man das so eben beschriebene Metall Arcot und hält es nicht für Messing, sondern wendet es erst zur Bereitung von Messing an, und zwar indem man 45 Pfund Arcot mit 45 Pfund Kupfer, mit 66 Pfund Galmei und 16 Pfund feingepulverter Holzkohle in einen Tiegel bringt und zusammenschmilzt, dieser Legirung aber, nachdem sie vollständig zusammengeschmolzen ist und sich am Boden des Tiegels vereinigt hat, noch 6 bis 7 Pfund Zink zusetzt, welches man mit einer eisernen Stange in das geschmolzene Metall hineindrückt, so lange, bis es unter der haltenden Stange geschmolzen ist und sich unter wiederholtem Umrühren in der vorher dagewesenen Legirung genügend vertheilt hat. So wird es in Tafeln oder Stangen gegossen und stellt ein außerordentlich weiches Messing dar, welches sich sehr gut eignet, um in dünne Tafeln ausgewalzt zu werden, ja woraus man sogar den feinsten Draht ziehen kann.

Chemische Untersuchungen haben ergeben, daß in diesem Messing 65,4 Prozent Kupfer mit 34,6 Prozent Zink vereinigt sind.

Es werden noch mehrere Verhältnisse angegeben, welche entweder zu Rauschgold oder zu geschlagenem Metall oder zu Gärtnermetall besonders geeignet sein sollen, sie unterscheiden sich jedoch nur sehr wenig von den oben angegebenen Legirungen.

In unseren kleinen, gewöhnlichen Gelbgießereien, welche nicht fabrikmäßig, sondern als sogenannte Professionen in Städten betrieben werden,

bereitet man gleichfalls Messing, doch immer mit Zugrundlegung von schon vorhandenem Messing.

Die Selbgießer kaufen alte Blechgeschirre, zerbrochene Thürbrücker, Lampen, Schnallen, Knöpfe, Messingseilspähne zc. von den Mechanikern, kurz alles mögliche alte Messing auf, glühen es aus, um den Unrath zu entfernen, und bringen es dann zusammengelappt in den Schmelztiegel. Die Seilspähne werden vorher durch den Magnet sorgsam gesichtet, damit Eisen und Stahlbröckel daraus entfernt werden, dann werden auch sie in den Tiegel geschüttet, ganz mit Kohle beschüttet, und nun zum Schmelzen gebracht. Ist dieses Stadium erreicht, so wird das Kupfer in kleinen Quantitäten zugefetzt, und nachdem nach und nach Alles geschmolzen ist, bringt man auch das Zink in den Tiegel, und zwar so, wie oben beschrieben, indem man dasselbe unter die Oberfläche des geschmolzenen Metalles drückt, es entsteht hier eine ziemlich gute Vereinigung, und durch wiederholtes Umrühren mit eisernen Stangen muß diese nach Kräften befördert werden.

Auf solche Art wird im Kleinen das Messing fast überall erzeugt und wie es scheint, ist die Methode, so weit es sich um Anwendung derselben zu Gußwaaren handelt, vollkommen genügend.

Das schwierigste bei der Bereitung des Messings ist die Verhinderung der Oxydation des Zinks, es sind schon viele Vorschläge hierzu gemacht worden, keiner aber hat vollständig zu dem gewünschten Resultate geführt. Das Sicherste scheint noch immer zu sein, die Oberfläche des Metalles mit einer Substanz zu bedecken, welche den Sauerstoff womöglich ebenso begierig aufnimmt, als das Zink, und als solcher hat sich die Kohle noch immer bewährt. Man darf aber ja nicht glauben, daß durch dieselbe die Oxydation des Zinks wirklich gehindert werde, Alles, was man erringt, ist eine Verminderung der Oxydation. Was genaueste Versuche ergeben haben, ist, daß der Verlust an Metall sich niemals weniger als auf 3 Prozent stelle, daß er aber sehr wohl bis 6, 8 und mehr Prozent nicht nur steigen könne, sondern gewöhnlich zu steigen pflege, und eine solche Reduktion des Verlustes wurde nur dadurch erzielt, daß man die Metalle unter einer 2 Zoll dicken Kohlenbede schmolz, dann aber sie mit klein gestoßenem Glas beschüttete, welches nun bald in Schmelzung überging und so eine ziemlich dicke Decke bildete, aber auch hier war es unvermeidlich, das metallische Zink verrauchen zu sehen, es zeigte sich der bekannte bläuliche Rauch, welcher, mit der Gasmasse des Ofens in Berührung, mit weißer Flamme verbrannte.

Rothguß. Bronze.

Eine andere und nicht minder wichtige Legirung des Kupfers ist die mit Zinn. Sie führt den Namen Rothguß, Hartguß, Kanonengut, Glockengut, sie unterscheidet sich bei all diesen verschiedenen Namen nur durch die Verhältnisse, in denen Kupfer und Zinn mit einander verbunden sind. Es ist dieses diejenige Verbindung, welche eigentlich den Namen Bronze vorzugsweise führen müßte, denn daraus allein bestand die antike Metallmischung, welche jene schöne äußere Ueberlagerung von edlem Koft annimmt. Wenn unsere neueren Erzgießer thöricht genug oder geizig genug sind um einen Zinkzusatz zu machen, so erhalten sie nicht mehr Bronze, sondern ein hartes Messing, und dieses wird mit der Zeit nicht grün, wie z. B. die Statue des großen Kurfürsten auf der langen Brücke, sondern schwarz gleich dem Gußeisen, dergestalt, daß alle Schönheit des Bronzeusses verloren geht. Ein Beispiel davon haben wir an der Statue des alten Blücher, gegenüber dem Zeughause zu Berlin.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß für die mehrsten Zwecke, für welche man Messing anwendet, die Bronze ganz unbrauchbar ist, sie läßt sich nicht walzen, noch zu Draht ziehen, sie läßt sich nicht hämmern, nicht strecken, dagegen ist sie umgekehrt bei Allem, wo man ein härteres Metall haben will, unvergleichlich und dem Messing bei Weitem vorzuziehen. Zu Kanonen könnte man Messing so wenig brauchen als zu Glocken. Zu Gestellen für astronomische Werkzeuge, zu Spiegeln für denselben Zweck und zu hundert anderen Gegenständen ist das Messing viel zu weich, es ist daher ganz überflüssig, über die größeren Vorzüge zu streiten, welche eine Legirung vor der andern haben soll, sie sind beide von gleichem Werthe, nur jede an ihrer richtigen Stelle. Es ist ungefähr so, als ob man streiten wollte, welches Glas zu optischen Zwecken besser sei, das Flintglas oder das Crownglas. Man muß durchaus sagen, beide sind gleich werth und beide müssen sogar vereinigt gebraucht werden, um etwas recht Werthvolles zu geben. Wollte man freilich behaupten, Crownglas sei bei Weitem weniger geeignet, concave Gläser zu achromatischen Objectiven zu geben, als Flintglas, so würde dieses kein Mensch bestreiten können, aber nur ein Narr würde das Crownglas so anwenden wollen. So auch ist es mit den Vorzügen der gedachten Legirungen.

Schon im grauen Alterthum wurde diese Bronze gebraucht, hauptsächlich wie wir wissen, in ältesten Zeiten zu Waffen, dann zu Tempelgeräthschaften, ferner zu Münzen, wozu Bronze viel besser ist, als reines

Kupfer, da dieses zu weich, sein Gepräge bald verliert. Dann begann man Denkmale daraus zu bilden, so daß z. B. zu Athen 3000 bronzene Statuen auf öffentlichen Plätzen und Straßen und in den Tempeln gefunden wurden; eine ähnliche Menge hatte Rhodos aufzuweisen, außer seinem berühmten Coloss, welcher 70 Ellen Höhe hatte, und dessen Trümmer 90 Kameel-Ladungen betrug. Auch Delphi und andere berühmte Wallfahrtsorte der Griechen waren verhältnißmäßig eben so reich.

Als während des barbarischen Mittelalters die Künste und Wissenschaften fast gänzlich erloschen waren bis auf die Kirchenbaukunst, da verwandte man die Bronze zum Glockenguß und setzte eine Ehre darein, große und immer größere Glocken zu gießen bis zu 20,000, 30,000, 40,000 Pfund, und als gegen Ende des Mittelalters die Erfindung des Schießpulvers den Rittern ihre Rüstung auszog, da goß man Kanonen aus Bronze, und die Herren der Erde suchten sich in der Vergrößerung der Maaße derselben so zu überbieten, wie früher die Städte sich überboten im Besitz großer Glocken, eine Neigung, welche jetzt wieder aufkommt, indem die neuesten Kriege uns Bombenkanonen gebracht haben, deren Größe man am Anfange dieses Jahrhunderts für unmöglich, wenigstens für unpraktisch gehalten haben würde.

Eigenthümlichkeiten der Bronze.

Bronze ist leichter schmelzbar, als Kupfer, und nahezu in dem Verhältniß, welches aus der Schmelzbarkeit der einzelnen Metalle hervorgehen würde. Es ist ungefähr ebenso mit der Dichtigkeit, welche auch nahezu gleich ist derjenigen, die man errechnet, wenn man die Dichtigkeiten der einzelnen Metalle zusammenstellt, und sie durch das Verhältniß, indem sie mit einander gemischt sind, zerlegt. Das Kanoneumetall hat 90 Theile Kupfer und 10 Theile Zinn, seine aus diesem Verhältniß berechnete Dichtigkeit müßte sein 8,66, sie ist aber in der That um ein Geringes größer, nämlich 8,76. Diese Legirung macht übrigens hiermit eine Ausnahme von der Regel, denn gewöhnlich weichen die Verhältnisse, welche man wirklich findet, beträchtlich von denjenigen ab, welche man nach theoretischen Betrachtungen zu erwarten hatte.

Ein merkwürdiger Umstand ist bei der Bronze beobachtet worden, dies ist das Weichwerden durch plötzliches Abkühlen. Gewöhnlich findet das Umgekehrte statt. Wenn man Stahl, wenn man Gußeisen aus dem glühen-

den Zustande plötzlich abkühlt, indem man eines oder das andere in kaltes Wasser bringt, so werden sie so hart, daß sie Glas ritzen, daß eine gute gehärtete Feile durch einen verben Strich darüber hin ihre Brauchbarkeit verliert.

Umgekehrt verhält es sich mit der Bronze. Man will dieselbe gewöhnlich hart haben, dann braucht man weiter nichts, als den Guß in seiner Form langsam erkalten zu lassen. Will man aber einmal ein Stück Bronze in Etwas biegen können, um es einem anderen anzupassen, will man es in einiger Art hämmerbar haben, so braucht man das Stück nur, so wie es gegossen ist, erstarrt ist, aus der Form zu nehmen und in kaltes Wasser zu legen.

Berausgesetzt, das Gußstück sei noch rothglühend gewesen, so wird das abgekühlte Metall beinahe so weich sein, wie Messing, es wird sich hämmern und biegen, ja es wird sich sogar in Etwas strecken lassen.

Was die Bronze so sehr vorzüglich macht, ist ihre außerordentliche Zähigkeit, ihre Widerstandsfähigkeit. Das großartigste Beispiel von dieser rückwirkenden Kraft gab uns der Transport des gewaltigen Stückes Granit, welches das Untergestell der Statue Peters des Großen bildet. Es wurden natürlich Walzen untergelegt von Kupfer, von Eisen, von Stahl, sie alle wurden zerbrückt oder zersplittert, dann machte man Walzen von Kanonenmetall, und siehe, diese hielten den zugemutheten Druck aus. Man brachte die kolossale Masse von Finnland bis nach Petersburg, ohne einigen Unfall an den untergelegten Walzen zu haben.

Die Bereitung der Bronze ist bei Weitem einfacher, als die des Messings, es wird nichts weiter als ein Schmelzprozeß vorgenommen. Man schmilzt zuerst das erforderliche Kupfer und setzt alsdann das Zinn in dem Verhältnisse zu, in welchem man glaubt, dessen zu bedürfen. Nachdem beide Metalle wohl unter einander gerührt sind, kann der Guß beginnen, im Kleinen dadurch, daß man mit eisernen, thonbeschlagenen Löffeln mäßige Quantitäten des Metalles ausschöpft, und in die Formen bringt, oder auch dadurch, daß man den ganzen Tiegel aus dem Feuer hebt und seinen Inhalt in die Form gießt, im Großen aber dadurch, daß man die Bronze in einem mächtigen Ofen schmilzt, wie man z. B. das Gußeisen zum Guß vorbereitet, und dann nach geöffneter Bahn den Ofen sich in die tief stehende Form entleeren läßt.

Das Gießen ist übrigens von einigen Unbequemlichkeiten begleitet, unter denen das gefährlichste das Zusammenziehen der Masse ist, die Bronze nimmt nämlich erstarrt einen geringeren Raum ein, als im geschmolzenen Zustande. Bei kleinen Gegenständen hält dieses weniger oder gar nicht auf, bei großen metallreichen Massen aber rücken durch diese Zu-

sammenziehung die Wände des gegossenen Stückes an einander, sie rücken nach der Mitte zusammen, die Form wird nicht mehr ganz erfüllt. Im Innern aber ist die Erstarrung noch nicht eingetreten, da ist noch flüssiges Metall. Dies läßt sich aber nicht zusammendrücken, wie sich z. B. erstarrtes Metall schlagen und prägen läßt, da die dasselbe einschließenden Wände nun aber doch an einander rücken, so ist in dem verkleinerten Raume nicht mehr Platz für den Inhalt und gewöhnlich wird daher die Oberfläche durchbrochen und eine Portion des gegossenen Metalles herausgebrängt. Ist dieses nun schon sehr unbequem, weil unter solchen Umständen der Guß gewöhnlich nicht scharf ist, so ist doch noch übler der Fall, wo die Bronze seitwärts durchbricht, dadurch wird nämlich gewissermaßen ein neuer Guß veranlaßt, es dringt geschmolzenes Metall zwischen die Form und den sie nicht mehr ganz füllenden metallenen Kern. Dadurch wird nicht nur dieser letztere verunziert, sondern die Form kann auch zerspringen und es kann großes Unheil in Folge eines solchen Ereignisses stattfinden. Bei sehr großen Erzgüssen pflegt man diesem Uebelstande dadurch zuvorzukommen, daß man den sogenannten verlorenen Kopf durch langsames Nachfließen des gegossenen Metalles flüssig erhält, bis man aus Erfahrung weiß, daß nunmehr die äußere Erstarrung weit genug gedrunken ist, um ein Durchbrechen nicht mehr befürchten zu lassen.

Der Umstand, daß die Bronze durch wiederholtes Umschmelzen, wenn nicht die größte Vorsicht beobachtet wird, stets etwas oxydirt, trägt die hauptsächlichste Schuld an der ungleichen Zusammensetzung derselben und an der mit jedem neuen Gusse größer werdenden Sprödigkeit. Wenn man nämlich die Metalle nicht unter einer gut schützenden Kohlenbedeckung schmilzt, so werden sie durch den Sauerstoff der Luft oxydirt. Die beiden verschiedenen Metalle oxydiren aber in ganz verschiedenen Verhältnissen, daher also eben diese Verhältnisse, in denen man diese Metalle zusammengebracht hat, sich verändern. Der zweite Uebelstand, der aus derselben Sache hervorgeht, ist der, daß Oxyd und Oxydul der beiden Metalle in die gegossene Masse eingehen und sie dadurch spröde machen. Man will Härte haben, aber nicht Sprödigkeit, im Gegentheil soll die Härte mit Zähigkeit verbunden sein.

Es ist nun zwar in der Bedeckung mit Kohle einiger Schutz gegeben, doch keinesweges ein vollständiger, und es bleibt daher immer das Gerathenste, die Bronze so wenig als möglich umzuschmelzen, ein Rath, welcher übrigens für das Gewerbe des Gießers gar nicht anwendbar ist, denn die Verarbeitung von Abgangsstücken, von Bruch, ist bei dem Gießerey eine unvermeidliche Sache. Wollte er nicht altes Messing kaufen, so würde er seinem eigenen Produkt den Werth rauben, die meisten

Leute kaufen nur darum Gegenstände von Zinn, Messing oder Bronze, weil sie sagen, dieses behält immer seinen Werth, was z. B. mit dem Eisen nicht der Fall ist.

Ein wichtiger Verwendungsgegenstand für die Bronze ist das Ausprägen derselben zu Geld, welches so vor Tausenden von Jahren in Italien und Griechenland geschah, wie es noch jetzt in Italien und Frankreich geschieht. Hierzu braucht man eine Legirung, welche ein Gepräge deutlich aufnimmt, was Weichheit erfordert, und welche jedoch zugleich nicht sehr abnutzbar ist, was nun wieder Härte erfordert. Diese beiden Eigenschaften so vortheilhaft auszugleichen, daß keine der anderen störend in den Weg tritt, ist lange Zeit eine Art von Problem gewesen und man hat sich dabei schließlich nicht anders zu helfen gewußt, als durch einen Zusatz von Zink. Man nimmt 88 Theile Kupfer, 10 Theile Zinn und 2 Theile Zink, durch diesen letzten Zusatz wird die Legirung feinkörnig und schweißig, indessen das Zinn ihr die nöthige Härte und Widerstandsfähigkeit giebt.

So behandelte Bronze wird in schmalen Streifen in Sand gegossen, wird nach der Reinigung der Oberfläche, unter Walzen gestreckt dann ausgeglüht um die Prägbarkeit wieder herzustellen welche durch das Walzen gelitten hat, wird dann durch ein Stoßwerk in runde Scheiben gebracht und nun geprägt, zwischen zwei Stahlstempeln durch einen mächtigen Schlag zusammengedrückt.

Will man größere Medaillen gießen, so muß man zuerst ein vollkommen genaues Modell haben, dieses wird in sogenannten Formsand von der feinsten Art, dessen Oberfläche mit Kohlenpulver bestäubt ist, gedrückt, auf gleiche Weise nimmt man von der Rückseite des Modelles einen Abdruck in dem anderen Theile derselben Form, welche aus zwei Hälften besteht. Damit während des Gießens nicht Luftblasen die Medaille verunzieren, bringt man ein Paar grade Eisendrähte an die Seiten des Modells, welche nach Außen hin laufen. Wenn die Form geschlossen ist, so nimmt man diese Drähte heraus, und hat an deren Stelle kleine Kanäle, durch welche Luft und Dämpfe entweichen können. Das gute Formen feiner Gegenstände ist sehr schwierig, so leicht es auch aussieht, es fordert sehr viel Uebung und Erfahrung, und ein tüchtiger Formier wird deshalb unter allen Arbeitern einer Gießerei immer am besten bezahlt, kann in Berlin 40 bis 60 Thaler **wöchentlich** verdienen.

Ist die Abformung vollendet, ist der Sand compact genug geworden, so werden die beiden Formtheile von einander getrennt, das Modell wird herausgenommen und die beiden nach Innen gekehrten Flächen der Form werden der Flamme des Gießherdes zugekehrt, damit sie sich möglichst stark erhitzen, denn je höher die Temperatur der Form ist, desto besser fließt das

Metall in alle Ecken und Vertiefungen. Eine mit dem Messer ausgeschliffene Gießöffnung gestattet dem flüssigen Metall Zugang und man läßt davon so viel in die Form fließen, daß diese mit sammt dem Zugangskanal bis zur Gießöffnung angefüllt ist.

Guß von Statuen.

Da der fallende Strahl des glühenden Metalls einen bedeutenden mechanischen Stoß ausübt, so wird sehr leicht die Form verlegt, welche nur aus zusammenbackenden Sandkörnern besteht, zu deren Trennung sehr wenig Kraft erforderlich ist. Um dieses zu umgehen, pflegt man den Guß besonders bei werthvollen Stücken, bei Statuen, schön geformten Blöcken, welche keiner starken Bearbeitung unterliegen sollen, von der entgegengesetzten Seite, d. h. nicht von oben, sondern von unten vorzunehmen. Es wird zu diesem Ende (um bei einer Statue stehen zu bleiben) von unten, von dem Plan, auf welchem die Füße derselben stehen, eine seitwärts und dann aufwärts gehende Röhre in dem Sande der Form angelegt. Diese Röhre geht beträchtlich über die Höhe der Figur hinaus, und je nach der Schwere, nach der Menge des Metalles, welche zum Guß gebraucht werden soll, wird diese Röhre auch verhältnißmäßig weit gemacht. Ist alles Erforderliche bis zu diesem Punkte gebieheu, so kann man das geschmolzene Metall laufen lassen, dasselbe muß nur etwas höher erhitzt sein als für den Guß von oben her, weil es einen viel weiteren Weg zu machen hat und die auf diesem Wege eintretende Abkühlung doch nicht so groß sein darf, daß etwa das Metall erstarrte, denn hiermit wäre natürlich der Guß mißlungen.

Das Metall fließt in die Röhre, füllt zuerst den Plan, steigt dann in die Füße und steigt so immer höher, wie durch die Röhre ununterbrochen das Metall nachfließt, bis es endlich die letzte Spitze des Kopfes oder seiner Bedeckung erreicht und von da die Nachgußröhre, welche bis zu diesem Punkte leer zu bleiben schien, sich selbst rasch füllt.

Man glaubt kaum, daß geschmolzenes Metall einen solchen Weg machen könne, aber Benvenuto Cellini bewies seinem Fürsten durch den Guß des Perseus, daß die Praxis hier mit der Theorie vollständig übereinstimme und er sagte ihm, daß oben an der Figur sich nicht leicht Fehler zeigen könnten, weil gerade dahin immer das heißeste Metall bringe. Beim Zerbrechen der Form ging diese berühmte Statue tabellos daraus hervor, was

Cellini mit immer steigender Wuth wahrnahm, je mehr er abwärts kam. Er wünschte und hoffte auf einen Fehler, um dem Herzoge die Wichtigkeit seiner Ansicht dadurch zu beweisen, und jubelte endlich laut, als an einem der Zehen sich wirklich ein kleiner Fehler zeigte.

Große Statuen übrigens oder zusammengesetzte Bildwerke können nicht auf die gedachte Art gegossen werden. Hier wird das Modell zuerst von dem Bildhauer in Thon geformt, dann in Gyps nachgebildet, nun aber wird das Thonmodell getrocknet und dann mit dem Messer äußerlich rundum so beschnitten, daß es durchweg $\frac{1}{4}$ Zoll, $\frac{1}{2}$ Zoll (je nach der Größe der Figur auch viel mehr und auch viel weniger) dünner wird, als die Gypsfigur. Nunmehr überträgt der Bildhauer das so entstellte Thonmodell mit Wachs und bossirt in demselben genau alle die Verhältnisse hinein, welche er vorher selbst vertilgt hatte. Seine Richtschnur ist das Gypsmodell, wiewohl nichts ihn hindert, kleine Veränderungen auch noch hier durch das Bossirholz anzubringen.

Endlich steht das neue Modell, scheinbar aus Wachs gemacht, fertig da. Es wird nunmehr mit sehr feinem Formsande, welcher mit aufgelöstem Thon durchdrungen und bindend gemacht worden ist, umgeben. Es werden alle einzelnen Theile mit einer großen compacten Masse von Lehm und Thon fest beschlagen und das Modell darin ganz verborgen. Bei diesem Abformen setzt man übrigens an allen Stellen, welche scharf vorspringen und zu Stockungen der eingeschlossenen Luft Anlaß geben konnten, viereckige oder runde Stäbe an, welche nach Vollendung der Form weggenommen werden, und Kanäle zurüchlassen, durch welche die Luft entweichen soll.

Ist das Ganze fertig, so trocknet man es langsam im Schatten, dann mit schwacher, künstlicher Erwärmung, dann mit immer steigender, welche zur Folge hat, daß das Wachs schmilzt und so ein hohler Raum entsteht zwischen dem abgeschabten und abgeschälten Thonmodell und der Form von Sand und Lehm.

Dieses genügt aber keinesweges für den Beginn des Gusses. Das Metall, welches da hinein fließen soll, welches diesen Zwischenraum ausfüllen soll, würde allerdings diesem Ansinnen entsprechen, allein es fände auf seinem Wege einen durch die Hitze zerstörbaren, organischen Stoff. Die Zersetzung desselben würde von einer solchen stürmischen Dampfenentwicklung und Gasentwicklung begleitet sein, daß die unausbleibliche Folge eine Zerstörung der Form, wenn nicht gar eine gefährliche Explosion sein würde.

Das geschmolzene Wachs, in den Sand und in den Thon eingezogen, muß also vor dem Guß entfernt werden, deshalb erhitzt man die Formen nicht allein bis zum Schmelzen, sondern bis zum Verflüchtigen und Ver-

brennen des Wachses, der ganze Thon- und Sandklumpen wird mit Kohlen umgeben und zum Glühen gebracht, erst wenn auf diese Weise das Wachs wirklich gänzlich entfernt worden ist, würde man zum Guß schreiten können, aber die Form würde einen solchen Druck von fließendem Metalle nicht ertragen, deshalb umgiebt man sie rundum mit Sand oder Erde. Gewöhnlich steht sie in einer Grube, welche tief genug ist, sie ganz zu fassen, unmittelbar vor dem Schmelzofen, und sie ist auch dort gegläht worden, war dieses nicht der Fall, so muß sie jedenfalls jetzt, nach dem Ausglühen, in solche Grube gebracht werden. Die Grube wird mit Sand voll geschüttet und dieser wird festgestampft, so daß die Form von außen her eine mächtige Stütze erhält. Bei dieser Anfüllung der Grube wird auch zugleich der Gießkanal gebildet und bis nahe unter die Gießöffnung des Ofens geführt.

Nun erst beginnt der Guß und es drängt sich aus allen zu diesem Behufe angelegten Kanälen die Luft mit großer Gewalt, es ist deren zwar wenig, aber sie ist in glühenden Zustand versetzt und darum gewaltig gespannt.

Ist endlich der Gießkanal bis zu seiner Mündung gefüllt, so ist der Guß beendet. Man läßt nunmehr die Masse erkalten, was je nach ihrer Größe eine nicht unbeträchtliche Zeit wegnimmt, und dann wird die Form zertrümmert. Man hatte zuerst eine Thonfigur mit Wachs überzogen, die Stelle des Wachses nimmt das Erz ein, und es hat auch alle die Eindrücke von der Form aufgenommen, welche das Wachs in dieser zurückgelassen hatte.

In neueren Zeiten will man besonders kleinere Figuren wiederholt in dieselben Formen gießen, man will mehrere, ja vielleicht viele Exemplare von demselben Gegenstande haben, das geht nicht bei der hier beschriebenen Art, abzuformen. Sie giebt immer nur ein Unicum.

Für den Fall einer Vielfältigung hilft man sich dadurch, daß man aus vielen Stücken zusammengesetzte Formen macht, wie dieses Theil III. Seite 621 bei der Gypsabformung beschrieben worden ist. Man setzt dann die Theile der Form (die jedoch nicht aus Gyps, sondern aus Thon gemacht und dann gebrannt ist) nach den vorliegenden Zeichen zusammen, gießt das Metall hinein, und nimmt nach dem Erkalten die Form auseinander, um sie für einen neuen Guß vorzubereiten.

Um den Kern zu ersparen, stellt man die Form auf den Kopf, füllt sie mit dem geschmolzenen Metall und kehrt sie nunmehr um, damit das überflüssige Metall ausfließe, nachdem es die inneren Wände der Form messerrückendick bekleidet hat.

Eine neue von Erz gegossene Figur macht durch ihren Glanz und ihre

Farbe einen schlechten Eindruck, die Farbe an sich ist nicht schön, ja wenn sie wie reines Gold wäre, so würde sie vielleicht nur um so unschöner sein. Dies zeigt das merkwürdige Denkmal der Geschmacklosigkeit, welches man in Dresden sieht, die kolossale, schwer vergoldete Reiterstatue August II. Demnächst wird auch diese helle Farbe sehr bald matt und stumpf und es dauert nun Jahrhunderte, bevor jene Farbe zu Tage tritt, welche man an den antiken Bildwerken so sehr schätzt, die grüne Patina, den edlen Rost (*aerugo nobilis*) der Alten.

Um diese Farbe zu erlangen früher als die Zeit sie giebt, hat man einige Mittel vorgeschlagen, welche der Verfasser hier wiedergeben will, jedoch ohne dafür aufzukommen, daß Alles, was davon versprochen worden, auch erfüllt werde.

Bei kleinen Gegenständen ist der Erfolg unzweifelhaft, wenn man dieselben in einer Auflösung von Chlorammonium und essigsaurem Kupferoxyd kocht, aber das Denkmal Friedrichs des Großen in Berlin, oder die Bavaria in München, kann man nicht in den Kochtopf stecken, und dann ist der Erfolg auch keinesweges zugesichert. Für größere Gegenstände muß man das wiederholte Bestreichen anwenden, es geschieht mit einer Bürste oder mit einem Pinsel und die Mischung dazu ist 90 Theile gewöhnlicher Essig, 9 Theile Chlorammonium und 1 Theil essigsaures Kupferoxyd. Der Leser möge nicht erschrecken vor dem fremden Namen Chlorammonium, wir Laien nennen dasselbe gewöhnlich Salmiak.

Die Lösung der beiden Metalle in Essig wird bis zum Kochpunkt erhitzt und so warm als möglich auf die Bronze aufgetragen. Je reiner dieselbe ist, je öfter von Metall, desto schneller setzt sich eine Haut von Grünspan an, die bei Wiederholung der Operation immer dunkler wird und zuletzt jenen eigenthümlich schönen Ton annehmen soll, welche man an den Antiken bewundert.

Kanonengut und Stückgießereien.

Für keinen Gegenstand ist die Reinheit der einzelnen Metalle, aus denen das Erz zusammengesetzt ist, wichtiger als für diesen. Man muß daher bei Verfertigung des Kanonengutes diese Bedingung nie aus den Augen verlieren. Unter allen noch sonst möglichen Beimengungen ist die von Schwefel die gefährlichste. Wenn eine solche Legirung auch noch brauchbar

wäre zu einem Koloß, wie deren so viele aus Schwanthalers berühmter Werkstatte hervorgegangen sind, so ist sie jedoch nicht brauchbar auch nur für die kleinste Kanone, denn die Erschütterung der Entladung ist so gewaltig, daß ein Springen oder Zerreißen die nothwendige Folge einer solchen Beimengung wäre, wodurch das Metall in einem hohen Grade spröde wird, statt zähe zu sein, auch eine Beimengung von Arsen hat dieselbe Wirkung.

Ein umgekehrter Fall tritt durch eine Beimengung von Blei ein, das Metall verliert gleichfalls seine Zähigkeit, aber nicht, indem es spröde wird, sondern indem es zu weich wird und dadurch auch nicht widerstandsfähig genug erscheint.

Ein anderer Uebelstand geht daraus hervor, daß die Metalle, welche die Legirung zusammensetzen, sobald sie in sehr großen Massen in die Formen gegossen werden, sich in eigener Art sondern, so daß in dem unteren Theile eine Legirung steht, welche weniger Zinn enthält als der obere Theil des Gusses. Auf diese Art wird die Berechnung des Technikers, welcher die besten Verhältnisse herausgesucht hat, zu nichte gemacht, und diese Abscheidungen der Metalle veranlassen sehr nachtheilige Nachtheile. Die zinnreiche Legirung ist erstens viel leichter schmelzbar, zweitens viel leichter angreifbar durch den Schwefel des Schießpulvers, welcher damit Schwefelzinn bildet, ein sprödes, sich Höhlungen bildendes Gemisch, welches sehr leicht zur Zertrümmerung der Kanone Anlaß geben kann.

Man glaubt diesem Uebelstande abzuweichen, wenn man das Erz im Ofen auf einen gewissen Grad abkühlen läßt, so daß es nicht dünnflüssig in die Form kommt, sondern schon in einem solchen Zustande von Zähigkeit, daß die Mengungsbestandtheile sich nicht mehr darin sondern können.

Man nimmt nicht gleiche Legirungen für alle Kanonen, die größeren werden aus der oben gedachten Legirung (90 zu 10), die Sechspfünder aber werden aus einer Legirung von $92\frac{1}{2}$ Kupfer und $7\frac{1}{2}$ Zinn gegossen.

Außer diesen Verschiedenheiten bei verschiedenen Kalibern pflegt man auch noch darauf zu sehen, daß die Mengung inniger wird, indem man beträchtliche Mengen alten Erzes anwendet, z. B. unbrauchbar gewordene Kanonen, ferner die verlorenen Köpfe beim Gießen der neuen, ferner allen Abgang von der Bearbeitung der Canons, man bringt diese schon fertige Bronze zuerst zum Schmelzen, dann thut man das Kupfer und später das Zinn hinzu und man glaubt auf solche Weise eine viel innigere Mengung zu erhalten, als wenn man die ganze Masse aus Kupfer und Zinn neu darstellt.

Von gleicher Wichtigkeit wie das bisherige ist auch das Quantum, welches angewendet wird. Man muß immer mehr als doppelt so viel

nehmen, wie zur Vollendung des Gusses erforderlich ist, wenn man eine compacte dichte Masse haben will. 100 Pfund Guß fordert 200 Pfund Erz. Zu einem Geschütz, welches 2200 Pfund wiegt, braucht man beinahe 5000 Pfund.

Bei diesem letzten Beispiel stehen bleibend, wird zu einem solchen Geschütz 2556 Pfund Abfall aus der Fabrication der Kanonen, ferner 1769 Pfund alte Bronze genommen, zu dem Schmelzprodukt bringt man nun 470 Pfund Stangenkupfer und wenn Alles geschmolzen und vereinigt scheint, noch 73 Pfund Stangenzinn, in Summa also 4878 Pfund gußfertiges Erz.

Das beste Zinn Behufs dieser Arbeiten ist das von Banca, aber auch das englische wird beinahe ebenso hoch geschagt. Die Anwendung alten Zinnes ist durchaus verwerflich, denn dieses ist fast niemals frei von einem starken Bleizusatz. Nun kann man zwar auf dieselbe Weise, wie wir es beim Saigern des Kupfers beschrieben haben, auch gegen das Zinn verfahren, indem dasselbe in Scheiben gegossen und dann in schwachem Feuer behandelt wird. Vorausgesetzt nun, das Blei befände sich in dem Zinn, in dem Zustande einer Legirung mit Zinn, so würde diese Legirung viel leichter schmelzbar sein als reines Zinn, sie würde sich von demselben trennen und das Zinn in dem Zustande einer sehr starken Porosität zurücklassen. Ganz eine andere Operation aber ist die Trennung zweier Metalle, deren Schmelzpunkte um 1000 Grad auseinander liegen und zweier Metalle, deren Schmelzpunkte kaum 50 Grad auseinander liegen. Zu dem kommt noch, daß die Voraussetzung wahrscheinlich unrichtig ist, nach welcher die Legirung von Zinn und Blei in abgesonderten Massen vertheilt sein soll innerhalb des verschuten Zinnes. Diese große Ungleichheit würde sich ohne Zweifel bei dem fertigen Stücke Arbeit in der Farbe zeigen, während der Bearbeitung selbst aber in dem verschiedenartigen Widerstande, den das härtere Zinn und die weichere Legirung dem bearbeitenden Instrumente entgegensetzt.

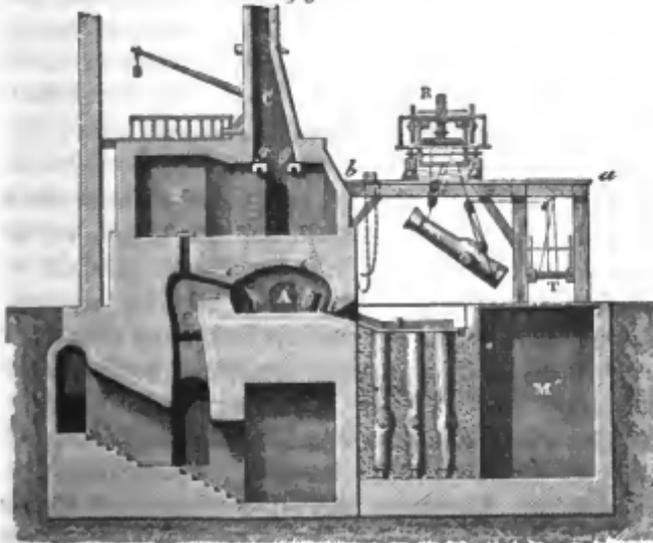
Wir wenden uns jetzt zu dem Material der Form und müssen gestehen, daß in den Angaben darüber solche Sonderbarkeiten vorkommen, daß man kaum begreifen kann, wie es möglich ist, dergleichen Angaben zu befolgen.

Man wendet Sand und Thon an, beides wird geschlemmt, damit aus dem Thon alle größeren Theile, aus dem Sande alle Staubtheile entfernt werden und dem Thon setzt man eine Portion Ziegelmehl zu, mengt die drei Bestandtheile gut durcheinander und versetzt sie nunmehr mit Kuhhaaren, Pferdedunger und Wasser, um einen steifen Brei daraus zu machen, den man 8 Tage lang unter wiederholtem Kneten liegen läßt und

die Proportionen sind 4 Theile Lehm, 3 Theile Sand und 1 Theil Haare und Dünger.

Die Techniker behaupten, diese Beimengung von animalischen Substanzen mache die Masse der Form zähe und befähige sie, den erforderlichen Widerstand zu leisten. Hiergegen wird sich nichts einwenden lassen, wenn nicht dieselben Techniker sagten, es müsse Alles vermieden werden, was zur Entwicklung von Gasen irgendwie Anlaß geben könnte. Sie wollen z. B. deshalb aus dem Material zu den Formen den Kalk und das kiesel-saure Eisenoxydul auf das Sorgfältigste entfernt wissen, weil der Kalk Kohlensäure entwickeln könnte, und das kiesel-saure Eisenoxydul geschmolzen und sowohl der Festigkeit als der Form des Gusses nachtheilig werden könnte, und sie scheinen denn doch zu vergessen, daß der Kalk die Kohlensäure nur entwickeln kann, während die Kuhhaare und der Dünger Stickstoffgas, Kohlendampf in allen möglichen Verbindungen mit dem Sauerstoff und dem Ammoniak entwickeln müssen, wenn sie mit dem geschmolzenen Erz in Berührung kommen. Dennoch wird namentlich in Frankreich diese Masse noch immer zu Formen benutzt. Werden solche Formen gebrannt, so werden allerdings die organischen Stoffe zerstört, in diesem Falle aber können sie auch den Zweck, die Form zähe und widerstandsfähig zu machen, nicht erfüllen.

Fig. 1087.



In der Figur 1087 ist ein Gießofen dargestellt, wie er in der großen Werkstätte zu Toulouse gebraucht wird. Dasselbst wurden in früherer Zeit

auch Canons von Eisen gegossen, von diesen ist man jedoch gänzlich zurückgekommen, soweit sie nicht für den Gebrauch auf Schiffen bestimmt sind. Für den Felddienst nämlich sind sie ganz unbrauchbar, da das Gußeisen nicht die nöthige Widerstandsfähigkeit besitzt, um so leicht, um so dünn gegossen zu werden, wie man die Canons aus Erz gießen kann. Will man sie nun so dick machen, als zu dem verlangten Widerstande erforderlich ist, so würden sie eine solche Schwere bekommen, daß man sie für den Felddienst aus diesem Grunde nicht mehr brauchen könnte, dagegen sind sie für Schiffe höchst anwendbar. Bei der Belastung eines Kriegsschiffes kommt es auf ein Paar Tausend Centner nicht an, man kann sie also so stark machen, als irgend erforderlich. Für Schiffe aber haben sie sogar einen Vorzug gegenüber den Kanonen von Erz. Sie geben nämlich bei der Entladung keinen so furchtbaren Knall, keinen so gehirnerschütternden Schlag, als die großen ehernen Kanonen, und sie haben wegen ihrer Schwere keinen so starken Rücklauf. Im Freien ist dieses nicht von großer Bedeutung, in dem engen Raume eines Schiffes hat man hierauf wohl Rücksicht zu nehmen. Das Metall, welches man anwendet, muß immer mit Holzkohlen bearbeitet, muß weiches und raffinirtes Gußeisen sein, das Roßeisen, wie es vom Hochofen kommt, ist unter keinen Umständen zulässig, weil es viel zu spröde und viel zu wenig dicht ist.

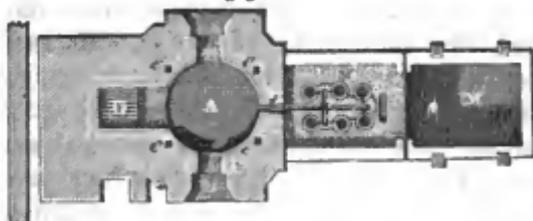
Französische Kanonengießerei.

In der oben angeführten Gießerei sind die Einrichtungen nun folgendermaßen getroffen. A bezeichnet gewissermaßen den Kessel, ein aus feuerfestem Gestein gemauertes Gewölbe mit einer Sohle jedenfalls von Charotte geschlagen oder zusammengefeßt. Dies Gewölbe hat zwei einander gegenüberstehende Zugänge, durch welche die Beschickung vorgenommen wird. F ist der Feuerherd. Der Kofst liegt beträchtlich hoch über einem Gewölbe, um dadurch einen tüchtigen Zug hervorzubringen, sowie derselbe durch einen hohen Schornstein C befördert wird. Der Kofst, der Feuerherd, der Ofen und der Rauchfang stehen in einer ununterbrochenen Verbindung mit einander durch vier Züge, deren zwei, mit h bezeichnet, in der Figur 1087 zu sehen sind. Diese Oeffnungen liegen an der Sohle des Ofens und sie haben zum Zweck, die Flamme von dem Feuerherde nach unten zu ziehen, damit dadurch das auf der Sohle liegende Erz direkt getroffen werde.

Das Feuer wird nur durch Kohlen unterhalten, der zur Verbrennung nöthige Sauerstoff wird niemals durch ein Gebläse herbeigeschafft, sondern immer nur durch den Zug. Man will nämlich wohl das Metall erhitzen und schmelzen, aber man will es nicht oxydiren, deshalb gewährt man den nöthigen Sauerstoff, welchen sich das Feuer selbst herbeizieht, aber man führt keinen überflüssigen herbei, der das Erz verschlacken würde, deshalb auch legt man immer mehr Brennmaterial auf, als verzehrt wird, damit auf solche Weise auch noch die letzte Spur von Sauerstoff durch das Brennmaterial absorbirt werde.

Der hier in Fig. 1088 gegebene Querschnitt des Ofens zeigt, daß derselbe kreisrund ist. Man hat auch Ofen von elliptischer Form, zieht jedoch die runden vor, weil dieselben bei gleicher Fläche mehr

Fig. 1088.



Metall zu fassen vermögen. Die Kanäle, welche in der vorigen Figur mit *h* bezeichnet sind, münden bei *g* in den Rauchfang, in der Figur 1088 sind aber dieselben Kanäle mit *e* bezeichnet und man sieht, daß sie innerhalb der Mauerdicke aufwärts gehen. Die Stelle zum Abfluß des Metalles, ein Kanal, welcher mit einem Thonstopfel verschlossen wird, ist mit *i* bezeichnet, derselbe führt nach einem vertieften, beträchtlich unter dem Niveau des Ofens liegenden Raume *M*, in welchem die Formen zur Aufnahme des Metalles liegen.

Diese Vertiefungen sind fest und weitläufig ausgemauert, die Steine sind immer mit hydraulischem Mörtel gefügt und der ganze innere Raum ist noch überdies mit einer Schicht von hydraulischem Mörtel überzogen, damit jede Spur von Feuchtigkeit abgehalten werde, denn es ist sehr wichtig, daß die Formen, welche hier hineingefest werden, vollkommen trocken bleiben.

Die Canonenformen werden über einem Gypsmodell gemacht, d. h. man hat ein Canon in Gyps abgeformt, hat die Form verwendet, um eine große Menge von Gypsabgüssen aus derselben zu machen, welche nunmehr auf das Vollständigste demjenigen Canon gleichen, über welchem die Form gemacht worden ist. Die Abgüsse werden benutzt, um danach die Hohlformen darzustellen, in welche das Metall gegossen werden soll. Das Material, woraus diese Hohlformen gebildet werden, ist die bereits besprochene Mischung von Thon mit Formsand, mit Kuhhaaren und Pferdeabünger.

Die Absicht, weshalb diese Mischung gewählt wird, dürfte schwer zu finden sein, wenn es nicht etwa deswegen geschieht, weil das Kupfer beim Erstarren in der Form eine Menge Blasen treibt, die, wenn sie im Metalle bleiben, dasselbe ungang, also unbrauchbar für den Dienst, den es leisten soll, machen, allein das Kanonengut, das Metall aus Zinn und Kupfer ist schon an sich sehr viel weniger geneigt, Gasblasen auszugeben, wenn es aber denn doch geschieht, so kann man die Entweichung derselben viel besser dadurch befördern, daß man dafür Seitenkanäle bildet, als dadurch, daß man die Form, auf deren Dichtigkeit sehr viel ankommt, aus einem so schlechten Material macht, wie das angegebene.

In früheren Zeiten hat man die Formen auch aus nichts weiter als aus Formsand gemacht, und die alten Kanonen sind wahrlich nicht schlechter als die neueren. Die berühmte faule Grethe, mit welcher Kaiser Maximilian die Aufhebung des Faustrechts durchführte, brauchte sicherlich keiner geringeren Widerstandsfähigkeit als die jetzigen Geschütze, denn sie schoß eine Kugel, gegen welche die Paixhans wahre Federbälle sind, und die Kanonen in den Dardanellenschlössern haben ein noch viel größeres Kaliber, sind gebraucht, können also nicht unhaltbar genannt werden.

Dennoch macht man es so, wie hier angegeben werden soll. Die Gypsmodelle werden mit dem Teig von Thon und Dünger zc. umgeben, und das Material wird möglichst dicht und genügend fest darum geschlagen. Nach dem Trocknen wird die ganze Masse bis zum Glühen erhitzt, wodurch die darin enthaltene Menge von organischen Stoffen zerstört wird.

Die nunmehr fertige Form bringt man mit der Traube nach unten in die Dammgrube M, nachdem man das Gypsmodell darin zerstört und die Scherben ausgeschüttet hat, welches ganz leicht geschieht, da der Gyps durch das Ausglühen die ganze bindende Kraft verloren hat.

Es werden solche Formen gewöhnlich 6 in zwei Reihen neben einander gesetzt, wie die Fig. 1088 zeigt. Sie stehen auf dem Boden der Dammgrube, werden ringsum mit weichem Formsand umschüttet und dieser wird durch Drücken und Treten und Stampfen bestmöglich befestigt. Dies ist unerlässlich, weil sonst die Formen dem Andränge der geflossenen Metallmasse nicht würden widerstehen können, und der Druck derselben ist um so bedeutender, als der Gießher ihn noch absichtlich nach bestem Wissen verstärkt. Man will nämlich ein festes, sehr dichtes Stück Metall aus der Dammgrube ziehen, deshalb verlängert man die Form über die Mündung der Kanone hinaus um mehrere Fuß, dergestalt, daß der fertige Guß, wenn man so sagen will, die Form der Feldschlange hat, eine sehr viel größere Länge, als man dem Canon sonst zu geben pflegt. Diese größere Länge hat zur Folge, daß das Metall in der Form um so viel höher steht,

als das angefehte Stück lang ist; für das Geschütz ist es verloren, denn es muß abgeschnitten werden, man nennt dasselbe deshalb auch den verlorenen Kopf, allein für die Güte des Gusses ist dasselbe von der größten Wichtigkeit, und je länger es ist, je höher die Säule von geschmolzenem Metall in der Form steht, desto dichter wird die Masse des Gusses.

Sind alle sechs Formen beisammen und sind sie gehörig befestigt, so kann der Guß beginnen. Nun müssen wir aber erst das erforderliche Metall im Ofen haben. Die Sohle desselben, im ganzen kreisrund, besteht doch aus 2 Halbkreisen, welche mit ihrer graden Seite aneinander stoßen und so geneigt sind, daß dadurch in der Mitte des Ofens eine Rinne entsteht, die von der Mitte des Kofes nach dem Kanal I läuft. Diese Neigung ist nöthig, damit das Metall, welches die Fläche hoch bedeckt, doch beim Ausfluß nicht etwa in einer dünnen Schicht stehen bleibe und erstarre, sondern von selbst nach der Mitte zu fließen und aus dieser Rinne endlich, wenn es gerade erforderlich sein sollte, durch Krücken herausgezogen werden könne.

Beschickung des Ofens.

Zwischen dem Kof und der Sohle des Ofens erhebt sich ein Gemäuer, die Feuerbrücke, über diese hinweg schlägt die Flamme, und dort, wo sie den Ofen trifft, ist die größte Hitze, dorthin werden diejenigen Stücke des fertigen Kanonenmetalls gestellt, welche den größten Umfang haben, das sind vorzugsweise die verlorenen Köpfe aus dem vorhergehenden Guß und die unbrauchbar gewordenen alten Kanonen, welche umgegossen werden sollen, und welche man zur leichteren Beweglichkeit vorher zerschlagen hat. Demnächst kommen die Bohrspähne, Drehspähne aus den Artillerie-Werkstätten, dann das frische zuzusehende Kupfer, das neue Zinn aber erst, nachdem die ganze Masse schon geschmolzen ist.

Die Sache ist durchaus nichts Leichtes, und fordert sowohl gewaltige Mittel, als große Umsicht bei Anwendung derselben. Das Feuer muß während der ersten 3 bis 4 Stunden so regulirt werden, daß keine oberflächliche Schmelzung, sondern nur ein starkes und vollständiges Durchglühen stattfindet, aber ein Glühen bis in das Innerste der Masse hinein. Erst wenn man die Ueberzeugung gewonnen hat, daß dieses geschehen, darf das Feuer so weit verstärkt werden, daß die Legirungen zu schmelzen beginnen.

Nach 6 bis 7 Stunden wird die ganze Masse in Fluß sein, das Feuer findet keinen Widerstand mehr, es strömt über die Oberfläche des geschmolzenen Metalles hinweg, und entweicht aus allen Zugöffnungen brausend und mit großer Gewalt. Jetzt werden die Seitenthüren geöffnet, und die Gießmeister rühren mit langen grünen Holzstangen die Metallmasse tüchtig durch, um zu erfahren, ob irgend wo noch Stücke ungeschmolzenen Metalles liegen. Diese werden nach der Feuerbrücke hingeschoben, und wenn das geschehen ist, werden auch die leichter schmelzbaren Legirungen, wie das sogenannte Weißmetall oder Saigerzinn, ferner das noch nöthige Zinn selbst im reinen Zustande zugesetzt.

Die Quantitäten von den verschiedenen Metallen sind, wie begreiflich, nicht beliebig, sondern müssen vorher bestimmt werden, und dies kann nicht anders geschehen, als dadurch, daß der Techniker der Anstalt das angewendete Gut auf seine Zusammensetzung untersucht, hieraus den Durchschnittswerth der Legirungen berechnet, und sich nunmehr fragt, wie viel Kupfer und wie viel Zinn er dem in den Legirungen vorhandenen Kupfer und Zinn zusetzen müsse, um schließlich, wenn Alles zusammengesmolzen ist, eine neue Legirung von einem bestimmten Werthe zu erhalten. Gewöhnlich macht man die Zusammensetzung so, daß 89 Theile Kupfer auf 11 Theile Zinn kommen, ein Theil dieses Zinnes verbrennt, ein anderer Theil saigert aus, so daß die fertig gegossene Kanone in dem Verhältniß von 90 Kupfer auf 10 Zinn zusammengesetzt erscheint.

Nachdem nun auch das Zinn eingeschmolzen und in die Legirung übergegangen ist, wird die Metallmasse zum zweiten Male kräftig und anhaltend durchgerührt, um die Masse recht gleichmäßig zu machen, es werden auch die Schlacken von der Oberfläche entfernt, dann aber werden die Thüren geschlossen, und es wird eine sehr rasche lebhafteste Hitze gegeben, so stark, wie es der Ofen gestattet, um das Metall recht flüssig zu machen. Ist dieses erreicht, so wird die Legirung nochmals umgerührt, die Schlacken werden noch sorgfältiger abgezogen, als vorher, dann aber wird auch sofort der Gießkanal geöffnet und nun das fließende Metall in die erste Form gebracht. Ist diese ganz gefüllt, so läßt der Gießmeister das Weitere in die nächste Form fließen, und so werden nach und nach alle 6, wenn des Metalles genug ist, auch wohl 12 Formen gefüllt, und es muß immer noch Metall genug da sein, um den Raum für den verlorenen Kopf bis zum Uebertreten füllen zu können.

Was nunmehr noch im Ofen ist, wird durch lange eiserne Krakeisen aus dem Ofen herausgeholt und für einen neuen Guß aufbewahrt, wo es dann in die Gesamtmasse der Legirungen eingehen muß, immer aber erst, nachdem es vollständig genau auf seine Zusammensetzung untersucht worden,

denn keinesweges ist jede Abtheilung eines solchen gemeinschaftlichen Gusses der anderen gleich, ja selbst jedes einzelne Kanon ist von unten nach oben gehend verschiedenartig zusammengesetzt, so daß unten immer das meiste Kupfer ist, und die Quantität des Zinnes fortwährend wächst, je weiter aufwärts man kommt.

Das Durchrühren mit der hölzernen Stange, welche immer von Birkenholz sein muß, hat theilweise zum Zweck, eine möglichst genaue Verbindung aller Theile, eine innige Berührung unter denselben herbeizuführen, so daß man hoffen kann, statt einer bloßen Mengung eine Mischung zu erzielen; allein diese Arbeit, welche man das Polen nennt, erreicht ihren Zweck keinesweges vollkommen, obwohl durch das Eindringen des Holzes dieses sogleich sehr lebhaft zersetzt wird, und die Zersezungsprodukte, die glühenden Gase nach allen Richtungen durch die Flüssigkeit streichen und sie vielfältig aufrühren.

Es ist daher von Wichtigkeit, daß die Arbeit lange genug fortgesetzt wird, das Rühren muß immer bis auf den Grund gehen, denn es ist von großer Wichtigkeit, daß die schwerer flüssigen unteren Schichten mit den leichter flüssigen oberen, welche in einer unangesehnten Berührung mit dem Feuerströme sind, abwechseln, daß die untere nach oben kommt und umgekehrt. Würde dieses nicht stattfinden, so würde die untere Masse, durch die obenstehende flüssige Bronze von jeder Berührung mit dem Feuer ausgeschlossen, niemals die erforderliche Flüssigkeit erreichen, und sie würde sich auch mit den anderen Massen nicht solchergestalt mengen, daß eine gleichmäßige Vertheilung der verschiedenen Metalle überall stattfände.

Noch einen anderen Zweck hat das Polen, es wird nämlich dadurch ein Raffiniren des Metalles bewirkt. Es hat nicht vermieden werden können, daß sich Sauerstoffverbindungen bilden, die Legirung enthält also Oxide. Nichts wäre gefährlicher, als wenn man diese darin belassen wollte. Das Metall statt fest zu sein, würde dadurch in seiner Gediegenheit beeinträchtigt, würde gelockert werden, das Unrühren mit der Holzstange bringt eine Masse Kohlenstoff in Thätigkeit, die Kohle des Holzes, durch die furchtbare Hitze in Dämpfe aufgelöst, tritt nunmehr mit der Sauerstoffverbindung in der Legirung zusammen, eignet sich den Sauerstoff derselben zu und entweicht als oxybirte Kohle, indessen das Metall als desoxybirt zurückbleibt.

Auf gleiche Weise wird die Schlacke erzeugt, und an die Oberfläche getrieben, und der Arbeiter muß diese immerfort entfernen und darf mit seinem Polen nicht früher aufhören, als bis sich keine Schlacke mehr bildet. Während der letzten Zeit wird nun auch das Feuer so verstärkt, daß

es die äußerste Flüssigkeit des Metalles zu der Zeit hervorbringt, wo die Abscheidung der Schlacke aufhört.

Die Arbeiter haben gewisse Kennzeichen, welche sie wahrnehmen lassen, ob das Metall nunmehr gewissermaßen gahr oder reif geworden ist. Wenn die Rührstange in der Hand beinahe nicht mehr gefühlt wird, wenn sie sich ganz leicht handhaben läßt, nirgends am Boden mehr auf Widerstand stößt, wenn bei dem Herausheben derselben keine Klumpen daran hängen bleiben, sondern das Metall in Tropfen ganz leicht herniederfließt, dann hält man dasselbe für reif, dann ist die ganze Oberfläche des Metalles so beweglich, daß sie bei leisester Berührung Wellen schlägt wie Wasser, und dann ist es Zeit, den Guß vorzunehmen, als letzte Probe dient ein neues Aufwerfen von Holz, welches dann keine Entweichung von Gasen aus dem Metalle veranlassen darf, wohl aber findet eine Verdampfung des Metalles von der Oberfläche her statt, denn es zeigt sich unzweifelhaft die Flamme, welche mit Gewalt durch die Zugröhren strömt, vollkommen weiß, was eben die Verbrennung der Metaldämpfe anzeigt.

Guß der Canons.

Wenn der Guß beginnen soll, so werden die Kanäle, welche zu den Formen führen, auf das Sorgfältigste ausgebürstet, um allen Staub zu entfernen, dann stößt der Meister den Zapfen aus und überläßt den Feuerstrom seiner natürlichen Neigung, sich an die tiefste Stelle zu begeben; es werden die Formen gefüllt. Hier zeigt sich nun eine merkwürdige Erscheinung; kurze Zeit, nachdem der Guß vollzogen, nachdem eine Form vollständig gefüllt ist, stellt sich an der Oberfläche derselben ein eigenthümliches Sprudeln, eine Art Kochen ein, man möchte beinahe glauben, das Metall habe jetzt unter sich, sowie früher über sich, ein gewaltiges Feuer. Das Kochen ist so lebhaft, daß die Gasblasen weit umherspritzen und es nicht ohne Gefahr ist, sich in der Nähe aufzuhalten. Dieses Sieden dauert um so länger, je größer das Stück ist, das gegossen wird, es erhebt sich ein Theil des Metalles über die Gießfläche, eine Art Gewölbe, und wenn endlich die stürmische Bewegung sich gelegt hat, wenn die Masse erstarrt ist, und man nun zur Untersuchung derselben schreitet, so findet man so auffallende Verschiedenheiten in der Zusammensetzung, daß man daraus allein recht deutlich erkennt, wie hier von einer chemischen Verbindung der

beiden Metalle nach feststehenden Proportionen, nach Aequivalenten gar keine Rede sein könne. Während die Traube des Canons gewöhnlich 91 Theile Kupfer und 9 Theile Zinn enthält, nimmt man wahr, daß ganz oben auf dem Gipfel des verlorenen Kopfes beinahe das umgekehrte Verhältniß stattfindet. Es hat ein Saigerprozeß stattgefunden, von welchem das Weißmetall herkommt, dessen vorhin erwähnt wurde. Die Schicht, welche dasselbe enthält, ist jedoch nur gering, einige Zoll tiefer besteht die Legirung schon wieder aus viel mehr Kupfer, doch keinesweges in einem auch nur annähernd richtigen Verhältniß zu dem, was man beabsichtigt. Die hier stehende Legirung enthält auf 78 Prozent Kupfer 22 Prozent Zinn, der verlorene Kopf wäre also nöthig, wenn nicht wegen des Druckes, der auf die unteren Theile ausgeübt werden soll, so deswegen, damit die jedenfalls erfolgende Ausscheidung von Zinn nicht mehr da stattfinde, wo die Verschlechterung des Metalles dem Canon schädlich werden könnte.

Da das Zinn in der ganzen Masse aufwärts steigt, so würden die unteren Lagen weniger dicht werden, der verlorene Kopf hat also den dritten Zweck, diese bedrohliche Porosität zu verhindern. Wirkt er als Last, durch hydrostatischen Druck auf die unteren Theile und macht er sie so dichter, so wirkt er zugleich als Magazin, um die unten entstaubenen Räume aus seinem Schooß vollzufüllen.

Man muß nicht glauben, daß ein Canon von schwerem Kaliber sich so schnell abkühlt, wie eine eben gegossene Flintenkugel, das Metall fordert 12 Stunden zu seiner vollständigen Erstarrung. Erst nach dieser Zeit darf man die Erde um die Formen her wegnehmen, um der Luft Zutritt zu verschaffen, damit dieselbe die Formen abkühlen könne, und von da ab darf man doch erst nach 48 Stunden an das Herausheben gehen. Gewöhnlich geschieht dieses auf die in der Fig. 1087 angegebene Art. Wir sehen hier ein Canon in freier Luft schweben. Ein großes Gestelle von mächtigem Balken steht unmittelbar über der Damngrube, es hat bei T eine Winde, um die schweren Stücke mittelst umgelegter starker Ketten aus der Grube zu heben. Befinden sie sich einmal da, wo das Canon in der Fig. 1087 gezeichnet ist, so tritt ein zweiter Apparat in Thätigkeit, das ist das mit einer Winde versehene Gestelle R, welches auf Rollen ruht und auf einer Eisenbahn ab beweglich ist. Mittelst dieses Wagens und der Bahn transportirt man nunmehr das Geschütz nach der Bohrmaschine. Hier wird dasselbe auf mächtige Blöcke niedergelegt, und es wird zuerst der verlorene Kopf durch die Säge entfernt, dann aber wird das Canon durch Ketten festgespannt und gegen die Bohrmaschine getrieben.

Bohrung und fernere Bearbeitung.

Dieses ist eine gewaltige, durch Wasserkraft bewegte, entweder horizontal oder vertical sich drehende Spindel, an deren vorderem Ende ein Bohrer von etwa Zollbreite befestigt ist. Im Falle, daß der Bohrer vertical steht, pflegt das Kanon nicht unterhalb desselben, sondern über demselben zu stehen, mit der Mündung nach unten, sich langsam auf den Bohrer herabsenkend. Wollte man das Kanon der Wirkung seines eigenen Gewichtes überlassen, so müßte hieraus eine so furchtbare Reibung entstehen, daß der beste Bohrer weit eher abgedreht als umgedreht werden würde. Das Kanon, welches in einem starken eisernen Gestelle gut befestigt ist, und zwischen vier sehr starken, mit Widerlagen versehenen Schienen läuft, welche verhindern, daß die geringste Abweichung vorkomme, ist noch überdies durch Gegengewicht so gehalten, daß nur gerade so viel von seiner Last auf den Bohrer wirkt, als erforderlich, um von demselben genügend angegriffen zu werden.

Das dünne Bohrloch wird bis dahin fortgesetzt, wo die Bohrung überhaupt aufhören soll, da aber die Bohrstange bei einer solchen Länge viel zu schwach würde und wie eine Werte um sich selbst gedreht werden müßte, wenn man das Bohrloch in solcher Art 6 bis 8 Fuß tief machen wollte, so verfährt man hierbei auf eine eigene Weise, in einer gewissen Stufenfolge.

Ist das Bohrloch etwa 1 Fuß tief geworden, so zieht man das Kanon wieder in die Höhe und setzt an die Stelle des einzölligen Bohrers einen zweizölligen, läßt diesen aber nicht bis an das Ende des ersten Bohrlochs gehen, sondern hört schon bei 10 Zoll tiefer Bohrung auf.

Das Kanon wird abermals aufgehoben und ein einzölliger Bohrer eingesetzt, dessen vorderes ein Fuß langes Ende gerade die nöthige Stärke hat, um dem zölligen Bohrer nachzufolgen, dann aber so dick wird, daß seine Stange beinahe 2 Zoll im Durchmesser hat. Ist mit diesem Bohrer das Kanon nun wieder gebohrt, daß das zöllige Bohrloch zwei Fuß von der Mündung steht, so wird abermals ein zweizölliger Bohrer eingesetzt und die Bohrung damit weiter geführt, bis nur noch ein Paar Finger breit von dem einzölligen Bohrloch übrig sind.

Jetzt tritt abermals der einzöllige Bohrer in Wirkung, und so geht das weiter fort, abwechselnd bald mit dem einen, bald mit dem andern, bis das Bohrloch etwa 4 Fuß tief geworden ist. Jetzt könnte für den zweizölligen Bohrer Gefahr eintreten, und damit der Stiel desselben nicht abgedreht werde, erweitert man das Bohrloch abermals um einen Zoll

und mit diesen 3 Bohrern kann man unbedenklich bis zu einer Tiefe von 8 Fuß und darüber gehen. Man läßt jetzt auch die beiden nachfolgenden und alle übrigen Bohrer, die noch angewendet werden sollen, ganz bis an das Ende gehen, es sei denn, daß man sogenannte Kammergeschütze bohre. In diesem Falle wird mit dem dreizölligen oder vierzölligen Bohrer bis ganz an das Ende gegangen, und dadurch die Kammer gebildet, mit den folgenden Bohrern aber bis einschließlic zu demjenigen letzten, welcher dem Geschütz das Kaliber giebt, bleibt man so weit zurück, als die Kammer lang werden soll.

Bei dieser ganzen Art zu bohren, wo das Geschütz senkrecht gegen den Bohrer getrieben wird, hat man keine Sorge um die Spähne, denn diese fallen ganz von selbst aus dem Rohre heraus, und dasselbe ist immerfort rein und frei von jedem Hinderniß, was keinesweges der Fall ist bei der horizontalen Lage des Kanons und des Bohrers, wobei man immerfort mit dem Ausräumen des Rohres zu thun hat.

Ist diese Bohrung beendet, so wird das Kanon nunmehr auch äußerlich vollständig abgedreht, wozu man, wie zum Bohren, sich der Wasserkraft oder der Dampfkraft bedient und mächtige Maschinen anwendet, welche im Stande sind, solche Lasten wie ein 24 Pfänder zu tragen.

Manchmal wird das umgekehrte Verfahren eingeschlagen, man dreht das Kanon zuerst ab und bohrt es alsdann. Es geschieht dieses in der Absicht, um zuerst die Oberfläche bloß zu legen, um dadurch beurtheilen zu können, ob das Stück Fehler habe. So kommen z. B. langgestreckte Höhlungen vor, welche durch Gasblasen erzeugt worden sind, die zwischen der Form und dem eingegossenen Metall emporgestiegen sind und die Spuren ihres Weges zurückgelassen haben bis zu der Stelle, wo sie sich durch die Form (durch die Poren derselben) befreit haben.

Es giebt ferner Stellen, die man Kammeru nennt, und die von einer unregelmäßigen Vertheilung des leichter schmelzbaren Metalles herrühren, welches sich da oder dort in Klumpen gesammelt hat. Das Kanon hat auch wohl Pocken oder Blattern, das sind ähnliche Höhlungen von geringer Größe, es hat auch wohl aschige Stellen, das sind Anhäufungen von Unreinigkeiten, die in dem Metall gewesen, die nicht sorgfältig genug durch den Gießmeister entfernt worden sind. Es giebt auch Zinnflecke, welche hervorgebracht werden durch kleine Ansammlungen einer harten Legirung von 20 bis 25 Prozent Zinn gegen 80 bis 75 Prozent Kupfer. Bilden sich solche Klumpen im Innern der Masse, so steigen sie immer bis in den verlorenen Kopf und sind dann ganz unschädlich, bilden sie sich aber an der Oberfläche, d. h. an der Wandung des Kanons und an den Wänden der Form, so können sie nicht ausweichen, und machen dann an der Stelle einen viel

betteren Fleck, geben aber überhaupt dem Kanon durch die Ungleichheit in der Masse einen großen Fehler.

Das Uebelste aber sind die Pfeifen. Diese Fehler geben zur Verwerfung des Stückes unbedingt Anlaß, es sind nämlich strohhalmdicke Röhren oder Pfeifen, welche von der Oberfläche nach dem Innern zu dringen und mitunter das ganze Stück durchsetzen; auch sie rühren von der Aussonderung des Zinnes her. Die feinsten derselben werden mitunter nur dadurch entdeckt, daß man in die Bohrung des Kanons Wasser füllt, dasselbe auf das Genaueste schließt und dann mittelst einer durch den Deckel getriebenen Schraube das Wasser zusammenpreßt. Unter diesen Umständen macht dasselbe sich Bahn, wo nur irgend die geringste Gelegenheit dazu geboten wird. Der feinste Spalt wird aufgefunden, und das zusammengepreßte Wasser bringt in einem feinen Strahl daraus hervor. Ein Kanon, bei welchem dieses geschieht, ist unbrauchbar, es pläzt bei irgend einer Gelegenheit, und zwar keinesweges immer beim ersten Schuß; aber es pläzt, und man ist bei jeder Entladung in Gefahr, durch die Stücke zerrissen oder zerschmettert zu werden.

Erst wenn das Kanon diese Untersuchungen tadelfrei überstanden hat, wird dasselbe vollendet und montirt, bei irgend einem bedeutenden Fehler wird es von Neuem eingeschmolzen, und da schon hierin ein Verlust liegt, so stellt man, um nicht auch noch die Kosten der Bearbeitung zu verlieren, die nöthigen Untersuchungen lange vor Beendigung der Arbeit an.

Glockengut, Spiegelmetall u. s. w.

Im Messing und im Rothguß sind die beiden wichtigsten Legirungen des Kupfers gegeben. Es sind jedoch noch eine Menge anderer bekannt, von denen wir die hauptsächlichsten anführen wollen.

Das Glockengut oder die Glockenspeise ist eine Legirung ganz von der Art, wie sie sich beim Kanonengießen freiwillig bildet, im Obertheile des verlorenen Kopfes. Dieselbe besteht aus 20 bis 25 Prozent Zinn und 80 bis 75 Prozent Kupfer, ist viel leichter schmelzbar als das Kanonenmetall, ist sehr spröde, sehr feinkörnig und außerordentlich klingend. Dieses letzteren Vorzuges wegen benutzt man dasselbe besonders zu Glocken und für große, wie für kleine scheint das gedachte Verhältniß das beste zu sein, wenigstens haben eine Menge von Versuchen, die man in anderer Richtung

machte, keinen besseren Erfolg gegeben. Ueber den Zusatz von Silber zum Glockengut wird so viel gefabelt, daß beinahe in jeder älteren Stadt dieselbe Legende wiederklingt, die nämlich, daß bei dem Guß der oder jener Glocke, welche einen so wundervollen Klang habe, der Meister nach dem Zusammenschmelzen des Metalles überzeugt worden, daß dessen nicht genug vorhanden, daß er dann die Vorübergehenden um einen Beitrag an Metall angesprochen habe, und daß die gläubigen frommen Seelen nun geschwinde ihre silbernen Becher oder Löffel oder gar ihr gesamtes Silberzeug herbeizutragen und in die Flammen geworfen haben.

Ist nun gar die Farbe des Metalles dieser Glocken sehr hell, so unterliegt es gar keinem Zweifel mehr, daß sie eigentlich aus lauter Silber bestehen. Man sieht es ja ganz unzweifelhaft durch das Kupfer hindurchschimmern.

Ist jemals etwas Wahres an solch' einer Anekdote, so hat der alte Glockengießer nur die Leute angeführt, hat von ihrer Leichtgläubigkeit eine Contribution genommen und das Silber nicht für die Glocke, sondern für sich eingeschmolzen. Es ist nicht der Zusatz von Silber, welcher den schönen Ton giebt, sondern die Form der Glocke, die gleichmäßige Stärke derselben und das Verfahren beim Gießen, indem von diesem die Dichtigkeit der Glocken abhängt, auch hier nämlich, wie bei jedem großen Stücke ist ein bedeutender Druck erforderlich, und darum wird über den Henkeln der Glocke eine möglichst lange Säule, ein verlorener Kopf gebildet, genau denselben Zweck habend, wie bei dem Kanon.

Soll das Metall der Glocke noch härter werden (wodurch die Höhe des Tones bedingt wird), so setzt man zu 78 Theilen Kupfer und 20 Theilen Zinn noch 2 Theile Antimon.

Bei dem englischen Glockengut spielt auch noch Zink und Blei eine Rolle, wozu dieses letztere, da es ja keinen Klang hat, dürfte schwer zu ermitteln sein, um so mehr, als es keinesweges das Kupfer hart macht, wie es durch das Zinn geschieht.

Das Gießverfahren ist beinahe ganz dasselbe, wie beim Guß der Kanonen. Nur sind die Mittel etwas feiner, das Material zu den Formen wird dichter genommen, das Modell wird sauber ausgearbeitet und das Metall während des Schmelzprozesses noch sorgfältiger gemengt, durchrührt, raffinirt und von allen Schlacken befreit.

Bei Tischglocken, ja selbst bei kleinen Glocken, wie sie für Kapellen, wie sie für Thurmuhren, für Locomotiven u. dergl. gebraucht werden, bedient man sich allerdings nur des Schmelztiegels, sobald die Glocke aber das Gewicht von einem Paar Centnern erreicht, ist es schon nicht mehr gut möglich, Tiegel anzuwenden, weil man sie nicht in solcher Größe hand-

haben kann und das Zusammengießen aus 4 oder 5 Tiegeln zu keinem anderen Resultate führen würde, als zur Trennung der Glocke in so viele Scheiben, als man Ziegel angewendet hat.

Die Chinesen sind berühmt durch die Verfertigung des Tamtams, das sind große ganz flache, wie Uhrgläser, aber nur sehr wenig gewölbte Schüsseln, mit einem etwa 2 Zoll hohen stark aufgebogenen Rande. Auf großen Theatern hat man dieselben und betrachtet sie als große Seltenheiten und Kostbarkeiten. Sie geben einen so durchdringenden Ton, sie sind so schreiend und lärmend, daß man sie beinahe ohrzerreißend nennen möchte, und das ist eben die Eigenschaft, wegen deren man sie hoch schätzt, für chinesische Musik gewiß höchst geeignet und unschätzbar, für unsere Musik jedoch von nur sehr zweifelhaftem Werthe.

Es ist lange ein Geheimniß gewesen, wie man dieselben wohl fabricirt. Die Legirung konnte wohl untersucht werden, und solche Untersuchung hat ergeben, daß ihr Metall ganz unserm Glockengut entspricht, nämlich 78 bis 80 Prozent Kupfer und 20 bis 22 Prozent Zinn, allein dieses macht es nicht, es ist die fernere Behandlung, welche den Ton hervorbringt, und er klingt so, als ob die Tamtams Ach und Weh schreien über diese Behandlung.

Die Instrumente werden rund in Scheibenform gegossen. Nach der Erstarrung werden sie in einen Ofen gebracht, bis zum Rothglühen erhitzt, dann zwischen zwei gleich große eiserne Scheiben gebracht und in kaltem Wasser aufgelöst.

Das Einklemmen zwischen die eisernen Scheiben hat nur zum Zweck, daß die Tamtams sich beim plötzlichen Abkühlen nicht verziehen sollen, auch wird dieser Zweck vollkommen erreicht.

Das an sich sehr spröde Metall ist durch diese Behandlung zähe und in der Kälte hämmerbar geworden. Es wird nunmehr geschlagen und zwar so, daß es in der Mitte dicker bleibt als am Rande, gegen den es immer schwächer verläuft, dann wird aber auch der Rand beinahe senkrecht aufgebogen, bei welcher Arbeit dieser Rand stets Risse bekommt. Sie sind nunmehr der Grund des entsetzlichen, schrillenden Aufschreies, den dieses Instrument von sich giebt, wenn es auch nur mäßig berührt wird.

Hat man sie bis zu diesem Punkte gebracht, so werden die Becken abermals bis zum Glühen erhitzt und dann langsam abgekühlt, wodurch sie eine Härte erhalten, wie dieselbe sonst den Kupferlegirungen nicht eigen ist.

Zu den interessanten Legirungen von Zinn und Kupfer gehört das Spiegelmetall. Alle diese Legirungen werden merkwürdiger Weise um so härter, je mehr des weicheren Metalles, je mehr Zinn sie enthalten. Die Legirung zu Spiegeln, welche ihre hohe Politurfähigkeit nur der Härte ver-

anken, werden zusammengesetzt aus 30 bis 35 Theilen Zinn und 70 bis 65 Theilen Kupfer. Man setzt ihnen bisweilen auch etwas Arsen zu, doch darf dieses niemals 2 Prozent übersteigen. Die theoretischen Ansichten übrigens stehen so wenig fest, daß man behauptet, selbst ein Zusatz von 10 Prozent Blei könne sehr dienlich sein, wenigstens hat man sehr gutes, eine schöne Politur annehmendes, chinesisches Spiegelmetall untersucht und darin gar kein Zinn gefunden, sondern bei 80 Theilen Kupfer und 10 Prozent Antimon noch 10 Prozent Blei. Der große Spiegel zu dem Telescop des Grafen Roß, ein mächtiges Instrument von 6 Fuß Durchmesser und von der allerherrlichsten Politur, hat 52 Prozent Kupfer und 48 Prozent Zinn. Der Zusatz von Zinn geht in vielen Fällen noch beträchtlich weiter, man nimmt z. B. zu weißen, beinahe silberähnlich aussehenden Tischklingeln, 80 Theile Zinn, 19 Theile Kupfer und 1 Theil Wismuth. Das metal d'algor, gleichfalls zu Tischglocken verwendet, hat auf 19 Theile Zinn nur 1 Theil Kupfer.

Ueber das Glockenmetall und das Gießen von Glocken hat Schaffheit seine Erfahrungen im Münchener Ausstellungsbericht niedergelegt. Er sagt, der Ton einer Glocke hängt ab von dem Durchmesser der Glocke, von ihrer Dicke, Steifheit oder Elastizität und von ihrer Schwere. Die Tiefe der Glocke nimmt bei übrigens gleichen Verhältnissen mit dem Quadrat des Durchmessers zu, und wenn Glocken von gleicher Materie in ihren Dimensionen in gleichen Verhältnissen zu- oder abnehmen, so verhalten sich die Töne derselben natürlich verkehrt, wie die Kubikwurzeln aus dem Gewicht derselben.

Es mag dieses außerordentlich wahr und gelehrt sein, doch ist die Darstellung wenigstens nicht eben sehr praktisch beschreibend; die wenigsten Glockengießer werden zugeben, daß Kubikwurzeln zum Glockengießen oder zum Ton derselben erforderlich seien und daß ihr Gebrauch irgend etwas an der nöthigen Arbeit ändern könne. Viele werden sogar behaupten, daß dergleichen Wurzeln in unseren Gegenden gar nicht wachsen, eine Versicherung, welche der Verfasser schon verschiedene Male von den niederen Forstbeamten vernommen, wobei er freilich seinen Ohren nicht traute und die Frage deshalb wiederholte, denn ein Forstbeamter soll allerdings wissen, wo die Kubikwurzeln wachsen. Beim Glockengießer ist dieses schon weniger nöthig und er wird uns mit Recht sagen, die Tiefe des Tones irgend einer Glocke könne nach Belieben vermehrt werden, wenn man sie dünner mache. Auf solche Weise stimmt man die Glockenspiele ab. Verkürzt man den Radius der Glocke dadurch, daß man ihren Rand abdacht, so wird der Ton höher. Läßt man die Größe der Glocke unverändert, dreht man sie aber von innen her aus, so daß die Metalldicke verringert wird, so wird

dadurch der Ton dieser Glocke tiefer. Will man aus einer gewissen Quantität von Glockenmetall eine Glocke von mehr Tiefe gießen, als eine andere Glocke von gleichem Gewichte besitzt, so darf man nur die Wandung der neuen Glocke schwächer machen, als die der alten ist, und das Metall, welches hierdurch erübrigt wird, anwenden, um dem Glockenmantel eine größere Länge zu geben, ihren Radius zu vergrößern. Unter „Radius“ ist die Linie verstanden, welche von dem Aufhängungspunkt der Glocke über die äußere Fläche hin bis nach dem unteren Rande gezogen werden kann (unter Durchmesser versteht man nicht, wie in der Mathematik, einen doppelten Radius, sondern man versteht darunter die Linie, welche man quer über die Oeffnung der Glocke an ihrer weitesten Stelle legen kann).

Die Schwankungen des Tones, das mitunter sehr störende Brummen der Glocke rühren daher, daß ihre Dicke so sehr ungleich gemacht werden muß, dort nämlich, wo der Klöppel anschlägt, muß die Masse der Glocke doppelte Stärke haben, als an anderen Stellen, und es ist unmöglich, daß der Klang einer solchen Glocke vollkommen rein sei. Den schönsten Klang haben die Glasglocken, bei denen die Gleichheit der Masse sich von selbst ergibt. Nur kann man sie freilich nicht als Kirchenglocken benutzen.

Neuere Untersuchungen haben gezeigt, daß z. B. sehr berühmte Glocken von einem außerordentlich schönen Tone sehr einfach zusammengesetzt sind, z. B. aus 100 Theilen Kupfer und 50 Theilen Zinn, andere sind wieder durch die Höhe ihres Tones und den weichen, milden Klang berühmt geworden und man hat geglaubt, daß Silber dabei die Hauptrolle spiele, so bei der großen Glocke zu Rouen, welche die Silberglocke heißt und welche mindestens zur Hälfte aus Silber bestehen soll. Französische Autoritäten haben Proben von dem Metall dieser Glocke genommen und es haben sich in 105 Grammen gefunden 76 Theile Kupfer, 26 Theile Zinn, 1,8 Zink und 1,2 Eisen, aber auch nicht die geringste Spur von Silber, obwohl der Glockengießer die Stadt Rouen tüchtig gebrandschmägt hat. Ein Franzose, der dem Verfasser diese Bemerkung machte, äußerte, daß er sich über einen solchen Befund gar nicht wundere, die Glocke sei sehr alt, das Silber werde sich wohl in der langen Zeit verflüchtigt haben.

Eine neuere Analyse derjenigen Glocken, welche in Paris tausendweise gefertigt werden, um damit die Standuhren auszustatten, ergibt, daß sie aus 72 Theilen Kupfer, 26½ Theilen Zinn und 1½ Theilen Eisen bestehen.

Die Legirung von 100 Theilen Kupfer mit 33 bis 66 Theilen Zinn bildet das gewöhnliche Glockenmetall von gelblicher oder weißgrauer Farbe. Es ist gleichfalls sehr wohlklingend, doch wird es nicht für so gut gehalten, als das so eben angegebene Glockenmetall.

Zu Spiegeln bedient man sich einer ganz ähnlichen Legirung, lediglich aus Kupfer und Zinn bestehend. Man nimmt auf 100 Theile Kupfer 50 Theile Zinn. Die Legirung ist beinahe völlig weiß, äußerst spröde, sehr schwer zu drehen, desto bequemer zu schleifen, und sie nimmt eine vortreffliche Politur an. In Frankreich wird dieses Spiegelmetall so bereitet, daß man das Kupfer und das Körnerzinn, jedes besonders schmilzt, dann zusammengießt, mittelst eines hölzernen Spatels innig zusammenmengt und dann in die Formen bringt, welche schon genau die Größe des Spiegels haben und wenn es Hohlspiegel sind, auch bereits die hohle Fläche in den richtigen Verhältnissen zeigen. Diese, zur Spiegelfläche bestimmte, ist immer die untere Seite, welche mit der Form, die oben offen ist, in Berührung steht. Hier bildet sich eine besonders harte Haut, welche man zwar angreifen muß, um eine reine Fläche zu erhalten, welche aber durch Drehen zu entfernen, man sich sehr wohl hütet, denn sie ist diejenige, welche die mehrste Härte hat und die schönste Politur annimmt.

Auf den englischen Schiffen werden sehr viele Spiegelinstrumente, Sextanten zc. gebraucht. Wir stellen die dazu nöthigen Spiegel aus Glas her, dessen beide Seiten vollkommen parallel geschliffen werden, in welchem Fall sie nicht eine Spur von Doppelbildern zeigen. Die Engländer verstehen dieses entweder nicht, oder es liegt ihnen viel mehr an der Dauerhaftigkeit eines solchen Instrumentes als uns armen Bewohnern des Festlandes, sie machen deshalb ihre Spiegel von Metall. Dazu werden vorläufig Versuche gemacht, um die weißeste Legirung zu erhalten; solche Vorarbeiten sind nöthig, da jede Sorte Kupfer eine andere Menge Zinn fordert, um dem gewünschten Zweck zu entsprechen. Im Mittleren verhält sich das Zinn zu Kupfer wie 1 zu 2, meistens etwas weniger, niemals aber mehr.

Hat man das richtige Verhältniß gefunden, so schmilzt man 32 Theile Kupfer, 1 Theil Messing und 1 Theil Silber zusammen, indem man die Oberfläche mit schwarzem Fluß bedeckt (siehe Theil III. Seite 427).

Wenn alles wohl zusammengeschmolzen ist, wird die Legirung mit einem hölzernen Stabe sorgfältig umgerührt, um eine innige Mischung hervorzubringen, dann wird soviel Zinn hinzugesetzt, als man ermittelt hat, das beste Weiß gebend, etwa 15 Theile, nie über 16. Man rührt nunmehr nochmals alles durcheinander, und gießt hierauf die Mischung in kaltes Wasser. Gleich herausgenommen, wird sie von Neuem eingeschmolzen, und zwar bei einer so niedrigen Temperatur als irgend möglich. Ist die Legirung in Fluß gekommen, so wickelt man den 16. Theil eines solchen Mischungstheils Arsenik fest in Papier und drückt dasselbe bis auf den Boden des Tiegels. Das Papier ist natürlich in einem Augenblick ver-

zehrt, der Arsenik wird reducirt und geht als Arsenmetall in die Mischung ein. Um dieses in möglichster Gleichförmigkeit zu bewerkstelligen, wird das Umrühren mit Holz so lange fortgesetzt, als sich noch Arsendämpfe entwickeln. Nun wird die Legirung auch sogleich in die erforderlichen Formen gegossen, welche stark angewärmt worden sind, auch auf einem Bett von beinahe glühend heißer Asche liegen und unmittelbar nach dem Guß reichlich mit heißer Asche bedeckt werden. Hierdurch wird erstens bewerkstelligt, daß das Metall eine mehr als gewöhnliche Härte und folglich eine bessere Politur annimmt, zweitens aber auch hauptsächlich die Gefahr des Springens vermieden, welche bei schnell abgekühltem Guß immer vorhanden ist. Die Legirungen des Kupfers sind in neuerer Zeit doppelt wichtig geworden, indem bei weitem mehr Maschinenteile von Bronze gemacht werden, als sonst. Die Axenlager der Lokomotiven, die Zapfenlager der Maschinen, die Lagerfutter für Lenkstangen, die Dampfskolben an Lokomotiven u. s. d. fordern alle Legirungen aus Kupfer, Zinn und Zink. Man hat nun versucht, die günstigsten Verhältnisse herauszufinden, und es hat sich ergeben, daß für die genannten Gegenstände auf 100 Pfund Kupfer 16 bis 22 Pfund Zinn, 2 bis 12 Pfund Zink genommen werden müßten. Die Dampfskolben zu Lokomotiven enthalten auf 100 Pfund Kupfer nur 3 Pfund Zinn und 10 Pfund Zink. Bei fünf verschiedenen Eisenbahnen, sämmtlich preussischen, hat man den Rothguß von 84 Prozent Kupfer, 8 Prozent Zinn, 4 Prozent Zink und 4 Prozent Blei als bewährt gefunden. Auf der Westphälischen Eisenbahn hat man Rothguß von 84 Theilen Kupfer und 16 Theilen Zinn bei schwerer Belastung, dagegen Weißguß von 7 Prozent Kupfer, 82 Prozent Zinn und 11 Prozent Antimon bei leichter Belastung angewendet und es sind auf solchen Axenlagern 7000 Meilen durchlaufen worden, ohne daß die geringste Reparatur erforderlich war.

Interessant ist noch eine Legirung zum Löthen langer Messingröhren, besonders wenn dieselben nach dem Löthen noch gezogen werden sollen. Diese Legirung besteht aus 78 Theilen Messing, 17 Theilen Zink und 5 Theilen 16löthigen Silbers. Das Loth fließt außerordentlich sanft und gleichmäßig und kommt hinsichtlich seiner Dehnbarkeit fast dem Silberlothe gleich.

Bekanntlich wird Borax immer zu der Löthung als Flussmittel angewendet, sobald dieser zu schmelzen beginnt, erhält das Loth eine goldähnliche Färbung, spiegelt und fließt sogleich wie geschmolzenes Fett glatt und schnell, bis in die feinste Stelle der Naht eindringend. Beim Gebrauche des Borax zu dieser Art von Loth setzt man demselben 2 Prozent höchst fein pulverisirter Glasgalle zu.

Wie groß die Dehnbarkeit eines solchen Lothes sei, lehrt der Erfinder

desselben, Appelbaum, durch folgenden Versuch. Es wurde über einem Dorn von $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser ein Stück guten Messings zu einer kurzen Röhre zusammengelöthet. Nach dem Erkalten wurde es gehämmert und nach und nach über immer weitere Dorne geschoben und immerfort von Neuem gehämmert, bis endlich ein Dorn von $1\frac{1}{2}$ Zoll darin Platz hatte, das gelöthete Blech also auf mehr als seine doppelte Ausdehnung gestreckt war. Nachdem nunmehr das Rohr abgedreht war, konnte man die Naht mit bloßen Augen durchaus nicht finden, es gehörte schon eine starke Vergrößerung dazu, um sie zu entdecken. Um dieses Loth darzustellen, wurden immer gut gereinigte Abfälle von Messingblech angewendet, niemals frisches Messing aus Kupfer und Zink bereitet, weil hierbei stets eine nicht zu berechnende Verflüchtigung von Zink stattfindet, was bei dem fertigen Messing sehr viel weniger der Fall ist.

In den Vereinigten Staaten stellt man jetzt Versuche mit einer Legirung aus Kupfer und Nickel Behufs der Prägung von Scheidemünzen an, dieselben sollen leichter sein, als solche von Kupfer, sollen mehr Widerstandsfähigkeit besitzen und sich noch durch ein viel besseres Aussehen auszeichnen. Es scheint dieser Gedanke so weit ein ziemlich glücklicher, als es sich um einen Zusatz zum Kupfer handelt. Würde man ihn statt des Kupfers zum Silber fügen wollen, wie es in der Schweiz geschieht, so würde dies jedenfalls verwerflich sein, denn die silbernen Scheidemünzen, welche durch eine überaus reiche Versetzung mit Kupfer so weit ausgedehnt werden sollen, daß man 1 Loth Silber auf den Werth von $2\frac{1}{2}$ Thalern bringt, sehen zwar nach kurzem Gebrauche röthlich aus, aber die in gleichem Verhältniß mit Nickel versetzten haben, abgesehen davon, daß sie viel theurer zu stehen kommen, nach kurzem Gebrauche kein schöneres, sondern viel schlechteres Ansehen. Sie haben die Farbe von verzinnem Messingblech, von welchem durch die fleißige Hand der Köchin das Zinn abgeseuert worden ist, sie sehen also aus, wie ein verzinnt gewesener messingener Kessel, was gewiß nicht schön genannt werden kann. Der größere Uebelstand aber ist, daß dieses Silber sich aus den Nickellegirungen nicht wieder ausscheiden läßt.

In einem sehr geschätzten Werke: „La Chine ou description générale des moeurs, des arts etc. par J. F. Davis“ (der Verfasser besitzt nur die Uebersetzung in's Französische durch Pichard, kann daher das englische Original nicht citiren), befindet sich eine genaue Angabe über das Münzmetall der Chinesen, das sogenannte Weiskupfer, welches von jeher die Aufmerksamkeit der Techniker erregt hat. Davis sagt, es sei eine Verbindung von Kupfer, Zink und Eisen mit einem wenig Silber und auch wohl etwas Nickel. Er beschreibt die Darstellung aus den gepulverten Erzen,

welche, mit Kohlenstaub gemischt, in Tiegeln über ein schwaches Feuer gestellt werden, da man dann die Dämpfe im Wasser verdichtet. Dies ist aber nicht die Darstellung einer Legirung, sondern es ist die chinesische Methode, das Zink aus seinen Erzen durch Destillation zu gewinnen. Die beste oder berühmteste Legirung der Chinesen ist das Packong, welches wir gewöhnlich Packong nennen; es besteht aus Kupfer mit einem Zusatz von 32 Prozent Nickel und hat die Farbe des 12löthigen Silbers.

Die Chinesen bedienen sich dieser Nickellegirungen aber nicht zu Münzen, sondern sie wenden entweder reines Silber zu den großen Stücken von nahezu 2 Thalern Werth an, oder sie nehmen eine Legirung von viel Zink, wenig Kupfer und etwas Blei. Diese Münzen heißen Tschou und es gehen ihrer 1000 auf ein solch' großes Geldstück von einer Silberunze. Die Prägekosten waren aber viel größer als der Nennwerth oder der wirkliche Werth dieser kleinen Münzen, das betrügerische chinesische Volk, dem die Spitzbüberei angeboren zu sein scheint, verschmäht es aber nicht, selbst diesen geringfügigen Gegenstand von dem Werthe eines halben Pfennigs zu verfälschen oder falsches Geld an seine Stelle zu setzen. Sie gießen kleine Bleistücke und geben sie den Unkundigen als Geld mit. Um das Zählen überflüssig zu machen, werden dieser Dinge immer 100 auf eine Schnur oder Draht gereiht, wozu in der Mitte derselben ein viereckiges Loch befindlich ist. Diese, wie alle chinesischen Münzen, sind nicht geprägt, sondern gegossen.

Die Sage von den eisernen Münzen des Pylurg hat sich in China verwirklicht, es giebt daselbst Münzen aus Gußeisen, ebenso mit einem Loch versehen und mit chinesischen und tartarischen Inschriften auf beiden Seiten.

Eine irgendwie festgestellte Komposition Behufs der Darstellung der Münzen sieht man in China nicht, sie bestehen aus Kupfer, Zinn, Antimon, Arsen, Blei, Zink, Nickel und Eisen in den aller verschiedensten Verhältnissen und bald aus mehr, bald aus weniger von den hier aufgeführten Metallen zusammengesetzt.

Einige Sorten der chinesischen Münzen scheinen schon seit mehreren Tausend Jahren gleich geblieben zu sein.

Zu anderen Zwecken bedient man sich gleichfalls der Legirungen von Kupfer und Zinn, oder auch dieser unter Zusatz von Zink und sogar noch von Blei. Vorzugsweise wendet man solche Metallmengungen zu Bugen, Stäben und Agenlagern an, indem man von dem Gedanken ausgeht, daß eine äußerst harte Substanz auf einer weichen, aber zähen Substanz, daß z. B. eine Axt von gehärtetem Stahl auf einem Lager von Rothguß bei weitem weniger Reibung habe, als wenn beide Theile aus gleichen Metallen gemacht sind.

Obwohl man noch immerfort an dergleichen Gegenständen künstelt, so hat doch nachgerade die Erfahrung gelehrt, daß Stahl auf Stahl, und zwar beide gehärtet, den entschiedensten Widerstand leisten. Allerdings darf man nicht vergessen, daß es ein vollkommen gleichmäßiges Metall sein müsse, was man anwendet, also z. B. guter Gußstahl. Würde Aze oder Lager von iserigem Cementstahl gemacht werden, so würde bald ein so ungleichartiges Auslaufen der beiden sich reibenden Maschinentheile eintreten, daß sie nicht mehr rund, sondern vielfältig ungleichmäßig eckig würden.

Unter den Legirungen des Kupfers tritt noch eine als technisch bedeutsam hervor, das ist das sogenannte Schlageloth oder Hartloth. Wenn man nämlich Kupfer löthen will, kann man sich unbedenklich der Legirung bedienen, welche man Messing nennt, aber wenn man Messing löthen will, muß man jedenfalls eine Legirung haben, die leichter schmilzt als Messing, denn wäre dieses nicht der Fall, so würde der gelöthete Körper mitsammt dem Lothe zusammenfließen und man bekäme statt eines geschlossenen Gegenstandes ein Klümpchen Metall aus dem Feuer.

Um solch' ein Loth zu bereiten, nimmt man gewöhnlich dasjenige Metall, welches gelöthet werden soll, zur Grundlage, und setzt diesem ein leicht schmelzbares Metall zu. Für Messingloth also nimmt man Messing und Zink, für Rothguß nimmt man Rothguß und Zinn. Zwei Theile Messing und ein Theil Zink sind für die gewöhnlichen Verbindungen für Messing das angemessenste Verhältniß, man kann auch Stahl damit löthen, falls ein großer Widerstand gefordert wird z. B. zu Brillengestellen, zu Federhaltern u. dgl. Soll Kanonenmetall gelöthet werden, so setzt man zu drei Theilen desselben einen Theil Zinn oder man nimmt 5 Theile Rothguß, einen Theil Zinn und zwei Theile Zink. Eine sehr feste Legirung wird Silberloth genannt, weil sie wirklich Silber enthält, hauptsächlich aber, weil sie zum Löthen von Silber angewendet wird und das Schlagen, das Hämmern erträgt. Diese Legirung besteht aus 6 Theilen Messing, 5 Theilen Silber und 1 Theil Zink.

Neusilber.

In neuerer Zeit hat sich ein Metall bekannt und berühmt gemacht, welches nachgerade das Silber aus den Haushaltungen zu verdrängen droht, es hieß zuerst Chinasilber, und heißt jetzt allgemein Neusilber. Es

ist jenes weiße Metallgemisch, welches aus China unter dem Namen Packfong als Handelsartikel, wenn auch nur ziemlich beschränkt, zu uns kam. Durch den Chemiker Eugström wurde schon im Jahre 1776 entdeckt, daß es aus Zink, Nickel und Kupfer bestehe. Von da an hat man sich vielfältig damit beschäftigt, dieses Metallgemisch, wenn schon in anderen Verhältnissen, nachzuahmen, aber es dauerte länger als 60 Jahre, bevor sich dasselbe so einbürgerte, daß es unter dem Namen Neusilber oder Argentau für Haushaltungsgegenstände in Gebrauch kam. Von da an verbreitete sich dasselbe aber so sehr, daß man jetzt nur noch in vornehmen Häusern mit silbernen Löffeln und Gabeln speist. Das Neusilber hat sie verdrängt und hat sich auch als Präsentirteller breit gemacht, ist zu Thee- und Kaffeekannen aufgeschwollen, hat die Form von Lampen angenommen, wird zu Draht gezogen, zu Tafeln ausgewalzt u. s. w.

Anfangs glaubte man dasselbe nur an Stelle des Kupfers benutzen zu können, um daraus Geschirre zu machen, welche versilbert oder plattirt werden sollen. Das Kupfer hat hierzu nämlich nicht gerade die beste Farbe, denn sobald ein Theil des Silberüberzuges abgenutzt ist, schimmert der bis dahin verborgen gewesene Schelm durch, es röthet sich, es fängt an sich zu schäumen, wie die österreichischen Silbermünzen kleinerer Art, (jetzt freilich legirt man dieselben nicht mit Kupfer, sondern mit einem weißen Metall, wie Zinn oder Blei, daher auch der schlechte Klang derselben, welcher viele Leute veranlaßt, dieselben nicht zu nehmen, bei der preussischen Bank ist ihre Annahme sogar verboten).

Bei Anwendung von Neusilber als Unterlage für plattirte Waaren weicht man diesem Uebelstande aus, denn nutzt sich auch die feine, dünne Silberschicht ab, so ruht doch unter derselben ein beinahe gleichfarbiges Metall, welches die Täuschung zu entdecken verhindert. Dieselbe würde übrigens vollkommen sein, wenn die Fabrikanten mit demjenigen Metalle, welches die weiße Färbung hervorbringt, nicht gar zu sparsam wären. Dieses Metall heißt Nickel, es wird mit Kupfer und Zink vereinigt. Diese beiden letzteren sollen in der fertigen Masse sich wie 8 zu 3 verhalten, da aber Zink verdampft, so nimmt man immer auf 8 Theile Kupfer $3\frac{1}{2}$ Theile Zink. Zu dieser Legirung, welche man einfach als Messing bezeichnen kann, setzt man Nickel, in der Regel zu wenig, da dann die Legirung gelb bleibt. Ein solches Verhältniß ist zu 8 Theilen Kupfer und $3\frac{1}{2}$ Theilen Zink nur 2 Theile Nickel, man kann es deshalb auch nur zu ganz gewöhnlichen Artikeln verwenden. Ganz anders wird die Legirung, wenn man 3 Theile Nickel beigiebt. Die Farbe gleicht der des zwölfstüthigen Silbers und ist daher namentlich für Pferdegeschirr und alles Aehnliche, ferner für Lampen, Präsentirteller und solche Gegenstände, die stark ver-

unreinigt und deshalb nicht bloß gewaschen, sondern gepuht werden müssen, sehr zu empfehlen. Es ist nämlich nicht zu übersehen, daß selbst diese Legirung anläuft und dadurch einen unangenehmen, gelblichen Schimmer erhält, welcher das Unächte des Fabrikats sogleich verräth. Setzt man aber zu der vorhin gedachten Messingmasse 4 Theile Nickel, d. h. halb so viel, als man Kupfer nimmt, so erhält man eine Legirung, welche dem allerfeinsten Silber gleichkommt, ja vor demselben noch einen bedeutenden Vorzug hat, den nämlich, bei weitem nicht so leicht anzulaufen, ja sogar von Ausdünstungen, welche Schwefelwasserstoff enthalten, nicht in dem Grade und nicht in der kurzen Zeit geschwärzt zu werden, wie eben das Silber.

Es ist von wesentlicher Wichtigkeit, daß die Metalle rein seien. Das Zink ist zwar gewöhnlich rein genug, das Kupfer aber darf nur in jener Sorte angewendet werden, welche alle möglichen Reinigungsprozesse durchgemacht hat. Man wählt daher, wenn man sich vor analytischen Untersuchungen scheut, möglichst dünn gewalztes Kupferblech, aus dem einfachen Grunde, weil unreines Kupfer sich nicht zu dünnen Blättern strecken läßt.

Das Nickelmetall ist schwer schmelzbar und deshalb in dieser Form nicht leicht mit dem Messing zu vereinigen; um dieses zu ermöglichen, wendet man dasselbe entweder als sehr feines Pulver an, welches man in kleinen Quantitäten in die bereits geschmolzene Legirung trägt, oder man schlägt es aus einer Auflösung nieder, wodurch es noch viel feiner vertheilt wird und so leichter in die Verbindung eingeht.

Eine andere Art der Bereitung wird durch Zitel im polytechnischen Centralblatt mitgetheilt. Man soll zuerst $3\frac{1}{2}$ Theile Zink mit 4 Theilen Kupfer zusammenschmelzen, so daß sich eine vollkommen gleichmäßige Masse bildet. Dieselbe wird auf große Tafeln gegossen, damit man das Metall recht dünn bekomme und leicht in Stücke zerbrechen könne. Der erforderliche Zusatz von Nickel 4 Theile oder 3 Theile wird mit der anderen Hälfte des Kupfers in möglichst kleinen Stücken in einen Tiegel gebracht, mit Steinkohlenpulver und mit Talg bedeckt und von da an, wo die Schmelzung eingetreten ist, so lange umgerührt, oder noch besser, aus einem glühenden Tiegel in den anderen gegossen, bis ein ganz gleichmäßiger Fluß entstanden ist. Die Decke von Kohle wird immer erhalten und erneuert, und wenn die Schmelzung vollendet ist, erst das Messing in kleinen Stücken zugefetzt, gleichfalls unter stetem Umrühren und Durcheinanderarbeiten. Der Inhalt des Tiegels wird nunmehr in Platten oder runde Stangen gegossen, je nachdem man Blech daraus walzen oder Draht ziehen will.

Die größte Schwierigkeit, welche man bei Bereitung des Neusilbers zu überwinden hatte, war die Befreiung des Nickels vom Arsen. Dieses

Metall macht das Nickel und in Folge dessen das Neusilber äußerst spröde und es hat auch die unangenehme Eigenschaft, sehr stark bräunlich anzulaufen. Neuerdings hat man aber in Nordamerika gewaltige Lager von ziemlich reinem, arsensfreiem Nickelerz gefunden, welches ein bedeutender Ausfuhrartikel geworden ist, da der äußerst niedere Zustand der Industrie in Nordamerika die Verarbeitung desselben nicht gestattet.

Die Fabrication von Neusilber ist in Deutschland so groß und so schwunghaft geworden, daß sie die Aufmerksamkeit der Engländer auf sich gezogen hat und dieselben seit einiger Zeit beträchtliche Fabriken von German Silver, so nennt man daselbst das Neusilber, angelegt haben. Wenn die Engländer sich einmal auf einen Fabriczweig legen, so geschieht es gewöhnlich mit gewaltigen Geldmitteln; daher kommt es, daß die deutsche Fabrication unter der englischen zu leiden beginnt, nicht sowohl, weil sie die Concurrenz nicht ertragen könnte, als vielmehr, weil der Verbrauch an Nickel, den England macht, den Preis dieses Rohmaterials so sehr gesteigert hat, daß die deutschen Fabriken dasselbe nicht mehr im richtigen Verhältniß anwenden können, indem das Fabrikat dadurch zu theuer wird und also keinen so guten Absatz mehr findet. In England ist dieses umgekehrt, je theurer eine Sache ist, desto leichter findet sie Absatz, denn der Engländer wirft gern sein Geld fort, wenn er mit dieser Narrheit prahlen kann, sonst weiß er es so gut zusammenzuhalten als irgent ein Anderer.

Da die mehrsten Leute wissen, daß Nickel selten oder nie frei von Arsenik ist, so hat sich die Meinung ausgebildet, der Gebrauch neusilberner Gegenstände sei nachtheilig für die Gesundheit. Dieses würde sich nicht bestreiten lassen; aber erstens ist schon gesagt worden, daß die Gegenwart von Arsen die Legirung so spröde macht, daß sie nicht bearbeitet, namentlich nicht gewalzt oder gezogen werden könne, zweitens haben aber sorgfältige Analysen gezeigt, daß erstens solche schädliche Stoffe im Neusilber gar nicht vorhanden sind, daß aber zweitens saure Speisen und ähnliche Sachen, welche auf die Metalle verändernd wirken, das Neusilber viel weniger angreifen, als das echte Silber, von Kupfer oder Messing gar nicht zu reden.

Umwandlung von Legirungen.

Während der französischen Revolution brauchte man keinen Gott, und folglich auch keine Glocke, um die Gläubigen in seine Tempel zu versammeln, wohl aber brauchte man viele Kanonen und hatte wenig Kupfer. Die Glocken zu Kanonen umzugießen, wie man sich da und dort erzählt, daß es der König von Schweden im 30jährigen Kriege gethan habe, ist nicht ganz so leicht, wie es aussieht. Wenn ein gewisser Zusatz von Zinn (10 Prozent) das Kupfer zähe macht, so wird es durch einen großen Zusatz von Zinn, wie dasselbe bei den Glocken des Klanges wegen erforderlich ist (45 bis 50 Prozent), nicht mehr brauchbar sein, da das Kupfer, statt zähe zu sein, spröde geworden ist. Der französische Chemiker Fourcroy gab in der damaligen Zeit ein Verfahren zur Scheidung des Kupfers an, welches befolgt worden ist, und welches sehr gute Resultate lieferte. Wir führen dasselbe an, nicht weil man jetzt wieder beginnen dürfte, aus Glocken Kanonen zu gießen, sondern weil es überhaupt nicht unwichtig ist, unbrauchbar gewordene Metallmischungen trennen zu können.

Der Prozeß beginnt damit, daß man eine beliebige Menge Glockenmetall, zu kleinen Stücken zerschlagen, in einen Flammenofen bringt, vollkommen oxydiren läßt und das Oxyd fein pulverisirt.

Man schmilzt nunmehr eine zweite Portion des Metalles und setzt ihm die Hälfte seines Gewichtes von dem vorher gewonnenen Oxyde zu, steigert dann die Hitze und rührt die Masse während einiger Stunden gut durch einander, bei einem solchen Hitzegrade, daß die Legirung ziemlich dünnflüssig wird. Nach und nach verbindet sich das Oxyd mit dem in der Legirung enthaltenen leicht oxydirbaren Zinn, und macht das Kupfer von demselben frei, so daß nach kurzer Ruhe die Sohle des Ofens mit klar geschmolzenem Metall bedeckt ist, auf dessen Oberfläche die Oxyde in einer teigigen Beschaffenheit schwimmen; sie werden durch große Kraken entfernt, und dann wird das Kupfer abgezogen. Man erhält auf diesem Wege aus 100 Pfund Glockenmetall immer etwas mehr als 50 Pfund Kupfer, welches höchstens 1 Prozent fremder Substanzen enthält.

Von dieser Operation sind eine große Masse Schlacken (viel über die Hälfte des Gewichtes, da sowohl die Operation dieselben vermehrt, als auch des Oxydes eine beträchtliche Menge aus der ersten Operation zugefetzt worden ist) übrig geblieben, welche noch sehr viel Kupfer enthalten und alles Zinn, das beiden Portionen zugefetzt gewesen ist. Man pocht die Schlacken und vereinigt sie mit dem halben Theile ihres Gewichtes

pulverisirter Holzkohle. Die so gemengte Masse wird nun unter großen sich wälzenden Steinen gemahlen und alsdann in einem Flammenofen sehr kräftiger Hitze ausgesetzt. Es wird hierdurch eine Reduction eingeleitet, die Kohle nimmt den Sauerstoff auf und entweicht mit ihm als Kohlen- säure, es geht aus der Schmelzung hervor eine Legirung von 60 Theilen Kupfer und 40 Theilen Zinn.

Mit dieser Legirung wird nun wieder so verfahren, wie mit der ursprünglichen, man zerstückelt das Metall, röstet es in einem Flammen- ofen, und die Schlacken und Oxyde, welche sich beim Zusammenschmelzen an der Oberfläche bilden, werden so lange abgestrichen, bis man entweder die zinnreiche Legirung so weit hinuntergebracht hat, bis sie Kanonengut darstellt, oder bis die Operation, noch weiter getrieben, schließlich beinahe reines Kupfer übrig läßt.

Die Oxyde werden immer von neuem benutzt, um frische Quantitäten Glockenmetall ihres Zinnes zu berauben.

Der französische Gelehrte Bréant hat das Verfahren sehr vereinfacht und auf den uns bekannten Prozeß der Ausfäigerung zurückgeführt. Die Legirung, welche man umwandeln will, wird in Stücke zerschlagen und in einem Flammenofen der Glühhitze, aber nicht der Schmelzhitze ausgesetzt. Es trennt sich hierbei das Zinn von dem Kupfer, es schmilzt in Tropfen aus und fällt auf den Heerd des Ofens; damit das Zinn dort nicht ver- weile und verbrenne, so ist die Sohle des Ofens stark geneigt, es fließt mithin ab und wird außerhalb des Ofens aufgefangen. Nach der Opera- tion bleibt eine schwammige Masse zurück, die zwar nicht reines Kupfer ist, aber doch sehr viel weniger Zinn enthält als früher, und die daher zu Kanonengut wohl zu verwenden ist.

Von vielen Technikern wird übrigens die Möglichkeit, so zu verfahren, bestritten; sie sagen, das Zinn trenne sich nicht so, wie das Blei, vom Kupfer, der Verfasser hat hierüber selbst keine Erfahrungen gesammelt, das aber ist richtig, daß eben jener Bréant ein Verfahren erdacht hat, um die Schlacken und die Oxyde, welche aus früheren ähnlichen Operationen übrig geblieben waren, zu benutzen, und daß er viele Millionen Centner, welche man sonst als beinahe wertlos fortwarf oder den Centner für einen hal- ben Groschen verkaufte (5 Centimes), zu dem achtfachen Preise zurückkaufte und reducirte. Die zermahlene Schlacke wurde mit der Hälfte ihres Ge- wichts Kohle vermengt und durch einen Zuschlag von zerquetschten Austerschalen und Bouteillenglas im Flammenofen der Schmelzhitze ausgesetzt. Die Kohle bewirkte Reduction und die Flußmittel Glas und Kalk verhin- derten eine neue Oxydation. Hier wurde nun eine Legirung gewonnen, welche, wie natürlich, bedeutend mehr Zinn enthielt, als das Glockenmetall,

von welchem sie ursprünglich herrührte, welche jedoch auch so reich an Kupfer war, daß es der Mühe lohete, eine Sonderung vorzunehmen, und diese geschah auf die eben gedachte Weise durch Ausfäigerung, welche hier wirklich gelang und nicht bloß in der Phantasie des Erfinders ihren Sitz hatte,

Benutzung des Kupfers zu galvanischen Niederschlägen. Galvanismus.

Ein berühmter französischer Professor giebt dem Zufall das Prädikat Majestät, indem er sagt: Seine Majestät der Zufall habe das Großartigste geleistet, was je ein Herrscher auf Erden vermocht, ja er habe das Wichtigste in allen anderen Leistungen überboten; und es ist gewiß wahr daß die mehrsten und die wichtigsten Erfindungen nicht dem Nachdenken, sondern einzelnen oft ganz unbedeutenden Zufälligkeiten ihren Ursprung verdanken; auch in der Lehre von der Electricität sehen wir dieses bestätigt. Aloysius Galvani, ein Chirurgus und Professor in Bologna, hätte gar nichts für die Wissenschaft und für die Lehre von der Electricität gethan, wenn nicht der Zufall gewollt hätte, daß seine Gattin, viel geschiedter und geistreicher als er, in dem Zimmer, in welchem Galvani Vorlesungen hielt, das Abendbrot bereitet hätte, das aus Froschschenkeln bestand, welche man mit Ausnahme Griechenlands im ganzen südlichen Europa sehr gern ißt und in Oesterreich und Baiern sogar als ganz besondere Delikatesse betrachtet.

Der Mann trug etwas vor, was nicht bloß seine Zuhörer, sondern auch die Frau interessirte. Im Begriff, zur Küche zu gehen, um die abgezogenen, auf einer zinnernen Schüssel liegenden Froschschenkel zu braten, verweilte sie doch noch bei dem Vortrage und spielte gleichzeitig mit dem Messer, welches ihr gedient hatte, die Froschschenkel abzuziehen, auf der zinnernen Schüssel.

Es traf sich zufällig, daß sie gleichzeitig die Schüssel und einen Frosch berührte, und siehe, das halbirte Thier, längst schon todt, begann entsetzlich zu zucken und sich lang auszustrecken, als ob es jetzt erst stirbe.

Die Frau sah mit Erstaunen, was vorging, und zog das Messer zurück, und augenblicklich kam der Frosch wieder in seine frühere passive Lage. Sie bemerkte, daß die Zuckungen durch sie hervorgebracht waren, durch die Berührung des zerschnittenen Thieres mit dem Stalpell. Sie wiederholte diesen Versuch bei demselben oder bei einem andern Bruchstück eines

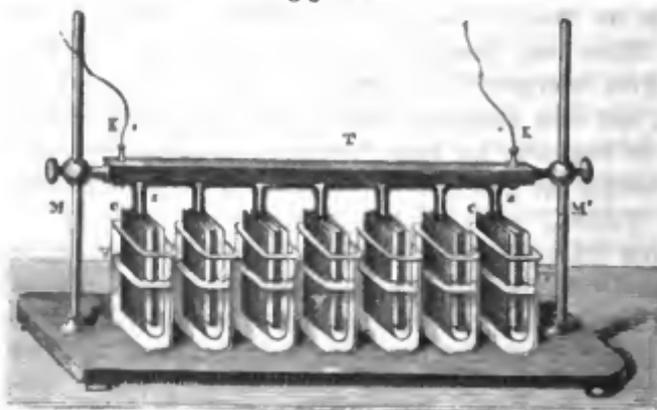
Thieres. Ihr gelehrter Herr Gemahl hätte das vielleicht nicht gethan, dafür war er aber auch ein Gelehrter, was konnte der noch Neues lernen? Seine Frau war nicht gelehrt, aber sie war geschickt und geistreich und darum verfolgte sie die Erscheinung und machte sofort ihren Gatten darauf aufmerksam.

Da es gerade die Electricität war, über welche er einen Vortrag hielt, so erklärte er die Erscheinung für eine elektrische, zugleich aber erschien sie ihm bedeutend genug, um sie seiner Frau zu entreißen, deren er in den vielen Schriften, die er über diesen Gegenstand verfaßt, nie mit einer Silbe gedacht hat.

Er sagte hier: „Ich habe eine große Entdeckung gemacht, ich habe die thierische Electricität erfunden“, er! nicht seine Frau. Aber seine Zeitgenossen waren gerechter gegen die geistreiche Dame als ihr Gatte. Sie haben ihr Andenken und sie haben die Erinnerung an ihre Thätigkeit bewahrt, und der Verfasser hat in seinen Jugendjahren aus dem Munde des Professors Erman des Älteren, der ein Freund und Zeitgenosse Alexander Volta's war, das gehört, was er in obigen Zeilen mitgetheilt hat.

Ganz auf dieselbe Weise, lediglich durch den Zufall, ist noch eine viel größere Entdeckung gemacht worden, die des Elektromagnetismus. Der Professor Derstedt, damals in Kiel, hielt Vorträge über den Galvanismus. Er war ein schlechter Physiker und noch schlechterer Experimentator, sonst würde die Entdeckung gar nicht haben gemacht werden können.

Fig. 1089.



Ein Trogapparat, wie wir denselben in Figur 1089 sehen, war auf seinem Experimentirtische aufgestellt. Derselbe hat, wie uns die Figur lehrt,

mehrere — viele Volta'sche Elemente z, welche in Glasgefäßen v stehen, die mit Säuren gefüllt sind, eine Querstange K, an welcher alle diese Elemente befestigt sind, dient hauptsächlich dazu, um sie alle gleichzeitig aus den Gefäßen herauszuheben und sie an zwei Ständern M aufzuhängen, wo sie durch Schrauben in jeder beliebigen Lage gehalten werden können.

Es ist sehr thöricht, wenn man auf einem Tisch, auf dem mit solchen Instrumenten experimentirt wird, gleichzeitig stählerne oder eiserne Gegenstände hat, wenn dieselben nicht zu dem zu machenden Experimente gerade erforderlich sind. Derstedt achtete aber nicht auf dergleichen, es stand neben dem Trogapparat eine Magnetnadel, welche in keiner Weise dahin gehörte; damals nämlich, jetzt würde man so nicht sagen dürfen, denn jetzt ist die Magnetnadel etwas bei solchen Experimenten ganz Nothwendiges, sie ist der Maßstab. Damals aber hatte man hiervon gar keine Ahnung, und das war eben die Majestät des Zufalls, welche wieder einmal eine Entdeckung machen wollte. Die beiden Drahtenden K wurden mit einander verbunden, damit der elektrische Strom, in dem Apparate erregt, durch denselben gehen und sich darin ausgleichen könne. Zu dem Augenblicke, wo dies geschah, machte die daneben stehende Magnetnadel eine gewaltige Schwingung hin und her und wieder hin und her und wollte sich gar nicht beruhigen. Einer der Studirenden sah dieses und machte den Professor Derstedt darauf aufmerksam, allein dieser legte gar keinen Werth darauf, sondern ließ die Magnetnadel tanzen, so viel sie wollte, er scheint auch die Sache nach der Stunde gar nicht der Beachtung werth gehalten zu haben, denn er äußerte sich weder schriftlich noch mündlich darüber. Erst ein halb Jahr nach dem Vorgange und in einer lateinischen kleinen Schrift, einem Schulprogramm, welches im Juli 1820 erschien, zeigte er nichts weiter als die angeführte Beobachtung an und stellte für die Nachahmung des Experiments solche Bedingungen, daß die mehrsten Gelehrten abgehalten wurden, den Versuch zu machen. Er forderte unter Anderem eine galvanische Batterie von solcher Stärke, daß dadurch ein langer Kupferdraht zum Glühen gebracht werden konnte, da doch in der That ein thalergroßes Stück Zink und ein ebenso großes Stück Kupfer eine bei weitem bessere und sichere Wirkung geben.

Trotz dem, daß Derstedt nachträglich vielfältig zu beweisen gesucht hat, der Elektromagnetismus sei von ihm vorausgesetzt, und durch eifrigste Forschungen auf dem Wege des Experiments gefunden worden, steht doch für alle seine Zeitgenossen unerschütterlich fest, daß es lediglich der Zufall gewesen, der das Experiment gemacht und daß Derstedt hieran sowie an allen weiteren Folgen völlig schuldlos und außer aller Verantwortlichkeit sei.

Ganz so wie hiermit ist es auch mit der Verkupferung auf galvanischem Wege. Der Name Galvanismus selbst ist dafür unpassend, es müßte heißen, auf elektrischem Wege, denn auch Galvani ist an der Sache ebenso wenig Schuld, wie Derstedt an der anderen.

Die Alchemisten schon haben gewußt, daß sich Kupfer aus seinen Auflösungen auf Eisen niederschlägt, hier ist die älteste Spur der Verkupferung zu finden, nur hat man noch nicht verstanden, die beiden Metalle auf einander zu befestigen. Wir wollen nicht weitläufig auseinandersehen, wie nach und nach einzelne Gelehrte Einzelnes beigetragen haben, Metalle niederzuschlagen oder auf elektrischen Leitern zu befestigen. Wir wollen nur auführen, daß der französische Chemiker Clement aus einer Auflösung von Kupfervitriol das Kupfer in Form einer festen Masse niederschlug, welche sich hämmern und strecken ließ, welche vollkommen dicht war und vor der Bearbeitung einen genauen Abdruck des Gegenstandes zeigte, worauf sie, diese Kupfermasse, gefällt war, ohne daß dieser Mann den geringsten Werth auf diese Entdeckung legte.

Ein anderer Chemiker bemerkte, daß auf den Kupferplatten, welche zur Bildung einer elektrischen Säule gebraucht waren, sich aus der verwendeten Kupferlösung das Kupfer als eine dichte, metallische Masse niederschlug und bei der Trennung den genauesten Abdruck aller Vertiefungen und Erhabenheiten der benutzten Kupferplatte zeigte. Ebenso wie in diesen beiden Fällen die zufällig gemachte Beobachtung gänzlich unbenutzt, ja selbst ganz unbeachtet blieb, so noch im Laufe der darauf folgenden zehn Jahre unzählige Male, bis es im Jahre 1830 dem Professor Jacobi in Berlin einfiel, diesen Vorgang genauer zu studiren, und als er die Herrschaft darüber gewonnen hatte, technisch zu verwenden, aber auch hier wurde noch die Brauchbarkeit so wenig erkannt, daß Jacobi nach Petersburg gehen mußte, um seine Erfindung dort zu verwerthen.

Als man aber erst einmal eingesehen hatte, wie wichtig und wie bedeutsam die Sache sei, da wollte man doch wenigstens etwas thun, man raubte dem Erfinder den Ruhm seiner Entdeckung und erklärte sie für eine überaus alte, indem man auf die Thongefäße wies, oder auf die Glas- oder Porzellanvasen, welche in den alten ägyptischen Städten Theben und Memphis in den Gräbern gefunden worden, und welche mit einer Metallschicht überzogen waren, deren äußerste Feinheit (noch nicht Papierdick) nicht nur in das höchste Erstaunen setzte, sondern an denen auch selbst durch das beste Mikroskop kein Schlag eines Hammers und kein Feilstrich zu erkennen war, und die doch ganz geschlossen ihren Gegenstand umgeben.

Dergleichen Antiken, in den Museen aufbewahrt, sonst als ungelöste Räthsel da stehend, finden jetzt ihre Erklärung. Die Beobachtung durch

Mikroskope zeigte zwar keinen Hammerschlag, wohl aber das krystallinische Gefüge des auf elektrischem Wege niedergeschlagenen Kupfers; und so wurde denn unzweifelhaft dargethan, daß nicht dem Professor Jacoby, sondern den alten Aegyptern vor vier- oder sechstausend Jahren die Ehre der Erfindung gebühre.

Geht man auch wirklich von diesem Gesichtspunkte aus, und führt man auch als Beweis an, daß man in jenen Gräbern und Tempelruinen hölzerne Schwerter und Lanzenspitzen gefunden habe, welche ganz mit einer zusammenhängenden Kupferschicht überzogen gewesen, führt man auch an, daß man ganze, lebensgroße Statuen von Kupfer gefunden, welche nur ein paar Pfund an Gewicht hatten, und durchaus auf keine andere Weise als durch galvanischen Niederschlag — etwa auf Wachs, welchen man nachher herausgeschmolzen — gemacht sein konnten, so liegt doch dieses unzweifelhaft vor, daß vom Anfange dieses Jahrhunderts bis zum Jahre 1830 der Zufall die gelehrten Leute immerfort mit der Nase auf den galvanischen Niederschlag stieß und doch keiner diesen Anstoß merkte, bis zu dem mehrfach gedachten Professor Jacoby, welcher in Petersburg, mit kaiserlichen Mitteln ausgestattet, eine Fabrik galvanoplastischer Gegenstände anlegte, welche, was ihre Pracht und ihre Ausdehnung betrifft, eine wahrhaft kaiserliche genannt werden konnte.

Aber es ist begreiflich, daß ein Mann wie Jacoby nicht auf der einmal errungenen Stufe stehen bleiben konnte, er wollte weiter und er forschte weiter. Die Galvanoplastik bestand damals in der Kunst, metallene Gegenstände in Kupfer zu vervielfältigen und dann zu versilbern oder zu vergolden. Die Batterie, mit welcher Jacoby arbeitete, bestand aus 400 Plattenpaaren, sie hatte also eine sehr große Gewalt und es konnten sehr viele Gegenstände gleichzeitig mit Kupfer überzogen werden. Die Batterie blieb aber in ihren Wirkungen nicht sicher, es gab Tage, an denen sie vortrefflich wirkte, dann wurden ein paar Thoncyliner zerbrochen, es wurden neue an deren Stelle gesetzt und nun wirkte sie nicht mehr halb so gut. Es ergab sich, daß die Thoncyliner daran Schuld waren, daß sie so fest gebrannt, nicht poröse genug waren. Jacoby trug einem seiner Gehälfen die Untersuchung der Cyliner auf, und hieß ihn, auf jeden guten brauchbaren mit Bleistift den Buchstaben G zu schreiben. Kurze Zeit nach dem Gebrauch derselben in der elektrischen Batterie sah man diese G alle mit Kupfer bedeckt, der Thoncyliner war über und über ganz unverändert, da aber, wo der Bleistiftstrich den Buchstaben gezeichnet hatte, lag das Kupfer ganz entschieden und es lag ziemlich fest.

Wenn der Gehälfe statt des Graphitstiftes, den wir gewöhnlich Bleistift nennen, einen Rothstift oder ein Stück schwarzer Kreide genommen

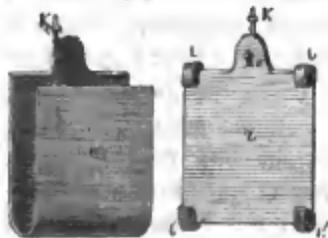
hätte, so wäre die Entdeckung, welche dieser Beobachtung folgte, nicht gemacht worden. Dieses lehrte aber, daß es keinesweges nöthig sei, ein Metall anzuwenden, um das Kupfer darauf niederzuschlagen, sondern daß es überhaupt nur eines guten Leiters der Electricität bedürfe, um den Niederschlag zu veranlassen. Man kann sich kaum eine Vorstellung machen von der Wichtigkeit dieser durch Zufall gemachten Entdeckung. Wenn man eine Münze abbilden wollte, so mußte diese in die kupferhaltige Flüssigkeit gebracht werden und es war nun sehr fraglich, ob man nach erfolgter Niederschlagung des Metalles, welches überaus fest anhaftete, geschickt genug sein werde, diesen Ueberzug von der Münze zu trennen, ohne die Münze zu verlegen. Dies ist für einen Münzsammler etwas sehr Feinliches, er will seine schönen Exemplare nicht gern verlegt sehen. Schlimmer ist es aber noch mit der Nachbildung eines größeren Kunstgegenstandes, ein solcher ist noch viel schwerer von dem metallischen Ueberzug zu trennen, und man läuft immerfort Gefahr, den ganzen Werth desselben auf das Spiel zu setzen. Wenn noch etwas schlimmer sein könnte, so wäre es dieses, daß man andere als metallene Gegenstände bis zu diesem Zeitpunkte gar nicht abformen konnte.

Die gedachte Erfindung machte allen diesen Uebelständen ein Ende. Man nimmt von dem nachzubildenden Gegenstande einen Abdruck in Wachs und Stearin, in einer Mischung aus Beiden, oder was das Allerbeste ist, man wendet die höchst bildsame Harzmasse, welche man Guttapercha nennt, dazu an. Alle diese Körper schmiegen sich äußerst leicht in die Formen des Metalles, haften daran nicht und können nunmehr dienen, um den metallischen Niederschlag aufzunehmen, es ist nichts weiter erforderlich, als sie mit feingeriebenem Graphitpulver zu überziehen.

Wir haben in Figur 1089 eine sogenannte Trogbatterie dargestellt, deren einzelne Theile in der Figur 1090 angegeben sind. *c* ist ein Streifen Kupfer, in sich selbst zusammengebogen, so daß er halb so lang wird, als er geschnitten war, *z* ist ein Stück Zink von derselben Größe, wie die Hälfte des Kupferstreifens. An seinen vier Ecken ist derselbe mit hervorragenden Korkecken besetzt, mittelst derselben wird er zwischen

das zusammengebogene Stück Kupfer eingeklemmt. Beides zusammen genommen bildet ein Element der Batterie und das Kupfer sowohl als das Zink wird mittelst der Stifte *k* und der daran befindlichen Schrauben auf einer Holzleiste befestigt. Das Kupfer wird nunmehr mit dem Zink

Fig. 1090.



des nächstfolgenden Elements und das Zink mit dem Kupfer des vorhergehenden verbunden. Auf diese Weise fortschreitend, erhält man eine Batterie von beliebig vielen Plattenpaaren, im Ganzen so aussehend, wie Figur 1090 sie uns zeigt.

Fig. 1091.



Man kann denselben Zweck auch erreichen mit vollständig anderen Formen, immer aber mit Anwendung zweier verschiedener fester elektrischer Leiter, wie zwei Metalle, oder ein Metall und Kohle.

Die Figur 1091 zeigt uns die Zusammenstellung dreier solcher Elemente. Die Glasgefäße sind nicht von länglicher Form, sondern sind cylindrisch, wie z. B. kleine Biergläser. In denselben steht zuerst ein Cylinder von Zink, in diesem ein Thoncylinder, dessen Masse zwar gebrannt, doch nicht glasirt ist, damit die darin enthaltene Flüssigkeit nach außen durchsickern könne, oder die umgebende Flüssigkeit nach innen zu bringen vermöge. In diesem Thoncylinder hängt nun ein Streifen Platinblech und er ist jedes Mal durch ein metallisches Band, eine Schraube mit dem Zink des benachbarten Elements verbunden. Wie diese Verbindung gemacht wird, zeigt die Figur 1091 auf das Genaueste. Die Aufhängung des Platinstreifens aber sieht man in Figur 1092, wo er äußere große Ring dazu dient, um auf den Rand des Glases gesetzt zu werden, und der darauf stehende dreimal gebogene Draht in einem Einschnitte das Platinblech trägt, oben aber noch eine Schraube hat, vermöge deren die metallische Verbindung von Element zu Element hergestellt werden kann.

Fig. 1092.



Diese ganz verschiedenen Formen der elektrischen Säule führen doch alle zu demselben Ziele.

Wir sehen an der vorigen Figur noch ein Paar Drähte am Zink des ersten und am Platina des letzten Elements befestigt. Diese dienen nunmehr, um den elektrischen Strom, welcher die Niederschlagung bewirkt, in die Flüssigkeit zu führen, innerhalb deren dieselbe vorgekommen werden soll.

Galvanotechnik.

Nehmen wir an, es sollen Gegenstände lediglich mit Metall überzogen werden, so bringt man die metallische Lösung in das Gefäß, bringt den zu überkupfernden Gegenstand, z. B. eine Gypsfigur, in diese Flüssigkeit, verbindet sie mit dem Draht, welcher vom Kupfer- oder Platinpole der Säule ausgeht und leitet den andern Pol, mit einer breiten Kupferplatte versehen, in die Flüssigkeit.

Würde die Gypsfigur, so wie sie vom Händler kommt, in die Lösung gelegt werden, so dürfte sich wohl nicht viel Kupfer darauf niederschlagen. Den ganzen Versuch hätte man überhaupt in früheren Zeiten für lächerlich gehalten, jetzt ist er dieses keinesweges mehr, denn man macht die Gypsfigur elektrisch leitend. Zuletzt wird sie in heißes Stearin getaucht, wodurch sie sich damit tränkt, von ihrer Form nichts verliert, wie etwa durch einen Firnißanstrich, und doch undurchdringlich für das Wasser wird.

Auf der Oberfläche der so getränkten Stearinmasse reibt man feingepulverten Graphit mit einem baumwollenen Bäuschchen, noch besser mit der Fingerspitze ein, bis sich überall ein gleichmäßiger feiner und glänzender Ueberzug gebildet hat.

Dieses ist der metallähnlich wirkende, elektrische Leiter, um welchen ein Kupferdraht, von dem Kupferpole kommend, geschlungen und welcher dann so in die Lösung von Kupfervitriol gehängt wird. Von dem Zinkpole geht, wie bereits bemerkt, ein zweiter Draht aus, welcher in einer Kupferplatte endigt und welcher nunmehr auch in die Kupferflüssigkeit gehängt wird.

Ist die Figur, wie z. B. hier vorausgesetzt worden, ganz rund, ein freistehender Körper, so wird man wohl thun, die gedachte Kupfertafel in eine große Spirale zu zerschneiden, diese so weit zu machen, daß die ganze Figur bequem darin stehen kann, ganz davon umgeben ist, und nunmehr den elektrischen Strom da hindurchzuleiten.

Was hier geschehen soll, ist die Ausscheidung des aufgelösten Kupfers und die Uebertragung desselben nach einem gewissen Orte, nach der Oberfläche der Gypsstatue. Der elektrische Strom schreibt diesen Weg vor. Bald aber wird sich die Flüssigkeit erschöpfen, es wird kein Kupfer mehr darin sein und dann hört der Niederschlag auf.

Dies wird verhindert durch die Kupfertafel oder Spirale, welche in derselben Flüssigkeit hängt und mit dem positiven oder Zinkpole verbunden ist.

Während sich am negativen Pole das Metall ausscheidet und durch den daselbst auftretenden Wasserstoff reducirt wird, tritt an dem positiven Pole der Sauerstoff auf und oxydirt das daselbst vorhandene Kupfer, welches nunmehr sofort von der Schwefelsäure des Kupfervitriols aufgenommen wird.

Die Folge dieses Vorganges liegt auf der Hand; auf der einen Seite wird die Bitriollösung des Kupfers entladen und es bleibt daselbst die Schwefelsäure, welche es enthielt, unbeschädigt zurück, auf der andern Seite wird Kupferoxyd gebildet, und die freigewordene Schwefelsäure nimmt daselbe auf. Die Flüssigkeit bleibt demnach in einem ganz gleichen Grade von Concentration; genau so viel Kupfer, als sich auf der einen Seite ausscheidet, wird auf der andern Seite wieder in die Lösung aufgenommen, so daß, wenn in dem vorbereiteten Falle die Kupferspirale stark genug ist, das Kupfer sich zoll dick auf der Figur wird niederschlagen können.

Dieses wird natürlich niemals beabsichtigt werden, im Gegentheil will man nur eine so schwache Lage haben, daß die Schönheit der Formen nicht beeinträchtigt wird, man will aber auch zugleich einen so starken Ueberzug haben, daß die Gypsfigur Sommer und Winter im Freien, im Garten oder wohl auch auf der Attike eines schönen, architektonisch geschmückten Hauses stehend, nicht von den Unbilden der Bitterung leidet, für beide Zwecke ist eine starke Papierdicke gerade recht, soll aber der Ueberzug schön werden, so muß man die Spirale sehr wiederholt um ein kleines drehen, ihre Lage wechseln, weil sonst der Kupferniederschlag gegenüber denjenigen Stellen, welche die Windungen der Spirale einnehmen, beträchtlich stärker wird, und zwar so, daß man nach zweitägigem ungestörten Festhalten der Spirale auf einem Fleck diese auf die Figur übertragen findet. Das Wenden der Spirale alle halbe Stunde genügt, um dies zu verhindern.

Man kann, wie begreiflich, auch ganz ohne diese auskommen, wenn man nur darauf sieht, daß die Bitriollösung immerfort gleich stark bleibe, was man dadurch bewerkstelligt, daß man in einem Leinwandtäschchen Resten des Kupfervitriols in die Flüssigkeit hängt und dieselben immerfort erneuert, so wie sie sich nach und nach verzehren.

Will man jedoch große Flächen mit Kupfer überziehen, z. B. um einen Abdruck davon zu nehmen, so wird man jederzeit das hier gedachte Verfahren anwenden müssen.

Diese Erfindung ist von hoher Wichtigkeit für die Vervielfältigung von Kupferstichen, und ganz besonders von Karten. Eine wohlgestochene Kupferplatte hält einschließlich des Nachstechens höchstens 5000 Abdrücke aus. Bei den riesigen Auflagen, welche manche Werke in neuerer Zeit erfahren, welche bis auf 40 und 80,000 Exemplare gehen, würde man 10 bis 20 Mal denselben Gegenstand stechen müssen, um die genügende Anzahl von Exemplaren zu erhalten. Noch bedeutender wird dieses bei Karten, welche, in einem Atlas vereinigt, zu fast unerhört billigen Preisen abgegeben werden. Sollten diese Karten so viele Male wiederholt gestochen werden, als zur Vollendung der Auflage nöthig, so würde daraus ein Preis hervorgehen, der alle Käufer abschrecken müßte. Jetzt wird die Sache so betrieben, daß man die gestochene Kupferplatte auf eine ganz flüchtige Weise kalt versilbert, d. h. sie mit einer verdünnten Auflösung von Silber in Salpetersäure übermischt, bis sich eine weiße Farbe zeigt und die Platte dann durch Waschen mit einer Kalilauge von der Säure vollkommen befreit ist.

Nach dem sorgfältigen Trocknen wird sie mit einem Paar Tropfen Rosmarinöl oder Lavendelöl eingerieben, so daß die ganze Fläche einen leichten Hauch von diesem Oele erhält, derselbe darf jedoch nicht so dick sein, daß er die wischenden Finger befettet, es soll damit nämlich nichts weiter erreicht werden, als die Möglichkeit einer leichteren Ablösung der niedergeschlagenen Kupfermasse.

Auf der unteren Seite überzieht man die gestochene Tafel mit einem Harz, welches durch Anschmelzen darauf befestigt wird, dann löthet man an eine äußerste Ecke der Tafel den Draht an, welcher von dem negativen Pole kommt und stellt die Kupfertafel aufrecht an eine Seite eines schmalen Gefäßes von Holz oder von Glas, welches ganz mit der concentrirten Bitriolösung angefüllt ist. Dieser Tafel gegenüber stellt man eine andere ganz gleich große starke Kupfertafel, deren Oberfläche so rein geschliffen ist, als die zu vervielfältigende Kupfertafel selbst. Die Entfernung zwischen beiden Tafeln hängt von der Stärke der Batterie ab, und muß durch die Erfahrung festgestellt werden. Der nunmehr eintretende elektrische Strom schlägt auf der, mit dem negativen Pole verbundenen, gestochenen Tafel das Kupfer nieder, welches in gleicher Quantität von der andern Kupfertafel aufgelöst wird. Bei dieser Prozedur ist die zweite Tafel unerlässlich; wenn man nicht den beschriebenen Weg verfolgt, so erhält man kein gutes Resultat. Das Kupfer wird nicht zähe genug, um den Druck der Walzen

auszuhalten. Sogar muß man bei der Wahl der Kupferplatten sehr sorgfältig sein. Es dürfen z. B. nicht alte gebrauchte Kupferstiche genommen werden, es sei denn, daß man die linke Seite derselben reinigen, schleifen und dann anwenden wolle. Würde man die rechte Seite benutzen, so würde sich ein negativer Abdruck des Kupferstiches auf der gegenüberstehenden Tafel zeigen, überall, wo hier vertiefte Linien vorhanden sind, würde dort zu wenig Kupfer gefunden werden. Ebenso wenig darf man z. B. solche Tafeln anwenden, wie sie durch den galvanischen Niederschlag selbst gebildet werden. Diese, an sich selbst schon durch die Art ihrer Entstehung porös, von krystallinischem Gefüge, geben bei ihrer Wiederbenutzung ein viel zu sprödes Kupfer, um dasselbe als Kupferdruckplatte benutzen zu können.

Hat der Ueberzug auf der gestochenen Platte im Laufe von zwei oder drei Tagen, während welcher Zeit man ihn häufig aus der Lösung genommen, abgewaschen, und von dem sich ansetzenden Schlamme durch Bürsten befreit hat, um ihm stets eine neue blanke Oberfläche zu geben, die nöthige Stärke erreicht, so beendet man die Operation, wäscht und trocknet die Platte zum letzten Male und schreitet nunmehr zur Theilung.

Der Rand ist rundum überwachsen, mit einer Felle nimmt man denselben weg; an irgend einer Ecke bringt man die Schärfe eines Federmessers zwischen die ursprüngliche und die aufgewachsene Platte, führt die Schärfe rundum zwischen den beiden Rändern fort, und dann bringt man irgendwo statt des Federmessers ein Falzbein in die Spalte, um dadurch diese ohne Verletzung der Tafel etwas zu erweitern, nunmehr kann man kreist mit den Nägeln der beiden Hände zwischen die Tafeln kommen und sie durch sanftes Ziehen von einander trennen, sie lösen sich ganz leicht und man hat auf einer Seite die gestochene Platte, auf der andern Seite den genauen Abdruck aller Vertiefungen, aber natürlich erhöht, wie die Vertiefungen eines Petschaftes bei dem Siegeln damit, sich im Abdruck erhöht zeigen.

Hiervon kann kein Kupferstich genommen werden, es muß im Gegentheil noch ein zweiter Abdruck gemacht werden, durch welchen man nun erst dazu gelangt, Kupferstiche zu erzeugen. Der erst gewonnene Niederschlag enthält lauter Erhöhungen statt der Einschnitte, welche die Original-Kupfertafel zeigt, sonst ist die Fläche derselben so schön, so rein, als ob sie polirt wäre, sie wird nunmehr, wie die vorige, kalt versilbert, dann gerade so behandelt, wie die erste, aber man läßt dem elektrischen Strom länger Zeit, seine Wirkung auszuführen, man will diese zweite Niederschlagung beträchtlich dicker machen als die erste, denn jene erste hat nichts weiter auszuhalten, als das Aufnehmen von so und so vielen Kupfer-

niederschlagen, wodurch sie selbst nicht im Geringsten angegriffen wird, der zweite Niederschlag aber, welchen man auf diesen ersten bringt, soll 5000 Abzüge aushalten, soll soviel mal geschwärzt, mit Papier belegt und zwischen stark auf einander drückende Walzen durchgetrieben werden, dieses greift die Platte stark an, deshalb muß sie widerstandsfähig sein, und deshalb macht man sie nicht allein viel dicker als den ersten Niederschlag, sondern man sieht auch darauf, daß die Wirkung der Säule eine so gleichmäßige als langsame sei, denn je langsamer der Niederschlag erfolgt, desto fester wird er, desto zäher wird das Metall, das er liefert, und von dieser Zähigkeit hängt es ab, wie viel die Platte aushalten kann.

Bis hierher haben wir nur davon gesprochen, das Kupfer als Ueberzug auf einen andern Körper zu bringen. Es ist dieses schon von einer nicht geringen Wichtigkeit, denkt man nur daran, wie der Chemiker, der Arbeiter im Laboratorium so vielen Wechselfällen ausgesetzt ist, durch das Zerspringen der Glasschalen, Kolben oder Retorten, wenn sie plötzlich über das Feuer gebracht werden. Die Galvanoplastik lehrt dergleichen Geschirr mit Kupfer überziehen und sie so einzurichten, daß sie das Feuer nicht mehr zu scheuen brauchen, allein von viel größerer Bedeutung wird noch die Anwendung der Galvanoplastik im Gebiete der Kunst, man überzieht zu formende Gegenstände nicht von außen, sondern man bildet massenhafte Kupferablagerungen in solcher Art, wie der Glockengießer eine Glocke bildet, wie der Erzgießer eine Statue aus Bronze gießt, kurz man bildet große mächtige Kunstwerke aus Metall in kaltem Guß ohne Hülfe des Feuers, lediglich auf dem Wege der Chemie, auf dem Wege des chemischen Niederschlages, und es grenzt geradezu an das Erstaunliche, was hier geleistet worden.

Es giebt dazu zwei Wege, der eine ist eine Nachahmung der modernen Bildgießerei, welche große Gegenstände in Unterabtheilungen zerlegt, die Stücke einzeln formt und dann zusammensetzt, der andere Weg ist mehr dem früheren gleich, man macht die Figur aus einem Guße.

Nehmen wir an, es sollte eine große Büste, ein sogenanntes Brustbild, geformt werden, so könnte man den Kopf durch die Nasenlinie in zwei ziemlich gleiche Theile trennen, die Stücke einzeln mit Metall füllen und die beiden Hälften dann zusammensetzen, oder man könnte den Kopf ganz lassen, mit Metall füllen und dann die Form zerschlagen, beide Behandlungsarten haben ihre Vortheile, und es ist wohl der Mühe werth, ein paar Worte darüber zu sagen.

Um ein vorhandenes Kunstwerk nachzubilden, nimmt man von demselben eine Form in Gyps, gesetzt, es solle ein neues Kunstwerk geschaffen werden, so wird zuerst der Bildhauer dieses in Thon formen müssen, von

da ab aber ist die weitere Behandlungsweise für die Galvanoplastik auch wieder ganz gleich dem so eben Gesagten, man muß eine Form von Gyps darüber machen. Sollte ein vorhandenes Kunstwerk, welches etwa von Metall oder von Marmor gemacht ist, nachgebildet werden, so kann man statt des Gypses Guttapercha anwenden, ein bei weitem weniger zerstörbarer Stoff von höchster Bildsamkeit. Derselbe darf nur im warmen Wasser erweicht werden, um sich mit Leichtigkeit in jede, auch die zarteste, auch die eigensinnigste Form zu schmiegen. Wenn man diesen Stoff nicht wählt, sondern beim Gyps bleibt, so geschieht es nur deswegen, weil derselbe viel wohlfeiler und leichter zu behandeln ist. Gyps kann man einfach gießen, Guttapercha muß geknetet, gedrückt und bossirt werden.

Ist die Gypsform fertig (wir wollen annehmen, es sei die Hälfte einer Statue), so wird sie mäßig erwärmt durch erhitzte Luft, nicht durch untergebrachtes Feuer. Die Temperatur darf nicht über 40 Grad C. gehen, und da auch schon 30 Grad genügen, so thut es im Sommer die kräftige, klar scheinende Mittagssonne sehr wohl.

Hat die Form diese Temperatur erreicht, so wird sie in ein Bad von Stearin gebracht. Man macht diese Fettsäure so heiß wie möglich und taucht den ganzen Gegenstand, welcher wasserdicht gemacht werden soll, da hinein. Nachdem derselbe eine Zeitlang ungestört darin gelegen, und so viel davon eingesogen hat, als irgend möglich, wird er herausgenommen, alles übrige Stearin träufelt von selbst ab, und durch die hohe Temperatur, welche der Gyps innerhalb der Flüssigkeit erlangt hat, zieht noch Alles so weit ein, daß nichts die innere Oberfläche der Form verunziert.

Nach der Abkühlung wird nun die innere Seite der Form mit Graphit eingerieben, dann ist sie zur Nachbildung fertig. Sie wird flach hingelegt, mit einer Auflösung von Kupfervitriol gefüllt, der innere Graphitüberzug wird an verschiedenen Stellen mit dem negativen Pole einer Volta'schen Säule in Verbindung gesetzt, nach der Mitte der Flüssigkeit leitet man durch eine Kupfertafel den positiven Theil des elektrischen Stromes und man hat nun nichts weiter zu thun, als die Kupferauflösung stets im gesättigten Zustande zu erhalten, was um so leichter ist, als das mit dem positiven Pole verbundene Kupfer eigentlich schon genügend neues Material hergiebt.

Je nach der Stärke, welche dieser Gegenstand haben soll, läßt man den Prozeß Tage lang, Wochen lang oder Monate lang dauern, man sucht nur immerfort die Auflösung ausgiebig zu erhalten. Endlich wird der Niederschlag $\frac{1}{2}$ Zoll, $\frac{1}{4}$ Zoll stark sein, man kann ihn auch noch stärker machen. Man nimmt ihn nunmehr aus der Form, was ganz leicht dadurch geschieht, daß man dieselbe umkehrt, das Metall auf einem Tische

liegen läßt und die Form davon abhebt. Ganz auf dieselbe Weise ist mit der andern Hälfte verfahren worden, die flachen Ränder, mittelst deren beide Stücke zusammenstoßen sollen, werden nunmehr durch die Feile gereinigt und dann aneinander gelöthet. Nur muß man ja nicht glauben, daß man das zweite Formstück sparen könne, daß man, weil beide Theile des Gesichts ziemlich gleich sind, mit einem auskommen könne, wie der Verfasser einmal bei einem Lehrbuch über das Abformen behufs der Anlegung einer Sammlung von Fischabdrücken gelesen hat. Erstens sind die beiden Hälften eines Gesichtes keinesweges vollkommen gleich, zweitens würde beim Zusammenlöthen solcher Hälften, wollte man von beiden die Haare oben haben, die eine Hälfte der Nase nach vorne, die andere nach hinten sehen, oder wollte man die beiden Nasenhälften an einander bringen, so würde der Hals der einen mit den Haaren der andern verbunden werden müssen. Es sind also zwei halbe Formen nöthig, um einen ganzen Kopf zu machen.

Wir hätten nun auf diese Weise eine Statue oder ein Brustbild aus zwei oder mehreren Stücken zusammengesetzt. Wir können nun auch das Umgekehrte thun. Wir können eine Figur aus einem Stücke gießen, in welchem Falle wir die Form aus mehreren Stücken werden zusammensetzen müssen. Die Verfertigung einer solchen Form geschieht genau auf solche Weise, welche wir Band III Seite 621 bei dem Artikel Gyps angeführt haben.

Zusammengesetzt bildet diese Masse kleiner Stücke eine Hohlform, in welche man gießen könnte, was irgend verlangt wird, wenn der Gyps es nur ertrüge. Für die Verfertigung galvanoplastischer Arbeiten ist er aber vollkommen brauchbar, nur muß er, wie oben bereits gesagt, mit Stearin getränkt werden.

Die verschiedenen einzelnen Stücke, aus denen die Form besteht, und welche in einem großen Mantel, gleichfalls von Gyps, liegen, werden auf ihrer nach innen gerichteten Seite mit Graphit eingerieben, an den Stellen aber, wo die einzelnen Stücke an einander stoßen, mit geschmolzenem Klebwachs in einer äußerst dünnen Schicht überzogen, so daß sie beim Zusammendrücken in schwach erwärmtem Zustande an einander kleben. Die daraus entstehende Naht wird durch das herausgedrückte Wachs gestrichen und die Stelle wird gleichfalls mit Graphit eingerieben, so daß man nirgends einen Uebergang wahrnimmt. Auf solche Weise fährt man fort, bis man die ganze Figur geschlossen hat, nunmehr stellt man sie auf den Kopf, füllt sie mit der Auflösung von Kupfervitriol und läßt den galvanischen Strom in Wirkung treten.

Bei solchen Arbeiten pflegt man sich gar nicht einmal einer Batterie

zu bedienen, sondern ein einfaches Plattenpaar wirken zu lassen, dessen negativer Theil der Graphitüberzug der Form ist.

Dies geschieht auf folgende Weise: Man überzieht auch den Fuß der Form, denjenigen Theil des Planes, mit welchem die Figur auf dem Tisch oder auf ihrem Fußgestelle stehen soll, mit Graphit, so daß sich hier eine blanke Fläche bildet, welche gar nicht mit der Flüssigkeit, die in der Hohlform enthalten ist, in Berührung kommt, dieser Ueberzug ist aber mit dem nach inwendig gehenden sehr genau und sorgfältig vereinigt, denn er soll ein elektrischer Leiter sein.

Eine Rolle Zink bringt man je nach der Größe des Gegenstandes in einen Rinderdarm oder in eine Rindsblase, in einen Schlauch von Pergament, gleichviel in eine thierische Haut. Der Schlauch wird mit Salzwasser gefüllt, in welchem nunmehr das Zink steht. Die Salzlösung wird stärker oder schwächer gemacht, je nachdem der elektrische Strom mehr oder minder stark sein soll. Einige einzelne Enden der Zinktafeln, aus welcher die Rolle gebildet ist, läßt man aus dem Sack hervorragen, breitet sie nach verschiedenen Richtungen aus und krümmt sie solchergestalt, daß sie an mehreren Punkten den Graphitüberzug des alleruntersten Theiles der Form berühren. Der Sack mit dem Zink und dem Salzwasser, oben zugebunden, hängt so tief als möglich in der Hohlform, und zugleich schwimmt er in der Flüssigkeit, womit dieselbe gefüllt ist, in der Auflösung von Kupfervitriol.

Wir haben hier ein sogenanntes Daniell'sches Element, einen negativen Körper, den Graphit, mit Kupfervitriollösung in Verbindung, darin schwebend Zink in Salzwasser, beide Flüssigkeiten von einander getrennt durch einen Körper, welcher zwar die Feuchtigkeit und auch den elektrischen Strom durchläßt, nicht aber die Vermischung der Flüssigkeiten gestattet. Sehr bald schlägt sich hierdurch Kupfer auf dem Graphit nieder, und nun ist aus dem Element, welches bis dahin dem Daniell'schen nur ähnlich war, ein wirklich Daniell'sches geworden, (er wendet nämlich nicht Graphit, sondern Kupfer an).

Dieser überaus einfache Apparat wirkt doch gerade seiner Einfachheit wegen höchst sicher, man hat, um einen vollkommen schönen kalten Kupferfuß zu erhalten, nichts weiter zu thun, als die Flüssigkeit durch krystallisiertes Kupfervitriol stets in gleicher Stärke zu erhalten, und von Zeit zu Zeit den soweit fertig gewordenen Kupferansatz mit Wasser abzubürsten, um ihn stets eine neue reine Oberfläche zu erhalten, weil, wenn dieses vernachlässigt wird, sich ein Schlamm bildet, auf welchem sich zwar gleichfalls Kupfer ablagert, aber nicht in fester, zusammenhängender Form, sondern als zartes Pulver.

Auf diese Weise sind die prächtigsten kolossalen Bildwerke der neueren Zeit entstanden. Das galvanoplastische Institut in Petersburg hat ganz Riesiges geliefert, und das von Berlin hat das Schönste und Geschmackvollste dargestellt, was die neuere Kunst leistete, und ist, was die kolossale Größe seiner Bildwerke betrifft, hinter jenem von Petersburg nicht zurückgeblieben. Eine 20 Fuß hohe Christusstatue, ein Jupiter, eine Minerva, deren Kopf 5 Fuß Höhe hat, und viele andere prachtvolle Werke entweder nach Antiken, oder nach den neueren Kunstschöpfungen eines Rauch, eines Schwanthalers, sind daraus hervorgegangen.

Die Engländer, welche keinen Sinn für Kunst haben, und daher die liebsten Gäste der römischen Antiquitätenkrämer sind, weil sie sich am leichtesten an der Nase herumführen und mit gestern gemachten 3000jährigen Antiken betrügen lassen, haben doch desto mehr Sinn für die praktische Ausbeutung jeder Erfindung und sie haben sich auch der Galvanoplastik bemächtigt zu diesem Zweck. Das Kühnste, was hierin geleistet worden, dürfte wohl sein, daß sie ein Kriegsschiff auf galvanischem Wege überkupfert haben. Dasselbe wurde in ein leeres Dock, und nachdem der frisch gegebene Theerüberzug vollkommen getrocknet war, mit Graphitpulver eingerieben. Nun wurde Wasser in das Dock gelassen, aber auch zugleich in das Schiff gebracht, so daß dieses nicht schwamm, sondern innen und außen gleich hoch im Wasser auf dem Boden des Bassins stehen blieb.

Jetzt wurde das Wasser des Docks mit einigen Kahnladungen voll Kupfervitriol in eine Auflösung dieses Salzes verwandelt, und dann das Metall auf die gewöhnliche Weise niedergeschlagen, so wurde im Laufe von 8 Tagen das Schiff auswendig mit einer gewaltigen Haut von Kupfer überzogen, ohne daß ein Hammer auch nur zu einem einzigen Schläge gehoben worden wäre.

Das Schiff war lange Zeit der Gegenstand des Tagesgesprächs und der Neugierde, es ist dem Verfasser aber nicht bekannt, ob der Versuch wiederholt, ob mehrere Schiffe auf solche Weise bekleidet worden sind.

Das äußere Ansehen solcher aus Kupfer gewonnenen Bildwerke ist nicht schön, die Farbe des Kupfers hat keinen Reiz, und wenn die Rötze, die demselben eigenthümlich ist, verschwindet, so tritt eine noch weniger schöne, eine schmutzige Farbe ein, nun läßt sich aber Kupfer selbst durch Säuren mannigfach verändern. Man kann ihm eine schöne grüne Oxidhaut geben, man kann es schwärzlich, man kann es braun machen, man kann aber auch recht eigentlich Bronze auf dem Kupfer niederschlagen, man nimmt eine Auflösung von Kupfervitriol, zu welcher man ein wenig Zinnchlorid in Natriallauge aufgelöst setzt. Zu einer beliebigen Quantität Kupfervitriol wendet man den sechszehnten Theil des Gewichts Zinnchlorid

an. Beides zusammen bildet die Flüssigkeit, mit welcher man ebenso verfahren kann, wie es bei der Verkupferung auf galvanischem Wege beschrieben ist. Es entsteht hierdurch ein Ueberzug von Kupfer und Zinn, d. h. recht eigentlich von Bronze, und dieser Ueberzug, Anfangs gelb wie das Metallgemisch, unterliegt nach und nach allen denjenigen Veränderungen, welche die Bronze durch Luft und Feuchtigkeit erleidet.

Man hat vielfältig versucht, die Stereotypplatten durch den galvanischen Prozeß hervorzubringen. Es unterliegt gar keinem Zweifel, daß dieses möglich sei, allein der Preis steht der Ausführung im Wege, man erhält die Abkatsche in Schriftmetall zu einem sehr viel geringeren Preise, als es möglich ist, sie durch galvanisch niedergeschlagenes Kupfer zu erzeugen, dagegen wäre es wohl möglich, daß die Holzschnitte dadurch verdrängt würden. Es hat sich die Neigung, wissenschaftliche und belletristische Werke durch zahlreiche Holzschnitte zu erläutern (zu schmücken kann man leider nicht immer sagen), bergestalt über Deutschland und Frankreich verbreitet, daß man, besonders wenn man den Spottpreis der so ausgestatteten Bücher in Erwägung zieht, auf den Gedanken kommt, die Holzschnitte kosteten gar nichts. Da sie nun aber in der That sehr theuer, meistens viel theurer sind, als die von dem Künstler dazu gelieferten Zeichnungen, da ferner diese Zeichnungen von dem Kopisten, welcher sie auf Holz überträgt, häufig auf die grausamste Weise verunstaltet werden, so daß der Zeichner sich schämt zu sagen, daß sein Bleistift diese Zeichnungen entworfen habe, so ist man auf den Gedanken gekommen, die Zwischenperson des Kopisten, der sich zwischen den Zeichner und das Auge des Beschauers drängt, ganz aus dem Spiele zu lassen. Wie bei dem Kupferstich sehr leicht der Geist der Originalzeichnung verloren geht und darum die Kunst der Lithographie von so hohem Werthe ist, weil der Künstler des Kupferstiches nicht mehr bedarf, sondern sein Original selbst auf den Stein bringen und von diesem Original Abdrücke nehmen kann, so würde es auch hier mit der Anwendung der Galvanoplastik sein.

Eine wohlgeschliffene, aber nicht polirte Kupferplatte, welche man stark versilbert hat, wird mit einem sogenannten Dedgrunde von starker Papierdicke überzogen. Der Dedgrund besteht aus Harz und Wachs, in solchem Verhältnisse zusammenschmolzen, daß durch das Wachs die Sprödigkeit des Harzes und durch das Harz die Weichheit des Waxes gemildert wird. Diese Masse wird auf die warme Kupfertafel gebracht, sie wird gleichmäßig ausgebreitet und nun nimmt der Künstler diese Tafel vor und zeichnet darauf mit stählernem, aber nicht schneidendem Griffel dasjenige, was er wiedergegeben haben will. Die Linien werden alle bis auf die Kupfertafel herabgeführt. Wenn die Zeichnung fertig ist, so sieht man in

der richtigen Lage gegen das Licht lauter glänzende Striche auf dunklem Grunde.

Nunmehr wird diese Kupferplatte so behandelt, wie bei *Vervielfältigung von Karten* 2c. angegeben worden ist. Es füllt sich zuerst eine jede der Vertiefungen, es füllt sich jede Linie mit Kupfer an; hat man dieses erreicht, so wird der Wachsüberzug mit Graphit eingerieben und dadurch elektrisch leitend gemacht; nunmehr von Neuem in die Verkupferungsflüssigkeit gebracht, wuchert das Kupfer aus den Vertiefungen heraus, überzieht die ganze Platte und so läßt man dasselbe wachsen, bis der Ueberzug stark genug ist, um dem Druck der Presse zu widerstehen.

Abgenommen von der gezeichneten Tafel, hat man eine Zeichnung genau mit allen den Erhabenheiten, welche durch den Künstler vertieft in den Deckgrund eingegraben waren. Da sämtliche Vertiefungen bis auf die Kupferplatte hinabgingen, so haben die Erhöhungen, welche daraus hervorgegangen sind, alle gleiche Höhe, nur die Rückseite der Tafel muß noch geebnet werden, und dieses geschieht durch einen Metallhobel.

Die jetzigen Einrichtungen der Buchdrucker sind so vollkommen, ihre Walzen zum Schwärzen der Typen sind so gleichmäßig, daß man keine Besorgniß zu hegen braucht, die Erhöhungen einer solchen Kupferplatte, welche nur so wenig über dem Grunde derselben hervorstehen, würden nicht gut abgedruckt werden, im Gegentheil ist die Papierdicke, um welche sie hervorsticht, ganz ausreichend zu jedem, auch dem saubersten Abdruck, und so ist denn etwas Außerordentliches gewonnen und es fehlt lediglich daran, daß die Zeichner sich entschließen, nicht den Bleistift und das Papier, sondern die kalte Nadel und die Kupferplatte zur Ausführung ihrer Werke zu benutzen. Mögen die Herren Holzschnneider oder Xylographen dem Verfasser nicht zürnen wegen dieses Vorschlages, er selbst hat schon zu viel von ihrer schweren Hand gelitten, um nicht zu wünschen, daß ihr Metier der wirklichen Kunst Platz mache.

Galvanoplastik. Elichés.

Die gewöhnliche Methode, Abdrücke von Münzen oder sehr flachen Reliefs zu machen, um darauf Kupfer oder sonst ein Metall durch den elektrischen Strom niederzuschlagen, ist von dem gewöhnlichen Abklatschen kaum verschieden zu nennen. Man macht sich ein leicht schmelzbares Metall-

gemisch, entweder das bekannte Rose'sche oder dasjenige, welches Jordan als noch leichter flüchtig beschreibt, nämlich 3 Theile Zinn, 5 Theile Blei und 8 Theile Wismuth. Das Metallgemisch wird in einer so kleinen Quantität geschmolzen, daß es nur gerade den geforderten Zweck erfüllt, also z. B. halb so viel beträgt, als die Münze, welche man abformen, von welcher man eine Matrize nehmen will. Dieses geringe Quantum wird auf ein Blatt Papier gegossen, die Oberfläche wird mit einem Kartenblatt abgestrichen, dann die wohl gereinigte Münze darauf gelegt und nun ein kurzer, rascher Schlag mit der geballten Faust darauf geführt.

Es sind hier einige wesentliche Vorsichtsmaßregeln unerlässlich. Das Metallgemisch schmilzt zwar lange vor der Siedhize des Wassers, es ist aber doch erforderlich, dasselbe anzuwenden, sowie es flüchtig geworden ist, denn sonst wird dasselbe mit jedem Augenblick heißer und dann verbrennt es das Papier, während, vorsichtig verfahren, das Papier auch nicht einmal den leichtesten Anflug einer gelben Färbung erhält.

Man muß ferner, nachdem das Metall auf das Papier gegossen und mit einer Karte abgestrichen ist, die Münze nicht sofort auf die blanke Fläche legen, sondern warten, bis diese Fläche einen leichten Anflug von Erstarrung zeigt. Es ist dieses sehr gut zu erkennen, indem die Metallfläche plötzlich ihren spiegelnden Glanz verliert, nun ist es Zeit, es ist aber auch kein Augenblick zu verlieren.

Das Auslegen der Münze ist sehr leicht, wer aber nun mit der Faust darauf schlagen wollte, ohne dieselbe durch einen Handschuh geschützt zu haben, könnte sich doch verlegen, daher es wohl gerathen ist, diese Vorsicht nicht zu vernachlässigen.

Das ganze Verfahren leidet übrigens an großen Mängeln. Das Metall ist in dem Augenblick, wo die Oberfläche erstarrt, im Innern noch flüchtig. Bei dem darauf geführten Schlage sprüht es daher nach allen Seiten fort. Man kann sich also leicht verlegen, es geht Metall verloren, hauptsächlich aber kann der Fall eintreten, daß zu wenig Metall unter den abzuformenden Gegenständen bleibt. Allen diesen kleinen Unbequemlichkeiten kann man sehr leicht in folgender Weise ausweichen. Man läßt sich ein kleines Gestell von viereckiger Form machen, dessen unterer Theil eine Schublade bildet, höchstens von einer Linie Höhe, aber von solcher Ausdehnung, wie sie das größte Stück, welches man abzuformen gedenkt, erfordert, also etwa so groß, wie ein Buch in kleinem Octav oder großem Sebez. Diese Schublade steht zwischen zwei Ständern, welche ganz niedrig, etwa einen Zoll hoch und oben durch ein Brett verbunden sind, welches den ganzen Kasten bedeckt. Das Brett ist so weit ausgeschnitten, als der

Schubkasten eine Höhlung hat, und in diesem Ausschnitt ist ein Klotz von derselben Größe und etwa zwei Zoll hoch, verschiebbar, leicht beweglich.

Soll nun ein Abdruck von irgend einem Gegenstande genommen werden, so macht man aus weichem Thon sich eine Rolle von schwacher Bleistiftstärke, biegt diese so zusammen, daß sie um ein ganz geringes größer ist, als das abzuformende Stück. Man legt diesen weichen Ring auf ein Blatt Papier auf den flachen Schubkasten. Mitten auf dem Klotz, welcher sich in dem Einschnitte des Brettes, das die beiden Ständer bedeckt, bewegen läßt, befestigt man durch ein klein wenig Wachs die abzuformende Münze (oder den Holzschnitt, der für den Buchdruck bestimmt ist, oder was man sonst für einen Gegenstand abformen möge).

Ist es so weit, so schmilzt man das Metall, gießt es auf das Papier innerhalb des Rändchens von Thon, welches dadurch ganz ausgefüllt werden muß. Damit hierzu nicht zu viel Masse nöthig sei, kann man den Thon mittelst eines Buches oder eines angemessenen Brettchens so weit flach gedrückt haben, daß der Rand nicht höher ist, als ein Thaler dick.

Hat man hier hinein das Metall gegossen und abgestrichen, so schiebt man die kleine Lade in den Apparat und beobachtet nun durch die obere weite Oeffnung, in welche der Klotz kommen soll, den Augenblick der beginnenden Erstarrung.

So wie diese sich zeigt, so senkt man den Klotz mit dem abzuformenden Gegenstande, nach unten gekehrt, in die für ihn bestimmte Oeffnung, läßt ihn nicht fallen, sondern senkt ihn ruhig auf die blanke Metallfläche, und dann führt man, je nach der Größe des Gegenstandes, einen mehr oder minder starken Schlag darauf.

Hier wird nichts umhergespritzt, hier wird die zu erzielende Form nicht zu dünn, hier verbrennt man sich nicht, dieses alles sind Vortheile, welche man nicht verachten darf.

Einige Techniker rathen an, die Münze, wenn sie etwa von Thalergröße ist, auf die noch flüssige Masse fallen zu lassen, und sie sagen, falls man die Legirung auf Metall, etwa auf eine Eisenplatte, gießt und dann sofort die abzuformende Münze darauf fallen läßt, der Abdruck stets vollkommen gelinge, daß man aber, wenn die Münze leichter sei, sie doch beschweren müsse. Jedemfalls hat das ältere Verfahren sich seit lange bewährt, und *Clichés* von Buchdruckstöcken macht man beinahe niemals anders.

Eine andere nicht metallische Masse wird zu gleichem Behuf empfohlen, es ist nicht die längst bekannte aus Stearin und Wachs, sondern es ist eine Mischung von Schellack und Stearin. Das Letztere schmilzt man zuerst und setzt dann nach und nach unter fortwährendem Umrühren

Schellack zu, bis von beiden Theilen gleiche Gewichte in der Masse vorhanden sind.

Die Erhitzung wird so lange fortgesetzt, bis das Gemenge sich anzünden läßt, man thut dieses und läßt die Mischung so lange brennen, bis der Schellack sich vollkommen mit der Stearinsäure vereinigt hat. Nun bläßt man die Flamme aus und bringt etwas fein gemahlene und geschlemmten Graphit hinein, rührt alles zusammen und läßt die Masse in passende Papierkästchen fließen. Nach dem Erkalten entfernt man die blaßige Oberfläche und wenn man nunmehr das Abformen vornehmen will, so wird sowohl der zu formende Gegenstand, als die Oberfläche der Masse mit sehr feinem Graphitpulver eingerieben, hierauf wird die Masse so erwärmt, daß sie sich biegen und ein wenig dehnen läßt, und sie sich anföhlt wie Leder, die Erwärmung darf aber nicht weiter gehen, als gerade bis zu diesem Punkt. Die Münze oder der Holzschnitt wird auf die weiche Substanz gelegt und es wird durch einen Druck von mäßiger Stärke, aber von nachhaltiger Dauer, nicht durch einen Schlag der Abdruck gewonnen, er ist so scharf, daß auch nicht die feinsten Züge, daß nicht einmal aus Unvorsichtigkeit auf die Münze gekommene Risse ausbleiben. Nach dem Erkalten ist die Masse hart, sie verzieht sich nicht, sie wirft sich nicht und wird die Oberfläche mittelst eines weichen, zarten Pinsels durch eine metallische Bronze oder auch nur durch Graphit leitend gemacht, so werden durch den elektrischen Niederschlag die zartesten Züge auf das Genaueste wiedergegeben.

Ganz runde Figuren auf galvanischem Wege zu erzeugen, ist vielfach versucht worden, denn Niemand kann läugnen, daß es sehr wichtig wäre, den Erzguß ganz beseitigen zu können. Es sind dabei sehr große Schwierigkeiten zu überwinden. Dem Künstler wird immer das Schlimmste scheinen, daß der aus der Form hervorgehende Guß keinesweges vollkommen seinem Modell entspricht, das Metall zieht sich sehr ungleich zusammen, denn es ist durchaus nicht von gleicher Dicke, so wie auch die Druckhöhen, unter denen es steht, sehr verschieden sind. Unter diesem Druck des flüssigen Metalls leidet die Form und soll der fertige Bronzeuß vollendet werden, so fordert er ein zeitraubendes und kostspieliges Eiseliren, selbst abgesehen davon, daß die ganze Oberfläche des Erzgusses nicht glatt, sondern rauh ist, und also von oben bis unten eine mechanische, wenn auch nicht gerade eine künstlerisch ischaffende Bearbeitung findet.

Könnte man nun durch die Elektrizität ausführen, was bisher allein durch das Feuer möglich war, könnte man das Metall kalt gießen, so würde man eine unglaublich schwere und gefährliche Arbeit, so würde man

viel Metall sparen, denn der fünfte Theil dessen, was die Broncestatue hat, genügt bei dem galvanoplastischen Niederschlage.

Dem Nachbilden auf diesem Wege bei runder Figur stellt sich der Uebelstand in den Weg, daß es fast unmöglich ist, eine sehr tiefe Form, bis in die fernsten Enden metallisch leitend, zu überziehen. Nehmen wir an, wir hätten einen Apoll von Belvedere getreu in Wachs nachgebildet, hätten hier hinüber eine Gypsform gemacht und das Wachs durch Erwärmung des Gypses herausgeschmolzen, so würden wir dann eine Form haben, welche eigentlich allen Anforderungen entspräche, denn bei genügender Erwärmung würde kein störender Ueberrest von Wachs in der Form zurückbleiben, dagegen genug davon in die Masse des Gypses eingebracht sein, um denselben für Wasser undurchdringlich zu machen.

Wie nun aber in die entfernteren Theile der Form eindringen, um dieselbe mit dem leitenden Graphitüberzug nicht nur zu bedecken, sondern denselben auch so zu befestigen, daß er eine zusammenhängende Fläche bildet.

Weil man dieses bis jetzt für unmöglich gehalten hat, so ist man genöthigt gewesen, eine solche Form aus zwei und mehr Stücken zu machen, da sie dann offen ist und sich nunmehr leicht und bequem leitend machen läßt. Auf die beiden Hälften bringt man nun das Kupfer aus der Lösung und wenn diese Bedeckung die erforderliche Stärke erreicht hat, so löthet man die verschiedenen Stücke zusammen.

Dieses ist aber der höchst seltene, günstige Fall, in welchem man eine Form aus zwei oder drei Theilen machen kann, wie es vielleicht bei einer bloßen Büste möglich ist. Sobald aber eine ganze Figur und zwar nicht gestaltet, wie eine ägyptische Mumie, sondern mit Händen und Füßen, wie sie der natürlichen Bewegung entsprechen, nachgebildet werden soll, so reichen nicht zwei oder drei Theile aus, sondern jedes einzelne Glied fordert drei oder vier Stücke, um eine Form zu bilden.

Nun hat Renoir in dem französischen Journale Cosmos ein Verfahren veröffentlicht, nach welchem es möglich sein soll, solche kalte Metallgüsse aus Einem Stück zu machen, die Figuren mögen gruppiert sein, wie sie wollen. Er bildet zwar die Form auch aus mehreren, ja, wie er sagt, nur aus zwei Stücken, aber er setzt sie vor der Niederschlagung des Kupfers darin zusammen und erhält so eine Statue aus Einem Stück, welche nicht gelöthet zu werden braucht. Seine Masse besteht aus 50 Theilen Guttapercha, 20 Theilen Schweinesfett und 15 Theilen Harz. Dieselbe soll viel elastischer und dehnbarer sein, als die reine Guttapercha.

Das Abformen beginnt damit, daß er sich durch Gyps eine Stütze für die Formmasse verschafft. Er überdeckt die eine Hälfte der Statue mit einem Teig von Gyps und Wasser, welcher, wie wir wissen, bald erstarrt.

Ist dieses geschehen, so wird mit einem Messer der überflüssige Gyps so weit fortgenommen, daß man eine gerade Schnittfläche vor sich hat, welche längs der ganzen Figur und von beiden Seiten derselben verläuft. In diese etwa Zoll breite Linie bohrt man an 6 bis 8 verschiedenen Punkten Vertiefungen, welche halbkugelförmig sind, und welche zur Bestimmung haben, den einzelnen Formtheilen Halt gegen einander zu geben.

Ist alles so weit vorbereitet, so erweicht man nunmehr die bildsamer Masse so weit, daß sie sich bequem an den nicht überzogenen Theil der nachzubildenden Statuen drücken läßt. Dies geht sehr leicht, die Masse schmiegt sich vollkommen an, es bedarf keiner Nachhülfe durch Schlagen oder besonders scharfes Eindrücken. Hat man nach und nach die ganze nicht von Gyps bedeckte Hälfte so mit der Formmasse überzogen, daß dieselbe sich dicht an den Gypsmantel anschließt und daß sie überall in die gebohrten Vertiefungen gedrungen ist, so läßt man den Ueberzug kalt werden. Nunmehr entfernt man den Gyps von der anderen Hälfte und verfährt hier genau auf die gleiche Weise. Man hat alsdann zwei Hälften, die man trennt und auf der Seite, wo sie an der Figur gelegen haben, mit einem leitenden Ueberzuge versehen kann.

Der Verfasser hat zwar keinen Begriff davon, wie es möglich sein soll, irgend eine Figur, wenn sie auch nur eine Hand ausgestreckt oder einen Fuß von dem andern gesondert hat, aus nur 2 Theilen zu machen, und ein Gypsgießer wird dies wahrscheinlich noch weniger begreifen; Lenoir aber giebt es so an, möge er es verantworten.

Nachdem nunmehr die Form so leitend überzogen ist, legt man die einzelnen Hälften an einander und macht an möglichst wenig nachtheiligen Stellen Oeffnungen, damit Flüssigkeit durch dieselben aus- und eintreten kann. Den Ueberzug, welcher womöglich von Metallbronze gemacht wird, verbindet man leitend mit dem negativen Pole einer constanten Batterie. Damit die Zuleitung aber durchweg gleichmäßig sei, so bringt man in die Form ein Geflecht von Kupferdraht, welches sich so viel als möglich der Hohlform nähert, und welches bewerkstelligen soll, daß der elektrische Strom nach allen Richtungen hin auf dieselbe Weise wirkt. Zu demselben Zweck dient ein langer Platin draht, welcher gleichfalls inwendig in der hohlen Form und auf solche Weise darin umhergeführt ist, daß er der Hauptmasse desselben möglichst genau folgt. An derjenigen Stelle, wo eine Berührung dieses Drahtes mit der Form stattfinden könnte (in welchem Falle sich der elektrische Strom wirkungslos ausgleichen und keinen Niederschlag aus der Auflösung bewerkstelligen würde), muß man dieselbe stark mit Guttapercha überziehen.

Der Platin draht wird nun mit dem positiven, der Kupferdraht aber

mit dem negativen Pole einer Batterie verbunden und dann die ganze Form in ein großes Gefäß gestellt, in welchem sich eine concentrirte Lösung von Kupfervitriol befindet. Sobald der elektrische Strom im Gange ist, schlägt sich das Kupfer aus der Auflösung an den Wänden nieder, und ist die galvanische Batterie nicht zu stark, so geschieht dieser Niederschlag sehr langsam und dadurch wird er dicht und widerstandsfähig.

Es wird aber bald die Flüssigkeit, welche sich im Innern der Form befindet, erschöpft sein, und es ist nicht gut möglich, diesem Uebelstande dadurch entgegenzukommen, daß man die ausgenutzte Flüssigkeit weggießt und neue an ihrer Stelle bringt. Gegen diese Unbequemlichkeit dient eben die Einrichtung mit den Oeffnungen. Die Form steht aufrecht und sie ist sowohl auswendig von der Flüssigkeit umgeben, als inwendig damit gefüllt. Die auswendig stehende Flüssigkeit wird durchaus nicht verändert oder erschöpft, die innere aber wird ihres Kupfers entlastet. Dadurch wird sie leichter, steigt im Innern der Form in die Höhe und durch die Oeffnungen, welche an dem untersten Theile angebracht sind, steigt immerfort die schwere, concentrirte Lösung auf. Dieselbe außerhalb der Form im concentrirten Zustande zu erhalten, ist durchaus nicht schwierig, denn man braucht bloß genug Kupfervitriol in Leinwandfäden hineinzuhängen, welches sich in dem Verhältniß auflöst, wie es im Innern der Form niedergeschlagen wird.

Abgesehen davon, daß es wohl kaum möglich sein sollte, irgend eine Figur aus 2, ja aus 3 und 4 Stücken zusammenzusetzen, und daß, je kleiner die Figuren sind, desto schwieriger die Arbeit wird, und abgesehen von der ebenso schwer zu erfüllenden Bedingung, die elektrischen Zuleitungsdrähte so zu ordnen, daß sie nirgends mit der Form oder unter einander in Berührung kommen, hat auch noch der Umstand sein Nachtheiliges, daß man immer eine ganze Batterie zu der Erregung der elektrischen Thätigkeit braucht.

Das galvanoplastische Institut in Berlin, welches durch Herrn von Hackewitz eingerichtet wurde, und nur an pecuniären Verhältnissen, nicht an dem Talent des Technikers scheiterte, versuhr auf eine viel einfachere Weise. Die kolossale Christusstatue, welche von hier nach Petersburg gekommen ist, war gleichfalls mit Ausnahme des Armes aus einem Stück gebildet, aber nachdem die aus vielen Stücken bestehende Form inwendig sehr gut leitend überzogen, nunmehr zusammengesetzt war, wurde sie mit der Kupferlösung gefüllt und dann ein langer Cylinder von Pergamen, von thierischer Haut in ungegerbtem Zustande mit Salzwasser gefüllt, hineingebracht und so weit abwärts geleitet, als irgend thunlich, also auch bis in den Kopf der Figur, dann wurden Rollen von Zinkblech in diese

thierische Haut gebracht, und dieses Blech metallisch leitend mit der metallischen Bekleidung im Innern der Form verbunden. Es versteht sich, daß die Leitung bis aus der kupferhaltigen Flüssigkeit herausging, und daß der Draht oder die verschiedenen Drähte von der Zinkplatte nicht in die Flüssigkeit tauchten, sondern daß die leitende Berührung zwischen dem Ueberzug der Form und zwischen dem Zink außerhalb der Flüssigkeit bewerkstelligt wurde. Wenn die Drähte nämlich in die Lösung reichen, so ist nichts natürlicher, als daß sich gerade an ihnen das Kupfer in größerer Masse niederschlägt.

Ein interessantes Verfahren, Eisen gegen die Einwirkung der Witterung durch Kupfer zu schützen, ist vor nicht langer Zeit durch Tailsfer entdeckt worden.

Wenn man reines vollständig oxydfreies Eisen in eine Auflösung von Kupfervitriol bringt, so schimmert es schon nach wenigen Sekunden mit rosenrother Farbe durch die blaue Lösung hindurch. Zieht man jetzt das Eisen aus der Flüssigkeit, so sieht man eine rothe, dünne Haut darauf liegen. So kann man dieses übrigens nicht einmal bezeichnen, es ist keine Haut, es ist nur ein Pulver, welches sehr dicht an einander auf dem Eisen abgelagert ist, man kann dasselbe mit dem Finger wegwischen und man findet darunter das Eisen angegriffen, oxydirt.

Läßt man das Eisen längere Zeit in der Kupferlösung, so wird allerdings der Ueberzug stärker, er läßt sich nicht mit dem Finger wegwischen, man kann wahrnehmen, daß er Papierdicke, daß er 3 bis 4fache Papierdicke hat, und daß es ihm an Zusammenhang seiner Theile unter sich keinesweges fehlt, wohl aber an Zusammenhang mit dem Eisen. Dieses nämlich wird im Augenblicke des ersten Niederschlages vom Kupfer durch die Säure, in der es aufgelöst war, angegriffen, oxydirt. Was man also haben will, eine genaue Verbindung der beiden Metalle, wird nicht erreicht.

Diesem Uebelstande auszuweichen, bleibt nur ein Mittel übrig, nämlich das Kupfer nicht in einer sauren, sondern in einer alkalischen Lösung dem Eisens darzubieten. Dieses ist schon längst erkannt und bekannt, aber der Ueberzug von Kupfer, welcher auf diese Weise (z. B. durch Cyankupfer in Cyanalkalium) auf das Eisen gebracht werden kann, ist viel zu dünn, um den verlangten Schutz zu gewähren.

Die Erfindung Tailsfers erstreckt sich nun lediglich darauf, das Eisen durch Cyankupfer sehr dünn zu überziehen, dann aber durch schwefelsaures Kupfer es nachträglich so stark zu bedecken, als erforderlich ist, um Alles zu gewähren, was man von dieser Operation verlangt.

Die Arbeit zerfällt in drei verschiedene Abtheilungen. Zuerst muß das Eisen vollständig von der Kruste befreit werden, welche man Hammer-

schlag nennt, und welche den Blechen, Nägeln, Schrauben, kurz allen geschmiedeten und nachher nicht gefeilten Gegenständen ihr schwarzes, mattes Aussehen giebt. Dies wird dadurch bewerkstelligt, daß man das Eisen in verdünnte Schwefelsäure bringt, bis das Oxidul abgefressen ist, dasselbe dann mit heißem Wasser abwäscht, hierauf in Natronlauge und dann in Kaltmilch legt, worin dasselbe mehrere Wochen und jedenfalls so lange liegen bleibt, bis man es zur Verkupferung benutzen will.

Die zweite Operation beschränkt sich auf einen dünnen Ueberzug von Kupfer, dazu bereitet man sich eine Lösung von Cyankalium. Auf jedes Pfund Wasser, welches man anwenden will, nimmt man drei Loth des Salzes. Ist dieses geschehen, so bringt man Cyankupfer in diese Flüssigkeit zur Auflösung und giebt dessen so viel hinzu, bis vollständige Sättigung erreicht worden ist. Nunmehr werden die zu verkupfernden Gegenstände in die Lösung gebracht und unter der Wirkung einer schwachen zweipaarigen, aber constanten Batterie eine Stunde lang darin gelassen.

Die dritte Operation ist nun die der eigentlichen Verkupferung. Man bereitet sich eine Auflösung von Kupfervitriol, welche in der Kälte 29 Grad Beaumé (specifisches Gewicht 1,25) zeigt, darauf setzt man Wasser zu der Lösung, bis sie 20 Grad Beaumé (1,15) zeigt, und dann bringt man unter stetem Umrühren wieder so viel concentrirte Schwefelsäure hinzu, bis sie auf 22 Grad Beaumé (1,17 specifisches Gewicht) steigt. Dies ist die Verkupferungsflüssigkeit, die Batterie wird zur Thätigkeit gebracht, dann wird das aus der Cyankupferlösung genommene Kupfer leicht in Wasser gewaschen, mit dem negativen Pol verbunden und sofort in die Kupferlösung gebracht. Hier bleibt es einige Stunden, bis man, entweder durch Probiren oder durch die Erfahrung geleitet, weiß, daß die überziehende Kupferschicht jetzt genügend stark angelegt hat. So behandeltes Eisen zeigt sich mit dem Kupfer so fest verbunden, als ob es damit zusammengelötet wäre, aber die Operation ist nicht ohne Gefahr für die Arbeiter, denn die entweichenden Cyandämpfe sind der Gesundheit höchst nachtheilig. Daher ist man auf die schon früher — aber nur von einem Deutschen — vorgeschlagene Bekleidung des Eisens mit Blei zurückgekommen. Man läßt zu diesem Behuf Bleiglätte in Wasser auf dem man vorher 10 Prozent Kali zugesetzt hatte. Es ist dieses nunmehr, so wie die Cyanlösung, eine nicht saure, sondern alkalische. Man bringt unter Wirkung der elektrischen Batterie das zu überziehende Eisen in diese Lösung, und bringt dem Eisen gegenüber an dem positiven Pol eine Bleiplatte an, welche so groß ist, daß sie überall weiter reicht, als die in der Flüssigkeit liegende Eisenmasse. Von dieser Bleiplatte zehrt die Flüssigkeit, indessen wiederum an ihr das Eisen zehrt. Auf solche Weise gelingt es, die Flüssigkeit immer auf gleichem

Sättigungszustande zu erhalten, und man hat eine der Gesundheit nicht nachtheilige Auflösung und eine solche, welche nicht durch die Luft zersetzt wird, wie dieses der Fall ist mit der Lösung des Chankaliums.

Nachdem die Verbleiung vollzogen ist, wird nun mit der Verkupferung vorgegangen, genau so, wie es vorhin beschrieben wurde, auch hier sitzt der Kupferüberzug so fest, daß es unmöglich ist, ihn abzulösen oder zu sprengen; soll es geschehen, so muß es durch Abfeilen oder durch Abschleifen bewerkstelligt werden. Nach zweistündiger Verkupferung ist die Decke so dicht, daß keine Säure (wenn sie nicht das Kupfer auflöst und es so entfernen) das Eisen irgendwie angreift.

Man hat noch eine nicht uninteressante Art, die Verkupferung des Eisens zu bewerkstelligen, erdacht. Das Eisen wird mit einem dünnen und bald trocknenden Firniß überzogen. Hierdurch allein wird das Abbeizen der Oxidschicht, welche auf dem Eisen zu liegen pflegt, überflüssig und es wird auch unnöthig, aus dem theuren Chankupfer oder aus der Bleilösung einen vorläufigen Niederschlag auf dem Eisen zu bilden.

Der Firniß darf kein Spirituslack sein, es muß ein Oellack sein, denn er muß nach dem Trocknen noch so viel Klebrigkeit behalten, um den leitenden Ueberzug anzunehmen. Dieser besteht, wie in solchen Fällen immer, aus Graphit in Pulverform, welcher mit Baumwolle oder sonst einem weichen Gegenstande angerieben wird. So vorbereitet, bringt man den Gegenstand, der überkupfert werden soll, in die Vitriollösung, verbindet ihn mit einem Kupferdrahte und am Ende desselben wird ein Stück Zink angelötet, welches in einem Darne, einer Blase oder sonst einer ungegerbten thierischen Membran steckt. Dieser Sack ist mit Salzwasser gefüllt, und hierdurch wird ein einfaches galvanisches Element hergestellt, welches auf das vollständigste dem Zweck des elektrischen Niederschlages entspricht.

Das Verfahren ist vollkommen gerechtfertigt, wenn sich's darum handelt, ein Stück Eisen von allen Seiten zu überkupfern, wie etwa einen Thürdrücker und ähnliche Gegenstände, wenn man aber die Verkupferung nur einseitig haben will, wie z. B. bei Blechen zur Dachdeckung, so ist unzweifelhaft, daß die erforderliche Haltbarkeit nicht da sein kann, denn das Kupfer ist nicht metallisch verbunden mit dem Eisen, sondern es ist zwischen beiden Metallen eine doppelte Schicht fremder Substanzen.

Sehr viel besser als alles dieses ist allerdings, namentlich für Blech, die Verkupferung in Feuer. Es bedarf, wenn man statt des Kupfers Messing anwendet, nicht einmal sehr großer Hitze. Man beizt die Eisentafel von ihrem Oxide rein und trocknet sie mit Sägespänen gut ab, legt sie horizontal hin und streut Feilspäne von Kupfer (oder Messing oder

Bronce) darauf, verbreitet sie ganz gleichmäßig und überpulvert alles mit gepulverter Bronze. So wird das Blech in einen vorher geheizten Ofen gebracht, in welchem, wenn das Eisenblech nicht sehr dick war, die erforderliche Temperatur in der Zeit von 10 Sekunden erreicht ist. Das Kupfer schmilzt darauf und breitet sich ganz gleichmäßig und schön aus. Nach dem Herausziehen erstarrt die Masse so schnell, die Verbindung aber ist so fest, daß man dergleichen Bleche durch Walzen strecken, durch Hämmer beliebig treiben oder durch Schlagwerke stanzen kann. Es ist wohl möglich, daß so vorgerichtete Bleche einmal statt des sehr theuren Kupfers zu Beschlägen der Schiffe angewendet werden. Auf die Dicke des Kupfers kommt es keinesweges an, sondern nur auf die Metallstärke. Unzweifelhaft ist aber bei fast gleicher Stärke, daß Eisen widerstandsfähiger ist als das Kupfer, und die Schicht dieses letzteren, wenn sie auch nur Papierdicke hat, dabei aber von dem unterliegenden Eisen gestützt ist, reicht aus, um das Rosten zu verhindern.

Auf ganz gleiche Weise lassen sich auch andere Gegenstände mit Kupfer überziehen, nur muß man verhältnißmäßig unendlich mehr des Kupfers haben, als für den vorigen Fall. Es muß nämlich ein Schmelztiegel damit angefüllt sein, dem natürlich die nöthige Quantität Bronze nicht fehlt. Die Eisenstücke müssen gereinigt und getrocknet sein, dann bringt man sie in das geschmolzene Metall und läßt sie darin so lange, bis sie die Temperatur erreicht haben, bei welcher die Vereinigung der Legirung mit dem Eisen stattfinden kann. Aus dem Metall herausgenommen, werden die Stücke auf einen Rost gelegt, um darauf zu erkalten.

Galvanische Vervielfältigung der Holzschnitte.

Man druckte früher gewöhnlich unmittelbar von dem Holzstock, der ähnlich den Typen eine gleichmäßig erhobene Fläche bildet, welche der Zeichnung entspricht, die gesehen werden soll. Die Kunst des Holzschnidens besteht nämlich darin, alles Holz wegzuschaffen, was nicht zur Zeichnung unmittelbar gehört. Der Holzstock giebt beim Abdruck die Farbe an das Papier ab und vorsichtiger als die Typen behandelt, hält er eine weit größere Menge von Abdrücken aus, obgleich diese von Metall sind. Allein das Papier kann den Holzstock sehr angreifen, wenn es nicht aus einer feinen, zarten Masse besteht.

Jedes Sandkörnchen thut dem Holzstock Schaden, man sieht dieses besonders an großen schwarzen Flächen, welche auch bei Anwendung guter Farbe nach und nach so viele Vertiefungen bekommen, daß sie wie mit weißen Punkten gesprenkelt, marmorirt erscheinen. Wenn dann der Holzstock von Neuem geschnitten werden soll, wehrt sich in der Regel der Verleger gegen die Ausgabe und das Publikum erhält abschreckende, häßliche Abbrücke.

Dies hat erstens auf das längst bekannte Verfahren des Abkalschens geführt, mittelst dessen man sich Abbrücke von dem Holzschnitte verschafft, die wie Stereotypplatten auf angemessen hohen Klöben von Eichenholz befestigt und dann in die gesezte Buchdruckerform gebracht werden.

Da aber bei dieser Art der Vermehrung der Holzschnitte diese selbst in heißes Metall gebracht, in die Formmasse gedrückt werden müssen, so leiden sie darunter und man ist auf den Gedanken gekommen, dem Uebelstande dadurch auszuweichen, daß man die Abformung auf galvanischem Wege vornimmt.

Otto giebt hiervon in seinem vortrefflichen Werke, Abth. III. S. 270, eine genaue Beschreibung, welcher nur leider eine erläuternde Zeichnung fehlt.

In einen vierseitigen, 4 bis 8 Zoll tiefen, dicht mit Asphaltfirniß ausgestrichenen Kasten von Holz (man kann, wie begreiflich, einen solchen auch von Glasplatten zusammensetzen, oder kann ihn fertig aus einem Stück geblasen erhalten, wozu die große Fabrik von Warmbrunn und Quilitz in Schlesien, welche alle Apparate für Galvanotechnik sowohl, als für die Photographie in größter Vollkommenheit liefert, genügende Gelegenheit bieten) hängt man einen zweiten ähnlichen, aber jedenfalls hölzernen Kasten, welcher nur die halbe Tiefe des vorigen hat, und um so viel kleiner ist, daß er von allen Seiten des äußeren Kastens einen Zoll weit absteht.

Der Rahmen dieses Kastens, die Zarge, ist von Holz, der Boden desselben besteht aus Lohgar gegerbtem Leder oder aus Pergamen, Thierblase. An den Seiten des kleinen Kastens sind ein Paar schmale Latten befindlich, mittelst deren man ihn auf den Rand des größeren hängen kann.

Der innere Kasten dient zur Aufnahme der Zinkplatte für ein elektrisches Element; um diese Zinkplatte aber außer Berührung mit dem Boden zu halten, wird sie entweder in ein leinenes Tuch geschlagen, dessen Zipfel oben auf ihr liegen und mittelst deren sie bequem herausgehoben werden kann, wenn sie zerfressen ist, nicht mehr elektrisch wirkt, wohl aber durch den Schlamm, den ihre Auflösung erzeugt, hindernd werden kann. Statt eines solchen Tuches kann man auch einen Messingrahmen anwenden, welcher gut in den innern kleinen Kasten paßt, über dessen untere Kante man Leinwand spannt, auf welcher nunmehr die Zinktafel liegt. In den

unteren Kasten, den größeren, bringt man eine Lösung von Kupfervitriol, und durch zugelegte ungelöste Stücke bewirkt man, daß während des Gebrauchs die Flüssigkeit in unveränderter Stärke erhalten werde. In diesen unteren Kasten kommen auch die abzuformenden Gegenstände, also die Holzstöcke, aber erst in zweiter Instanz, nämlich die Abdrücke der Holzstöcke. Wolte man das Holz selbst in die Lösung bringen, so würde trotz allen Eindürens, ja wenn man es auch mit Stearin kochen wolte, dasselbe quellen, sich verziehen, ungerade und also unbrauchbar werden, und statt eines abgeformten Holzschnittes hätte man einen verdorbenen Holzschnitt, zweitens würde man selbst bei einer gelingenden Abformung doch eine verkehrte erhalten, d. h. eine solche, bei welcher die sämtlichen durch den Stechbeutel oder dem Grabstichel gemachten unregelmäßigen Vertiefungen, als ebenso unregelmäßige Erhöhungen zum Vorschein kommen, indem die gleichmäßige Fläche, von welcher man einen Abdruck haben will, hinter diesen Erhöhungen und ungleichmäßigen Tiefen so weit verborgen wäre, daß sie von der Farbe der Walzen auf keine Weise mehr erreicht werden könnte.

Einen solchen Abklatsch muß man freilich haben, um von ihm denjenigen zu gewinnen, der in die Form des Setzers kommen und einen Abdruck in dem Buche geben soll. Einen solchen Abklatsch macht man sich viel einfacher aus Guttapercha, als aus Kupfer, und man hat dabei nicht nöthig, den Holzstock in Wasser zu setzen und darin zu verderben. Die Operation wird so ausgeführt, daß man ein Stück Guttapercha von der erforderlichen Größe und Stärke in heißem Wasser erweicht, sorgfältig abtrocknet, und auf den gleichfalls vollkommen trocknen Holzstock legt, nachdem man ihn sowohl, als die Guttapercha selbst mit feinem Graphitpulver eingerieben, mittelst eines Pinsels aber den Graphit aus den Vertiefungen des Holzschnittes so weit als thunlich entfernt hat.

Die trockne, warme und sehr plastische Masse liegt nun auf dem Holzschnitt, wird durch einen Holzblock von gleicher Größe bedeckt und unter eine wirksame Presse gebracht, unter welcher man das elastische Harz erkalten, also erstarren läßt.

Ist die Erkalting eingetreten, so löst man die Schrauben, trennt die verschiedenen Stücke von einander und hat nun in der Guttaperchatafel die eigentliche Form zur Herstellung eines galvanischen Abgusses.

Auf ein Blech oder auch auf eine Holztafel oder endlich auf den Boden des größeren Kastens legt man einen solchen Abdruck oder mehrere, so viel gerade Platz haben unter der Zinkplatte, welche in dem kleinen Kasten liegt. Diese verschiedenen Formen von Guttapercha müssen leitend sein durch einen Graphitüberzug, welcher mit einem weichen Pinsel rein,

und eben dadurch blank gerieben ist, aber sie müssen auch unter einander leitend in Verbindung sein, darum legt man sie auf sehr dünne Kupferstreifen oder auf Zinn, Staniolstreifen, welche alle nach einer Seite hin gerichtet sind und hier aus dem Kasten hervorragen. Kupfer, wenn man dasselbe nur dünn genug erhalten kann, ist unter allen Umständen das bessere Metall.

Derjenige Theil dieser Metallstreifen, welcher nicht mit der Guttaperchaform in Berührung ist, wird mit einem dicken Firniß überzogen, damit sich das Kupfer aus der Lösung nicht auf ihm niederschlage.

Wir hätten nun eigentlich schon alles Erforderliche zu einem elektrischen Prozeß, wir haben einen negativ elektrischen Körper, den Graphitüberzug, wir haben ein positives Metall, die Zinkplatte, wir haben dazwischen eine Flüssigkeit, die Kupfervitriollösung. Um das elektrische Element in Thätigkeit zu setzen, brauchen wir demnach nichts weiter, als den Kupferstreifen, auf welchem die Guttaperchaformen liegen, mit dem Zink in Berührung zu bringen. Um jedoch einen recht wirksamen und trotz dessen einfachen Apparat zu haben, bringt man in den kleinen Kasten noch eine Kupfertafel von derselben Größe, wie die Zinkplatte, welche darin liegt, giebt ihr jedoch drei bis vier Anhängsel, so daß sie auf verschiedenen Seiten gestützt, d. h. durch dieselben auf den Rand des kleinen Kastens gehängt werden kann. In diesen kleinen Kästen füllt man nun auch sehr verdünnte Schwefelsäure oder statt derselben eine Auflösung von Küchenalz und man verbindet die Kupferstreifen, auf denen die Guttaperchaformen liegen, mit den umgebogenen Haken oder Stützen der in dem Kasten befindlichen Kupferplatte, wodurch ein elektrischer Strom in bester Form entsteht.

Dieser elektrische Strom gleicht sich einerseits in den Metallstreifen aus, welche die Guttaperchaform mit dem Kupfer verbinden, andererseits aber geht ein eben solcher Strom durch die Flüssigkeit, durch die Auflösung von Kupfervitriol, und dieser Strom zersetzt die Auflösung, führt das Kupfer zu dem leitenden Ueberzuge der Guttaperchaform und schlägt es darauf nieder, indeß die Säure und der Sauerstoff frei wird und an das Zink geht, um dieses in oxydirten Zustand zu versetzen. (Otto a. a. O. S. 271.)

Es wird, um die nöthige Stärke zu erlangen, der Zeitraum von acht Tagen nöthig sein, in diesen muß man täglich den Apparat auseinandernehmen, muß die Zink- und Kupfertafel in dem kleinen Kasten reinigen und muß die Guttapercha-Abdrücke in dem großen Kasten untersuchen, muß sie aus der Flüssigkeit heben und im Wasser abbürsten und muß vor allen Dingen darauf achten, daß die niedergeschlagene Metallfläche stets vollkommen rein sei, dann wird alles wieder in die vorige Lage gebracht, die

Flüssigkeiten werden nöthigenfalls erneuert, die verdünnte Säure oder das Salzwasser ganz gewiß, denn sie sind mit Lösungen von Zinkoxyd oder Zinkchlorid beladen und wenn endlich das Zink sich zerfressend zeigt, muß es gleichfalls erneuert werden und vor allen Dingen muß man mittelst des Tuches, worin dasselbe eingewickelt war, allen Schmutz und Schlamm entfernen, damit nichts deraartiges auf dem nassen Boden bleibe, weil dies eine Veranlassung wird, daß sich Kupfer an demselben niederschlägt.

In dem gedachten Zeitraum haben nach und nach die Niederschläge in der Form die nöthige Dicke und Massenhaftigkeit erhalten. Man kann den Prozeß unterbrechen und sie aus der Form heben, was ohne die mindeste Schwierigkeit geschieht, und man wird nunmehr einen metallenen Abdruck des Holzschnittes vor sich haben, der mit diesem letzteren so vollkommen gleich ist, daß Abdrücke, durch die Presse gemacht, nicht den geringsten Unterschied zeigen, indem der galvanische Niederschlag alles wiedergegeben hat, selbst bis auf die Porosität des Holzes, daher sich auch so gut ein Abdruck davon machen läßt. Würde das Metall an der Stelle, wo es Farbe annehmen soll, blank sein, so würde es die Farbe nicht, oder nur höchst ungleich annehmen, das Metall ist aber hier so vollkommen matt, daß es die weiche, sammetartige Oberfläche des Buchsbaumholzes auf seiner Hirnseite zeigt.

Diese kupfernen Clichés werden auf ihrer Rückseite eben gehobelt, und dann entweder auf Holztafeln von der Stärke befestigt, welche ihnen die Höhe der Buchdrucklettern giebt, oder sie werden mittelst Schriftmetall unter Anwendung des sogenannten Löthwassers (eine Lösung von Zink in Salzsäure) unterlegt; da die Abrichtung einer solchen Metallhintergießung aber viel schwerer ist, als die des Holzes, so pflegt man dieselben gewöhnlich so zu behandeln, wie die Clichés anderer Art, d. h. man schraubt sie auf Holzstöcken fest.

Elektrische Induction.

Wenn wir bei dem Bisherigen den elektrischen Strom angewendet sehen, wie derselbe durch die Verbindung von Kupfer und Zink entsteht, so wollen wir jetzt noch zwei andere Wege anführen, um einen solchen Strom zu erzeugen, auch ohne daß man Säuren anwendet.

Es ist eine bekannte Thatsache, daß der Magnetismus Electricität hervorbringt, so wie wiederum die Electricität Magnetismus erzeugt. Wenn man einen Eisenstab vielfältig mit Draht umwickelt, der vorher mit Seide

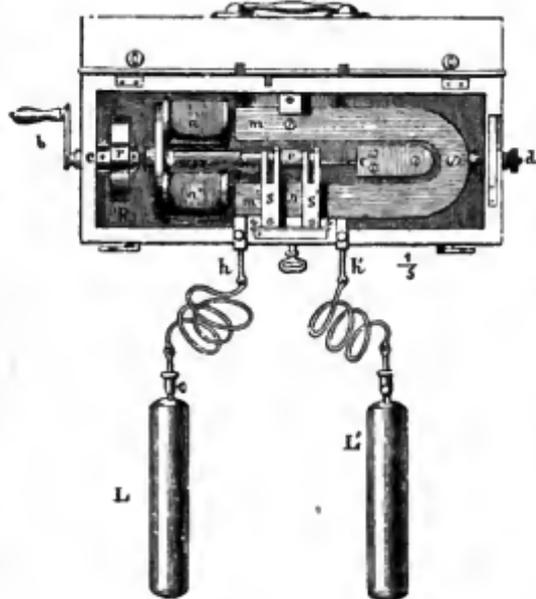
umspunnen war, so daß die Windungen des Drahtes sich unter einander nicht metallisch berühren, faßt darauf die beiden Drahtenden mit den benetzten Fingern verschiedener Hände und läßt nun durch einen anderen einen starken Magnet von Hufeisenform mit seinen beiden Polen bei dem umwickelten Eisenstabe vorbeilaufen, so entsteht in dem Draht ein solch' elektrischer Strom, daß man denselben als Schlag in beiden Händen fühlt. Allerdings müssen hierzu sowohl sehr zahlreiche Windungen des Drahtes, als sehr starke Magnete angewendet werden. In diesem Falle ist die Wirkung auf den menschlichen Körper eine sehr entschiedene, aber auch bei ganz schwachen Apparaten läßt sie sich durch Experimente nachweisen, wennschon nicht durch so starke Erschütterungen.

Es ist begreiflich, daß es gar nicht darauf ankommt, den Magnet an dem Eisenstab vorbeizuführen, man kann auch den Eisenstab am Magnete vorbeiführen, die Sache wird dadurch bequemer, leichter ausführbar und die Figur 1093 giebt eine Ansicht solchen Apparats in seiner compendiossten Form. Wir sehen hier ein Kästchen, etwa in einem Fünftel der natürlichen Größe, in demselben liegt ein Magnet *m*, vor ihm sind zwei Drahtrollen *a* an einem Querstabe von Eisen befestigt, durch die Rollen selbst setzt sich der Eisenstab fort bis ganz in die Nähe der Pole des Magnets.

Um diesen gekrümmten Eisenstab mit seinen Drahtspulen an dem Magnete vorbeizuführen, ist derselbe auf einer Achse *cd* befestigt und durch eine Kugel *b* drehbar, welche ein hölzernes Rad *R* und durch diese ein sehr viel kleineres Rad *r* in Bewegung setzt, auf welche Weise dann die beiden Drahtspulen mit ihrem Eisenstabe in kurzer Zeit viele Male vor dem Magnete vorbeigeführt werden können.

Der Draht beider Spulen besteht aus einem Stück, die äußersten Enden derselben sind aber nahe an der Achse an einem kleinen Apparat *o*

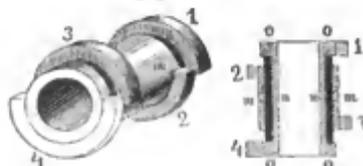
Fig. 1093.



befestigt, durch welchen sie wieder mit demjenigen in Verbindung kommen, was etwa elektrisirt werden soll.

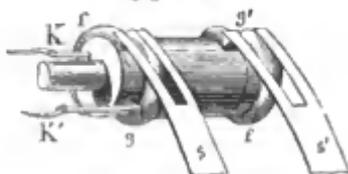
Wir müssen diese Figur verlassen, ohne sie vollständig erläutert zu haben, um zu einer anderen überzugehen, welche uns helfen soll, diese erstere zu erklären.

Fig. 1094.



Der Cylinder oo mit den Vorsprüngen 1 und 4 sitzt auf der Achse fest, der zweite Cylinder mm mit den Vorsprüngen 2 und 3 sitzt auf diesem ersten Cylinder, doch nicht unmittelbar, sondern getrennt durch eine Harzschicht, welche wir zwischen m und n durch einen breiten, schwarzen Strich angedeutet sehen. Die perspektivische Ansicht zeigt, daß die Vorsprünge 1 und 4, sowie 2 und 3 Halbkreise sind, welche auf den beiden getrennten Cylindern so stehen, daß sie sich zu ganzen Kreisen ergänzen würden, wenn nicht die Halbkreise 2 und 3 auf einem kürzeren Cylinder m säßen, so daß sie nicht bis an das Ende des größeren Cylinders oo reichen, um mit den Halbkreisen 1 und 4 zusammenzustoßen.

Fig. 1095.



In der Figur 1095 sehen wir den oben beschriebenen Apparat gewissermaßen in Thätigkeit. Zwei Gabeln von Stahl, S gut federnd, liegen mit ihren Enden auf den Halbkreisen, welche in der vorigen Zeichnung beschrieben sind. Nehmen wir an, der Cylinder drehe sich von dem Beschauer fort, indeß die Gabeln an ihrer Stelle bleiben, so wird man wahrnehmen, daß in dem Augenblick, wo F die Feder S verläßt, der Wulst g unter die andere Hälfte derselben Gabel tritt, und daß in derselben Zeit der Wulst g' die eine Zinke der Gabel s' verläßt, die andere Zinke derselben Gabel mit dem Halbkreise f in Berührung tritt. Die beiden Gabeln spielen also auf den beiden Wulsten immer mit einem derselben, aber nie mit beiden in Berührung.

An dieser Zeichnung sehen wir ferner zwei Drahtenden KK' befestigt, diese führen zu den Spulen und übertragen die, in den umwindenden Drähten erzeugte Electricität nach dem beschriebenen Instrument, dem Commutator.

Zu dem Augenblick, wo die beiden Rollen in der Figur 1093 in derjenigen Lage vor dem Magnete sind, welche durch die Zeichnung ausgedrückt ist, wo a' vorn und a hinten ist, wird eine bestimmte Art von Electricität, d. h. ein elektrischer Strom durch den Draht gehend, in einer gewissen Richtung hervorgebracht. Sowie die Kurbel gedreht wird, nur um $\frac{1}{2}$ des Kreises, so verwechseln die beiden Rollen ihre Stellen, so daß a' , welches jetzt vorn ist, nach hinten kommt. Dadurch aber wird ein neuer Strom und zwar in entgegengesetzter Richtung erregt. Betrachten wir nun wieder die letzte Figur, so sehen wir, daß durch die Anordnung der Halbkreise und der damit in Verbindung stehenden Gabeln der Strom ebenfalls umgekehrt wird, indem K und K' bei der Umdrehung so genau ihre Stellen verwechseln, wie die mit ihnen verbundenen Rollen a und a' .

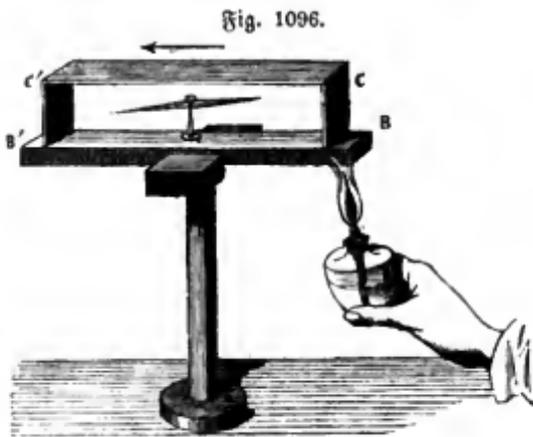
Wenn nun ein Mensch die beiden Leiter LL' der Figur 1093 in die Hände nimmt, diese Leiter aber durch zwei Drähte hh' mit den Gabeln s und s' in Verbindung stehen, so wird er erstens bei jeder halben Umdrehung des Eisenstückes mit den beiden Drahtrollen einen Schlag, eine Erschütterung erhalten, weil sich der erregte Strom in seinem Körper ausgleicht, er wird aber auch zu gleicher Zeit den Strom fortwährend in der nämlichen Richtung erhalten.

Wir haben dieses alles bereits Seite 226 dieses Theiles besprochen, wollten jedoch hier die Anwendung auf die Galvanotechnik zeigen, denn dieser Apparat (jedoch in einem sehr vergrößerten Maßstabe und in einer Rotationsgeschwindigkeit, welche die beiden Spulen abwechselnd mehr als zwanzig Mal in einer Sekunde vor den beiden Magnetpolen vorbeiführt) ist angewendet worden, um die Kupferniederschläge auf magneto-elctrischem Wege zu erzielen. Diejenige der Handhaben, welche den negativen Pol repräsentiren würde, bringt man zu diesem Behuf mit demjenigen Gegenstand in Verbindung, auf welchem das Kupfer niedergeschlagen werden soll, den anderen Pol verbindet man dagegen mit derjenigen Kupferplatte, durch welche die Kupferlösung auf ihrer Sättigungsstufe erhalten wird, und so wird hier durch einen zwar unterbrochenen, aber doch so rasch wieder angeknüpften Strom, daß er für continuirlich gelten kann, der Kupferniederschlag erzeugt.

Noch ein anderer Weg zu demselben Ziele zu gelangen, ist eingeschlagen worden, indem man die Thermoelctricität in Anwendung bringt.

Durch den als Physiker hoch berühmten Dr. Seebeck wurde im Jahre 1821 die merkwürdige Thatsache entdeckt, daß zwei Metalle verschiedener Art zusammengelöthet, und nachdem sie eine über und über gleiche Temperatur erlangt, plötzlich an der Löthstelle erwärmt, eine elektrische Spannung erhielten, welche sich zu einem elektrischen Strom ausglich, wenn

die beiden anderen Enden der zwei Metalle durch einen Draht leitend verbunden wurden.



Wir sehen in Figur 1096 einen solchen Apparat zusammengestellt, und sehen ihn auch zugleich in Wirkung gesetzt. BB' ist ein Stück Bismuthmetall, CC' ist ein zweimal rechtwinklig gebogenes Stück Kupfer, die beiden Metalle sind bei BB' zusammengelöthet.

Stellt man in den Zwischenraum, welcher durch den Bügel C gebildet wird, eine Magnetnadel, und giebt man dem Bügel durch Drehen des Ständers, worauf er steht, eine solche Richtung, daß seine Seiten parallel mit der Achse der Nadel sind, so nimmt man nicht eine Spur von Wirkung wahr, so lange beide Löthstellen eine gleiche Temperatur haben. Sobald aber unter die eine der Löthstellen, wie z. B. unter B, eine Lampe gehalten wird, so sieht man sofort die Magnetnadel aus ihrer natürlichen Richtung heraustreten und sich, je nach der Stärke der Erwärmung und nach ihrer Empfindlichkeit, seitwärts richten.

Es ist hier ein elektrischer Strom entstanden. Jeder solcher Strom hat magnetische Kraft und zwar ist er quer über magnetisch; geht ein Strom von Elektrizität ununterbrochen von Norden nach Süden, so wendet sich eine darunter stehende Nadel aus der ihr natürlichen Nord-Süd-Stellung und zeigt von Osten nach Westen. Es versteht sich von selbst, daß die Stärke des Stromes die Stärke der Abweichung bedingt, aber schon der aller schwächste Strom, oder, mit anderen Worten, die allergeringste Erwärmung einer solchen Löthstelle, bringt eine solche Abweichung hervor. Wenn man den Versuch, welchen die Zeichnung darstellt, dahin abändert, daß man ein einen Viertel Zoll breites Streifen Papier eng zusammenrollt, anzündet und mit der Flamme unter der Löthstelle hinwegführt, die dadurch hervorgebrachte Erwärmung auch nur eine Viertel-Sekunde statt hat, so wird eine empfindliche Magnetnadel schon einen, ohne alle Mühe sichtbaren Ausschlag zeigen und sie wird, wie sich die Löthstelle abkühlt, auch wieder zurückgehen in ihre ursprüngliche Lage. Daß die Nadel empfindlich sei, ist allerdings eine Bedingung, ist die Nadel zu schwer, so wird sie von

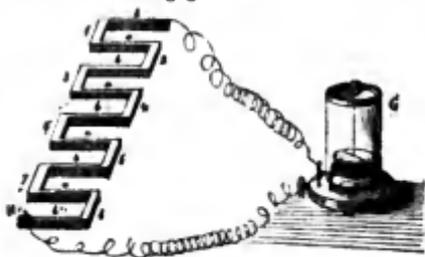
einer so geringfügigen Kraft nicht bewegt, ist sie aber etwa zwei Zoll lang, aus einer schwachen Uhrfeder gemacht und schwebt sie mit ihrem Achatküggen auf der Spitze einer Nähnadel oder hängt sie, was noch besser ist, an einem Coconsfaden, so wird der Ausschlag zehn und mehr Grade betragen. Allerdings hat man sechsmal so schwere aus Stahl geschmiedete Nadeln und sie schweben nicht auf einer Nähnadelspitze, sondern auf einer von dem Mechanikus selbst zurechtgefeilten, dicken Nadel. Diese werden sich nicht so willig finden lassen, daß die geringste Spur einer Erwärmung sie bewegen könnte, bei leichten Nadeln aber ist die Erwärmung, welche zu einer bemerkbaren Ablenkung der Nadel ausreicht, mit dem Thermometer gar nicht zu messen, im Gegentheil wird dieses Instrument selbst zum Meßapparat für sehr geringe Grade von Wärme, für solche bei denen das Thermometer den Physiker gänzlich verläßt.

Aber nicht dieses, sondern der elektrische Strom ist es, der uns hier interessiert, und dieser Strom kann durch Vervielfältigung solcher Stangen, wie die in Figur 1096 bezeichnete, zu einem sehr beträchtlichen gemacht werden.

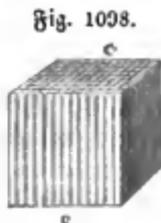
Stellen wir uns vor, wir hätten eine Menge solcher Stäbe an einander gebracht, und hätten dieselben, so wie die Figur 1097 zeigt, geordnet, dergestalt, daß sämtliche mit b bezeichnete Stücke aus Kupfer, sämtliche mit a bezeichnete dagegen aus Wismuth bestehen, stellen wir uns ferner vor, daß die paarigen Ziffern 2, 4 u. diejenigen Löthstellen bezeichnen, welche man erwärmen will, die unpaarigen Zahlen dagegen diejenigen, welche man ihre Temperatur unverändert behalten läßt, so wird hieraus schon eine beträchtliche Verstärkung des elektrischen Stromes hervorgebracht werden, häuft man nun aber vollends die Anzahl solcher Stäbchen bis auf hundert und darüber, macht man die Stangen Fuß lang und Zoll dick und nimmt man nicht Kupfer und Wismuth, sondern zwei Metalle, welche in ihrer thermo-elektrischen Spannung noch weiter auseinander liegen, z. B. Wismuth und Antimon, so kann man mittelst eines solchen Apparats einen sehr mächtigen elektrischen Strom hervorbringen.

In einer englischen Fabrik wurde ein solcher Apparat eingerichtet, wovon die umstehende Figur 1098 den Kern zeigt, einen Würfel, welcher dadurch entstanden ist, daß man hundert Stäbchen von Eisen und eben so viele von Neusilber in der Art an einander löthet, wie die Figur 1097

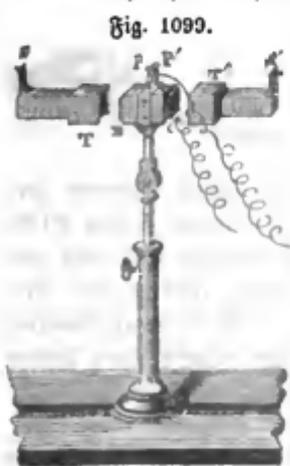
Fig. 1097.



zeigt, doch so, daß, nachdem man zehn Paare nach einer Richtung hat gehen lassen, man die nächsten zehn Paare nach der entgegengesetzten Richtung zurückführt, ferner auch so, daß die einzelnen Stangen sowohl oben, als unten Ansätze haben, mittelst deren sie, im Zickzack hin und her laufend, an einander gelöthet werden, diese Ansätze jedoch sehr viel schwächer sind, als die vorige Figur zeigt, so daß höchstens eine ganz schwache Pappe zwischen die beiden mittelst der Ansätze zusammengelötheten Metallstäbe gebracht werden kann.



Ordnet man nun zehn Plattenpaare in einer Richtung, die nächsten zehn Paare in einer umgekehrten, die dritten zehn Paare wieder in der Richtung, welche die ersten zehn Paare gehabt haben, die vierten zehn Paare wieder in entgegengesetzter Richtung und so fort, so gelangt man nach und nach dazu, einen solchen Würfel zu bilden, wie die Figur 1098 ihn darstellt, doch ist eine unerlässliche Bedingung diese, daß jeder Stab mit dem ihm zunächst benachbarten nur an einer einzigen Stelle zusammengelöthet sei, daß die Hälfte aller Löthstellen sich in einer Fläche des Würfels befinde und die ganze Masse der anderen Hälfte aller Löthstellen wieder in einer Fläche vereinigt sei, welche dieser erstgedachten Löthfläche gerade gegenüberliegt. C zeigt uns die eine Löthseite, daher dieselbe in lauter kleine Quadrate getheilt erscheint. Ihr gegenüber liegt die Seite D, welche natürlich nicht gesehen werden kann. Zwischen beiden sieht man die in die Länge von oben nach unten fortlaufenden Linien, welche die Metallstreifen vorstellen.



Gewöhnlich bringt man einen solchen Cubus in ein Gestell, wie es die Figur 1099 zeigt. Es sei der Cubus nun nicht größer als der in Figur 1098 gegebene, oder er wiege 2 Centner, wie man dieselben in England anwendet.

Figur 1099 zeigt uns in PCD die Fassung von Metall, welche den ganzen Würfel umgiebt, natürlich so, daß nirgends eine metallische Berührung stattfindet, die Umhüllung muß also von dem darin enthaltenen Cubus durch Pappe oder Seide oder Elfenbein, gleichviel, wenn es nur kein Metall oder ein sonstiger guter Leiter der Electricität ist, getrennt sein. Das äußerste Ende der einen Seite ist mit P, das letzte Ende der entgegengesetzten Seite ist mit P' bezeichnet. Um uns nicht falsch zu verstehen, wollen wir noch hinzufügen, daß das erste z. B. Neusüber sein

müsse, daß von diesem zum Eisen und vom Eisen zum Neusilber und so fort gegangen werde, daß aber unter dem „letzten Ende“ nichts anderes zu verstehen sei, als das Eisen des hundertsten Paares. Von den beiden Polen der Säule P und P' gehen Drähte aus, welche man zu dem Verkupferungsapparat führt. Um aber diese Säule in Thätigkeit zu bringen, müssen die beiden Seiten, welche die Gesamtheit aller Löthstellen enthalten, verschiedene Temperaturen bekommen. Dazu kann man die Kapseln TS und T'S' anwenden, welche allerdings bei kleinen Apparaten einen ganz andern Zweck haben, hier aber benutzt werden, um flach geschnittene Eisstücke mit der einen Löthseite und glühende Kohlen mit der andern Löthseite in Verbindung zu bringen.

Die Temperatur-Differenzen bedingen einen so mächtigen Strom von Electricität, als man nur durch irgend eine elektrische Batterie erzeugen kann. Höchst interessant und höchst wichtig ist dabei, daß dieser Strom ganz ununterbrochen gleich bleibt, so lange die beiden Löthstellen in der einmal ihnen gegebenen Temperatur-Differenz erhalten werden. - In dieser Hinsicht zeichnet sich die thermo-electrische Säule vor jedem andern Electricitäts-erzeuger aus.

Nachdem wir die Verkupferung sowohl als die Galvanoplastik nach ihren verschiedenen Richtungen betrachtet haben, wollen wir noch ein paar Worte über das Bronciren sagen.

Es ist wesentlich, daß das Kupfer, welches broncirt werden soll, vollkommen rein, metallisch blank sei, dies erlangt man durch Abwaschen desselben mit schwacher Salpetersäure. Nach dem Eintauchen des gewaschenen Gegenstandes in Fluß- oder Regenwasser wird derselbe mit der Bronze überstrichen. Man nimmt 30 Theile Blutstein und 19 bis 20 Theile Graphit, beide auf das Feinste gepulvert und mit Weingeist zu einem dünnen Brei eingerührt, überstreicht mittelst eines Pinsels den Gegenstand über und über und läßt ihn so 24 Stunden lang stehen, worauf der Ueberzug mit einer scharfen Bürste entfernt wird. Nunmehr ist die Oberfläche des Kupfers mit der schönsten Broncefärbung versehen, welche man übrigens nancirciren kann, indem der Ton von der Quantität des Graphits abhängt, je mehr desselben genommen wird, desto dunkler wird die Bronze.

Eine andere Methode lehrt uns Dr. Elsner, Arkanist der Königl. Porzellanmanufaktur in Berlin. Nach ihm ist es am besten, nur Blutstein zu seinem Brei verrieben anzuwenden, auf das Kupfer zu tragen und diesen Anstrich über Kohlenfeuer gleichmäßig zu trocknen.

Um eine grüne Bronze zu erzielen, löst man 1 Loth Kupfer in 2 Loth concentrirter Salpetersäure, thut dazu 1½ Quentchen Salmiak, setzt 3 Quentchen Salmiakgeist und endlich 20 Loth Essig zu. Nachdem diese Mischung

einige Tage gestanden hat, so daß sich alle einzelnen Theile mit einander verbinden konnten, wird sie mit einem Pinsel auf die Kupfergegenstände aufgetragen. Es tritt eine sehr schöne grüne Farbe hervor, welche der bekannten, antiken Patina ähnlich ist. Man kann sie allenfalls durch Leinölfirniß gegen fernere, äußere Einflüsse schützen, jedenfalls aber verliert hierdurch die Bronze ihre Natürlichkeit.

Entsilbern von versilbertem Kupfer.

Es giebt eine große Menge von versilberten Waaren, welche aus Kupferblech gemacht werden, das vor seiner weiteren Verarbeitung die Versilberung oder Plattirung erhalten hat. Begreiflich giebt es von diesem Blech massenhafte Abfälle, die zu gar nichts weiter zu brauchen sind, als um sie einzuschmelzen, dann aber ist das Kupfer silberhaltig und das Silber ist verloren. Es ist ein Fabrikgeheimniß gewesen, dieses Silber auf nassem Wege von dem Kupfer zu trennen, und der Verfasser hat in seinen Jugendjahren zwar die Operation selbst in der Schumann'schen Fabrik in Berlin gesehen, jedoch nicht erfahren, was für Mittel angewendet worden sind, um die Trennung der beiden Metalle zu bewerkstelligen. Jetzt ist dies kein Geheimniß mehr, und es ist durch Stöckel in dem polytechnischen Journal von Dingerl mitgetheilt worden. Dasselbe besteht darin, daß entweder Salpetersäure von der größten Concentration (specifisches Gewicht 1,5) angewendet wurde, welche das Silber auflöste und das passiv gewordene Kupfer unberührt ließ, oder daß statt so starker, also sehr theurer Säure schwächere unter Zusatz von englischer Schwefelsäure gebraucht wurde. Er erfand noch ein billigeres Verfahren, indem er Schwefelsäure und Natronsalpeter anwandte. Man brachte in einen Kessel von Gußeisen oder von Steinzeug ein Gemisch von englischer Schwefelsäure mit 5 Prozent Natronsalpeter. Dieses Gemisch wurde bis auf 100 Grad erwärmt, und dann der Abfall hineingetaucht; in kurzer Zeit war alles Silber aufgelöst, das Kupfer aber so gut wie gar nicht berührt, wenigstens ist die in die Lösung übergegangene Menge Kupfer so unbedeutend, daß sie nicht einmal bei der Legirung solchen Silbers mit dem Kupfer in Betracht kommt.

Das aufgelöste Silber wird durch Kochsalz in Chlor Silber umgewandelt und niebergeschlagen, die Reduction desselben geschieht auf die wohlbekannteste Weise.

Ein Centner versilberter Kupferabfälle lieferte 1 Pfund $6\frac{1}{2}$ Loth feines Silber, 98 Pfund 8 Loth Kupferblech, $8\frac{1}{2}$ Loth Cementkupfer und es blieb ein Verlust von 9 Loth zu ermitteln. Die Menge hierzu nöthiger Materialien, an Schwefelsäure, Natrousalpeter und Kochsalz zur Auflösung und Niederschlagung, sowie an Colophonium, Borax und Coaks zur Reduktion des Metalles sowohl, als zum Kochen der Flüssigkeit, forderte einen Aufwand von 4 preussischen Thalern, dafür war gewonnen das eben gedachte Silber, welches 36 Thaler im Werth hat, indessen das Kupferblech nur 1 Pfund vom Gewicht verloren hatte, im Uebrigen aber jetzt zum Einschmelzen besser geeignet war, als vorher.

Von den zu dergleichen versilberten Gegenständen bestimmten Blechen oder Drähten verlangt man eine außerordentliche Zähigkeit; wenn es möglich ist, wird man daher das Kupfer wieder brauchen, welches die Abfälle solcher Bleche liefern, aber während des Umschmelzens erhält das Kupfer oft sehr unangenehme Eigenschaften, es wird spröde, es sprakt beim Gießen, es steigt in der Form, und es ist daher von großer Wichtigkeit, diesen Fehler vermeiden zu lernen. Stöckel, welcher die Entsilberung jener Abfälle erfunden hat, machte sich auch um das Einschmelzen derselben verdient, indem er die Ursachen aussuchte, welche jene Fehler herbeiführen, und sie zu vermeiden lehrte. Es gelang am besten, wenn er die entsilberten Abfälle in einem bedeckten Graphittiegel unter Holzkohlenpulver schmolz und dabei verschiedene Male mit einem Holzstabe umrührte.

Wenn die Masse bei möglichst niederer Temperatur geschmolzen war und eine völlig ruhige Oberfläche zeigte, so wurde sie in Formen von Gusseisen gebracht, welche vorher eingeölt waren. Auf diese Weise wurde ein sehr weiches, dehnbares Metall gewonnen und Stöckel glaubt, der glückliche Erfolg dieses Verfahrens beruhe darauf, daß man sowohl den Luftzutritt, als die Möglichkeit einer Schwefelung von dem Schmelzprodukt abgehalten hat. Das erste geschah durch doppelte Bedeckung des Tiegels, nämlich inwendig durch Beschüttung mit Kohlenpulver, äußerlich aber durch den eigentlichen Deckel des Tiegels.

Ursachen der Schwefelung geben gewöhnlich die Coaks, man muß daher darauf sehen, zum Schmelzen möglichst schwefelfreie Coaks zu erhalten. Viele glauben, daß der Kohlenstoff schädlich auf das Kupfer einwirke, Stöckel glaubt aber dieser Meinung mit Sicherheit entgegenzutreten zu können, so lange es sich um reines Kupfer handelt.

Auch das auf galvanischem Wege gewonnene Kupfer konnte durch Zugeben von Kohlenpulver eingeschmolzen und zu einer reinen, homogenen Masse gemacht werden. Das Sicherste war hierbei, die Masse im Tiegel erkalten zu lassen.

Das Bestreben des Kupfers, in den Formen zu steigen, wird dadurch beseitigt, daß man metallene Formen anwendet, welche ein gleichzeitiges, von allen Seiten eintretendes und rasches Abfließen des Eingusses gestatten. Man gießt übrigens in solche Formen das Kupfer erst, wenn es seine gar zu hohe Temperatur verloren hat, wenn es beinahe zähflüssig wird. Auf diese Weise wurden cylindrische Blöcke gegossen, um daraus Draht zu ziehen, und es wurden auch große Tafeln gegossen, um daraus Blech zu walzen, in beiden Fällen wurde allen Anforderungen entsprochen; die Drähte ließen sich bis zur größten Feinheit ausziehen, sich zwischen Walzen zu Lahn plätten und zu Cantillen verarbeiten. Das Blech hielt jede beliebige Streckung aus und konnte nachher noch unter den Hammer oder auf Prägwerken in beliebige Formen gebracht werden, ohne zu reißen.

Kupferpulver.

Sehr fein zerkleint, pulverförmiges Kupfer giebt eine überaus schöne rothe Bronze, welche eine so feurige Farbe hat, daß es vergeblich ist, dieselbe durch ein anderes Material darstellen zu wollen, vorausgesetzt, daß man metallischen Glanz haben will. Nun sind aber diejenigen Abfälle, aus denen man solches fein gepulverte Kupfer sehr leicht darstellen könnte, ungemein theuer, d. h. sie stehen in einem ihren Metallwerth bei weitem überragenden Preise. Es sind nämlich die Abfälle, welche aus den Fabriken vom unächten Blattgold kommen; alles dasjenige Metall, welches zu feinen Blättern geschlagen werden soll, hat durch die Behandlung mit dem Hammer eine bei weitem größere Ausdehnung, als das verkäufliche Blatt haben soll, und die Form ist nicht viereckig, sondern unregelmäßig rund. Nachdem das Metall so weit dünn geschlagen worden ist, als man es zu dem verlangten Zwecke braucht, wird dasselbe nunmehr durch sogenannte Schlitten in viereckige Formen gebracht. Was hier außerhalb dieses Vierecks an unregelmäßigen Abschnitzeln liegen bleibt, wird zu Metallpulver verarbeitet; auch bei der echten Gold- und Silberbronze verfährt man so, indem diese Abschnitzel durch sehr steife Bürsten außerordentlich fein zertheilt werden, d. h. Pulvergestalt annehmen, auch mit dem Kupfer kann man so verfahren, eben diese sogenannten Schabinnen werden zu der Kupferbronze verwendet, aber sie sind bei weitem zu theuer, um noch zu anderen Zwecken, bei denen der Preis in Betracht kommt, zu dienen. Deshalb man nach Mitteln gesucht, eine solche Vertheilung zu bewerkstelligen,

und es sind mehrere Methoden erfunden worden, unter denen sich die von Böttcher angegebene auszeichnet. Man macht sich eine concentrirte Auflösung von Kupfervitriol und kocht sie mit sehr reinem Zink, wodurch sich das Kupfer als äußerst feiner Niederschlag ausscheidet. Dasselbe wird mit verdünnter Schwefelsäure digerirt, um das Zink vollständig zu entfernen, wird dann mit Wasser ausgewaschen, zwischen Fliespapier gebracht und möglichst schnell getrocknet, wobei man sich sehr wohl zu hüten hat, daß die Temperatur nicht 75 Grad C überschreite, weil sonst das Kupferpulver durch Oxidation anläuft. Um dieses zu vermeiden, ist es von Wichtigkeit, daß man das Trocknen in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas vornehme.

Ein gleich gutes Resultat wurde durch Wöhler mittelst des Kupferchlorids erreicht. Es wurden 120 Theile Kupfervitriol und 60 Theile Kochsalz in so viel Wasser aufgelöst, als gerade zur vollständigen Lösung nöthig war. Dann wurde die Flüssigkeit zum Sieden erhitzt und während des Kochens Eisen hineingebracht. Die heftige Bewegung der siedenden Lösung hindert keinesweges den Niederschlag, sondern nur das Ansetzen des Kupfers an das Eisen. Man darf auch Gußeisen statt des Schmiedeeisens anwenden, in diesem Falle muß man aber dasselbe in sehr feine Leinwand einwickeln, damit das Kupfer nicht durch die Kohle des Gußeisens verunreinigt werde.

Verbindungen des Kupfers mit dem Sauerstoff.

Man kennt mit Sicherheit drei Oxidationsstufen, ein Oxydul, ein Oxyd und ein Superoxyd. Die Franzosen nehmen eine vierte Stufe an, die Kupfersäure, doch ist dieselbe noch problematisch.

Das Kupferoxydul, Cu_2O , hat eine rothe Farbe, besteht in 100 Theilen, aus 88,8 Kupfer und 11,2 Sauerstoff, findet sich in der Natur in ausgezeichnet schönen Krystallen in Octaëdern, in dieser Form besonders schön in der engländischen Grafschaft Cornwallis, ferner aber auch sehr in großen Massen, oder in geringeren Antheilen in das Ganggestein eingesprengt, so in Australien und Chile.

Um es künstlich darzustellen, glüht man Kupferoxyd mit Kupferfeilspähen, oder man schmilzt ein Gemenge von 5 Theilen Kupferchlorür mit 6 Theilen trockenem kohlensauren Natron, laugt die gewonnene Masse mit Wasser aus, welches die löslichen Substanzen fortführt und das Kupferoxydul als rothes Pulver zurückläßt. Dieses Kupferoxydul wird

bei der Bereitung rother Glasflüsse, zum Ueberfangen farbloser Gläser, auch wohl zur Nachbildung künstlicher Edelsteine gebraucht, es hat nur den Uebelstand, daß es unter Zutritt der atmosphärischen Luft leicht in Oxyd übergeht, in welchem Falle es dann die Glasflüsse grün färbt, man sucht dieses dadurch zu verhindern, daß man eine desoxydierende Substanz zusetzt, wie z. B. Zinn oder Eisenoxydul, welche den Sauerstoff aufnehmen, bevor er sich mit dem Kupfer verbunden hat.

Kupferoxyd, CuO . Auch diese Verbindung des Kupfers mit dem Sauerstoff findet sich natürlich vor, den Bergleuten ist sie unter dem Namen Kupferschwärze bekannt. In Nordamerika wird dieses Erz in braunschwarzen Massen gefunden, jedoch nicht mehr rein, wie das Oxydul, sondern mit einem kohlen sauren Salze verbunden.

Wenn man Kupfer in sehr fein vertheiltem Zustande in eine Porzellanröhre bringt und in derselben bis zum Glühen erhitzt, während man einen Strom von atmosphärischer Luft hindurchgehen läßt, so verwandelt sich das rothe Kupfer in ein blaugrünes Pulver, das ist das Kupferoxyd, welches man in größeren Massen, wenn auch nicht so schön, dadurch erlangen kann, daß man Kupfer in Platten oder dünnen Stäben unter Zutritt der Luft bis zum lebhaften Glühen erhitzt. Dasselbe bedeckt sich so mit einer grünen Haut, wie sich blankes Eisen mit einer schwarzen Haut bedeckt, eins wie das Andere springt unter den Schlägen des Hammers ab und darum nennt man beides Hammerschlag. Der Kupferhammerschlag aber ist indessen immer mit Oxydul verunreinigt, um ihn vollkommen zu oxydiren, muß man ihn längere Zeit hindurch unter Zutritt der Luft glühen.

Am häufigsten wird die Darstellung des Oxydes auf nassem Wege eingeleitet, man löst Kupfer in Salpetersäure auf, dämpft die Lösung in einer Porzellanschale bis zur Trockniß ab und glüht nachher das salpetersaure Salz in einem hessischen Schmelztiegel, bis keine rothen Dämpfe mehr entweichen, welches ein Zeichen ist, daß nun die Salpetersäure gänzlich zerstört und verjagt ist.

Fig. 1100.



Das Kupferoxyd hat in der Chemie einen sehr großen Werth, weil es so leicht und zwar weit vor der Glühhitze durch Wasserstoffgas reducirt wird. Man kann z. B. eine kleine Quantität des Kupferoxydes auf ein Schälchen bringen, das auf einem Draht befestigt ist, wie Figur 1100 zeigt und dieses in eine Flasche tauchen, welche mit Wasserstoffgas gefüllt ist. Das Kupferoxyd, auf dem Schälchen erhitzt, beginnt beim Eintritt in das Wasserstoffgas zu glühen, der Sauerstoff wird verjagt und von dem Wasserstoff aufgenommen, indem beide mit einander Wasserdämpfe bilden, die sich an den Wänden der

Flasche niederschlagen, und wenn nunmehr das Glühen aufhört, so ist das Kupferoxyd vollständig in metallisches Kupfer verwandelt.

Diese Eigenschaft macht dasselbe so wichtig für die chemische Untersuchung von Pflanzenkörpern. Der Kohlenstoff derselben wird mit dem Sauerstoff des Oxydes zu Kohlenensäure und aus der Quantität der erzeugten Kohlenensäure kann man die Menge des Kohlenstoffes berechnen, welcher in dem untersuchten Körper war. Genau dasselbe gilt für den Wasserstoff, dessen Menge man berechnen kann aus der Menge des erzeugten Wassers.

Die Kupferoxydsalze sind gewöhnlich blan oder grün, falls sie Wasser enthalten, im wasserfreien Zustande dagegen sind sie farblos. Die Salze alle sind giftig, wirken in kleinen Gaben Brechen erregend, in größeren tödtlich und zwar unter schrecklichen Schmerzen. Ein sehr sicheres Gegengift bei Grünspanvergiftungen ist das Eiweiß, es bildet nämlich unlösliche Verbindungen mit den Kupfersalzen, welche auf diese Weise unschädlich gemacht und aus dem Körper geschafft werden können, allerdings aber ist erforderlich, daß die Anwendung geschehe, bevor das Gift den Magen verlassen hat.

Die Glasflüsse werden durch die Kupferoxydsalze, so wie durch das Oxyd selbst bläulich-grün gefärbt, auch der Weingeistflamme ertheilen dieselben Salze eine grüne oder lebhaft blaue Färbung. Aus den Auflösungen wird das Kupfer durch leichter oxydirbare Metalle, wie z. B. durch Eisen gefällt, diese Eigenschaft macht das blanke Eisen zu einem höchst empfindlichen Prüfungsmittel für die Anwesenheit von Kupferoxydsalzen. Steckt man z. B. in die ausgebrochene Flüssigkeit, welche ein muthmaßlich durch Grünspan Vergifteter von sich gegeben hat, eine blanke Stricknadel oder eine rein gepußte Messer Klinge, so wird diese sich nach längerer oder kürzerer Zeit roth färben, wenn auch nur eine Spur von Kupferoxydsalzen aufgelöst darin vorhanden war. Die Stärke der Färbung und die Zeit, welche zu ihrer Entstehung erforderlich ist, hängt von der Menge des vorhandenen Salzes ab, es wird keine Färbung eintreten, wenn der Bomirende wirklich kein Kupfer erhalten hat.

In schlechten Brennereien, in solchen, wo der Inspeltor lieber nach der benachbarten Stadt reitet und sein Geld verpraßt, als daß er den Untergebenen gehörig auf die Finger sähe, wird häufig kupferhaltiger Branntwein erzeugt, indem die großen Kupfergefäße, nicht genügend gereinigt, ansäuern, und so ein Kupfersalz in den Weingeist übertragen wird, auch diese immer höchst geringe Quantität kann auf dieselbe Weise entdeckt werden.

Anwendung des Kupferoxydes als Farbmateriel.

Bremergrün oder Bremerblau, ein in der Farbentechnik sehr wohl bekanntes Pigment, besteht beinahe ausschließlich aller andern Substanzen aus Kupferoxydhydrat. Es erscheint in einer lockern und sehr leichten hellblauen Masse, welche man für Magnesia alba halten könnte, wenn sie weiß wäre, statt blau zu sein, so leicht ist dieselbe. Diese Farbe wird um so höher geschätzt, je lockerer dieses Gefüge ist, je reiner und je feuriger das Blau erscheint. Woher der Name Bremergrün kommt, ist schwer zu sagen, da selbst das schlechteste mit Kreide verfälschte nur heller blau ist und nur einen Stich in's Grüne hat.

Diese Farbe eignet sich sowohl in ihrer feinsten Sorte zur Delmalerei wie sie auch in der gröbren als treffliche Anstrichfarbe nutzbar ist, indem sie überaus dauerhaft, selbst den unbilligsten Einflüssen der Witterung lange Troß bietet. Der Name Bremergrün mag daher kommen, daß sie mit dem Del verbunden, sich nach einiger Zeit in Grün verändert, daher die Delmaler und Anstreicher sie auch keinesweges anwenden, wo die Farbe blau bleiben soll. Als Wasserfarbe aber mit Leim oder mit Gummi als Bindemittel, ferner als trockene Farbe, wie z. B. als blaue Kreide oder Pastellstift, ferner zum Anstrich von Rouleaux und Tapeten mit Dextrin als Bindemittel, bleibt sie vollkommen blau, ohne sich irgendwie zu verändern.

Um diese Farbe zu bereiten, mengt man gleiche Theile von Kochsalz und Kupfervitriol trocken mit einander, bildet sie mit etwas Wasser zu einem nicht mehr staubenden Teig und malt sie dann unter vertical laufenden Mählsteinen, wie man die Delfrüchte malt, bis sich ein dicker gleichmäßiger Brei gebildet hat.

Man reinigt nunmehr altes in kleine Stücke geschnittenes Kupfer durch verdünnte Schwefelsäure, indem man die Schnitzel in eine drehbare Tonne bringt und darin eine Stunde lang wälzt und schüttelt, bis sich die anhängenden Unreinigkeiten gelöst haben. Nunmehr läßt man die schmutzige Flüssigkeit ab, bringt schwach gefäuertes Wasser in das Faß und setzt wieder die Drehung fort, endlich wird nach Ablassen der zweiten Flüssigkeit das Kupfer so lange mit Wasser gespült, bis es ganz rein ist. Jetzt legt man diese Kupferschnitzel (dem Gewichte nach gerade so viel, als man Kochsalz oder Kupfervitriol angewendet hat) auf den Boden eines Oxidationskastens immer abwechselnd mit dünnen Lagen von dem vorhin erwähnten Kupfervitriolbrei, und überläßt sie dann einer gleichmäßigen

Kellertemperatur. Die Oxydationskassen müssen aus gut ausgelaugten eichenen Bohlen gewacht und ganz ohne Nägel zusammengesägt werden.

Es findet hier eine Auflösung des Kupfers und eine gegenseitige Zersetzung der beiden Salze statt. Das Kochsalz nimmt Schwefelsäure auf und wird zu schwefelsaurem Natron, das Kupfersalz, was seinen Sauerstoff und seine Schwefelsäure an das Natriummetail des Kochsalzes abgetreten hat, empfängt dafür im Austausch das Chlor, und aus dem Oxydsalz wird ein Haloidsalz.

Die Oxydation des Kupfers, welches metallisch beigegeben worden, muß möglichst befördert worden, deshalb findet eine Umschaukelung der übereinander geschichteten Masse so oft als irgend thunlich statt. Man hebt mit kupfernen Schaufeln (um keinen Preis dürfen eiserne Schaufeln angewendet werden) die Masse aus den Oxydationsbottich in einen andern, wobei man sie eine kurze Strecke weit durch die Luft wirft. Sobald dieses geschehen ist, wird das Verfahren rückwärts vorgenommen. Man wirft die so eben beförderte zu oxydirende Masse wieder zurück in den Oxydationsbottich. Die Folge dieser während etwa dreier Monate oft wiederholten Operation ist diese, daß sich das Kupfer oxydirt, und wenn dasselbe erreicht ist, so wird die Masse aus dem Kasten genommen, mit einer geringen Menge Wasser zu einem dünnen Brei oder Schlamm verrührt und dann durch ein kupfernes Sieb von den noch nicht zerstörten Kupferschnitzeln gesondert.

Was sich nun an Flüssigkeit findet, die fast nur schwefelsaures Natron enthält, wird vom Bodensatz getrennt, das übrig bleibende basische Kupfersalz wird in einen Bottich gebracht, durch fortwährendes Durcharbeiten immer mehr zerkleinert und von allen Klümpchen befreit, darauf mit Salzsäure erweicht, durch einander gerührt, und nun 1 bis 1½ Tage sich selbst überlassen.

Einen zweiten Bottich füllt man mit reiner, ätzender Kalilauge von großer Concentration. Für jeden Eimer voll Schlamm, welcher mit der Säure vermischt wurde, kommen in diesen Bottich 15 Eimer Kalilauge. Jetzt verdünnt man den angesäuerten Kupferschlamm mit einem gleichen Raumtheile Wasser. Würde der Bottich halb voll sein, so würde man ihn mit Wasser ganz voll füllen. Ist alles so weit vorbereitet, so füllt man den angesäuerten und mit Wasser verdünnten Schlamm möglichst schnell in die Kalilauge, eine Operation, welche durch die gesammten Arbeitskräfte der Fabrik vollzogen wird. Die eine Hälfte rührt fortwährend lebhaft den eingetragenen Kupferschlamm um, die andere befördert die Uebertragung mit möglichster Schnelligkeit. Die ganze Arbeit der Uebertragung darf nicht 5 Minuten Zeit wegnehmen, das Verrühren dauert aber so lange, bis die eingetragene Kupfermasse mit der Kalilauge eine

ziemlich steife Consistenz angenommen, dann überläßt man alles 2 Tage lang sich selbst.

Bei dieser Behandlung des basisch salzsauren Kupferoxyds mit Aetkali wird es vollständig zersezt und in Kupferoxydhydrat verwandelt, wobei es die eigenthümlich schöne blaue Farbe annimmt. (Karmarsch.)

Wenn man mit der Operation so weit gelangt ist, wenn man dem Präparat die nöthige Zeit gelassen hat, sich durch und durch zu verwandeln und die geforderte Farbe zu bilden, so wird dieselbe mit reinem Wasser wiederholt ausgewaschen, der Niederschlag wird immer wieder von Neuem und so oft gewaschen, als das Wasser noch eine Spur von Kali zeigt. Nun wird es auf ein Filtrum gebracht, längere Zeit unter stets wiederholtem Benetzen der Luft ausgesetzt, dann innerhalb der Filtrirbeutel ausgepreßt, in Stücke geschnitten und langsam bei gewöhnlicher Sommerwärme getrocknet. Im Winter muß dazu geheizt werden, doch darf die Temperatur niemals 25 Grad C. übersteigen. Vollständig trocken entwickelt die Farbe ihre ganze Schönheit.

Das Verfahren wurde von dem Apotheker Kuhlenskamp vor etwa 36 Jahren erfunden, ist aber seit dieser Zeit vielfach modificirt worden.

Als Ausgangspunkt der Fabrikation dient überall basisch salzsaures Kupferoxyd, aber die Gewinnung desselben ist verschieden.

Man kann 100 Theile metallisches Kupfer mit 100 Theilen Kupfervitriol und 100 Theilen Kochsalz mengen, es entsteht zunächst Kupferchlorid, welches durch Aufnahme von Kupfer zu Chlorür wird, dann aber durch Aufnahme von Sauerstoff in das basisch salzsaure Kupferoxyd übergeht.

Man kann aber auch 100 Theile Kupfer mit 60 Theilen Kochsalz mengen und mit 30 Theilen Schwefelsäure, welche zuvor mit ihrem dreifachen Volumen Wasser verdünnt war, übergießen. In diesem Falle wird Chlor aus dem Salze entbunden, welches mit dem Wasserstoff zu Salzsäure wird, die unter Mitwirkung der Luft das Kupfer in Chlorür verwandelt, woraus sich dann durch weitere Oxydation wieder eben dieses Kupferoxydchlorid im basischen Zustande bildet.

Man kann zu demselben Zweck die gereinigte Kupferschicht mit einer Auflösung von Kupferhammerschlag und reiner Salzsäure besprengen, wodurch dann ebenfalls ein basisches Kupferoxydchlorid gebildet wird.

Das Kupferchlorür ist ein gefährlicher Feind dieses Präparats, denn wenn dasselbe mit Alkalien oder alkalischen Erden in Verbindung kommt, so scheidet sich gelbes Kupferoxydul ab und es würde dadurch, wenn dergleichen sich in dem Chlorid fände, die Reinheit der Farbe gestört, es würde auch für Wasserfarben in Grün übergeführt werden. Man hat

also mit größter Sorgfalt darauf zu sehen, daß nicht die geringste Spur von Kupferchlorür übrig bleibt.

Manche Fabriken wissen sich nicht besser zu helfen, als daß sie den Kupferbrei Jahre lang stehen lassen und dabei das Umschäufeln sehr häufig vornehmen, um die Oxydation möglichst vollständig zu machen. Ein solcher Zeitverlust ist immer mit einem bedeutenden Zinsverlust verknüpft und fordert auch ein viel größeres Anlagekapital, als dasselbe Erzeugniß erheischt, wenn man in drei Monaten damit fertig ist. Es hat sich nun ergeben, daß es überflüssig sei, so lange auf die Oxydation zu warten und daß man sie sehr wohl dadurch bewerkstelligen könne, daß man das feuchte Gemenge vor der jedesmaligen Umarbeitung ganz austrocknen läßt, wobei die Luft an die Stelle des verdunsteten Wassers tritt und so eine vollständige Oxydation bewirkt.

Hier kommt nun wieder ein Scheidepunkt für die Wege der Fabrikanten, die Einen tragen die gesammte Masse des Oxydbreies mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt auf einmal in die Lauge, rühren ihn um und lassen ihn dann in Ruhe stehen. Hierdurch erstarrt er, wie wir bereits angeführt haben, zu einer kompakten Masse, welche zerrieben und vielfältig mit Wasser ausgewaschen werden muß. Die gewonnene Farbe ist außerordentlich leicht, d. h. sie nimmt ein großes Volumen ein und wird daher gern gekauft, aber man wirft ihr vor, daß sie sehr schlecht deckt, und man will sie daran erkennen, daß ein Tropfen Wasser, auf eine so angestrichene und getrocknete Fläche gebracht, einen grauweißen Fleck bilde, der aber beim Trocknen wieder verschwindet.

Andere Fabrikanten tragen den Oxydbrei in steifem, gänzlich unverdünntem Zustande in die concentrirte Kalilauge; wenn sich nunmehr die Farbe gebildet hat, ausgewaschen und getrocknet ist, so zeigt sie sich zwar nicht so locker als die auf die vorige Art bereitete, allein sie deckt bei weitem besser und man erkennt die Bereitungsart daran, daß ein, mit solcher Farbe gestrichenes und wieder getrocknetes Papier, durch einen Tropfen Wasser benetzt, nicht grau wird, sondern einen dunklen Fleck bekommt.

Beide Fabrikationsmethoden geben übrigens nicht das vollkommen Schöne, was man von dieser Farbe verlangen kann, und was man erlangt, wenn man den Oxydbrei vor der Behandlung mit Lauge, durch eine concentrirte Auflösung von Kupfervitriol benetzt. Man mischt 100 Pfund des steifen Oxydschlammes mit einer concentrirten Auflösung von 7 Pfund Kupfervitriol, setzt dieser Verbindung 40 Pfund Aetzlauge von großer Concentration zu, rührt alles durch einander und stürzt nun das Gemisch in die zur vollständigen Zerfetzung nöthige schwächere Lauge (etwa 150 Pfund).

Das übrige Waschen, Ausfüßen, Trocknen zc. bleibt ganz wie oben beschrieben worden, das Produkt ist aber bei weitem kräftiger blau, ist sehr locker und hat eine ganz ungewöhnliche Deckkraft.

Eine hiervon völlig abweichende Methode der Darstellung wird durch Fabich in Dingler's Journal und in Waguer's Jahresbericht angegeben. Man erhitzt Kupferasche in Flammenöfen unter reichlichem Zutritt von atmosphärischer Luft, so lange bis dieselbe aus ihrem Zustande als Oxydul vollständig in Oxyd übergegangen ist, dann löst man dasselbe in Salpetersäure auf. Hier liegt schon die Hauptabweichung, denn die vorigen Anweisungen lehrten immer Salzsäure zu nehmen.

Die salpetersaure Lösung des Kupferoxyds wird erhitzt und es wird ihr aufgelöste Pottasche in kleinen Mengen zugesetzt und dieses so lange und so oft wiederholt, als starkes Aufbrausen erfolgt; man hört nur dann auf, wenn noch eine geringe Kupfermenge in der Lösung vorhanden ist. Die über dem Niederschlag stehende Flüssigkeit wird abgesehen und der Niederschlag einige Male mit Wasser, aber nur in sehr geringer Menge, ausgewaschen, und die sämtlichen Flüssigkeiten werden gesammelt und aus ihnen das noch nicht gefällte Kupfer durch Kali ausgeschieden.

Der Niederschlag besteht aus kohlensaurem Kupferoxyd, wenn man denselben in eine frische Kupferlösung bringt, so wird er in ein basisches Salz verwandelt, die Flüssigkeiten aber enthalten Kali mit Salpetersäure vereinigt, d. h. Salpeter, der durch Verdampfen der Flüssigkeit gewonnen werden kann.

Es ist nunmehr erforderlich, eine Zinklösung zu haben, diese erlangt man dadurch, daß man in einem gußeisernen Gefäße Abschnitzel von metallischem Zink mit Kali- oder Natronlauge übergießt und darin auflöst. Es entsteht eine heftige Gasentwicklung, deren Nachlaß anzeigt, daß die Lösung gesättigt sei; diese klare Flüssigkeit, die Auslösung von Zinkoxyd in Kali, verwendet man zur Färbung des basisch salpetersauren Kupferoxyds, wobei sich ein schönes lockeres Blau abscheidet, welches allerdings kein Bremerblau genannt werden kann, aber doch eine Kupferfarbe ist und zwar eine sehr leichte, sehr schöne und gut deckende. Das Auswaschen wird vorgenommen, wie es oben beschrieben ist, die Flüssigkeit, aus welcher sich die Farbe abgesetzt hat, enthält wieder Salpeter, den man durch Abdampfung gewinnt. Die Darstellung dieser Farbe ist leichter, fordert weniger Zeit und geringere Kosten, die Salpetersäure wird aus dem weisseisen kubischen oder Natronsalpeter gewonnen und man erhält aus den Lösungen zurück den viel werthvolleren Kalisalpeter.

Kupferoxyd, CuO_2 , ist nur ein Kunstprodukt und wird

erzielt, indem man das Hydrat des Kupferoxydes mit sehr verdünntem oxydirtem Wasser übergießt, es giebt ein gelbbraunes Pulver, das sich durch Säuren wieder sehr leicht zerlegt.

Verbindungen des Kupfers mit Schwefel, Kohle u. s. w.

Auch mit Wasserstoff und den übrigen nächst gelegenen Elementen verbindet sich das Kupfer, eigentlich interessant ist aber nur das Stickstoffkupfer, eine jener gefährlichen explosirenden Verbindungen, von denen wir späterhin zu reden Gelegenheit haben werden, die sogenannten Knallspräparate. Kupfer ist von allen das am wenigsten gefährliche, man erhält dasselbe, wenn man Kupferoxyd in einem Strome von Ammonialgas stark und dauernd erhitzt, gewöhnlich geschieht dieses in einer Porzellanröhre. Der Inhalt muß zerrieben werden, bei einem heftigen Schläge oder bei mäßiger Erhitzung verpufft derselbe unter rother Lichterscheinung.

Mit dem Kohlenstoff geht das Kupfer eine Verbindung ein, welche beim Gahrnachen desselben sehr störend werden kann. Das wiederholte Glähen des Kupfers, um die anderen schädlichen Beimengungen, wie Schwefel, Arsen 1c. zu entfernen, giebt zu dieser Verbindung Anlaß. Der Antheil Kohle ist immer nur sehr gering, aber schon ein Tausendstel Theil der ganzen Masse, also ein Pfund Kohle in 999 Pfund Kupfer, macht dasselbe rothbrüchig, und wenn der Gehalt auf das Doppelte steigt, so sieht das kalte Kupfer aus, als ob es mit einem feinen Ney bedeckt wäre, es ist gestriekt. In der Rothglühhitze ist ein solches Kupfer nicht allein brüchig, sondern es zerbröckelt in lauter kleine Stücke.

Auch mit dem Phosphor verbindet Kupfer sich sehr leicht. Ist der Antheil sehr gering, so wird die Farbe des Metalles nicht verändert, bei 2 Prozent Zusatz aber wird das Kupfer stahlgrau, ist viel leichter schmelzbar als das reine Kupfer, aber erkaltet ist es sehr viel härter als Eisen und wenigstens so wie ungehärteter Stahl, wo nicht wie angelassener. Man kann nämlich schneidende Instrumente daraus machen.

Schwefel giebt die bekannten Erze des Kupfers, welche vorzugsweise zur Bereitung von Kupfer angewendet werden.

Das Kupfersubsulphuret oder Halbschwefelkupfer enthält in 100 Theilen 80 Theile Kupfer und 20 Theile Schwefel. Die Formel ist Cu_2S . In der Natur kommt es unter dem Namen Kupferglanz vor, mit Schwefel-

eisen verbunden wird es zu buntem Kupfererz oder zu Kupferkies. Künstlich dargestellt wird dasselbe Behufs der Fabrication von Kupfervitriol. Man erhitzt Abfälle von Kupfer in einem Ofen zum starken Glühen, wirft Schwefel hinein und schließt ihn sorgfältig zu, damit keine Dämpfe entweichen können. Es bildet sich nunmehr das halbe Schwefelkupfer nicht selten in sehr schönen Krystallen.

Diese Schwefelstufe ist von schwarzgrauer Farbe, ist sehr weich und leicht schmelzbar, den Schwefel durch Glühen davon zu trennen, gelingt nicht, selbst wenn man Wasserstoffgas dabei zu Hülfe nimmt, an der freien Luft geröstet aber wird ein Theil des Schwefels in Schwefelsäure verwandelt, eine andere als schwefelige Säure verjagt. Das frei gewordene Kupfer verbindet sich in der Hitze des Röstprozesses mit dem Sauerstoff der Luft zu Oxyd, welches theils frei bleibt, theils mit der Schwefelsäure ein Salz bildet.

Das einfache Schwefelkupfer oder Kupfersulfuret, CuS , enthält in 100 Theilen 66,5 Theile Kupfer und 33,5 Theile Schwefel. Dasselbe findet sich zwar auch in der Natur, jedoch sehr selten. Künstlich wird es dargestellt, wenn man die Auflösung eines Kupferoxydsalzes durch Schwefelwasserstoffgas fällt. Es entsteht ein braunschwarzer Niederschlag, welcher aber während des Trocknens sehr leicht oxydirt. Das natürlich vorkommende Mineral wird Kupferindigo genannt. Da es eine schöne Farbe giebt, aber äußerst selten ist, so stellt man es künstlich dar, indem man eine siedende Auflösung von Kupfervitriol durch Zink fällt, wodurch man das metallische Kupfer in äußerst fein vertheiltem Zustande erhält. Wenn man dieses Pulver nach vorherigem Auswaschen und Trocknen mit Schwefelblumen mengt, so daß 3 Theile von diesem letzteren auf 5 Theile des Kupfers kommen, und man dann das Gemenge erhitzt, so daß der überschüssige Schwefel nicht abbrennt, sondern verdampft und sublimirt, so erhält man ein Präparat von tief dunkelblauer Farbe, welches unter dem Polirstahl schön glänzend wird und dem angelautenen Stahle gleicht. Mit Leinöl oder Firniß abgerieben, giebt es eine der schönsten Malerfarben dem lebhaftesten Veilchenblau.

Kupfer und Selen verbinden sich in derselben Art, wie Kupfer und Schwefel, die Verbindungen haben indessen kein technisches Interesse. Die Verbindungen mit den Salzbildern sind sehr zahlreich, wir wollen aber nur die hauptsächlichsten anführen.

Kupferchlorür, Cu_2Cl , wird dargestellt, wenn man 2 Theile Quecksilbersublimat mit 1 Theile feiner Kupferfeilspähne erhitzt, wobei das Quecksilber entweicht und das Kupferchlorür als gelbliche Masse in der Retorte zurückbleibt, es ist im Wasser sehr wenig löslich, an der Luft

färbt es sich schnell grün. Man benutzt dieses Präparat zur Bereitung des Kupferoxyduls. Mit Ammoniak, mit Kalium und Natrium bilden sich verschiedene Salze.

Kupferchlorid, CuCl . Das vorgebachte Chlorür so gut wie metallisches Kupfer werden im trockenen Chlorgase in Kupferchlorid verwandelt, welches an der Luft sich mit Feuchtigkeit verbindet und damit gänzlich zerfließt. Mit Wasser sehr verdünnt, giebt dieses eine sogenannte sympathetische Dinte. Die Schrift, frisch und naß, ist beinahe gar nicht sichtbar, trocken verschwindet sie gänzlich, wenn man aber das so beschriebene Papier erhitzt, so daß das Wasser sich verflüchtigt, so wird die Schrift gelb und sehr deutlich sichtbar.

Mit Ammonium verbunden, giebt das Kupferchlorid blaue Krystalle, welche die Grundlage des Braunschweiger Grün bilden.

Die übrigen Verbindungen des Kupfers mit den Salzbildern können wir füglich übergehen, da sie nur für den Chemiker vom Fach von eigentlichem Interesse sind, dagegen ist ein schwefelsaures Salz des Kupfers, der sogenannte Kupfervitriol oder cyprische Vitriol, von großer technischer Wichtigkeit.

Kupfervitriol.

Schwefelsaures Kupferoxyd im wasserfreien Zustande von der Formel CuO, SO_3 , in 100 Theilen gleichviel Kupferoxyd und Schwefelsäure enthaltend, erscheint wasserhaltig als blauer Vitriol und hat dann $\text{CuO}, \text{SO}_3 + 5 \text{HO}$. Diese Verbindung wird in der Natur sehr häufig gefunden, bildet besonders auf der Insel Cypern im mittelländischen Meere große Lager und kam ehemals fast ausschließlich von dort her. In den letzten Jahrhunderten ist dasselbe aber auch in Deutschland und Ungarn, sowie in manchen anderen Ländern gefunden worden. In neuerer Zeit aber hat man dasselbe fast allgemein durch die Kunst dargestellt, indem man Kupferhammerschlag in mäßig verdünnter Schwefelsäure auflöst und aus dieser Lösung aus Salz krystallisiren läßt, was entweder so geschieht, daß man die Lösung eindampft oder daß man sie bei starker Erhitzung möglichst concentrirt macht und dann durch Erkalten die Krystallisation veranlaßt.

In größeren Massen verfährt man wohl auch anders. Man bildet nämlich Schwefelkupfer, indem man große Massen unbrauchbar gewordenen

Kupferbleches, z. B. von verunzten Schiffsbeschlügen, auf der Sohle eines flachen Ofens in starkes Glühen bringt, hierauf Schwefel in genügender Menge auf das Metall wirft und dann den Ofen auf das Sorgfältigste verschließt. Wenn die Verbindung erfolgt ist, so stellt man den Zug des Ofens wieder her und bewirkt dadurch, daß das Schwefelkupfer oxydirt wird, es verbindet sich nämlich sowohl der Schwefel als das Kupfer mit dem Sauerstoff und es entsteht auf diese Weise Kupferoxyd und auch schwefelsaures Kupferoxyd. Es wird nunmehr die so bereitete Masse noch heiß in Wasser geworfen, welches mit so vieler Schwefelsäure versetzt war, um das Oxyd gleichfalls in ein schwefelsaures Salz zu verwandeln.

Aus dieser Lösung gewinnt man durch Abdampfung sehr schöne Krystalle. Man erhält dergleichen aber auch, wenn man die Abgänge benutzt, die beim Kupferhüttenprozeß in großer Menge vorkommen.

Wir wissen bereits, daß der sogenannte Stein, Kupferstein, eine Verbindung von Schwefelkupfer und Schwefelisen ist, und daß dieser Stein geröstet werden muß, um den Schwefel zu zerstören. Dieser so geröstete Stein giebt, mit Wasser ausgelaugt, schwefelsaures Kupferoxyd, das durch Krystallisation gewonnen werden kann.

In der Mutterlauge von dieser Krystallisation findet sich zwar noch viel des gewünschten Salzes, doch so stark mit Eisenvitriol versetzt, daß der daraus noch etwa gewonnene Vitriol höchst unrein sein würde. Er kam sonst unter dem Namen schwarzer Vitriol in den Handel, viel vernünftiger verfährt man jetzt, wo man das Kupfer, welches noch in der Lauge vorhanden ist, dadurch gewinnt, daß man altes Eisen hineinwirft, worauf sich das Kupfer metallisch niederschlägt.

Kupfervitriol ist in der Färberei, ferner in der Malerei als Laifarbe, dann aber vorzugsweise zur Bildung elektrischer Kupferniederschläge sehr vielfältig benutzt, es ist dabei von Wichtigkeit, daß derselbe recht rein sei, was zum Theil schon aus der Farbe erkannt wird, die rein und schön blau ist, ohne den geringsten Stich in's Grünliche, wodurch sich sogleich eine Beimengung von Eisensalz verrathen würde.

In früheren Zeiten kam Kupfervitriol mit Eisenvitriol gemischt und zusammen krystallisirt vor, weil die Färber diese beiden Vitriolarten mit einander anwendeten. Jetzt ist man von dieser verkehrten Methode gänzlich zurückgekommen. Man stellt beide Vitriolarten rein dar, und überläßt dem Färber, die erforderlichen Mischungen zu machen, nur in Oesterreich, in den Salzburger Fabriken, wird noch solch' gemischter Vitriol bereitet, und je nach der Menge des Kupfersalzes, welches darin enthalten sein soll, auch bezeichnet als ein Adler-, zwei, drei Adlervitriol.

Um das Kupfervitriol von seinem Eisengehalt zu befreien, löst man

die Lösung desselben mit Bleisuperoxyd, um das schwefelsaure Eisenoxydul in schwefelsaures Eisenoxyd zu verwandeln, und sodann setzt man kohlensauren Baryt zu, wodurch das Eisenoxyd niedergeschlagen wird, indessen zu gleicher Zeit der Baryt die Schwefelsäure an sich zieht und mit derselben als unlösliches Salz, als schwefelsaurer Baryt zu Boden fällt.

Man filtrirt nunmehr die noch heiße Lösung und übergießt sie der Krystallisation, wodurch sich ausgezeichnet schöne, ganz eisenfreie Krystalle bilden. Statt des Bleisuperoxydes kann man auch das gewöhnliche rothe Bleioxyd, die Mennige, anwenden, allein man wird dann immer einigen Verlust an Kupfervitriol erleiden, indem die Mennige daraus Kupferoxyd niederschlägt. Bedient man sich des Kupfervitriols zur Rattendruckerei oder zur Farbensabrikation, so kommt es auf einen geringen Gehalt an Kalk nicht an, und in diesem Falle kann man das Verfahren noch wohlfeiler einrichten. Statt des kohlensauren Baryt kann man kohlensauren Kalk anwenden; man hat dadurch den Vortheil, daß, wenn Mangan in dem Kupfervitriol enthalten sein sollte, dieses zugleich mit dem Eisen abgeschieden wird.

Für England ist ein neues Verfahren, Kupfervitriol darzustellen, patentirt worden. Der Erfinder dieser Methode heißt Normandy. Es ist dazu ein ziemlich zusammengesetzter Apparat erforderlich; man bedarf eines kleinen Kessels, um darin Schwefelsäure von 12 Grad B. (spezifisches Gewicht 1,09) zu erhitzen, und man bedarf dreier Bottiche, deren jeder über 6 Fuß hoch ist und eine Breite von $1\frac{1}{2}$ Fuß oben, von 1 Fuß unten hat. Diese Bottiche stehen über einander treppenförmig und so, daß die Flüssigkeit aus dem obersten in den mittleren, aus dem mittleren in den untersten fließen kann. Ueber allen steht der kleine Kessel zur Aufnahme der Schwefelsäure, welche, wie bereits bemerkt, nur auf 40 Grad erhitzt, nicht etwa zum Kochen gebracht wird. Aus dem Kessel führt ein Hahn von Glas zu dem obersten Bottich, der mit einer Bleiplatte bedeckt ist, in welcher sich eine außerordentlich große Menge von Oeffnungen befindet, die bestimmt sind, die warm gemachte Säure auf eine möglichst allgemeine Weise zu vertheilen. Eine ganz gleiche Einrichtung haben die anderen Bottiche.

In diesen Bottichen ist nun dasjenige enthalten, woraus die Schwefelsäure ihre Nahrung ziehen soll, Kupfer in verkleinertem Zustande, jedoch nicht etwa als Feilspähne, denn diese würden eine, sich schließende, undurchdringliche Schicht bilden, sondern in der Gestalt von Drehspähnen, welches die vortheilhafteste Form ist, oder von Blechabschnitteln, die man dann durch einen Hammerhieb so weit krümmt, daß sie beim Einschütten nicht flach auf einander, sondern vermöge ihrer Krümmung hohl liegen

und der Säure Zutritt von allen Seiten gewähren. Hat man alle drei Bottiche auf diese Weise beschickt, so läßt man die warme Säure von Bottich zu Bottich fließen, bis alle drei gefüllt sind. Nunmehr regelt man sowohl den Zufluß aus dem Kessel, als den Abfluß aus jedem einzelnen Bottich in solcher Art, daß bei dem hier angegebenen Maße der Gefäße binnen 24 Stunden etwa 400 Pfund Säure über- und durchfließen. Es sind durchweg Hähne von Glas angebracht, vermöge deren der Zu- und Abfluß auf das Allergenaueste geregelt werden kann.

Die Temperatur, welche die Säure hat, muß ihr so viel als möglich unverändert erhalten werden, denn nur in der Wärme greift eine solche Säure das Kupfer an, diese Aufgabe ist, wenigstens für die Arbeiter, durchaus keine leichte, denn dieselben müssen sich in einer Atmosphäre befinden, welche nahe an 50 Grad beträgt. Das Geheimniß besteht nämlich darin, die Lokale so zu heizen, daß sie eine Wärme von 50 Grad C. haben. Gewöhnlich bewerkstelligt man dieses dadurch, daß man die Wärme, welche von der Heizung des Kessels unbenutzt abgeht, in die unteren Räume der Lokalität führt und zwar zuerst unter einem eisernen Boden, auf welchem der niedrigste der drei Bottiche steht, in diesem ist eine höhere Temperatur eine unerläßliche Bedingung, denn durch die Passage, welche die Schwefelsäure von Bottich zu Bottich gemacht hat, ist die Auflösung innerhalb des dritten schon so weit gediehen, daß sich Krystalle von schwefelsaurem Kupfer bilden würden, wenn die Flüssigkeit Gelegenheit hätte, sich abzukühlen. Man verhindert dieses auf die gedachte Weise und dadurch werden natürlich auch die anderen Bottiche erwärmt, indem der ganze Raum eine so hohe Temperatur annimmt und eine Abkühlung nur da stattfinden kann, wo die äußere Umgebung des Gegenstandes niedriger temperirt ist als der Gegenstand selbst.

Die auf diese Weise erhaltene Lösung ist so konsistent, daß sich bei der Abkühlung sofort Krystalle bilden würden, man läßt es jedoch dazu nicht kommen, sondern man bringt sie in eine bleierne Pfanne, wo sie langsam abgedampft wird, bis sie eine Dichtigkeit von 36 Grad B. (spezifisches Gewicht 1,34) zeigt. Nunmehr erst übergießt man sie der Abkühlung und der Krystallisation, was meistens in einem kupfernen Kessel geschieht. Nach beendigter Krystallisation kocht man die Mutterlauge abermals ein und läßt sie auch abermals krystallisiren. Nach dieser zweiten Operation enthält sie nur noch wenig Kupfer, ist dagegen überaus säurehaltig. Sie wird daher mit einer Säure versetzt und wieder in den Kessel gebracht, um den ihr vorgeschriebenen Weg noch wiederholt durchzumachen.

Wenn es sich nicht darum handelte, daß das Kupferbitriol chemisch rein sei, so sind die von der ersten Krystallisation erhaltenen bereits ver-

käuflich, um sie zu reinigen, löst man sie aber nochmals in Wasser auf, concentrirt die Lösung und läßt sie zum zweiten Male krystallisiren, wo dann die Unreinigkeiten in der Mutterlauge zurückbleiben.

Was hier beschrieben worden, ist der Verlauf von 24 Stunden. Nach Abfluß derselben ist viel Kupfer aus dem Bottiche verzehrt, dieser Abgang muß ersetzt werden. Man drückt daher den Inhalt eines jeden Bottichs durch Stampfen so weit zusammen, daß wieder Raum zum Nachfüllen vorhanden ist. Der gewonnene Raum wird mit neuen Kupferschnitteln oder Drehspähnen angefüllt und auf diese Weise Tag für Tag fortzufahren. Man braucht nicht dafür zu sorgen, das zu unterst bleibende aus dem Bottiche zu entfernen, denn es wird, da es nur ein immer mehr und mehr angegriffenes Kupfer ist, zuletzt so weit gebracht, daß nichts mehr anzugreifen übrig bleibt, d. h. es wird vollständig aufgelöst. Auch die Verunreinigungen bleiben nicht zurück, wenn etwa Eisen oder sonst ein Metall vorhanden wäre, so wird dieses mit aufgenommen und fortgeführt, es handelt sich daher nur darum, die Unreinigkeiten durch die Krystallisation wegzuschaffen.

Wie bedeutend die Produktion von Eisen- und Kupfervitriol überhaupt ist, mögen einige Beispiele zeigen, die lediglich auf Preußen Rücksicht nehmen. Die Fabrik für chemische Produkte von Ruhheim in Berlin stellt 8000 Centner Eisenvitriol im Werthe von 12,000 Thalern, 3000 Centner Kupfervitriol im Werthe von 42,000 Thalern, 300 Centner Zinkvitriol im Werthe von 900 Thalern und 800 Centner gemischten Vitriol im Werthe von 3200 Thalern dar; der Gesamtwertb der vorstehenden Produkte beträgt 58,100 Thaler. Die Fabrik beschäftigt 150 Arbeiter, welchen 435 Familienglieder angehören. Das Morgensterner Werk zu Rohnau im schlesischen Hauptbergdistrikte erzeugte an Eisenvitriol (zu dem Werthe von $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ Thalern pro Centner) 4418 Centner, das Ranniger Werk (zu dem Werthe von $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ Thalern pro Centner) 3794 Centner 86 Pfund, das Muslauer Werk (zu dem Werthe von $1\frac{1}{2}$ Thalern pro Centner) 3600 Centner, zusammen 11,812 Centner 86 Pfund. Außerdem lieferte das Morgensterner Werk: 3 Centner 50 Pfund Eßpervitriol pro Centner mit 17 Thalern, 225 Centner 75 Pfund gemischten Vitriol pro Centner mit $1\frac{1}{2}$ bis $4\frac{1}{2}$ Thalern. Auf dem Ranniger Vitriolwerke stellt man nebenbei 160 Centner 77 Pfund Caput mortuum à $1\frac{1}{2}$ Thaler und 1302 Centner todtgelaugte Vitriolerze à $2\frac{1}{4}$ Sgr. dar. Auf der Gottesbesonnhungshütte im Mansfeldschen (sächsisch-thüringischer Hauptbergdistrikt) wurden durch Behandlung des letzten Krählupfers mit der beim neuen Röstverfahren auf der Kupferhammerhütte erhaltenen schwachen Schwefelsäure 219 Centner Kupfervitriol im Werthe von 3104 Thalern

(durchschnittlich 14 Thaler 5 Sgr. pro Centner) gewonnen. Eine Produktion von Eisenvitriol fand an zwei Punkten, nämlich auf der Alaunhütte Neuglück bei Bornstedt als Nebenweig der Alaunfabrikation und auf der Hütte Neubeschierung Christi bei Roschwitz im Kreise Wittenberg als alleiniger Zweck des Betriebes statt. — Die Produktion von Neuglück betrug 1560 Centner in einem Werthe von 1 Thaler 22 Sgr. pro Centner. Auf dem Roschwitzer Werke wurden aus den dortigen Vitriolerzen und schwefelkieshaltigen Braunkohlen unter Mitverwendung von 150 Centnern Eisen 1151 Centner Eisenvitriol gewonnen, die Gesamtproduktion von Eisenvitriol betrug mithin im sächsisch-thüringischen Hauptbergdistricte 2711 Centner mit einem Werthe von 4697 Thalern. Im Bergamtsbezirke Siegen betrug die Produktion im Jahre 1858 zu Stadtberge 1512 Centner Kupfervitriol und 14,932 Centner Eisenvitriol, zu St. Josephsberg 6900 Centner Eisenvitriol. Der Absatz war schwach bei niedrigen Preisen.

Außerdem producirt die Vitriolfabrik von Fr. Curtius in Casselerfeld (Düsseldorf) 5000 Centner gemischten Vitriol. (Wagner's Jahresbericht über die Fortschritte der chemischen Technologie. 1859.)

Kohlensaures Kupferoxyd kommt in dem Mineral Kupferlasur und in dem Malachit vor, das erstere Salz hat zur Formel $3\text{CuO}, 2\text{CO}_2 + \text{HO}$, man bezeichnet es 3 kohlensaures Kupferoxyd. Dasselbe entläßt die Kohlensäure nicht so leicht wie andere Salze dieser Säure, man muß dasselbe pulvern und bis auf 300 Grad erhitzen. Das Mineral findet sich vorzugsweise häufig in Sibirien, nächstdem aber in England, wo es eins der Hauptkupfererze bildet, selten aber wird es allein verwendet, gewöhnlich vereinigt man es mit dem Kupferkies, die Farbe ist schön, Azurblau oder Smalteblau, es kommt jedoch auch in einer unschönen schwärzlichen Schattirung vor, dann als ein verbes oder erdiges Mineral, Kupferlasur von schönen Farben ist gewöhnlich in Prismen mit rhombischer Grundlage krystallisirt. Man soll dasselbe auch künstlich darstellen können, es wird daraus jedoch ein Geheimniß gemacht.

Der Malachit, ein halbkohlensaures Kupferoxyd, $2\text{CuO}, \text{CO}_2 + \text{HO}$, ist besonders durch seine schöne grüne Farbe ausgezeichnet, kommt gleichfalls vorzugsweise in Sibirien vor und ist das am Ural fast ausschließlich aller anderen verwerthete Kupfererz.

Quecksilber. Hg.

Hydrargyrum, Mercurius, Argentum vivum gehört gleichfalls noch zu den wenigen im Alterthume bekannten Metallen, deren Reihe mit Silber und Gold geschlossen ist. Wertwürdig übrigens ist dabei, daß die Alten das Quecksilber als ein Kunstprodukt betrachteten. Quecksilber wird gemacht, wenn man Zinnober mit Essig in einem kupfernen Gefäße mittelst eines kupfernen Stößels reibt. Die Alten wußten freilich nicht, daß Zinnober ein Quecksilber-, daß es ein Schwefelmetall sei, bestrebtlich ist aber doch, daß sie, die den Zinnober zu finden und zu brauchen wußten, nicht gleichzeitig mit ihm Quecksilber fanden, oder wenigstens nicht beachteten. Dem Plinius übrigens ist das natürlich vorkommende Quecksilber schon bekannt, und er vergleicht sein Vorkommen in kleinen Kügelchen, die auf anderen Mineralien haften, mit Geschwüren des thierischen Körpers.

Man fabelte über dieses flüssige Metall vielerlei, man glaubt z. B., wenn es verschluckt werde, so durchlöchere es vermöge seiner Schwere die Eingeweide und werde solchergestalt tödtlich, man hielt ferner das natürliche und aus Zinnober dargestellte für verschieden, was es allerdings für den jetzigen Chemiker ist, indem das natürliche nicht selten andere Metalle aufgelöst enthält, während das aus dem Zinnober dargestellte vollkommen rein sein kann. Dieser Unterschied aber konnte von den vor 2000 Jahren lebenden Gelehrten nicht gemacht werden, dennoch bezeichnen sie nur das natürliche Quecksilber mit dem Namen Argentum vivum. Das künstliche heißt bei ihnen immer Hydrargyrum. Gewissermaßen wässriges Silber oder Wasser Silber, denn der griechische Name für Silber ist argyron.

Im Mittelalter spielte das Quecksilber als Urstoff aller Dinge eine große Rolle. Das Quecksilber war den Alchemisten ein Element, d. h. nicht in dem Sinne, welchen wir dem Worte beizulegen gewohnt sind, sondern so, daß sie glaubten, es sei einer der vielgestaltigen Urstoffe, welche in Thieren, Pflanzen und Steinen als Bestandtheil, und zwar als belebendes Element thätig sei, dieser Gedanke rührt wahrscheinlich von der ausserordentlichen Geschwindigkeit der Quecksilberkügelchen her und geht in wunderbaren Windungen durch alle die Träumereien der Alchemisten, wie ein rother Faden hindurch. Sie dachten sich darunter durchaus nicht einen bestimmten Körper, sondern überhaupt nur etwas, das eine Eigenschaft der Körper bedinge und sich von ihnen trenne und unverändert verflüchtigen lasse. So nennt Raymond Lullus den Weingeist mercurius vegetabilis, ferner das von faulem Urin abdestillirte Ammonial mercurius animalis.

Auch Basilus Valentinus giebt an, daß es vielerlei Arten des Quecksilbers gebe und fügt hinzu, der „mercurius, aus dem animalischen und vegetabilischen Körper, ist nur ein fumus oder Rauch, ein unbegreifliches Wehen (unbegreiflich), es werde dann solcher Rauch gefangen und zum Del gebracht.“

Da die Alten sich so sehr viel mit dem Quecksilber, der Natur und Wirkung desselben beschäftigten, so ist es schwer faßlich, wie noch bis nahe gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts die wunderbarlichsten Ansichten darüber sich erhalten konnten, so z. B. erzählt Maquer in seinem Wörterbuch der Chemie 1778, wenn man Quecksilber in siedendes Veindl werfe, werde es dadurch so fest, daß man daraus kleine Gegenstände wie Ringe und dergl. verfertigen könne. Ein Löffel voll Del und eine Weingeistlampe war genug, um den Versuch zu machen, und hierdurch ihm zu widerlegen, allein er wurde nicht gemacht, und die Behauptung des gelehrten Franzosen, eines Zeitgenossen Lavoisiers, steht zur Ehre der damaligen Wissenschaft gedruckt in dem gedachten Werke.

In der Alchemie spielte aber das Quecksilber auch als wirkliches Metall, als dasjenige, was wir unter diesem Namen kennen, eine wichtige Rolle, und zwar die eines Mantels, eines Dinges, worin man alle möglichen anderen Metalle einwickeln konnte. Wenn irgendwo von einem der reisenden Alchemisten oder von einem Hofalchemisten Behufs der Beweisführung über seinen Beruf, Gold gemacht werden sollte, so war immer Quecksilber dabei. Das Quecksilber löst alle Metalle mit Ausnahme des Eisens auf, ohne seine Farbe zu verändern und ohne seine Flüssigkeit zu verlieren, falls es nicht mit anderen Metallen überladen war. Sollte nun Gold gemacht werden, so gab es nichts Einfacheres, als dasselbe im Quecksilber vorher schon aufzulösen, und dann dieses so mit Gold beladene Quecksilber bei dem Versuche anzuwenden. Es gab nichts Einfacheres als dieses, das Quecksilber erregte Niemandes Verdacht denn Niemand kannte seine Eigenschaften und so war nichts leichter als die Durchführung der gedachten Betrügerei.

Betrug ist durchaus kein zu harter Ausdruck, denn die Männer, welche Gold machen zu können vorgaben und es auch stets auf solche Weise darstellten, waren wirklich Betrüger. Jene großen Männer, welche der Chemie die allerwichtigsten Dienste geleistet haben, indem sie Alles, was sie erreichen konnten, durch die Retorte und den Schmelztiegel gehen ließen, haben niemals Gold gemacht, sondern immer nur nach der Kunst, dasselbe darzustellen, gesucht.

Der Gebrauch des Mercuris als Arzneimittel scheint schon sehr alt zu sein, wenigstens spricht schon Plinius sich gegen diese Anwendung aus.

Da man darüber einig ist, daß Quecksilber giftig wirke, so halte er nicht nur den Gebrauch desselben, sondern auch den des Zinnober, woraus Quecksilber bereitet würde, für sehr verwerfen.

Hier sehen wir wieder ein Beispiel von dem sehr niedern Standpunkt der Chemie damaliger Zeit, welche noch nicht so weit gekommen ist, zu wissen, daß zwei Körper, chemisch verbunden, einen dritten, ganz neuen Körper geben, welcher vollständig andere Wirkungen und Eigenschaften hat, als die beiden ihn zusammensetzenden Elemente. Es können zwei tödtlich wirkende Körper mit einander verbunden einen ganz unschädlichen, es können zwei ganz unschädliche oder vielleicht wohlthätige Elemente einen tödtlich giftigen Körper bilden.

Quecksilber ist völlig unschädlich, und kann in kleinen Gaben genossen werden, ohne daß es die geringste Wirkung auf den Körper ausübt, es geht unverändert fort. Sauerstoff ist eine Lebensbedingung. Nicht nur ist derselbe in jedem Thier und in jeder Pflanze vorhanden, sondern Thier und Pflanze sterben, wenn man sie in eine Atmosphäre bringt, welche keinen freien Sauerstoff enthält.

Verbindet man die beiden Elemente, Quecksilber und Sauerstoff mit einander, so erhält man ein tödtliches Gift.

Umgekehrt werden zwei tödtliche Gifte, das Kaliummetall und das Chlor zu einem unschädlichen Körper, ja zu einem solchen, der uns ein unabweisbares Lebensbedürfniß geworden ist, das Kochsalz nämlich. Ja zwei Körper, die in einem gewissen Verhältniß mit einander gemischt, wohlthätig wirken, können in einem andern Verhältniß tödtlich sein. Stickstoff und Sauerstoff athmen wir täglich in ungeheuren Quantitäten ein, und können ohne dieselben nicht existiren. In einem anderen Verhältniß gemischt, erhalten wir ein absolut tödtendes Gas, die salpetrige Säure, welche durch einen einzigen Athemzug das Leben beendet. In einem noch anderen Verhältniß geben dieselben beiden Substanzen die zerstörende flüssige Salpetersäure.

Aber allerdings ist dieses die Weisheit des 19. Jahrhundert, was Wunder, daß man ein Paar Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung solche Schlüsse noch nicht machte.

Der griechische Arzt Galen, dessen Blüthezeit in das Jahr 150 nach Christi Geburt fällt, erklärt alle Quecksilberpräparate für giftig und verbietet ihre Anwendung, außer etwa äußerlich und auf diese Autorität hin wandte man bis zum 15. Jahrhundert das Quecksilber fast gar nicht an, aber Basilius Valentinus sagt, daß aus dem Quecksilber wahre Wunderarzneien bereitet würden, in denen das höchste Arkanum der menschlichen Gesundheit verborgen sei, dennoch wird die Anwendung innerlich noch immer

unterlassen, ja verboten. Als im Jahre 1495 Karl VIII. von Frankreich Neapel belagerte und in beiden Heeren jene furchtbare Krankheit wüthete, welche die Franzosen nach der Stadt, *Mal de Naples*, die Neapolitaner aber nach ihren Belagerern benannten, wurde zuerst das Quecksilber, mit Fett verrieben, als Salbe angewendet, und mit einem so glänzenden Erfolge, daß sich der Gebrauch dieser Salbe bald sehr allgemein und wenigstens unter den verschiedenen Heeren verbreitete, daher auch der in Deutschland noch übliche Name *Meutersalbe*. Nur einige wenige sährende Aerzte wandten Quecksilberpräparate innerlich an, erst mit Paracelsus beginnt der Gebrauch des Aetzsublimats und bald sieht man auch die Aerzte sich bestreben, das Quecksilber zu immer neuen, bis dahin noch unbekanntem Präparaten zu verwenden, doch in ein vernünftiges System ist alles dieses erst im Laufe des Jahrhunderts gebracht worden, welchem wir angehören.

Das Quecksilber ist das einzige Metall, welches wir gar nicht anders kennen, als flüssig, das will sagen, daß sein Schmelzpunkt so außerordentlich niedrig liegt, daß in der Natur diejenigen Temperaturen, welche zur Erstarrung desselben nöthig sind, wenigstens in den von civilisirten Menschen bewohnten Gegenden gar nicht vorkommen. Es sind 40 Grad C. unter dem Gefrierpunkte des Wassers erforderlich und Jedermann wird zugestehen, daß wir in Europa, außer am Nordcap, von einer so grimmigen Kälte nichts wissen. Bei dieser Temperatur (welche man für kleine Quantitäten von Quecksilber künstlich erzeugen kann) ist dann das Quecksilber gleich jedem andern Metalle, fest und dicht, und es ist hämmerbar, es kann, flüssig in Formen gegossen und darin der Kälte ausgesetzt, in Schmutz verwandelt werden, welcher allerdings verschwindet, so wie man damit in eine andere Temperatur kommt, als die eines Polar-Winters. Das specifische Gewicht ist 13,5, im starren Zustande aber soll es 14,4 haben. Es leitet die Wärme sehr gut, und wird daher so leicht erwärmt, daß, bei einer Temperatur von 0 Grad im Wasser von 80 Grad gebracht, es demselben nur 3 Grad entzieht (vorausgesetzt, daß von beiden gleiche Gewichte angewendet wurden), und beides zusammen nun 87 Grad Wärme zeigt.

Dieses will sagen, daß es selbst äußerst wenig Wärme aufgenommen habe, und so ist es in der That. Wenn man 1 Pfund Quecksilber von 80 Grad zu einem Pfund Wasser von 0 Grad setzt, so giebt das Quecksilber beinahe alle seine Wärme ab, und Wasser sowohl, als Quecksilber haben nur eine Temperatur von 3 Grad, es war also die gesammte Masse von Wärme, die in dem Quecksilber enthalten, nichts weiter zu thun im Stande, als das Wasser um ein Paar Grade zu erwärmen.

Ist das Quecksilber vollkommen rein, so bleibt es bei gewöhnlichen

Temperaturen an der Luft unverändert. In diesem reinen Zustande läßt sich das Quecksilber zu Pulver reiben; in einem eisernen Mörser mit eisernem Stempel lange Zeit gerieben, verliert es seinen Glanz und seine metallische Beschaffenheit vollständig und wird zu einem schwarzgrauen Pulver. Mit einer guten Lupe erkennt man, daß dieses Pulver aus einer unzähligen Masse von kleinen Kügelchen besteht. Zusammenbringen kann man dieses Pulver nur, wenn man dasselbe destillirt oder wenn man es mit einer sehr verdünnten Säure übergießt, welche die Oxidhaut von den Kügelchen wegnimmt, da sie dann in einander fließen. Natürlich muß, sobald der Zweck erreicht ist, die Säure entfernt und das Quecksilber gewaschen werden.

Man kann auch eine so feine Vertheilung vornehmen ohne Reiben, wenn man das Quecksilber in einer Flasche mit Essigsäure übergießt, und dann anhaltend schüttelt. Auch hier werden die Kügelchen mit bloßem Auge nicht mehr unterschieden, und der Metallglanz ist vollständig verschwunden.

Nur selten wird das Quecksilber gebiegen gefunden, entweder in dem Quecksilbererz oder in dem dasselbe begleitenden Ganggestein. Es erscheint so in kleinen Tröpfchen und wird dann Jungfernequecksilber genannt. Es kommt also mit Ausnahme dieser vereinzeltten Erscheinung immer nur vererzt vor. In Europa kennt man vorzugsweise zwei Hauptfundorte zu Idria in Syrien am adriatischen Meere, und zu Almaden in Spanien, aber auch in Böhmen und in der norddeutschen Ebene bei Alneburg kommt dasselbe, wiewohl in geringen Mengen vor, dagegen sind äußerst reiche Bergwerke in den Andesgebirgen vertheilt, und zwar von Californien bis nach Peru und Chile. Auch in China findet man Quecksilber.

Das vorzugsweise gesuchte Quecksilbererz ist sein Sulfuret, Hg S , der Zinnober. Dieses Mineral findet sich in zwei verschiedenen geologischen Formationen. Es bildet entweder Gänge in den ältesten Theilen des Uebergangsgebirges oder es ist nesterweise zerstreut im Sandstein, im Schiefer oder in Kalkgesteinen, welche der Juraepoche anzugehören scheinen. Die berühmten Bergwerke von Almaden in der Provinz von la Mancha bestehen in Gängen, welche mitunter 40 bis 45 Fuß Mächtigkeit haben, und welche Glimmerschiefer der Uebergangsperiode durchsetzen. Die Bergwerke von Idria geben ein Beispiel der zweiten Ablagerungsweise. In den innersten Gebirgszügen von Corsica soll in neuester Zeit auch ein bedeutendes Lager von Zinnober aufgefunden sein, doch sind die näheren Verhältnisse hiervon noch nicht bekannt.

Ob man solche Gesteine, welche von Zinnober nur durchdrungen sind, wie der bituminöse Mergel oder der ebenso durchdrungene Schiefer oder

Sandstein von Idria noch Erze des Quecksilbers genannt werden können, dürfte beinahe bezweifelt werden, es sind Gesteine mit dem Erz gemengt, aber sie werden zur Gewinnung des Quecksilbers benutzt.

Sehr seltene Quecksilbererze sind das Amalgam von Quecksilber und Silber und das Selénquecksilber. Wo sie vorkommen, werden sie als Raritäten aufgehoben und an Mineralienkabinette verkauft.

Das Quecksilber ist ein sehr werthvolles Metall, sein Preis wechselt bei uns in Deutschland auf gut beschieden Märkten zwischen 1 bis 2 Thlr. Um so mehr ist es zu verwundern, daß die Ausbringung dieses Erzes so sehr vernachlässigt wird, obwohl Lager davon außer Spanien und Oesterreich auch noch in Portugal und Italien, in Mexiko und Peru, in Californien und China vorkommen. Von China gelangt nichts zu uns, da dieses Land sein Produkt selbst verbraucht, die anderen Lager sind gänzlich unbearbeitet, und bis zum Jahre 1850 gab es kein anderes Quecksilber, als das von Oesterreich oder von Spanien, aber im Jahre 1850 entdeckte man dasselbe in Californien und begann auch seine Erze zu bearbeiten, aber immer sind die spanischen Gruben (von Almaden in Andalusien) noch die reichsten der Welt, sie scheinen unerschöpflich, bestehen vorzugsweise aus Zinnober und liefern noch immer die Hälfte ihres Gewichts reines Quecksilber.

Was man bis dahin noch gar nicht gewußt hat, ist, daß auch Ungarn, Siebenbürgen und Rheinbaiern Quecksilber liefert. Zwar sind die Quantitäten unbedeutend, aber es scheint doch der Mühe werth, seine Aufmerksamkeit darauf zu richten. Ungarn hat zwar nicht Quecksilberbergwerke, aber liefert doch jährlich ungefähr 1800 Pfund aus Quecksilbererzen, welche in Gruben gefunden werden, die man auf Gold, auf Kupfer, auf Silber betreibt. Die gefundenen Erze werden gewöhnlich 4 bis 5 Jahre lang aufgesammelt und dann auf einmal zu Gut gemacht.

Siebenbürgen ist reicher, denn es liefert auf ähnliche Weise gefunden und darge stellt ungefähr 10,000 Pfund, eine gleiche Menge, auch wohl noch etwas darüber liefert Rheinbaiern.

Desto beträchtlicher sind die Lager von Quecksilbererzen in Amerika, die Gruben von Huancavelica in Peru lieferten ehemals bis 700,000 Pfund Quecksilber jährlich. Zur Bearbeitung des Goldes bedurfte man aber noch mehr dieses edlen Metalles und es wurden daher so gewaltige Ausschüttungen gemacht, und es wurde auf die Stützung desselben so wenig Fleiß und Vorsicht verwendet, daß dieselben im Jahre 1778 zusammenstürzten und tausende von Menschen begruben. Neu aufgetaucht sind die Quecksilbergruben in Californien, 4 deutsche Meilen von San Francisco, dieselben liegen in gleicher Ebene mit dem Boden, das will sagen, ein reiches Queck

silberlager erstreckt sich bis an die Oberfläche der Erde. Dasselbe wurde Neu-Almaden genannt und lieferte 250,000 Pfund Quecksilber gleich im ersten Jahre der Bearbeitung. Im Jahre 1855 betrug der Ertrag beinahe 2,000,000 Pfund. Die Gruben-Arbeiter sind größtentheils Mexikaner oder Indianer aus Mexiko, sie erhalten täglich einen Lohn von 12 preussischen Thalern und brauchen dafür nur 8 Stunden lang zu arbeiten. Fast alles dieses Quecksilber geht nach den Silberhütten von Mexiko.

In dem ebengedachten Jahre betrug die Gewinnung von Quecksilber in Spanien 4,000,000 Pfund, in Oesterreich eine halbe Million Pfund, in Rheinbaiern 10,000 Pfund, in Peru zu Huancavelica 600,000 Pfund, in Californien 2,000,000 Pfund.

Die Preise haben sich gewaltig geändert. Im Jahre 1600 kostete in Mexico das Pfund 6 Thlr., im Jahre 1750 in Amerika nicht voll 3 Thlr., zwischen 1767 und 1776 ebendasselbst 2 Thlr., von 1777 an 1 Thlr., in den mexicanischen Bergwerken $1\frac{1}{2}$ Thlr.; vor 1810, d. h. vor der Trennung der amerikanischen Colonieen vom Mutterlande wurde das Quecksilber in Mexico zu einem halben Thaler verkauft. Von da an, wo das Quecksilber in Californien entdeckt wurde, galt das Pfund in den mexicanischen Bergwerken $\frac{1}{2}$ Thlr., und in den Bergwerken von Guanaxuato $\frac{1}{4}$ Thlr. Wir können ungefähr entnehmen, was für einen hübschen Gewinn Herr Rothschild von seinem Bergwerke bezieht, wenn man bedenkt, daß er das Pfund für 2 Thaler verkauft.

Gewinnung des Quecksilbers.

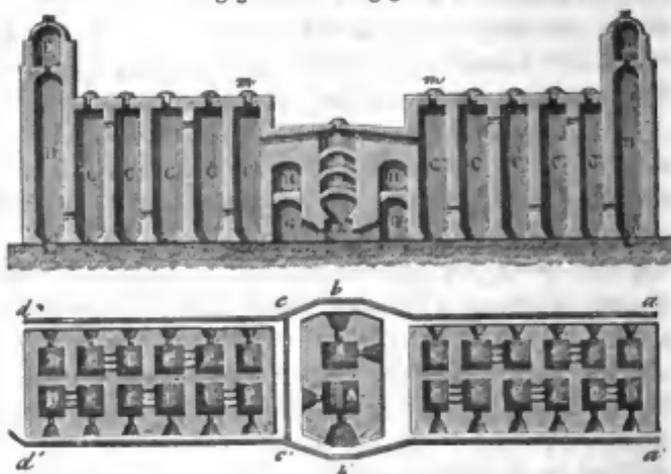
Die Gewinnung des Quecksilbers aus seinen Erzen kann man so bezeichnen, daß durch Erhitzung der Schwefel derselben verbrennt und das Quecksilber derselben abdestillirt wird.

Die umstehende Figur 1101 zeigt uns den Durchschnitt eines solchen Quecksilberofens, wie er in Idria angewendet wird. Die Gewinnung dieses Metalles ist so gut wie die Gewinnung des Erzes, eine Arbeit, welche den Tod nach sich zieht, es ist daher beinahe unbegreiflich, wie es noch Menschen giebt, welche sich dem einen oder dem andern dieser beiden Geschäfte widmen.

Die Bergwerke, an der Grenze des heißen Griechenlands gelegen, haben eine schwüle Temperatur, hoch genug, das Quecksilber immerfort ver-

dampfen zu machen. Der widerlich süßliche Geruch fällt auch dem Besuchenden sofort auf, und wenn er eine Stunde lang die Minen durch-

Fig. 1101 und Fig. 1102.



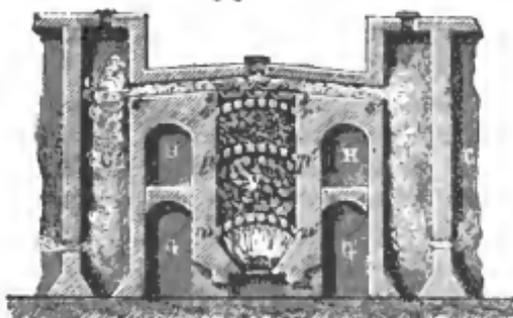
wandert hat, so wird er den metallischen Geschmack, welcher seine Zunge einnimmt, einen ganzen Tag lang nicht los. Wandelnde Leichen begleiten den Besucher auf seinen Wegen, und er kann nach dem mehr oder minder elenden Aussehen, nach der blassen oder leichensfarbigen oder schon bläulich-grauen Gesichtsfarbe beurtheilen, wie lange diese unglücklichen Opfer noch umherschleichen werden.

Wenn sie das Erz gefördert haben, so wird dasselbe ohne eine weitere Vorbereitung, ohne einen vorherigen Röstprozeß in der Mitte des Ofens (Fig. 1102) aufgespeichert, um abgeschwefelt zu werden. Dieselben Buchstaben bezeichnen in dieser, wie in der vorigen Figur dieselben Gegenstände. Die vorige ist ein senkrechter Durchschnitt, die uns zunächst stehende ist ein Querschnitt an der tiefsten Stelle gemacht. A ist der Feuerraum und der eigentliche Röstofen, an der engsten Stelle unmittelbar über A befindet sich ein Rost, auf welchem das Breunmaterial geschichtet ist, über demselben sieht man drei Gewölbe, welche bestimmt sind, das abzutreibende Erz zu tragen.

In der nachstehenden Figur 1103 sehen wir diese Anordnung deutlicher und etwas vergrößerter gezeichnet, die Gewölbe D, B und p erscheinen durchbrochen, sie sind so gemauert, daß sie eine Menge von Oeffnungen zeigen, durch welche einerseits das Feuer aufsteigt, dann aber andererseits das Quecksilber und die Schwefeldämpfe entweichen können. Der Raum V ist ganz mit den großen Erzstücken, der zweite Raum über P ist

mit den kleineren gefüllt, und auf dem dritten Gewölbe p stehen eine Menge eiserner Schalen, welche die Quecksilber enthaltenden Abfälle von früheren Arbeiten her und welche den Zinnoberstaub und Grus aufzunehmen bestimmt sind. Die in Fig. 1101 und Fig. 1103 mit H und G bezeichneten Räume dienen, um der Luft freien Zutritt zu gestatten, dienen, dieselbe zu dem Feuer und zu den Erzlagern zu führen. Unten soll die Luft vorzugsweise das Feuer unterhalten, nähren. Durch kleine Kanäle tritt dieselbe aber auch an vielen Punkten zu dem stark erhitzten Erz und befördert dadurch die Oxydation des Schwefels.

Fig. 1103.



Wir sehen nun in der Figur 1103 den Erfolg der Heizung des Ofens. Es entwickeln sich sehr bald reichliche Dampfmassen, zusammengesetzt aus demjenigen, was man vorzugsweise haben will, dem Quecksilber in Gasgestalt, ferner dem Schwefel in Form von schwefeliger Säure und endlich dem Ruß des noch nicht verbrannten Holzes. Die Dämpfe breiten sich aus, rechts und links, und gelangen in die zunächst benachbarten Kammern C. Hier sind sie gezwungen, abwärts zu gehen da sie nach oben keinen Ausweg finden und hier schon verdichtet sich eine große Menge Quecksilber welche sich unten in der Spitze der Kammer C sammelt.

Nicht fern von dem Boden dieser Kammer befindet sich ein Kanal, welcher quer durch das Gemäuer führt, da hindurch müssen die Dämpfe weiter gehen und hier steigen sie nun wieder aufwärts, lassen aber in dieser zweiten etwas kälteren Kammer wieder einen großen Theil des Quecksilbers aus seinen Dämpfen verdichtet zu Boden sinken.

Oben angelangt, finden die Dämpfe wieder einen Kanal, durch welchen sie weiter gehen können, in die dritte Kammer. Betrachten wir Figur 1101, so sehen wir, daß dieses noch so bis zur sechsten Kammer fortgeht, aber nur in den ersten drei Kammern wird das Quecksilber in ziemlichen Quantitäten und frei von fremden Beimengungen gefunden. Es fließt aus denselben durch kleine Oeffnungen in die Kanäle abc, welche den ganzen Bau umgeben, ab und sammelt sich in einem steinernen Gefäße unter Wasser. Was in den übrigen drei Kammern einer jeden von den vier Reihen noch gewonnen wird, ist ziemlich unbedeutend und ist auch stark mit Ruß gemengt, damit aber auch nicht das Geringste verloren gehe,

so sind die letzten Kammern so eingerichtet, daß sie rechts und links treppenförmig über einander schräg gestellte Bleche haben, über welche Wasser abwärts fließt und zwischen denen aufwärts sich die letzten Spuren der entwickelten Dämpfe drängen müssen. Auch noch in den obersten und letzten Theilen der thurmartig erhöhten Kanäle D, nämlich in E, findet dasselbe statt, und erst in diesen letzten Wölbungen sind die Oeffnungen angebracht, aus denen die des Quecksilbers entlasteten, kaum noch warmen Dämpfe entweichen können.

Ueberall in diesen Räumen setzt sich Ruß an, ebenso wird noch viel Schwefel sublimirt, indem durchaus nicht alles davon in schwefelige Säure verwandelt oder verbraunt wird. Um nun zu diesen Räumen gelangen zu können, sind dieselben oben bei m so weit offen, daß ein Mann auf einer Leiter bequem hinabsteigen kann, er muß dann mit einem Besen die Wände sorgfältig abkehren und den Kehricht ganz unten durch die am Boden der Kanäle oder Kammern befindlichen Oeffnungen fortschaffen.

Die Arbeit ist sehr gefährlich und wird darum auch nur ganz jungen und unerfahrenen Arbeitern übertragen, welchen zwar gesagt wird daß sie sich durch Umwickeln des Kopfes mit nassen Tüchern gegen das Einathmen der Quecksilberdämpfe in den warmen Kammern schützen müßten, denen aber keinesweges gesagt wird daß dieses nur einen höchst geringen Schutz gewährt. Sobald die Reinigung vollzogen ist, wird das Abtreiben der Erze weiter fortgesetzt.

Die reichsten dieser Erze befinden sich im Kalkstein, sie geben 50 bis 60 Prozent Quecksilber. Man nennt dieselben Stahlerz, schwer zu begreifen warum. Die Franzosen haben aber diesen Namen von uns adoptirt, so wie die Namen Lebererz und Ziegelerz, wie denn überhaupt fast alle ihre Benennungen, so weit sie die Mineralogie und den Bergbau betreffen, von ihren Lehrmeistern, den Deutschen, entlehnt sind. Das Lebererz ist der mit Zinnober durchdrungene bituminöse Schiefer, von welchem wir bereits gesprochen haben, er enthält 40 bis 50 Prozent seines Gewichts an Quecksilber. „Les ziegelerzes n'en contiennent que de 10 à 20 pour 100“, sagt Regnault. Die Ziegelerze sind also die schlechtesten, hauptsächlich aber deswegen, weil sie in anderes Gestein eingesprengt sind. Löst man sie hieraus und untersucht man sie ohne die Zuthat des Ganggesteines, so enthalten sie auch zwischen 30 und 40 Prozent Quecksilber.

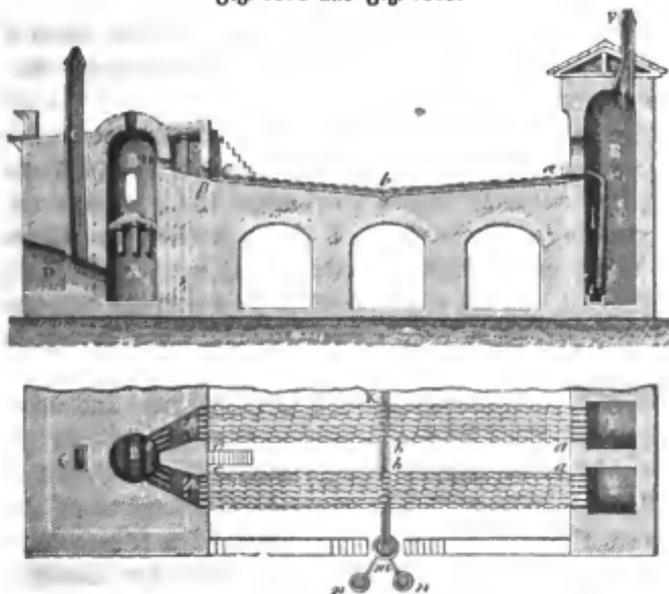
Das Quecksilber, welches durch die hier beschriebene Operation gewonnen wird, hält man für rein genug, um es in den Handel zu bringen, es geschieht damit nichts weiter, als daß es filtrirt wird, man bringt Quantitäten von 10 bis 20 Pfund in ein Stück Rehleder, formt und faltet dasselbe zu einem Beutel, jedoch ohne die geringste Naht, und dreht

nunmehr die zusammengefalteten Enden zusammen, bis man nach und nach auch an den Quecksilberklumpen selbst kommt. Dieses wird als ein zarter glänzender Regen durch die Poren des Leders gedrängt, auf großen eisernen Schüsseln aufgefangen und dann dem Handel überliefert.

Dasjenige Quecksilber, das in den letzten Kammern, mit Ruß und Staub vermischt, sich niederschlägt, wird mit Asche durch einander gerührt und dann gepreßt, wodurch ein großer Theil des Quecksilbers entweicht, das übrige zu fein vertheilt wird auf große flache Schalen gesetzt und dient dazu, um den obersten Theil des Ofens bei *ss* zu beschicken.

Die Quecksilberbergwerke in Spanien waren den Römern schon bekannt und vielleicht stammt das ganze Verfahren, welches daselbst zur Gewinnung des Quecksilbers eingeschlagen wird, noch aus den Römerzeiten her. Es ist schlecht genug, um so alt zu sein, aber die Spanier nehmen, wie die Italiener, in dem Gefühle ihrer Würde, in dem Bewußtsein des hohen Standpunktes auf welchem sie stehen, nichts an von ihren barbarischen Nachbarn.

Fig. 1104 und Fig. 1105.



Figur 1104 zeigt uns den Hauptdurchschnitt eines Röstofens, wie derselbe in Almaben im Gebrauch ist. *D* ist der Zugang zu dem Feuer-raum *A*. Ueber demselben ist ein gemauerter Roast, welcher dazu dient, die Erze zu tragen, deren größte Stücke zunächst auf dem Roast, deren

kleinere immer weiter oben und immer höher aufgehäuft liegen, und endlich eine Decke erhalten von den zerpöckten Erzen sowohl, als von dem Staub und Rehricht von einer vorigen Operation.

Der Raum B ist gewölbt und hat oben nahe unter dieser Wölbung einen Ausgang u, welcher nach einer Kammer führt, worin sich ein großer Theil der Quecksilberdämpfe verdichtet.

Die Figur 1105 zeigt uns denselben Gegenstand in einem Querschnitt, wir sehen hier von oben hernieder und bemerken hauptsächlich den Ofen B, wir sehen aber auch zugleich, daß der Weg für die Destillation, der Weg der die Dämpfe aufnehmen soll, ein getheilter ist, es gehen die Dämpfe rechts und links in die Kammern durch die Oeffnungen o nach den Räumen p. Damit die Arbeiter nicht unnötig durch Quecksilberdämpfe belästigt werden, wird der Feuerherd mit Thüren gut verschlossen, welche doppelt bei D angebracht sind, es würde nämlich nicht zu vermeiden sein, daß kleine Bröckeln des Erzes durch den Rost auf das Feuer fielen und die Arbeiter müßten nothwendiger Weise von dem verdampfenden Quecksilber leiden. Damit aber nicht umgekehrt der Zug der Luft abgeschnitten wird, sowie der Austritt derselben, so befindet sich in dem Raume zwischen A und D ein Luftfang, ein hohes Rohr, welches durch die Mauer des Ofens bis über das flache Dach desselben hinausgeführt ist. Dasselbe ist in beiden Figuren mit C bezeichnet.

Die Dämpfe, welche sich in den Kammern gesammelt haben, ohne condensirt zu sein, müssen weiter getrieben werden, dies geschieht dadurch, daß man zwölf und mehr Reihen langhaltiger Krüge, welche die Spanier Alubel nennen, an einander fügt, es sind gewissermaßen Röhren mit erweitertem Bauch und verengter Mündung, sie sind am Boden gleichfalls offen und zwar so, daß der Hals der einen in den Boden der anderen paßt.

Fig. 1106. Figur 1106 zeigt dergleichen aus Thon gedrehte und auch in einander gefügte Alubeln. Auf der vorigen Figur sehen wir dieselben in sechs Reihen von jeder Kammer auslaufen und sich über den Plan K von o nach a erstrecken. Dieser Plan ist in der Höhe der Mündung der Kammern auf Gewölben belegen, schwebt aber ziemlich hoch über dem Erdboden, er ist aber dasselbst doppelt geneigt, so daß in der Mitte bei b seine tiefste Stelle ist.

Die Quecksilberdämpfe haben, sowie das Quecksilber selbst, eine sehr geringe Wärmecapacität, sie erwärmen mithin beim Durchstreichen der Alubeln diese nicht besonders, und da sie noch dazu der freien Luft ausgesetzt sind, so bleiben sie um so mehr kühl und das Quecksilber schlägt sich in ihnen nieder, da die Fugen aber gar nicht gehörig geschlossen sind, so entweichen viele von diesen Dämpfen,



was ein offener Verlust ist und zugleich die Umgegend so vergiftet, daß alle Vegetation aufhört und selbst die Hausthiere ein krankes, elendes Dasein führen. Um aber das metallische Quecksilber, welches gleichfalls aus diesen Fugen entweicht, zu gewinnen, ist eben der Plan K nach der Mitte zu geneigt, dorthin läuft alles austretende Quecksilber und dort wird es in der Rinne b aufgefangen und nach den Sammelgefäßen m n geleitet.

Wenn nun aber noch viele Quecksilberdämpfe, in den thönernen Röhren enthalten, weiter gehen, so finden sie in E eine Kammer, in welcher sie sich gänzlich niederschlagen können. Diese Kammer ist durch eine Scheidewand in zwei ungleiche Theile getheilt. Die Theile zeigen an, wie die Dämpfe zuerst gezwungen werden, abwärts zu gehen, wobei sich dasjenige, was noch hier verdichtet wird, in dem Gefäße i sammelt, worauf die übrigen Dämpfe sich frei in dem Raum E verbreiten und dann durch den Rauchfang F entweichen.

Was hier an Abfällen aller Art sich in den Retorten absetzt, wird nach jedesmaliger Beendigung eines Brandes entfernt. Die Klübeln werden zuerst umgekehrt, damit das Quecksilber ausfließen könne, dann wird mit eisernen Haken herausgetraht, was sich leicht und gutwillig löst. Dies ist dasjenige, was in dem Röstofen oben aufgeschüttet wird, um nochmals destillirt zu werden. Nicht selten aber verwerthet man diese Abfälle auch noch dadurch, daß man sie mit Lehm zusammenknetet und daraus längliche Stücke formt, die dann zu unterst auf den Rost kommen, weil sie die stärkste Hitze fordern, um das Quecksilber in Dampfgestalt entweichen zu lassen.

Das Quecksilbererz, welches bei Zweibrücken in Rheinbaiern gefunden wird, besteht aus Zinnober, der in Kalkstein ziemlich reichlich eingesprengt ist. Man zerkleinert das Erz und das Ganggestein und füllt alles, wie es kommt, in thönernerne Retorten, welche zusammen reihenweise, Stück an Stück, in einem sogenannten Galeerenofen liegen, davon Figur 1107 einen Durchschnitt zeigt. A stellt die Retorten dar, B die Vorlagen, in denen etwas Wasser enthalten ist.

Fig. 1107a.



Müßte das Verfahren zu Almaden schon ein sehr schlechtes genannt werden, so weiß man gar nicht was für ein Prädikat man dem hier angedeuteten geben soll. Das Unerläßliche ist immer, den Quecksilberdämpfen

einen weiten, sorgfältig geschlossenen Weg zu geben, hier wird ihnen gar nichts geboten, als eine Vorlage, und da diese sich bald genug erwärmt, schon vermöge der großen Nähe des Feuers, so werden nur wenig Dämpfe verdichtet und ein großer Theil derselben entweicht nicht nur durch die Fugen, sondern selbst durch die Masse der erhitzten und dadurch aufgelockerten Retorten.

Was hier vorgeht, ist einfach eine Zersetzung des Zinnoberes durch den Kalk. Dieser nimmt in der Glühhitze den Schwefel des Erzes auf und bildet damit zwei verschiedene Schwefelungsstufen, davon die eine Verbindung mit Calciummetall, die andere aber eine Verbindung mit dem Kalle ist.

Die Verfeinerung des Quecksilbers geschieht von Idria aus in geschmiedeten eisernen Flaschen oder in ziemlich starken hölzernen Bütten. Das spanische kommt in ungegerbten Hammelfellen in den Handel. Von China bekommen wir dasselbe in Bambusrohrabschnitten, wo die natürlichen Scheidewände als oberer und unterer Boden dienen. Dieses Rohr mit seiner nur $\frac{1}{2}$ Zoll dicken Holzwand ist doch so fest, daß es der durchbringenden Kraft des Quecksilbers vollkommen widersteht. Die Abtheilungen desselben, von denen man glauben sollte, sie müßten undicht sein, weil sie doch der Säftemasse, welche das Rohr nährt, Durchgang gestatten, sind keinesweges so beschaffen; ihre Porosität, wenn eine vorhanden ist, verwehrt den Quecksilberkügelchen den Durchgang vollständig.

Reinigen des Quecksilbers.

Für gewöhnliche Zwecke ist das Quecksilber, wie es aus den Hüttenwerken kommt, rein genug; zum Belegen der Spiegel und anderen technischen Arbeiten wendet man kein anderes als das des Handels an, zu anderen Zwecken aber freilich kann man es nicht als genügend rein ansehen denn es hat jederzeit, wenn auch nur kleine Mengen von anderen Metallen aufgelöst und ist auch durch Staub und Oxyd verunreinigt. Unter den Metallen walten Blei, Zinn, Zink und Kupfer vor, die Reinheit läßt sich einigermaßen beurtheilen, wenn man das Quecksilber aus einer sehr feinen Röhre auf einen polirten Tisch oder eine reine, sehr trockene Glasstafel fließen läßt. Je runder die Kügelchen sind, je munterer sie springen, je leichter sie bei der geringsten Neigung fließen, desto reiner ist das Queck-

silber, wenn sie flach gedrückt erscheinen, ist das Quecksilber unrein, ebenso wenn sie langsam fließen, wenn aber eine größere Menge davon, zu einem flachen breiten Tropfen zusammengegangen, bei einer geringen Neigung der Tafel nicht nur langsam davon abfließt, sondern wohl gar einen gefärbten Streifen, oder eine Schleppe, einen Schwanz hinter sich herzieht, so ist es schon in einem hohen Grade verunreinigt.

Eine noch bessere Probe ist das Schütteln des Quecksilbers in einer ganz reinen, trockenen Glasflasche. War das Quecksilber ganz frei von fremden Metallen, so bleibt es blank und rein, wenn aber auch nur eine höchst geringfügige Beimengung von Blei oder Zinn darin enthalten war, so werden die Wände der Flasche mit einem bleifarbigem Hauch belegt.

Das Reinigen auf mechanischem Wege ist sehr einfach, man braucht dasselbe nur durch weiches, sämisch gezeibtes Kiehleder durchzudrücken, allein die eigentlich aufgelösten Metalle passiren sämmtlich die feinen Kanäle. Um das Quecksilber aber chemisch zu reinigen, bedient man sich gewöhnlich der Destillation, wiewohl dieselbe keinesweges vollkommen genügend ist.

Man kann dabei auf zweierlei Weise verfahren. Quantitäten von 8 bis 10 Pfund kann man aus gläsernen Retorten destilliren, natürlich muß die Retorte in einem Sandbade liegen und darf vom freien Feuer nicht getroffen werden. Die Retorte muß einen sehr langen Hals haben, muß sehr weit in die Vorlage hineinreichen und diese, zum Theil mit Wasser gefüllt, demnächst aber von Außen her immerfort kalt erhalten, muß sehr genau verschlossen sein, damit nicht Dämpfe entweichen und den Aufenthalt im Laboratorium gefährlich machen, auch ist nothwendig, daß eine eiserne Kappe den oberen Theil der Retorte ganz umgiebt, damit diese von oben her nicht abgekühlt werde, sonst setzen sich Quecksilberklügelchen an der oberen Wölbung an, welche dann immerfort wieder zurückfließen und mithin die Operation des Destillirens unnöthiger Weise verlängern.

Der zweite Weg betrifft die Destillation aus eisernen Retorten und über freiem Feuer, wozu man gewöhnlich die eisernen Flaschen nimmt, in denen das Quecksilber versendet wird. So wird die Sache ausgeführt, wenn man das Quecksilber in größeren Mengen destilliren will. Hierbei kommt aber das Metall in heftiges Aufwallen und Spritzen, was nun zwar nicht viel schaden würde, wenn die emporgeschleuderten Theile nur die obere Wölbung der Retorte A träfen (Fig. 1107 b), aber es kommen auch Tropfen in den Hals b und sie gehen mit dem Destillat in die Vorlage d, wodurch dann natürlich der Zweck der Destillation ganz und gar verloren geht. Man sucht dieses dadurch zu verhindern, daß man vor der Befegung mit Quecksilber die Retorte größtentheils mit Eisendrehspähnen

fällt. Diese schwimmen auf dem Quecksilber, nehmen den Raum von der Fläche desselben bis an die Decke ein und verhindern zwar nicht die Ent-

Fig. 1107 b.



weichung der Dämpfe, wozu noch genügend viel Spielraum vorhanden ist, wohl aber das Ausspritzen der Quecksilbertropfen, welche immerfort an den Eisenspähen gestossen, nicht dazu gelangen können, bis in den Hals oder in die Vorlage zu fallen.

Man läßt den Hals der Retorte weit in die Vorlage hineingehen und seine Mündung beinahe mit der Wasseroberfläche in Berührung treten, wobei aus einem Rohre r immer Wasser auf die Vorlage fließt. Noch besser scheint es, den Hals der Retorte in einen langen Sack von weichem Leder, welches fest um das Rohr gewickelt ist, zu bringen, so daß dieser bis in das Wasser selbst reicht. Der benetzte Beutel wird sehr verdichtet und geeignet, das Quecksilber mit größerer Leichtigkeit niederzuschlagen.

Man muß aber nicht glauben, daß man mehr als ein Viertel des Quecksilbers abdestilliren dürfe, wenn man einigermaßen reines Quecksilber haben will; die anderen Metalle nämlich sind gleichfalls flüchtig, wenn auch bei weitem nicht so sehr, wie das Quecksilber, dennoch geht ein nicht unbedeutender Theil der aufgelösten Metalle mit über, wenn man die Destillation bis zur Gewinnung der Hälfte des angelegten Quecksilbers treibt.

Ohne Destillation kann man das Quecksilber sehr gut reinigen, wenn man es mit einer Auflösung von Eisenchlorid reibt. Die Auflösung ist in den Apotheken unter dem Namen Liquor ferri muriatici bekannt, man nimmt davon $\frac{1}{8}$ des Gewichts des Quecksilbers, verdünnt dieses mit einem gleichen Theile Wasser und verreibt es in einer Porzellanschale mit dem zu reinigenden Quecksilber. Für denjenigen, der diese Operation niemals gesehen hat, scheint das ganze Unternehmen thöricht, wie soll sich Wasser und Quecksilber vereinigen. Dennoch geschieht es, und zwar sehr bald. Bei fortgesetztem Reiben verschwindet die Auflösung ganz und gar, das Quecksilber schwillt auf und wird zu einer grauen Masse, die man beinahe mit einer Salbe vergleichen möchte. Das Eisenchlorür hat hierbei die sämmtlichen fremden Metalle aufgelöst und hat auch Quecksilberchlorür gebildet, wodurch das vorhandene Quecksilber in einer unglaublichen Menge

kleiner Kügelchen zertheilt ist, welche seine gegenwärtige Beschaffenheit bedingen. Durch wiederholtes Waschen mit Wasser wird die Lösung entfernt, und werden die fremden Metalle mitgenommen, nunmehr erwärmt man das Quecksilberpulver und sogleich fließen die Kügelchen zusammen, auf der Oberfläche aber bleibt ein graues Pulver, das Quecksilberchlorür, welches durch die Kante eines Stückchens Kartenpapier entfernt werden kann. Das zurückbleibende Quecksilber ist nun wirklich rein.

Noch zwei Methoden, vollkommen reines Quecksilber darzustellen, beruhen nicht auf einer Operation mit dem fertigen Quecksilber, sondern auf der Zersetzung einer Schwefelungs- oder einer Oxydationsstufe. Der Zinnober ist die Schwefelungsstufe. Mit gebranntem Kalk und mit Eisenfeilspähen (eins oder das andere) kann man den Zinnober vollständig zersetzen, indem man die beiden Substanzen in eine Retorte bringt und der Glühfuge aussetzt, der Schwefel des Zinnobers bildet mit dem Kalk Schwefelcalcium, d. h. Kalkschwefelleber, oder er geht mit dem Eisen eine Verbindung zu Schwefeleisen ein, durch eine oder die andere Operation wird das Quecksilber befreit, und geht in Dampfgestalt in die Vorlage über, wo es sich verdichtet.

Die andere Methode ist lediglich die Reduktion eines Oxydes. Das rothe Quecksilberoxyd besteht aus Quecksilber und Sauerstoff. Quecksilber ist ein edles Metall, es kann also aus seinen Oxyden reducirt werden, ohne ein anderes Reduktionsmittel als die Wärme. Bringt man rothes Quecksilberoxyd in eine Retorte, aus welcher man womöglich die atmosphärische Luft verjagt hat, z. B. durch Kohlenäure oder Wasserstoffgas, und wird nun dieses Quecksilberoxyd in einem Sandbade erhitzt, so entweicht das Quecksilber vollständig und sammelt sich in der Vorlage in Tröpfchen an, indessen der Sauerstoff in Gasgestalt aufgefangen werden kann. Leider ist nicht zu vermeiden, daß sich während der Operation ein Theil des Quecksilbers wieder mit dem Sauerstoff vereinigt, also wieder ein Oxyd bildet, so erhält man denn in der Vorlage ein Quecksilber, welches oxydhaltig ist, wenn man aber auf dieses Quecksilber verdünnte Salpetersäure gießt, so wird dadurch das Oxyd aufgelöst und es bleibt ein vollkommen reines Metall zurück.

Sonderbar ist es, daß die Anwesenheit von fremden Metallen in dem Quecksilber die Fähigkeit desselben zu destilliren vermehrt oder vermindert. Die meisten Metalle, Blei, Zinn, Wismuth etc., verlangsamen sie solchergegestalt, daß von unreinem Quecksilber kaum der fünfzehnte Theil dessen übergeht, was man in derselben Zeit erhält, wenn das Quecksilber vollkommen rein ist. Dieses findet bei Blei schon statt, wenn nur ein Zehntausendstel davon in dem Quecksilber enthalten. Man glaubt, daß dieses

davon herrühre, daß bei unreinem Quecksilber sich sehr schnell eine Oxydhaut bildet, welche das Entweichen der Dämpfe hindert. Der Verfasser glaubt jedoch nicht, daß dieses der Grund sei, weil das Quecksilber bei der Destillation gewaltig kocht und so stark umherspritzt, daß man eben deshalb Eisendrehspähne darauf bringt. Hier ist immerfort Quecksilber mit so blanker Oberfläche vorhanden, daß von einer Behinderung durch eine Oxydschicht keine Rede sein kann. Würde diese auch auf der ruhenden Oberfläche verzögernd wirken können, so kann dies doch keinesweges stattfinden bei der immerfort gewaltsam zerrissenen und durchbrochenen Oberfläche, zudem gehören eigentlich nur sehr geringe Wärmemengen dazu, um das Quecksilber verdampfend zu machen. Bei Fertigstellung der Lichtbilder auf versilberten Tafeln nach Daguerre's Methode erhält man schon sichtbare Quecksilbermeugen aus den Dämpfen niedergeschlagen bei einer Temperatur, welche nicht 40 Grad C. überschreiten darf, daß aber auch bei der gewöhnlichen Lufttemperatur das Quecksilber schon in tödtlich wirkender Menge verdampft, sehen wir an den unglücklichsten Opfern der Quecksilberbergwerke.

Wenn man dagegen dem Quecksilber Platina zusetzt, so findet eine lebhaftere Erhöhung der Verdampfungsfähigkeit statt. Man digerirt Platinabschnitzel mit Quecksilber bei einer Temperatur von ungefähr 80 Grad zwei Tage lang. Dasjenige, was von dem Platina abgelöst worden und von dem Quecksilber aufgenommen ist, läßt sich durch das Gewicht nicht ermitteln, dennoch ist es genug, um dem Quecksilber die Eigenschaft zu geben, beim Schütteln zu schäumen, wie Seifenwasser, und mit einer so großen Schnelligkeit zu destilliren, daß das umgekehrte Verhältniß von dem vorhin gedachten daraus hervorgeht. So mit Platina versetztes Quecksilber bleibt auch in kleinen Tropfen an dem Glase hängen, indessen das reine Quecksilber flüchtig daran herunterläuft.

Legirungen des Quecksilbers.

Diese haben einen ganz besonderen Namen. Alle Vermischungen irgend eines Metalles mit irgend einem anderen nennt man so, wie die Ueberschrift sagt, nur die des Quecksilbers nennt man Amalgam, und um sie näher zu bezeichnen, nennt man niemals die zwei Metalle, welche sich vereinigen, sondern jederzeit nur das zweite, welches sich mit dem Quecksilber

verbunden hat. Man besitzt also nicht eine Legirung von Gold und Quecksilber oder von Silber und Quecksilber, von Zinn und Quecksilber, sondern man besitzt ein Goldamalgam, ein Silber-, ein Zinnamalgam, in dem lehtgedachten Namen liegt der Begriff der Verbindung des fremden Metalles mit dem Quecksilber.

Man theilt die Amalgame in flüssige und in feste, ist aber noch nicht einig darüber, ob hier Auflösungen in bestimmten Verhältnissen oder in beliebigen Mengen stattfinden, vielleicht sind die festen Amalgame wenigstens annähernd an bestimmte Zahlenwerthe gewiesen, denn man bemerkt, daß, sobald ein recht flüssiges Amalgam durch Leder gepreßt wird, in demselben eine kleine Quantität ziemlich festen Amalgams zurückbleibt; es ist demnach wahrscheinlich, daß dieses fertig gebildet in den flüssigen Amalgamen enthalten war, man muß nämlich, wie bereits bemerkt, nicht glauben, daß durch die Pressung abgeforderte Quecksilber sei rein, dies ist durchaus nicht der Fall, obwohl man im vorigen Jahrhundert die gedachte Procebur als den sichersten Weg zur Reinigung des Quecksilbers ansah.

Ein Amalgam von einem Theile Zinn, einem Theile Zink und zwei Theilen Quecksilber in der Wärme bereitet, ist ein wichtiger Gegenstand der Physik, es ist von dem Physiker Kienmeier erfunden und gilt für das beste zur Belegung der Reibtheile bei den Elektrirmaschinen mit Glaskörpern. Man schmilzt das Zinn, schmilzt in demselben das Zink und wenn beides wohlgeflossen und verrührt ist, so gießt man das gleichfalls erhitzte Quecksilber dazu, rührt alles mit einem Eisenstäbchen um und läßt den Inhalt des Tiegels auf eine reine ebene Stein- oder Eisenplatte fließen, worauf dieses Gemenge sogleich mit silberweißer Farbe erstarrt, es ist also ein hartes Amalgam. Bei der Bereitung ist von Wichtigkeit, daß man die Mengung und Ausgießung sehr schnell mache und wo möglich mit angehaltenem Athem, denn es entwickeln sich dabei gefährlich viel Quecksilberdämpfe.

Das Amalgam würde in diesem Zustande zur Reibung des Glases Behufs der Entwicklung von Electricität gar nicht brauchbar sein, man muß dasselbe durch Reiben in einer Porzellan- oder eisernen Schale in ein feines Pulver verwandeln. Aber selbst dieses ist noch nicht genug, das Pulver muß schwarz sein, vollständig schwarz, nicht etwa bloß dunkelgrau. Zer kleinert wird dies Amalgam bald, denn es ist ziemlich mürbe, auch kann man es mit nicht gar zu großer Mühe ziemlich weich verreiben, so daß es zwischen den Fingern sich beinahe fettig anföhlt, daß man es aber wirklich in ein schwarzes, trocknes Pulver verwandeln könne, wollen die mehrsten Apotheker nicht glauben, und doch ist es so, nur gehören

allerdings 5 bis 6 Stunden einer unausgesetzten Arbeit dazu, wenn die zusammengeschmolzene Masse auch nur 1 Pfund beträgt.

Die Mechaniker, die Verfertiger von physikalischen Instrumenten geben sich gewöhnlich nicht diese Mühe, sie sind zufrieden, wenn sie das Amalgam nur einigermaßen verkleinert haben, dann verreiben sie dasselbe mit Talg zu einer schwärzlichen Salbe und diese streichen sie messerrückendick auf das Reibezeug. Dies ist geradezu Unsinn, auch abgesehen von dem verschwenderischen Verbrauch des Materials. Man reibt das Leder des Reibezeuges schwach mit Talg ein, so daß dasselbe nur fett und nichts weiter ist, hierauf bringt man fein zerstreut eine Messerspitze voll des zerriebenen Amalgams und hat hiermit genug für eine Elektrirmaschine von sehr großer Ausdehnung. Die Reibezeuge an der größeren, im Besitz des Verfassers befindlichen Elektrirmaschine haben eine Länge von 18 Zoll und eine kleine Messerspitze voll von dem Pulver ist vollkommen genügend zur Amalgamation eines solchen.

Die Metalle Blei, Zinn, Zink und Wismuth werden in erwärmtem Quecksilber sehr leicht aufgelöst. Die Verbindung mit dem Wismuth ist äußerst dünnflüssig, da, wo man betrügerlicher Weise Quecksilber verfälschen will, wählt man deshalb immer Wismuth als Zusatz, weil die Betrügerei nicht so leicht zu entdecken ist. Das Entgegengesetzte bewerkstelligen Zusätze von Kalium oder Natrium. Die Amalgame sind starr, auch wenn der Gehalt dieser Alkalimetalle nur ein sehr geringer war. Die Bereitung derselben ist nicht ohne Gefahr, man trägt in das erhitzte Quecksilber Natrium oder Kalium in kleinen Quantitäten ein, es steigt die Erwärmung dabei so sehr, daß nicht selten eine Verpuffung eintritt, sobald aber die Verbindung beendet und die Mischung erkaltet ist, geht sie auch in den Zustand eines festen Körpers über.

Wenn in dem gedachten Falle dadurch, daß ein flüssiges Metall plötzlich fest wird, sich Wärme entwickelt, so entsteht umgekehrt Kälte, wenn feste Metalle schnell in den Zustand der Flüssigkeit übergeführt werden. So geschieht es, wenn man 28 Theile Wismuth, 12 Theile Zinn und 20 Theile Blei in recht fein vertheiltem Zustande in 162 Theile Quecksilber einträgt. Das Quecksilber löst die metallischen Pulver schnell auf und das Wismuth trägt noch dazu bei, die Flüssigkeit zu erhöhen, hierdurch wird eine solche Temperaturerniedrigung hervorgerufen, daß, wenn die Mengung bei 18 Grad über 0 gemacht worden war, die Mengung schnell bis auf 0 und bis auf 10 Grad unter 0 herabsinkt.

Ein anderes Amalgam hat Wichtigkeit für die Anatomen, welche Gegenstände des menschlichen oder thierischen Körpers präpariren wollen. Dasselbe besteht aus 10 Theilen Quecksilber, 17 Theilen Zinn, 30 Theilen Blei und

50 Theilen Wismuth. Dasselbe ist bei 70 Graden vollkommen flüssig. Man möchte beinahe sagen, es sei flüssiger als das eigentliche Quecksilber, eine Eigenschaft, welche vorzugsweise von dem Wismuth herrührt, das, obſchon selbst ein sehr sprödes Metall, doch, mit dem Quecksilber verbunden, eine Mengung von außerordentlicher Beweglichkeit oder Flüssigkeit giebt, wie wir bereits bemerkt haben.

Auf den Spiegeln liegt ein Amalgam von Zinn und Quecksilber. Man kann aber dafür kein bestimmtes Verhältniß angeben, weil es nicht als Amalgam gemacht wird, sondern auf dem Spiegel erst entsteht, indem mehr oder weniger Quecksilber darauf zurückbleibt. Ueber die Belegung der Spiegel haben wir das Erforderliche bereits Band IV. Seite 132 ff. gesagt und wollen dasselbe hier nicht wiederholen, wohl aber noch hinzufügen, daß, um hohle Spiegel, wie Uhrgläser u. dergl., inwendig zu belegen, man ein Amalgam anwendet aus 1 Theil Blei, 1 Theil Wismuth, 1 Theil Zinn und 9 Theilen Quecksilber. Man gießt davon bei einer Wärme von 40 bis 50 Grad etwas auf die hohle Seite des Glases, läßt die Flüssigkeit sich durch Neigung des Glases nach verschiedenen Seiten darüber ausbreiten und gießt das Uebersflüssige ab, sobald sich eine schwache Rinne gebildet hat.

Mit Zink vermischt, indem man 1 Theil desselben mit 12 Theilen Quecksilber behandelt, erhält man dasjenige Amalgam, welches zu der sogenannten falschen Vergoldung des Kupfers angewendet wird. Die Kupfergeschirre, welche auf diese Weise eine dem Golde ähnliche Farbe erhalten sollen, siedet man in einer Flüssigkeit von sehr verdünnter Salzsäure unter Zusatz von etwas Weinstein. Das Kupfer, auf solche Weise an seiner Oberfläche sehr rein geworden, nimmt das Zink unter Beihülfe des Quecksilbers ganz leicht auf und erhält davon eine gelbe, goldähnliche Farbe.

Die Vergoldung und Versilberung, welche man in früheren Zeiten unter Hülfe des Feuers ausführte, wird gleichfalls durch ein Amalgam bewerkstelligt, und zwar folgendermaßen. Man löst Gold oder Silber in Quecksilber auf, welches eine ganz leichte Operation ist, bestreicht den zu vergoldenden Gegenstand mit salpetersaurem Silber, was man das Verquicken nennt, und bringt alsdann das Amalgam des Silbers oder Goldes auf den zu vergoldenden Gegenstand. Mit dem Verquicken wird das Metall sofort durch einen leichten Silberanflug überzogen und dieser nimmt nunmehr das Amalgam mit der größten Leichtigkeit auf. Es wird zum Theile mit einer Bürste, einem Häufchen von Baumwolle oder irgend einem andern weichen Gegenstande auf den Metallflächen ausgebreitet, wo dieses aber nicht gelingen würde, weil Vertiefungen, Verzierungen u. d. die bequeme Ausbreitung hindert, nimmt man ein Stückchen Lindenholz, das diesen

Vertiefungen angepaßt ist, zu Hülfe, und vertreibt das Amalgam auf diese Weise, bis man glaubt, daß es überall hingedrungen sei, wo es erforderlich ist. Nun wird das Ueberflüssige in das Gefäß hinein abgebürstet, in welchem sich das werthvolle Gold- oder Silberamalgam befindet.

Der zu verzierende Gegenstand sieht jetzt äußerst glänzend und ganz weiß aus, gleichviel, ob er mit Gold oder mit Silber überzogen ist, denn das Quecksilber überwiegt bei weitem die färbende Kraft des Goldes.

Es muß nunmehr noch das Quecksilber vertrieben und das Gold zum Vorschein gebracht werden. Zu diesem Behuf muß man das Quecksilber durch Erhitzung in Dampf überführen und verzagen, was eine höchst gesundheitsgefährliche Operation ist. Die Metallstücke werden auf ein flaches Kohlenfeuer gebracht und so lange erhitzt, bis das Quecksilber sich ganz verflüchtigt hat. Wenn dieses so leicht ginge, so würde auch wenig Gefahr dabei sein. Man setze das Kohlenbecken, mit den Metallstücken belegt, unter den Rauchfang des Herdes und verlasse die Werkstatt so lange, bis die gefährlichen Dämpfe sich verzogen hätten, leider aber geht dieses nicht. Der Arbeiter kann die Sachen nicht dem Zufall überlassen, die Kohlen würden nicht glühend bleiben, würden verlöschen und man müßte eine nochmalige und vielleicht dreimalige Erhitzung vornehmen, daher bleibt der Arbeiter bei dem Kohlenbecken stehen und weht demselben durch einen Fächer immerfort und besonders da, wo die Kohlen ihre Gluth zu verlieren beginnen, frische Luft zu. Nun steigert sich die Temperatur, bis das Quecksilber von dem Kupfer, Messing, Tombach verzagt ist, diese Dämpfe aber hat der Fächer auch wieder in die Werkstatt gejagt und sie darin verbreitet, hat sie verhindert, durch den Rauchfang abzuführen, und dadurch ist der Arbeiter gezwungen, dieselben einzuathmen und mit jedem Athemzuge ein Stückchen seiner Gesundheit aufzuopfern. Daher kann man die Wohlthat nicht genug anerkennen, welche der arbeitenden Klasse durch die galvanische Bergoldung gewährt ist. Hier ist schon von jener ersten Operation, von dem Einreiben der Gegenstände mit dem Amalgam, welche keinesweges eine die Gesundheit besördernde ist, nicht die Rede, viel weniger aber von dem Einathmen der tödtlichen Quecksilberdämpfe. Leider ist aber die Gewinnung des Goldes aus den Bergwerken schon mit dieser Vergiftung verbunden, wie wir späterhin bei Betrachtung der Metallurgie des Goldes sehen werden.

Es haben noch eine gewisse Wichtigkeit die Amalgame, welche zur Ausfüllung hohler Zähne gebraucht werden. Diejenigen Amalgame, welche bei ihrer Bereitung teigartig knetbar sind, verhärten in kurzer Zeit, und auf dieser Eigenschaft stützt sich der Gebrauch derselben, um Höhlungen von Zähnen auszufüllen, natürlich erst, nachdem dieselben von der Zäh-

caridösen Haut, welche sie inwendig bekleiden, befreit sind. Sobald das Amalgam, frisch bereitet und mäßig weich, so weit gebieken ist, daß es sich nur noch schwer kneten läßt, wird es in den hohlen Zahn gebracht, mittelst eines Eisenbeinstäbchens ringsum gegen die Seitenwände der Höhlung gedrückt und dann sich selbst überlassen. Hier tritt nun sehr bald diejenige Erhärtung ein, durch welche das Metall widerstandsfähig genug wird, um beim Kauen von Speisen nicht auszuweichen, selbst wenn es ziemlich harte Brodrinden wären. Diese Erhärtung beruhet keinesweges auf einem Verdampfen oder Verzehren des Quecksilbers, wie manche Zahnärzte glauben, wie aber kein Chemiker zugeben kann, sonderu darauf, daß das mit dem Quecksilber verbundene Metall zu krystallisiren beginnt, in diesem Zustande erhärtet und das aus der Verbindung geschiedene Quecksilber in den kleinen Räumen zwischen den Krystallen einschließt. Daher ist es auch irrig, anzunehmen, daß diese Metalle den Körper vergiften. Sind die Speisen nicht mit Salzsäure oder Salpetersäure bereitet — und wer würde einen so sonderbaren Appetit haben — so ist keine Besorgniß wegen einer Vergiftung durch Auslösung des Quecksilbers vorhanden.

Das Amalgam zum Ausfüllen der Zähne wird gewöhnlich dadurch erhalten, daß man zuerst Kupfer in Gestalt eines zarten Pulvers dadurch aus der Lösung von Kupfervitriol niederschlägt, daß man Eisen zur Fällung desselben in die Lösung bringt. Dieses Kupfer wird mit einer Auflösung von Quecksilber in Salpetersäure befeuchtet, angequickt, mit heißem Wasser ausgewaschen, um die Säure zu entfernen, und dann mit so vielem oder so wenigem Quecksilber zusammengeknetet, als man für erforderlich hält, um ein erhärtendes Amalgam zu erhalten. Die Masse ist Anfangs bröcklig, sehr kurz, man könnte sie beinahe pulverig nennen. In einer Reibeschale von Porzellan mit dem Stößel gebrückt und wiederholt gewendet, vereinigt sie sich jedoch bald und beträgt der Antheil an Kupfer ungefähr halb so viel als man Quecksilber hat (30 bis 33 Prozent Kupfer zu 70 bis 67 Prozent Quecksilber), so wird das Amalgam nach einigen Stunden beinahe steinhart. Wenn man unmittelbar vor dem Gebrauch ein Stück dieses harten Amalgams in einem kleinen polirten Achatschälchen drückt und verreibt, so kann man nach kurzer Bemühung dasselbe zwischen den Fingern kneten, wie erweichtes Wachs. In diesem Zustande läßt es sich in die geringsten Vertiefungen und Höhlungen des Zahnes drücken und wird darin nach kurzer Zeit steinfest. Man hat in diesem Amalgam auch ein gutes Mittel, Glas- und Porzellanröhren hermetisch zu verschließen, dasselbe hängt sich an dem Glase fest und verbindet sich damit in solcher Weise, daß man es nur mit dem Messer davon lösen kann. Es ist schwer faßlich, warum man dasselbe verlassen hat, man sagt, der dunklen Farbe

wegen, aber erstens ist die Farbe rosenroth, folglich viel heller als die Höhlung des Zahnes selbst war, zweitens aber, wenn das Amalgam auch schwarz wäre, so sieht einem ja Niemand in die Backenzähne hinein. Dennoch ist ein anderes aus Zinn und Quecksilber beliebt worden, welches dadurch bereitet wird, daß man sehr feine Zinnseile oder Stanniol, in kleine Flitterchen zerschnitten, mit Quecksilber zusammenreibt, hierauf das Amalgam in ein Säckchen von Rehlleder bringt und durchpreßt. Das Säckchen darf natürlich nicht genäht sein, sondern muß dadurch gebildet werden, daß man die Zipfel eines geraden Stückes Leder zusammenfaßt und die so entstehende Vertiefung als Beutel benutzt. Bei starker Pressung entweicht alles überflüssige Quecksilber und das zurückbleibende dicke Amalgam ist ziemlich fest, es muß aber durch nochmaliges Verreiben erst plastisch gemacht werden, dann kann man es genau so behandeln, wie das vorige. Es wird aber erst viel später hart und wird auch niemals so hart als das Kupferamalgam.

Verbindungen des Quecksilbers mit Sauerstoff.

Es giebt zweierlei Oxydationsstufen des Quecksilbers, ein Oxydul und ein Oxyd.

Das Quecksilberoxydul Hg_2O , enthält in 100 Theilen 96,16 Quecksilber und 3,84 Sauerstoff. Es ist ein schwarzes Pulver, dessen Bestandtheile nur sehr locker zusammenhängen. Die Einwirkung von Licht und Wärme trennt dieselben, daher müssen bei der Bereitung beide ausgeschlossen werden. Am gewöhnlichsten stellt man dieses Oxydul dar, indem man ein Quecksilberoxydulsalz oder ein Chlorür, durch Kalilauge zersetzt. Man löst z. B. Quecksilber in Salpetersäure auf und bereitet sich durch Abdampfung das salpetersaure Salz. Dieses wird nun in Wasser aufgelöst, im sehr verdünnten Zustande mit gleichfalls verdünnter Kalilauge versetzt bis zur Uebersättigung, d. h. bis die Flüssigkeit alkalisch wird. Es fällt dabei ein schwarzer Niederschlag zu Boden, dieser ist das geforderte Oxydul.

Nach dem Abgießen der Flüssigkeit wird das schwarze Pulver wiederholt mit Wasser abgewaschen, auf einem Filtrum ausgefüßt und dann im Dunkel und ohne Anwendung von Wärme getrocknet.

Dieses schwarze Pulver ist das *Hydrargyrum oxydulatum nigrum purum* unserer Apotheken. Mit verdünnter Salzsäure übergossen, wird

es vollständig in jenes berühmte und berühmte Medicament verwandelt, welches man Calomel nennt.

Das Quecksilberoxyd HgO , enthält in 100 Theilen 92,6 Quecksilber und 7,4 Sauerstoff. Dasselbe ist roth oder gelb, die beiden Varietäten sind zwar den chemischen Verhältnissen nach ganz gleich, verhalten sich aber mit andern Substanzen zusammengebracht, keinesweges so vollkommen gleich, wie man wohl glauben sollte.

Um das Oxyd zu bereiten, löst man 1 Pfund Quecksilber in $1\frac{1}{2}$ Pfund concentrirter Salpetersäure auf, verdampft die Lösung bis zur vollkommenen Trockenheit, und erwärmt das rückständige Salz bis zur Vertreibung und Zersetzung der Salpetersäure. Man erkennt dieses daran, daß aus dem erhitzten Gefäß keine rothen Dämpfe mehr entweichen und ein, über das Gefäß gehaltener Porzellanteller einen Metall-Spiegel, einen Anflug von metallischem Quecksilber erhält. Dieses ist ein Zeichen daß das Oxyd schon beginnt durch die Hitze zersetzt zu werden, es ist alsdann Zeit daselbe vom Feuer zu nehmen.

Das Quecksilberoxyd erscheint in rothen Schuppen, welche beim Zerreiben einen Anflug von Gelb erhalten, so daß dieses Pulver nicht zinnoberroth, sondern mennigroth aussieht, und wird die Verreibung schon während der Bereitung begonnen, so werden die gewonnenen Massen beinahe citronengelb.

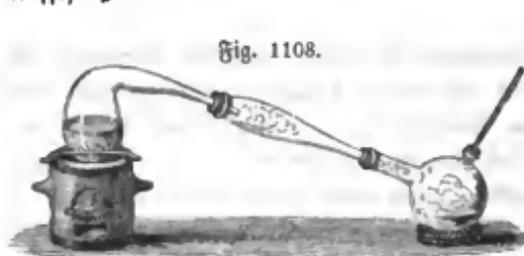
Der Vorgang bei der Bereitung ist dieser, daß bei Erhitzung des salpetersauren Quecksilberoxydes die weiße Salzmasse sich anfangs gelb färbt, wobei sich mächtig rothe Dampfwolken von salpetriger Säure entwickeln. Wie die Zersetzung des Salzes fortschreitet, so wird die Farbe orange, dann roth, immer dunkler, dann dunkel wie violett, daß man sie fast ganz schwarz nennen kann. In diesem Zeitpunkt hört die Entwicklung der Dämpfe auf und würde man nunmehr die Schale in der die Masse befindlich ist, noch ferner erhitzen, so würde man einen Verlust erleiden indem ein Theil desselben sich in Sauerstoff und Quecksilber trennen würde, man muß es also nicht so weit kommen lassen. Da jedoch eine geringe Verdampfung des Quecksilbers gar nicht zu vermeiden ist, die Arbeiter darunter aber schrecklich leiden, sollte man die Bereitung weder im Kleinen noch im Großen wohl nie anders vornehmen, als unter den erforderlichen Vorsichtsmaßregeln, d. h. unter einem heftig ziehenden Schornstein und indem man den ganzen Raum des Herdes mit Glasfenstern umgiebt. Hierdurch wird der Luftzutritt zu dem Schornstein sehr beschränkt. Es wird mithin durch alle Ritzen ein um so heftigerer Zug nach dem Rauchfange hin stattfinden und unmöglich sein, daß ein Antheil der Dämpfe zurück in das Laboratorium trete.

Eine zweite Bereitungsart des Quecksilberoxydes ist die auf nassem Wege. Man löst Quecksilberchlorid in Wasser auf und setzt dazu so viel Kali- oder Natronlauge, bis die Flüssigkeit deutlich alkalisch wirkt. Es senkt sich ein Anfangs röthlich-brauner Niederschlag zu Boden, welcher nach und nach pomeranzengelb wird, indem das noch in dem Niederschlag enthaltene Chlorid die Färbung bedingt welche mit der Zersetzung und Verwandlung desselben weicht.

Nachdem die Farbe durchweg so pomeranzengelb geworden ist, gießt man die Flüssigkeit langsam ab und bringt den Bodensatz auf ein Filtrum, wo er so lange mit heißem, destillirtem Wasser gewaschen wird, bis eine Probe der abgelaufenen Flüssigkeit, mit salpetersaurem Silberoxyd gemischt, vollkommen wasserklar bleibt.

Dieses so auf nassem Wege bereitete Quecksilberoxyd ist ein hellgelbes Pulver, welches zwar, wie bereits bemerkt, in seiner Zusammensetzung dem rothen, im Feuer bereiteten vollkommen gleich ist doch so verschiedene Eigenschaften von jenem hat, daß man es nicht in der Apotheke anwendet.

Das im Handel vorkommende ist sehr häufig verfälscht, mit Ziegelmehl, mit rothem Eisenoxyd, auch wohl mit Mennige. Besorgt man eine solche Verfälschung, so giebt die einfachste Destillation sofort den nöthigen Aufschluß darüber.



Man bringt eine kleine Quantität des rothen Pulvers in eine Retorte (Figur 1108), welche durch einen verlängerten Hals mit einer Vorlage versehen ist. Es ist gerade nicht nöthig, daß diese Vorlage zwei Öff-

nungen habe, jedenfalls aber muß man sie durch überfließendes Wasser oder durch ein nasses Tuch kalt erhalten können.

Durch das Rohr der Tubulatur oder durch die nicht vollkommen schließende Verbindungsstelle zwischen dem Ansatzrohr und der Vorlage kann jede Gasart entweichen, in der Verlängerung des Retortenhalses aber werden schon die Quecksilberdämpfe verdichtet. Da nun das Quecksilberoxyd lediglich aus Quecksilber und Sauerstoff besteht, so bringt die Zersetzung Quecksilberdämpfe und Sauerstoffgas hervor. Das Gas entweicht, das Quecksilber schlägt sich nieder. War das gekaufte Oxyd vollkommen rein, so wird die Retorte völlig leer, das Oxyd verschwindet bis auf die letzte Spur, war das Oxyd betrügerlich verunreinigt, so bleibt dasjenige, womit die Betrügerei gemacht war, in der Retorte zurück.

Es ist zwar genug, wenn man nachgewiesen hat, daß eine Verunreinigung stattfand, allein man kann auch noch nachweisen, wodurch das Präparat verunreinigt ist. Man bringt einen Theil des Rückstandes auf ein Stückchen Holzkohle und richtet die Reduktionsflamme des Löthrohrs darauf. Entsteht hierunter eine kleine metallische Perle, so war das Verfälschungsmittel ein Bleioxyd, Mennige. Wenn man einen Theil des Rückstandes in Salzsäure bringt, derselbe sich darin auflöst und ein Zusatz von Berlinerblau zu dieser Lösung einen blauen Niederschlag giebt, so war das Verfälschungsmittel rothes Eisenoxyd. Ist dagegen der Rest, welcher in der Retorte zurückgeblieben ist, in Salzsäure unlöslich, selbst bei anhaltendem Kochen, so kann man daraus schließen, daß das Verfälschungsmittel fein geriebenes Ziegelmehl war.

Das Quecksilberoxyd, sowie das Oxydul, desgleichen seine sämmtlichen Salze sind höchst gefährliche Gifte, sie verursachen in kleinen Gaben den Speichelfluß, in größeren den Tod.

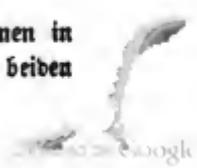
Verbindungen des Quecksilbers mit dem Schwefel.

Auch mit diesem Element geht das Metall zwei Verbindungsstufen ein, deren Zusammensetzungen den Verhältnissen entsprechen, welche wir vorher beim Sauerstoff beobachtet haben, es giebt ein Halbschwefelquecksilber und ein Einfachschwefelquecksilber Hg_2S und HgS .

Das Halbschwefelquecksilber, welches dem Oxydul proportional ist, enthält in 100 Theilen 92,6 Quecksilber und 7,4 Schwefel. Man erhält dieses Präparat, wenn man eine Auflösung von essigsaurem Quecksilberoxydul durch Schwefelwasserstoffgas niederschlägt. Man tröpfelt die Auflösung des Oxyduls in eine Auflösung von Schwefelkalium, wodurch sich ein Niederschlag bildet, der getrocknet ein tief schwarzes Pulver giebt, das aber so locker zusammengesetzt ist, daß es schon beim gelinden Erwärmen sich zersetzt, indem sich ein Antheil Quecksilber ausscheidet und der damit verbunden gewesene Schwefel zu dem andern nicht zersetzten Schwefelquecksilber tritt.

Das einfache Schwefelquecksilber HgS , enthält in 100 Theilen 86,2 Quecksilber und 13,8 Schwefel. Es ist im erdigen Zustande schwarz, im krystallisirten Zustande aber prachtvoll roth.

Schon das bloße Schütteln von Quecksilber und Schwefelblumen in den gedachten Verhältnissen bringt eine chemische Verbindung der beiden



Substanzen hervor, denn die Verwandtschaft derselben, die Neigung, sich mit einander zu vereinigen, ist sehr groß. Die Erhitzung der beiden Elemente bringt aber die Vereinigung mit sehr großer Lebhaftigkeit hervor. Es entsteht sogar eine schwache Explosion. Auch ein Quecksilberoxydphosphat, durch Schwefelwasserstoff gefällt, giebt ein solches Sulphuret. So oder anders bereitet ist dasselbe entweder eine graue schwarze Masse oder ein sammet-schwarzes Pulver und ist dennoch mit dem prachtvoll rothen Zinnober identisch. Um diesen letzteren darzustellen, braucht es nichts weiter als das schwarze Pulver in einen Glaskolben zu bringen, den Hals desselben mit einem Kreidestöpsel zu versehen und nun zu erhitzen. Das schwarze Pulver verflüchtigt sich und setzt sich als rothes krystallinisches Sublimat im Halse des Kolbens fest.

Das schwarze Pulver, mit Schwefel zu gleichen Theilen verrieben, giebt den Aethiops mineralis. Derselbe wird durch äußerst sorgfältiges Verreinigen der beiden Substanzen dargestellt. Man hat auch noch eine andere von dieser ganz abweichende Darstellungsweise. Wir haben schon gesagt, daß anhaltendes Schütteln von Schwefel und Quecksilber eine solche Verbindung hervorbringt, aber das Schütteln muß sehr lebhaft und sehr lange wiederholt werden, daher benutzte man heftig bewegte Theile von gewissen Maschinen zur Verarbeitung von Schwefel und Quecksilber, man packt beides in eine sehr starke Glasflasche, setzt diese auf das sorgfältigste verschlossen in eine Büchse mit Sägespänen ausgefüllt, und befestigt nun die Kapsel an dem Rahmen einer Brett-, oder noch besser einer Fournirschneidemaschine, hierdurch wird ein beliebig lange anhaltendes Schütteln hervorgebracht, und bei einer Fournirschneidemaschine geschieht dieses so schnell, daß in einer Secunde die Büchse den Weg zweimal hin und zweimal zurückmacht. Da dieser Weg 5 Fuß lang ist, so kann man sich vorstellen, mit welcher Gewalt und welcher einer Geschwindigkeit das Schütteln bewerkstelligt wird.

Die Verhältnisse der beiden Elemente werden sehr verschieden angegeben, gewöhnlich nimmt man gleiche Theile von Schwefel und Quecksilber, da aber die gesetzlichen Vorschriften in verschiedenen Ländern sehr verschieden sind, so muß sich ein jeder Apotheker nach der landesüblichen Vorschrift richten.

Daß bei diesem Schütteln eine wirkliche chemische Verbindung stattgefunden hat, läßt sich dadurch beweisen, daß verdünnte Salpetersäure kein Quecksilber daraus auflöst und daß, wenn man dasselbe Präparat mit Schwefelalkohol behandelt, dieser nur den überschüssigen Schwefel daran auflöst, und das wirklich chemisch verbundene, einfache Schwefelquecksilber (HgS) zurückbleibt.

Ob die Verbindung vollkommen vor sich gegangen ist, läßt sich auch durch ein gutes Mikroskop entdecken. Es darf bei der genauesten Untersuchung sich kein Spürchen von metallischem Quecksilber zeigen.

Genau dieselbe Verbindung von Schwefel und Quecksilber, aber im krystallisirten Zustande kommt in der Natur in großen Mengen vor, wenn schon nicht an vielen Orten. Es ist das vorzüglichste Erz des Quecksilbers, wird jedoch wenig benutzt, um die bekannte rothe Farbe dem Zinnober zu geben, welche man gewöhnlich künstlich bereitet.

Der Zinnober war schon in den ältesten Zeiten bekannt. Es wird seiner bereits 300 Jahre vor Christi Geburt erwähnt, auch wird schon gesagt, daß man ihn sowohl natürlich fände, als künstlich bereite, wiewohl noch 2000 Jahre später man über die eigentliche Zusammensetzung des Zinnobers sehr im Unklaren war.

Die Farbe ist eine der schönsten, die man nur finden kann, als Pigment kann sie mit keinem andern verglichen werden, als etwa mit dem Karmin, welcher indessen bei weitem nicht so feurig und nicht so beständig ist, auch in einem ganz unverhältnißmäßig höhern Preise steht.

Der Zinnober kann auf zwei verschiedene Arten bereitet werden. Entweder man sublimirt das schwarze Schwefelquecksilber, welches die älteste und am allgemein verbreitetste Methode ist; oder man setzt das Schwefelquecksilber der chemischen Einwirkung anderer Substanzen aus, indem man die Quecksilberverbindung mit einer Lösung eines alkalischen Sulphurets digerirt, und den überflüssigen Schwefel durch Auswaschen mit Aetzalkali entfernt.

Die erste Methode ist die am allgemeinsten verbreitete. Nach Stohmann's Angabe in der Uebersetzung von Muspratt's Chemie wird in Amsterdam, wo früher der Hauptstapelplatz für die Fabrikation des Zinnobers war, folgendermaßen verfahren.

Man bereitet schwarzes Schwefelquecksilber, indem man 150 Pfund Schwefel, mit 1080 Pfund reinem Quecksilber vermischt, in einen eisernen, soliden Kessel von 1 Fuß Tiefe und 2½ Fuß Durchmesser bringt und unter Umrühren mäßig erwärmt, so daß keine Entzündung eintritt. Wenn sich das Schwefelquecksilber gebildet hat, wird es gemahlen und in kleine irdene Flaschen von circa 1½ Pfund Inhalt gebracht.

Wenn die Sublimation vorgenommen werden soll, so werden große Kolben von sehr reinem Thon auf runde Dosen gesetzt, welche mit einem Dom versehen sind, der die Flamme so leitet, daß ⅔ der Höhe des Kolbens davon umspielt werden. Haben die Gefäße ihre richtige Stellung erhalten, so wird Feuer unter denselben gemacht, damit sie sich nach und nach erhitzen und endlich, wenn die Flamme hoch genug gestiegen, glühend werden.

Ist dieser Zeitpunkt erreicht, so schüttet man eine Flasche von dem zerriebenen, schwarzen Schwefelquecksilber in jeden Kolben. Zeigt sich dabei keine starke Feuererscheinung, so kann man die Menge verdreifachen und dann tritt gewöhnlich eine 4 bis 6 Fuß hohe Flamme aus der Oeffnung der Kolben. Sobald dieselbe etwas nachläßt, so deckt man auf die Mündung eine schwere eiserne Platte von 1 Quadratuß Größe und 1 Zoll Dicke. Sie soll möglichst genau schließen und den Schwefeldämpfen den Ausweg versperren, denn man will das Schwefelquecksilber nicht zersetzen, sondern unzersezt sublimiren. Von Zeit zu Zeit hebt man die Eisenplatte ab und wenn die dabei herausbrechende Flamme nicht sehr stark ist, schüttet man immer wieder einige Pfunde des schwarzen Präparats in den Kolben, bis nach und nach die ganze Masse auf die 3 Gefäße vertheilt ist, deren jedes also 400 Pfund enthält.

Die Operation dauert sehr lange, und es ist eine stete Aufmerksamkeit auf das Feuer erforderlich. Wenn beim Abheben der Eisenplatte sich eine sehr hohe Flamme zeigt, so muß man die Hitze der Oefen verringern, wenn dagegen die Flamme sehr niedrig ist, sich kaum über die Oeffnung des Kolbens erhebt, so muß man das Feuer verstärken.

Während der letzten Zeit rührt man die Masse in dem Kolben alle Viertelstunden um, um die Sublimation zu befördern. Endlich läßt man die Gefäße langsam erkalten, zerschlägt sie dann und nimmt den krystallisirten Zinnober, welcher an der oberen Decke sitzt und auch einen Theil des weiten Halses erfüllt, heraus; gewöhnlich enthält ein jeder Kolben 400 Pfund Zinnober, 10 Pfund kann man bei einem jeden als in Abgang gekommen betrachten. Der Zinnober wird nunmehr gemahlen, ausgewaschen, nach dem Trocknen durch feine Siebe getrieben und dann in den Handel gebracht.

Die Bereitung des Zinnobers in den österreichischen Bergwerken am adriatischen Meere zerfällt in 3 Operationen, in die Bereitung des schwarzen Schwefelquecksilbers, in die Umwandlung desselben in das rothe Präparat (Zinnober) durch Sublimation, und in das Mahlen und Verfeinern des Zinnobers.

Der Schwefel wird vor der Vermengung mit dem Quecksilber in ein gröbliches Pulver verwandelt, dann wird die Mengung vorgenommen, auf 47 Pfund Quecksilber wendet man 9 Pfund gelörnten Schwefel an. Eine solche Portion von 56 Pfund kommt immer zugleich in ein drehbares Fäßchen, durch welches die Mengung und die oberflächliche Verwandlung des Quecksilbers in Schwefelquecksilber vermittelt wird. Die Fässer machen in der Minute durchschnittlich 20 Umdrehungen, und die Dauer der Drehung weicht ab zwischen zwei und viertelhalb Stunden. Die raschere

Beendung hängt davon ab, daß die Temperatur der Fässer und der eingebrachten Mengung ziemlich gleich sei.

Was aus diesen Fässern herauskommt, das schwarze Schwefelquecksilber, ist durchaus nicht eine gleichmäßige Masse geworden. Man sieht beim Zerdrücken theils unveränderten Schwefel, theils Quecksilber in kleinen Kügelchen, theils bemerkt man eine schon soweit fortgeschrittene Zinnoberbildung, indem einzelne Punkte in der Masse roth erscheinen.

Dieses rothe, schwarze Schwefelquecksilber wird durch Sublimation in Zinnober verwandelt. Man verbraucht jährlich 100,000 Pfund des zu Itria gewonnenen Quecksilbers zur Zinnoberfabrikation, braucht also schon ziemlich bedeutende Anstalten. Es sind dort vorhanden 4 Sublimiröfen, davon ein jeder sechs gußeiserne Retorten hat. Dieselben sind mit irdenen Helmen versehen, und nach der Beschickung mit dem schwarzen Gemenge werden diese Helme aufgesetzt, gut befestigt und alle Fugen werden verstrichen, so daß nirgends Dämpfe entweichen können, außer durch das Rohr des Helms.

Man beginnt nunmehr zu heizen und zwar nur so langsam und so schwach, daß die Temperatur in der Retorte nicht über 132 Grad geht. Hierbei verdampft der Schwefel, welcher nicht mit dem Quecksilber verbunden ist, gleichzeitig wird die Verbindung zwischen Quecksilber, welche eingeleitet war, zu einer chemischen. Man läßt dieses Abrauchen etwa 15 Minuten lang dauern. Es werden Vorlagen an die Röhren der Helme gebracht, und nun wird die Temperatur nach und nach gesteigert bis auf 475 Grad, wobei die vollständige Vereinigung vor sich geht. Man läßt diese Temperatur etwas über 2 Stunden dauern, dann steigert man dieselbe noch um einige Grade, damit tritt die Sublimation vollständig in Thätigkeit, sie währt 5 Stunden lang, dann wird der Apparat auseinander genommen und der Zinnober von den kälteren Stellen, an die er sich niedergeschlagen hat, abgelöst. Von 1000 Theilen Zinnober befinden sich in dem Theil des Helms, welcher unmittelbar an die Retorte stößt, 365 Theile, in dem Theil des Helms, welcher nach der Ausgangsröhre zu liegt, befinden sich 327 Theile, in dem Rohre selbst 255, und in die Vorlage gehen nur 53 Theile über, so daß im Helme sieben Zehntel der ganzen Masse befindlich sind, 2½ Zehntel im Rohre und ¼ Zehntel in der Vorlage selbst.

Das sublimirte Zinnober muß nunmehr gemahlen werden, dieses geschieht auf Mühlen, welche ähnlich den Mahlmühlen eingerichtet sind. Es sind deren sechs vorhanden, und ihre Steine stehen in verschiedener Entfernung von einander, je nach der Feinheit, welche man dem Fabrikat geben will. Aber nicht allein das feine Mahlen bedingt seine Schönheit,

sondern das wiederholte Mahlen. Derjenige Zinnober, den man unter dem Namen des chinesischen verkauft, wird zweimal gemahlen, der hochrothe viermal und der feinste dunkelrothe fünfmal.

Jetzt würde die Farbe fertig sein, aber sie hat noch freien Schwefel, solchen, der bei der Sublimation übergegangen ist, ohne sich mit dem Quecksilber verbunden zu haben, dieser ist der Farbe, sowohl was ihre Haltbarkeit, als was ihre Schönheit betrifft, nachtheilig. Er muß also entfernt werden. Dieses geschieht dadurch, daß man den so weit fertigen Zinnober mit Kalilauge behandelt, welche den freien Schwefel auszieht. Nachdem dieses geschehen ist, zieht man die Flüssigkeit ab und wäscht den Bodensatz, d. h. den feinsten nunmehr auch raffinierten Zinnober, durch Wasser wiederholt aus, er führt jetzt den Namen Vermillon und braucht nur noch getrocknet zu werden, was auf Eisenplatten geschieht, die durch diejenige Luft geheizt sind, welche von dem Sublimirofen unbenutzt abgeht.

Der Zinnober, meistens in Kisten von 25 Pfund verpackt, kommt so in den Handel. Derjenige, der unter dem Namen des chinesischen in die Welt geht, wird zu 50 bis 100 Pfund verpackt; die Kisten, in denen er sich befindet, sind mit Papier aus- und die Deckel sind damit zugestekt, die Kästchen haben eine gewisse Aehnlichkeit mit chinesischer Arbeit, denn man will diesen Zinnober, obwohl er der schlechteste und wohlfeilste ist, doch für wirklich chinesischen ausgeben.

Wenn der Zinnober nicht auf das Sorgfältigste raffiniert worden, d. h. wenn er nicht, wie hier beschrieben, mit Kalilauge ausgezogen und dann vielfältig gewaschen und ausgesüßt ist, so hat er eine sehr unbequeme Eigenschaft, die nämlich, Kupfer und Messing zu schwärzen. Reiner Zinnober ist eine viel zu feste chemische Verbindung, als daß der in ihm enthaltene, chemisch gebundene Schwefel die Schwärzung bewerkstelligen könnte; wenn sie vorkommt, so ist dieses mithin ein Zeichen der Unreinigkeit des Zinnober's. Wo dieser also mit Kupfer und Messing in Berührung gebracht werden muß, darf man sich keines schlechten, nicht präparirten Zinnober's bedienen.

In China wird ein Zinnober verfertigt, welcher den bei uns erzeugten so sehr an Pracht der Farbe, an Feuer und an Ausgiebigkeit übertrifft, daß er sechs- bis achtmal höher im Preise steht, als der unsrige. Dieses geheimnißvolle Volk hat bis jetzt noch nichts von der Bereitungsart verlauten lassen. Einem On dit zufolge sollen die Chinesen 1 Theil Schwefel mit 4 Theilen Quecksilber in großen, irdenen Töpfen, welche mit eisernen Deckeln versehen und damit verkittet sind, sublimiren, wer kann aber auf ein „Man sagt“ etwas geben. Dieses ist Thatsache, daß chinesischer Zinnober dem bei uns bereiteten hinsichtlich seiner Zusammensetzung vollkommen

gleich ist, also an den Verhältnissen kann es nicht liegen, sondern lediglich an der Manipulation, an der Behandlungsweise während oder nach der Erzeugung, und daß hier Manches geschehen könne, ist eine auch uns bekannte Thatsache. So wird z. B. das wiederholte Waschen mit Wasser für unerlässlich zur Darstellung eines guten Zinnobers gehalten. Manche Vorschriften geben an, es solle dieses Waschen mit sehr verdünnter Salpetersäure geschehen, statt derselben wenden aber viele Fabriken Urin an. Im Urin ist allerdings Salpetersäure enthalten, aber es ist doch nicht bloß verdünnte Säure. Wenn nun durch das Waschen und wiederholte Abreibung mit Urin ein schöneres Produkt erzielt wird, als durch bloßes Wasser oder durch Salpetersäure, so ist doch zweifelsohne bewiesen, daß die Schönheit des Produkts nicht lediglich von dem Verhältniß zwischen Schwefel und Quecksilber, sondern von der ferneren Behandlung herrührt.

So wird z. B. behauptet, der Zinnober erhalte eine so hohe Schönheit, daß er dem chinesischen gleich komme, wo nicht ihn übertreffe, wenn man dem fertigen Zinnober ein Prozent seines Gewichtes Schwefelantimon zusetzt und dieses Präparat nochmals sublimirt. Man erhält dadurch eine krystallinische Masse von stahlgrauer Farbe, aber sehr dunkler Schattirung, beim Zerreiben erhält man daraus ein braunrothes Pulver, wenn aber dieses mehrere Male mit einer Auflösung von Schwefelleber gekocht, mit Wasser ausgewaschen, wieder gekocht und abermals ausgewaschen wird, so erhält man eine immer schönere Farbe, deren vollkommenste Pracht aber erst zu Tage tritt, wenn man diesen so behandelten Zinnober mit Salzsäure digerirt, dann abermals wäscht und trocknet.

Ist es richtig, daß unter diesen Umständen wirklich ein so schönes Produkt erzielt wird, so ist doch das Verfahren ein sehr umständliches und durch den Aufwand an Zeit, Brennmaterial und Säuren etwas kostspieliges. Die Darstellung des Zinnobers auf nassem Wege wird in verschiedener Art eingeleitet. Nach Kirchoff verreibt man 100 Theile Quecksilber mit 23 Theilen Schwefelblumen und etwas Kalilauge so lange, bis sich keine Spur von Quecksilber mehr wahrnehmen läßt. Ist dieses erreicht, so löst man 53 Theile Kalihydrat in eben so vielem Wasser auf, bringt dieses zu dem Schwefelquecksilber und erwärmt die Masse unter fortwährendem Umrühren und unter allmählichem Zusatz des Wassers, welches sich bei der Erhitzung verflüchtigt. Nach zwei Stunden nimmt der schwarze Brei eine braune Farbe an, wird immer heller und zugleich mehr roth, bis endlich die schöne Zinnoberfarbe vollständig erlangt ist. Diesen Zeitpunkt aber muß man auf das Sorgfältigste wahrnehmen und sofort die Erwärmung unterbrechen, denn falls dieses nicht geschieht, die fernere Erhitzung auch nur noch einige Sekunden währt, so geht die Farbe wieder in Braun über

und jeder Versuch, die Zinnoberfarbe wiederherzustellen, ist ein vergeblicher, wenn aber die Operation zu früh unterbrochen wird, so kommt die schöne Farbe nicht vollständig zum Vorschein und der Zinnober bleibt matt.

Jedenfalls läßt sich diese Methode schon darum nicht empfehlen, weil es auf einzelne Sekunden und den Geschmach des Arbeiters ankommt. So genau, wie hier nöthig, paßt Keiner auf, demnächst ist der Geschmach solcher Personen nicht gerade ein geläuterter, und es ist wohl möglich, daß Mennige oder Bolus oder das verdünnte englisch Roth, womit die Wände seines Feuerherdes angestrichen werden, ihm besser gefällt als die Farbe des schönsten Zinnobers. Ein anderer Uebelstand ist noch der, daß nach dieser Methode eine fabrikmäßige Darstellung kaum thunlich ist. Was sich in einem Porzellanschälchen bei der Spiritusflamme sehr schön macht, ist nicht allemal ausführbar in der Fabrik, wo es sich um tägliche Gewinnung von 20 Centnern und darüber handelt.

Eine andere Angabe fordert, daß man zu 100 Theilen Quecksilber 38 Theile Schwefel zusehe und trocken mit einander verreibet, so daß daraus jenes schwarze Pulver von Schwefelquecksilber entsteht.

Man setzt nunmehr 25 Theile Kalihydrat und 140 bis 150 Theile Wasser zu dem schwarzen Pulver, verrührt dieses mit einander und läßt es in einem geräumigen Gefäße langsam warm werden, wobei jedoch die Temperatur niemals 45 Grad überschreiten darf; so muß man 8 Stunden lang den Brei erhalten, dann erst beginnt die schöne Farbe sich zu zeigen, ist sie zum höchsten Glanze entwickelt, so läßt man die Flüssigkeit langsam abkühlen, hält sie aber noch mehrere Stunden auf der niedrigeren Temperatur, wobei immerfort darauf gesehen werden muß, daß die Wassermenge gleich hoch erhalten werde, man muß folglich das Verdunstende immer wieder ersetzen. Vernachlässigt man dieses und nimmt die Masse ab und eine gallertartige Consistenz an, so wird die Farbe des Zinnobers niemals vollkommen schön werden.

Nach der Fertigstellung des Zinnobers ist ein sorgfältiges Waschen und dann noch ein vorsichtliches Schlemmen unerlässlich. Bei der hier angewendeten niederen Temperatur bleibt nämlich immer etwas Quecksilber metallisch zurück, und dieses muß durch das Schlemmen von dem Zinnober getrennt werden.

Die Anwendung des Zinnobers ist eine äußerst mannigfaltige, freilich immer nur als Farbe, doch in dieser Eigenschaft vielleicht weiter verbreitet, als irgend eine andere; weil der Zinnober äußerst beständig ist und sich mit jedem Bindemittel vereinigen läßt, so kann der Maler ihn mit Wasser und Gummi zur Guachemalerei so gut, wie mit Leinöl zur Oelmalerei brauchen, so braucht ihn der Tapetendrucker oder der Stubenmaler mit

Tertrin oder Leim verbunden zur Ausschmückung seiner Malereien, braucht ihn zum Aufsetzen der höchsten Lichter, so bedient sich der Buchdrucker desselben zur Darstellung der schönsten Druckerfarben, so der Mechanikus mit Firniß verrieben zum Aufstreichen der elektrischen Apparate, leidener Flaschen u. dgl., ja die Farbe ist so außerordentlich ausgiebig, daß selbst der Siegellackfabrikant sie benutzen kann, um seinem dunkelbraunen Schellack die prachtvollste hochrothe Farbe zu geben. Auf die Reinheit aber muß namentlich der Drucker gewissenhaft sehen, denn falls freier Schwefel vorhanden ist, so verbindet sich dieser sehr bald mit dem Letternmetall und mit dem Kupfer der gestochenen Platte und das so in Schwefelmetall verwandelte reine Metall wird brüchig und unbrauchbar.

Um zu untersuchen, ob der Zinnober vollkommen rein ist, erhitzt man denselben auf einer Kohle vor dem Löthrohr, ist er rein, so muß er sich vollkommen verflüchtigen, bleibt ein Rückstand, so hat man verfälschten Zinnober vor sich und kann nunmehr untersuchen, wodurch die Verfälschung gemacht worden ist. Gewöhnlich sind es die schon beim rothen Quecksilberergb angeführten Substanzen, es kommt aber noch das Chromroth dazu, welches wohlfeiler ist als Zinnober und deshalb demselben zugesetzt wird.

Wenn freier Schwefel darin vorhanden ist, so färbt er Kupfer und Messing dunkler und wird selbst auch dunkler von Farbe, der Versuch wird so gemacht, daß man eine kleine Probe davon anseuchtet, auf ein Stück blank polirtes Kupfer bringt und dann äußerst gelinde erwärmt. Wenn hierbei das Kupfer oder Messing einen Fleck bekommt, so ist die Verfälschung unzweifelhaft und solcher Zinnober kann nicht angewendet werden, um damit zu drucken, eben so wenig wie man ihn benutzen kann, um Kinderschriften, Fibeln, Bilderbücher oder Spielkarten mittelst Schablonen dadurch zu illuminiren, diese Schablonen sind gewöhnlich von einem kaum papierdicken Messing- oder Kupferblech und sie werden durch die Verwandlung in Schwefelmetall sehr bald unbrauchbar. Daß übrigens die Konsumenten, wie z. B. solche Schablonenmaler oder die Buchbinder, welche den Schnitt der Bücher damit färben, den Zinnober mit schlechtem Material, Mennige u. dgl., selbst verfälschen, unterliegt keinem Zweifel, aber das ist freilich nicht mehr Sache des Fabrikanten, kann also bei den Verfälschungen des Zinnober nicht in Betracht gezogen werden.

Verbindungen des Quecksilbers mit den Salzbildern.

Auch hier bestehen, wie in dem vorigen, zwei Verbindungsstufen, welche in ihrer Zusammensetzung genau den Oxydationsstufen oder den Schwefelungsstufen des Quecksilbers gleich sind.

Das Quecksilberchlorür, Hg_2Cl (Halbchlorquecksilber oder Calomel, oder mercurius dulcis, versüßtes Quecksilber), findet sich in der Natur krystallisirt als Quecksilberhornerz, jedoch sehr selten, es wird daher immer künstlich dargestellt, und zwar indem man es entweder auf trockenem oder nassem Wege aus metallischem Quecksilber und Chlor zusammensetzt. Um es auf trockenem Wege zu geben, muß man zuerst das Quecksilberchlorid haben, von dessen Bereitung wir später das Nöthige sagen werden, hier ist Quecksilber bereits mit Chlor verbunden, aber nicht in der niedrigen, sondern in der höheren Stufe, und um zu der niederen zu gelangen, verreibt man 4 Theile des Chlorids mit 3 Theilen Quecksilber in einer Reibschale unter Besprengung mit Weingeist. Das so erhaltene Gemenge bringt man in einen Kolben von ziemlich dünnem Glase (zur fabrikmäßigen Bereitung in einen eisernen Kessel), man füllt jedoch den Glaskolben nur zum vierten Theile an, bedeckt ihn mit einem Stöpsel von Kreide, stellt ihn in ein Sandbad und erhitzt dasselbe allmählig, so daß sich die vorher eingeleitete Verbindung durch Sublimation zu einer vollständig chemischen ausbildet. Es ist von Wichtigkeit, daß das Verreiben des Chlorids mit dem Quecksilber so lange fortgesetzt werde, bis in dem entstehenden grauen Pulver auch durch ein gutes Mikroskop kein Quecksilberkörnchen mehr entdeckt werden kann.

Am Anfange wird der Glaskolben ziemlich hoch mit Sand umschüttet, damit sich die Feuchtigkeit, welche in dem Präparat und in der Luft des Kolbens enthalten ist, verflüchtige, sobald dieses aber geschehen ist, entfernt man den Sand so weit, daß nur derjenige Theil des Kolbens noch darin steht, welcher mit dem Pulver angefüllt ist.

Die Sublimation geht äußerst leicht von Statten, der Hals und der obere Theil der Wölbung bedeckt sich bald mit Calomel und man hat nichts weiter zu thun, als dann und wann mit einer Glasröhre oder einem Pfeifenstiel die Oeffnung in der Flasche zugänglich zu erhalten, auch zu untersuchen, ob noch etwas Sublimirbares am Boden des Kolbens liegt.

Findet sich dort nichts mehr, so läßt man den Kolben erkalten, man zerschlägt darauf das Gefäß und löst das Sublimat vom Glase, welches unmittelbar nach der Darstellung nicht leicht, nach einigen Tagen aber von selbst geht.

Das Sublimat besteht aus einer strahlig krystallinischen, ziemlich festen Masse, nur ganz oben finden sich einzelne Krystalle und ein feines, weißes Pulver. Dieses enthält gewöhnlich etwas Chlorid welches flüchtiger ist als das Chlorür, da man es aber in dieser niedrigeren Chlorstufe nicht brauchen kann weil es ein fürchterliches Gift ist, so sondert man es ab und benützt es bei dem nächsten Male als Zusatz zu dem zu verreibenden Quecksilber.

Um dasselbe Präparat fabrikmäßig darzustellen, vermischt man, wie oben beschrieben, 4 Theile des Quecksilberchlorids mit 3 Theilen Quecksilber oder genauer und der chemischen Aequivalentenrechnung besser entsprechend, 40 Theile Chlorid mit 31 Theilen Metall. Man reibt diese zusammen unter Benetzung mit Wasser, bis man keine Quecksilberklügelchen mehr sieht, trocknet die graue Masse vollständig und bringt sie dann in einen eisernen Kessel, welcher einen sehr dicht und fest schließenden Deckel hat. Man erwärmt diese Masse gelinde, später etwas stärker, bis sich die beiden Körper chemisch vereinigt haben, das graue Pulver wird dadurch zu einer weißen, festen Masse, eine geringe Menge von Quecksilber verflüchtigt sich dabei und setzt sich in Gestalt kleiner Perlen an dem eisernen Deckel fest, welchen man nach der Vollendung der Operation mit einem andern vertauscht, damit das Quecksilber nicht wieder in den Kessel zurückfalle, und läßt nunmehr das Präparat erkalten.

Jetzt schreitet man zur Sublimation und man bedient sich dabei solcher Ballons, wie diejenigen sind, in denen man die Schwefelsäure versendet. Der Ballon wird so weit abgeschnitten, daß, auf den Kessel gesetzt, er die Mündung desselben möglichst genau verschließt. Es ist gleichgültig, ob man den unteren Theil oder den Hals des Ballons abschneidet, geschieht aber das Letztere, so muß man in den Schoß des Ballons noch ein Loch bohren, was man nicht nöthig hat, wenn man den Hals schont. Die Operation an sich ist ganz leicht, man legt entweder einen Schwefelsaden genau im Kreise an diejenige Stelle, an welcher die Sprengung vorgenommen werden soll, oder man hat einen eisernen Ring genau von der Größe, welche die Oeffnung des Ballons haben soll. Der letztere wird glühend gemacht und an die für ihn bestimmte Stelle gelegt, oder der Schwefelsaden wird angezündet und das Abbrennen desselben wird erwartet. In einem wie im andern Falle wird die Sprengung dadurch hervorgebracht, daß man ein paar Tropfen Wasser auf die erhitzte Stelle gießt.

Der auf solche Weise zugerichtete, im Innern sehr sorgfältig gereinigte Ballon wird auf den eisernen Kessel gesetzt, in welchem sich das zusammengesetzte Quecksilberchlorür befindet. Der Kessel wird nunmehr erhitzt und es schlägt sich bald auf den inneren Wänden des Ballons ein weißer

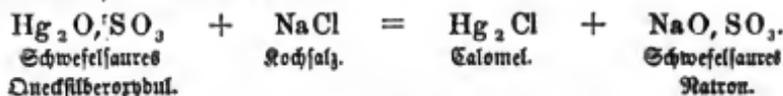
krystallinischer Anflug nieder, welcher sich immer mehr verstärkt, wie man die Temperatur des Kessels steigert, was schließlich bis zur Rothglühhitze getrieben werden muß.

Am Anfange, so lange der Glasballon noch kalt war, erscheint das sublimirte Salz krystallinisch, wie sich aber die Hitze in der Vorlage steigert, so vereinigen sich die einzelnen feinen Krystalle zu einer festen Kruste, welche beinahe aussieht, als wäre sie geschmolzen.

Die Oeffnung des Glasballons wird zwar nur leicht verschlossen, indem man einen Kreidestöpsel darauf legt, die Stelle indessen, wo das Glas auf dem Kessel steht, wird mit Papierstreifen lutirt, wird fest verklebt, um das Entweichen von Dämpfen zu hindern, die Sublimation beginnt auch nicht früher, als bis diese Verklebung vollständig getrocknet ist.

Wenn das Präparat seine Vollendung erreicht hat, nimmt man den Ballon behutsam ab, und läßt ihn einige Tage stehen, da sich alsdann das Sublimat ziemlich leicht von dem Glase trennen läßt. Da man mit der ganzen Hand sehr bequem in den Ballon hinein kann, und unter den gedachten Umständen die Ablösung ganz leicht ist, so ist schwer einzusehen, weshalb überall das Zerbrechen des Ballons angeordnet ist, solch' ein Ballon kann zwanzigmal zu diesem Zwecke dienen.

Man hat noch eine andere Methode zur Bereitung dieses Präparats; man versetzt nämlich schwefelsaures Quecksilberoxydul mit Kochsalz und erhält dadurch direkt das Calomet.



Um in der Apotheke verwandt zu werden, muß das Calomet stets sehr fein pulverförmig sein, es wird deshalb in einer unglasirten Porzellan- schale oder bei größeren Mengen, wie die Handlungen mit Apothekerwaaren sie brauchen, auf einer Platte von sehr hartem Sandstein mit einem Läufer von demselben Material gleich einer Malerfarbe verrieben. Um das Bestäuben zu hindern, wird die Masse jederzeit so weit benetzt, daß sie einen feinen Brei bildet. Man kann aber das Calomet gleich als Pulver sublimirt erhalten, wenn man die Dämpfe, statt sie in einer Glasugel aufzufangen, in einen viel größeren Raum treten läßt, in welchem sie sich abkühlen, sobald sie nur den Kessel verlassen haben.

Der Apparat hierzu ist in der auf der folgenden Seite befindlichen Figur 1109 dargestellt. B ist ein Ofen von Eisenblech mit einem Kofz versehen, in welchem ein Rohr A liegt, das das rohe Halbschlorquecksilber enthält, es ist auf seiner vorderen Seite bei M mit einem thönernen Dedel versehen, welcher abgenommen werden kann, wenn man eine neue Chlor-

Verbindung einführen will, um den Gang der Operation nicht unterbrechen zu dürfen.

Das Rohr A, entweder aus Porzellan oder aus feuerfestem Thon gemacht, erweitert sich bei C zu einem Trichter, der in ein ganz kurzes Rohr D führt, welches in einem hölzernen Kasten K mündet, der inwendig mit Papier ausgekleidet und mit einem feuchten Leinwandtuch bedeckt ist, über das Tuch hat man einen Blechtrichter gesetzt, wodurch das Tuch gespannt, zugleich aber der Kasten sehr genau geschlossen wird, aus der Mitte des Trichters erhebt sich ein möglichst langer Rauchfang,

Fig. 1109.



derselbe soll starken Zug hervorbringen, da aber in dem Raume N kein Feuer ist, so wird dieses sehr schwer werden, deshalb umgiebt man den Rauchfang unten mit einem Feuerbecken F, das darin brennende Feuer muß sich seine Nahrung aus dem Trichter und folglich aus dem inneren Raume von KN holen und so folgt, daß die durch das Feuer bei B erzeugten Dämpfe des Calomels durch die Röhre D gezogen werden und in den Raum N gelangen.

Von hier könnten die Calomeldämpfe durch den Rauchfang entweichen, allein der Trichter, der zu ihnen führt, ist vermöge des nassen Tuches von dem unteren Raume abgeschnitten, die Dämpfe, welche hier hineinziehen, stark abgekühlt, schlagen sich sogleich und zwar als ein äußerst zartes Pulver nieder, sie werden aber immerfort durch neue Dämpfe aus der Röhre A ersetzt und man kann dieses Tage lang so fort treiben, indem der Deckel M immer wieder abgenommen und neues Material zum Sublimiren nachgeführt wird. Es versteht sich, daß eben dieser Deckel nur ganz leicht schließt, damit jederzeit atmosphärische Luft hindurchstreichen, theils die Calomeldämpfe mitnehmen, theils die Flamme in dem Feuerbecken nähren und dadurch den Zug befördern kann.

Das bei gelinder Wärme sublimirte Calomel bildet prismatische Krystalle, wie Octaëder zugespitzt, bei steigender Hitze vereinigen sich die Moleküle zu einer krystallinischen Masse, welche auf dem Bruch faserig ist, die

Masse ist wasserhell, durchsichtig oder auch wohl nur durchscheinend, im Wasser, im Alkohol und im Aether ist Calomel unlöslich, der Schleim des Magens muß aber wohl anders darauf wirken, denn es ist ein äußerst nergisches Medicament.

Quecksilberchlorid, $HgCl$ (Einfachchlorquecksilber, ähendes Quecksilbersublimat).

Im Allgemeinen ist die Bereitungsart dieses Chlorids der des Chlorürs sehr ähnlich. Man mischt schwefelsaures Quecksilberoxyd mit scharf getrocknetem Kochsalz und sublimirt diese Mischung entweder im Kleinen in gläsernen Kolben, oder im Großen aus eisernen Gefäßen. Man thut gut, eine geringe Menge Braunstein zuzusetzen, damit schwefelsaures Quecksilberoxydul, welches zugegen sein könnte, durch den Sauerstoff des Braunsteins sich in Oxyd verwandelt, bei Vernachlässigung dieser Vorsicht kann sich sehr leicht Calomel bilden und dem Sublimat beimischen.

Die Bereinigung und Zerlegung der verschiedenen Bestandtheile ist aus der Formel ersichtlich.



In den französischen Laboratorien, wo man dieses Sublimat fabrikmäßig darstellt, bedient man sich ziemlich großer gläserner Kolben mit flachem Boden und setzt dieselben auf ein großes Sandbad, geräumig genug, um 100 und mehr Kolben zugleich aufzunehmen. Damit die Temperaturerhöhung überall gleichmäßig sei, sind unter dem Sandgefäße viele einzelne Feuerherde angebracht, der Zug muß so regulirt werden, daß nur ein langsames, aber gleichmäßiges Verbrennen stattfindet. Wo man nicht mit dem Leben der Arbeiter auf eine unverantwortliche Weise spielt, — und das geschieht leider in Frankreich — da muß der Herd unter einem stark ziehenden Schornstein befindlich sein, und die Wände desselben müssen entweder sehr tief hinabreichen, oder es muß der ganze Herd mit dem Sandbade von einer Glaswand umschlossen sein, denn die Dämpfe des Quecksilbersublimats sind im höchsten Grade giftig.

In die Kolben wird die Mischung aus schwefelsaurem Quecksilberoxyd und Kochsalz gebracht und dann wird über den Hals eines jeden Kolbens

ein kleiner kegelförmig geformter Topf aus Thon gestülpt, wodurch die meisten Dämpfe, die sich sonst nach Außen verbreiten würden, zurückgehalten, niedergeschlagen werden. Zeigen sich dennoch Dämpfe, so ist die Feuerung viel zu stark, und sie muß dann verringert werden, auch entfernt man einen Theil des Sandes, welcher die Kolben umgiebt, um desto schneller eine Abkühlung, und was damit unmittelbar verbunden ist, eine Niederschlagung des Sublimats zu bewerkstelligen. Hat man dieses nunmehr erlangt, so wird das Feuer noch einmal verstärkt, damit eine Art von Schmelzung des Sublimats eintrete, wodurch es ungefähr das Ansehen bekommt, welches das vorhin beschriebene, auf gleiche Weise gewonnene Chlorür erhält. Wenn man diese Vorsicht nicht anwendet, so bleibt das Sublimat sehr leicht zerreiblich.

Bei der ganzen Operation ist sehr viel Aufmerksamkeit erforderlich, indem ohne eine solche ein nicht unbeträchtlicher Theil des Präparats verloren geht. Das Bedecken mit Sand oder das Entfernen desselben, wenn die Hitze zu groß wird, ist derjenige Weg, durch welchen man die Sublimation am besten leiten kann. Wenn die Operation vollendet ist, wird nicht plötzlich, sondern möglichst langsam die Abkühlung der Gefäße bewerkstelligt, damit die Sublimatmassen nicht zerspringen, deswegen bedeckt man die Kolben mit dem heißen Sande so weit, als derselbe irgend ausreicht. Ist die Erkaltung erfolgt, so wird jede einzelne Flasche durch einen Einschnitt mit einem Diamant versehen und dann durch einen kurzen Schlag abgesprengt, worauf es ganz leicht ist, das Sublimat aus dem conischen Theile herauszunehmen. Was dabei zu kleineren Stücken zerfällt, wird bei der nächsten Operation wieder benutzt, um von Neuem sublimirt zu werden.

Man kann dieses Quecksilberchlorid auch auf nassem Wege darstellen, indem man das schwefelsaure Quecksilberoxyd in einer wässerigen Lösung mit Kochsalz versetzt. Es bildet sich nunmehr sogleich das Quecksilberchlorid, welches im Wasser äußerst schwer löslich ist, und sich daher von selbst durch Krystallisiren ausscheidet.

Das vollkommen reine Präparat muß die gehörige Feinheit besitzen, muß gelblich weiß sein, muß sich vollständig in 16 Theilen Wasser auflösen und diese Lösung muß schwach sauer reagiren. Die Schwefelsäure zerlegt das Chlorid nicht, Salzsäure aber löst dasselbe in beträchtlicher Menge auf.

Seine Anwendung ist nicht bloß auf die Medicin beschränkt, sondern es wird in der Färberei sowohl in großen Massen gebraucht, als es auch zum Reizen des Stahles dient.

Eine große Menge von Präparaten gehen aus den beiden Chlor-

verbindungen hervor, es würde uns jedoch viel zu weit führen, wenn wir dieselben alle hier betrachten wollten. Auch die Verbindungen des Quecksilbers mit Jod und den übrigen Salzbildungen haben für uns kein genügendes Interesse, wenn schon ihre Betrachtung für den Chemiker vom Fach sowohl, als für den, der sich mit einem Theile derselben, mit der Apothekerkunst, abgiebt, von großer Wichtigkeit ist.

Sauerstoffsalze des Quecksilbers.

Unter diesen sind begriffen die Verbindungen der Sauerstoffsäuren mit dem Oxyd sowohl als mit dem Oxydul.

Schwefelsaures Quecksilberoxydul, $\text{Hg}_2\text{O}, \text{SO}_2$. Um dieses Salz darzustellen, bringt man gleiche Gewichtsmengen von reinem Quecksilber und concentrirter Schwefelsäure in ein Glasgefäß, erwärmt dasselbe in einem Sandbade sehr behutsam so lange, bis das Metall vollständig verschwunden ist und die beiden Substanzen sich zu einer weißen Salzmasse vereinigt haben. Es bildet sich hierbei sehr leicht ein Oxydsalz, welches dann das Oxydulsalz verunreinigt. Man verhindert die Entstehung dadurch, daß man die Operation unterbricht, wenn auch noch etwas Quecksilber vorhanden ist. Natürlich bleibt in diesem Falle auch noch freie Säure übrig, welche man durch Abspülen des Präparats entfernen muß.

Das schwefelsaure Quecksilberoxydul ist im Wasser schwer löslich, es fordert 500 Theile kalten und 300 Theile warmen Wassers. Setzt man der Lösung Schwefelsäure zu, so wird das Salz daraus abgeschieden. Beim Erhitzen schmilzt das krystallinische Salz zu einer schwer beweglichen Flüssigkeit, welche eine rothbraune Farbe hat, beim Erstarren aber wieder vollkommen weiß wird.

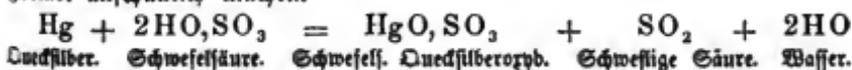
Das Oxyd bildet mit der Schwefelsäure gleichfalls ein Salz und zwar ein neutrales sowohl als ein basisches. Das neutrale hat zur Formel HgO, SO_2 . Um dasselbe darzustellen, nimmt man mehr Schwefelsäure als bei der vorherigen Operation, man bringt 5 Theile metallisches Quecksilber mit 6 Theilen concentrirter Schwefelsäure zum Sieden und erhält die Masse in diesem Zustande, bis eine herausgenommene Probe in verdünnter Salzsäure keinen Niederschlag mehr erzeugt, welches ein Beweis ist, daß kein Oxydulsalz mehr vorhanden ist. Bei der Bereitung im Kleinen bedient man sich eines Porzellanschälchens, und alsdann ist die Farbe des

Präparats vollkommen weiß. Zur fabrikmäßigen Darstellung wendet man gußeiserne Gefäße an, denn man muß die Masse stark erhitzen, damit sich alle freien Säuren vollkommen verflüchtigen. Das so gewonnene Salz ist nicht rein weiß, sondern hat einen grauen Ton. Dasselbe kann stark erhitzt werden, ohne sich zu zersetzen, es färbt sich zwar gelb und braun, wird aber beim Erkalten wieder weiß.

Wenn man dieses Salz in Wasser löst, so verändert es sich in ein basisches, es wird citronengelb, seine Zusammensetzung ist $3\text{HgO}, \text{SO}_3$, (es ist ein drittelsaures Salz) dabei wird Schwefelsäure frei, welche etwas Salz aufgelöst enthält. Dieses basische Salz ist in den älteren Apotheken unter dem Namen Mineralturpeth bekannt.

Die fabrikmäßige Bereitung weicht von der im chemischen Laboratorium vorgenommenen in Etwas ab. Man bringt die beiden Bestandtheile in dem angegebenen Verhältniß in einen gußeisernen Kessel, welcher mit einem Deckel verschlossen werden kann, der ein Abzugrohr hat, welches entweder direkt ins Freie oder in einen kräftig ziehenden Schornstein führt. Man erhitzt den Kessel, wobei sich sehr bald schwefelige Säure entwickelt, welche im Laboratorium äußerst beschwerlich werden würde, wenn man nicht für die Entfernung derselben sorgte. Nach und nach verstärkt man das Feuer, um die nothwendige Entwicklung der gasförmigen Säure zu befördern. Die Operation ist beendet, wenn eine kleine Probe des Salzes, in eine Auflösung von Kochsalz gebracht, vollständig aufgelöst wird, ohne daß sich ein Niederschlag bildet. Zeigt sich ein solcher (Calomel), so ist Oxydulsalz vorhanden, und man muß alsdann noch etwas concentrirte Schwefelsäure zu der Salzmasse bringen, und dieselbe fortgesetzt erhitzen, bis die Umwandlung geschehen, d. h. bis sich bei einem neuen Versuch keine Trübung mehr zeigt.

Was hier vorgegangen ist, läßt sich sehr leicht durch die folgende Formel anschaulich machen.



Die Verbindungen des Quecksilbers mit der Salpetersäure sind von großer Bedeutung.

Um das salpetersaure Quecksilberoxydul darzustellen, läßt man gleiche Theile Quecksilber und concentrirte Salpetersäure längere Zeit in der Kälte (d. h. ohne künstliche Erwärmung bei gewöhnlicher Temperatur der Luft) stehen, da sich dann allmählig das gesorbte Salz bildet. Man sieht kleine prismatische Krystalle am Boden des Gefäßes und auf dem ungelösten Quecksilber liegen, trennt sie von der Mutterlauge, wäscht sie

auf einem Trichter mit salpetersäurehaltigem Wasser und trocknet sie alsdann an der Luft.

In größerer Menge wird das Salz erzeugt, wenn man die beiden Substanzen zum Sieden bringt und dann erkalten läßt, es scheidet sich das Salz in schönen weißen wasserhellen Prismen aus. Man hat aber darauf zu sehen, daß stets Quecksilber im Ueberschuß bleibe, weil sich sonst Oxydsalz bilden würde, auch muß man das Kochen so lange fortsetzen, bis das möglicherweise entstandene Oxydsalz in Oxydulsalz verwandelt ist. Eine Probe mit Kochsalz entscheidet hierüber. Man bringt einen kleinen Theil der Flüssigkeit in einem Probirgläschen mit Kochsalzlösung zusammen. Die Flüssigkeit wird sogleich trübe und es schlägt sich Calomel nieder. Man läßt nunmehr die darüber stehend klare Salzlösung durch ein Filtrum gehen und vermischt dieselbe mit Schwefelwasserstoffwasser.

War die Operation beendet, und das Oxydulsalz frei von Oxyd, so muß die gedachte Lösung nach der Vermischung mit Schwefelwasserstoff vollkommen klar bleiben. Eine Lösung dieses Salzes führt den Pharmaceutischen Namen Liquor hydrargyri nitrici.

In den Apotheken verwendet man das eben beschriebene Salz zur Bereitung der Mercurius solubilis Hahnemanni oder des Hydrargyrum oxydulatum nigrum der Preussischen Pharmacopoe. Man erhält dieses Präparat, wenn man eine sehr verdünnte Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul möglichst schnell unter starkem Umrühren mit sehr verdünnter Ammoniakflüssigkeit vermischt, so daß die Säure dadurch noch nicht vollständig neutralisirt wird. Es bildet sich ein Niederschlag, von welchem man die Flüssigkeit sorgsam abgießt, und den Bodensatz auf ein Filtrum bringt, wo er mit kaltem Wasser ausgefüßt und ohne Wärme getrocknet wird, das Präparat ist schön sammet schwarz und es ist dieses ein gutes Zeichen seiner Vollkommenheit. In einem Platinsöffel erhitzt, wird dieses Präparat gelb und giebt salpetrigsaure Dämpfe und das entstandene Oxyd verflüchtigt sich.

Salpetersaures Quecksilberoxyd erhält man, wenn man Quecksilber mit überflüssiger Salpetersäure kocht, bis keine rothen Dämpfe von salpetriger Säure mehr entwickelt werden und bis alles Oxydul in Oxyd verwandelt ist. Man erkennt dieses daran, daß man einem Proßchen davon Kochsalzlösung zusetzt und sich kein Niederschlag dabei bildet. Die Masse muß nunmehr bis zur Syrupconsistenz abgedampft werden. Nach längerer Zeit scheidet sich hieraus ein in Nadeln krystallisirendes Salz, welches in der analytischen Chemie angewendet wird, um die Menge des Kochsalzes in seinen Lösungen und um die Menge des Harnstoffes im Urin zu bestimmen. Die Formel dieses Salzes ist HgO, NO_3 .

Knallquecksilber oder knallsaures Quecksilberoxyd ist ein jener gefährlichen Knallpräparate, welche seit Bertholet schon so viel Unglück verursacht haben, und welche doch wegen ihrer technischen Anwendung noch immerfort in großer Menge, und zwar fabrikmäßig und leider immer nicht mit der nöthigen Vorsicht bereitet werden.

Man stellt dasselbe dar, indem man einen Theil Quecksilber in $7\frac{1}{2}$ Theilen sehr concentrirter, doch nicht rauchender Salpetersäure auflöst, durch Wärme unterstützt. Die Flüssigkeit wird nach und nach in 10 Theile Alkohol gegossen, und im Wasserbade so lange behutsam erwärmt, bis sich eine Gasentwicklung zeigt. Das Gefäß, worin dieses geschieht, muß sehr viel größer sein, als zu der Flüssigkeit nöthig scheint, denn nachdem man dasselbe aus dem Wasserbade genommen hat, tritt eine lebhafte Reaction mit starkem Aufbrausen und Entwicklung sehr brennbarer Gase ein, worauf sich das Knallquecksilber in Form von kleinen schwachgrau gefärbten, wie Seide glänzenden Krystallen ausscheidet. Die Krystalle werden auf einem Filtrum gesammelt, durch Abspülen mit wenig Wasser von der Mutterlauge befreit und getrocknet, doch ohne Anwendung von Wärme, welche sehr leicht heftige Explosionen hervorbringen könnte.

Die Angaben über die Mischungsverhältnisse sind sehr verschieden. Nach Dumas bringt man 15 Loth Quecksilber in $3\frac{1}{2}$ Pfund reiner concentrirter Salzsäure und Beides in einen Glaskolben, welcher etwa 20 Pfund Wasser fassen könnte. Der Inhalt wird erwärmt, bis alles Quecksilber aufgelöst ist. Hat man die Auflösung so weit erkalten lassen, daß man mit der bloßen Hand das Gefäß anfassen kann, so giebt man 3 Pfund Weingeist von 85 Procent dazu und setzt den Kolben wieder auf das Sandbad, worauf die Flüssigkeit alsbald zu kochen beginnt. Es steigen nun viele Dampfbläschen in der Mitte des Kolbens auf und zerplatzen an der Oberfläche. Nach und nach ziehen sich diese Bläschen von der Mitte nach dem Rande hin, und wenn man den Augenblick beachtet, wo gerade dieses geschieht, und dann den Kolben aus dem Sandbade nimmt, so würde man die ganze Menge des angewendeten Quecksilbers in Knallquecksilber verwandeln und statt 15 Loth $16\frac{1}{2}$ Loth erhalten.

Wird dieses Präparat heftig gerieben, gedrückt oder mit Metall gestoßen, so zersetzt es sich unter Explosion, welche so furchtbar ist, daß sie ganze Häuser zertrümmert, wenn die Quantität nur einigermaßen groß ist. Der Orfinische Mordversuch gegen Louis Napoleon hat gezeigt, daß eine Bombe, welche man in der Tasche tragen konnte, 120 Menschen tödten oder verwunden konnte. Der Bertholet'sche Versuch, wobei das gewölbte Laboratorium zusammenstürzte und eine große Menge von ihm eingeladener

Personen unter seinen Trümmern begrub, wurde mit 2 Grammen Knallquecksilber gemacht.

Es ist sehr merkwürdig, daß der Schlag, welcher zur Entzündung nöthig ist, keinesweges von der Stärke abhängt, sondern durch die Substanz des schlagenden Materials bedingt ist. Am leichtesten wird die Explosion hervorgebracht, wenn das Knallquecksilber auf Eisen liegt und mit Eisen darauf geschlagen wird. Auch ist die Explosion in diesem Falle am allergewaltthätigsten. Viel weniger leicht wird das Knallquecksilber durch einen Schlag von Eisen auf Messing oder Kupfer, noch schwerer auf Glas oder Marmor entzündet, bei einem Schlag von Eisen auf Blei muß der Druck schon sehr heftig sein, wenn eine Explosion stattfinden soll, und wenn das Knallquecksilber auf Holz liegt, so ist es ganz vergeblich zu versuchen, ob man es durch Schlagen entzünden könne. Es ist dieses um so wunderbarer, als es durch Reibung so sehr leicht zur Explosion gebracht wird. Man muß nicht glauben, daß diese Reibung etwa eine so beträchtliche Temperaturerhöhung hervorbringe, als zur Entzündung des Knallquecksilbers durch Wärme nöthig ist. Durch bloßes Erhitzen explodirt Knallquecksilber nicht, wenn die Temperatur nicht über 150 Grad getrieben wird. Niemand aber wird glauben, daß ein Stückchen Papier, über welches man mit dem Finger wischt, dadurch bis zu solcher Temperatur erwärmt werde, und doch ist gerade dieses genügend, um die Explosion hervorzubringen.

Der Schlag, welcher durch Entzündung des Knallquecksilbers hervorgerufen wird, ist so außerordentlich kurz und geht so schnell vorüber, daß man deswegen das Präparat nicht für Geschütze benutzen kann. Ein mit Schießpulver geladenes Gewehr oder Kanon braucht $\frac{1}{4}$ Secunde Zeit, um sich zu entladen. So viel Zeit vergeht von dem Augenblick, da die Kugel auf das Zündloch fällt, bis zu dem Augenblick, da der Bly an der Mündung erscheint. Ladet man ein Gewehr mit einer solchen Quantität Knallquecksilber, als erforderlich ist, um in der Kraftäusserung dem Schießpulver gleich zu kommen, so wird das Gewehr zertrümmert und die Kugel verläßt den Lauf nicht, ja sie rückt kaum aus der Stelle, denn das Gewehr ist früher zertrümmert, als die Kugel im Laufe bewegt werden konnte. Auch mit bronzenen Kanonenläusen hat man Versuche gemacht, der ganze Schoß des Kanons flog nach hinten fort, indessen die eysländige Kugel im Laufe sitzen blieb.

Wegen dieser furchtbaren Wirkung bewahrt man dasselbe überhaupt nur ungern in Magazinen, dann aber nicht im trockenen Zustande, sondern unter Wasser. Es dient vorzugsweise für die Spiegel der Zündnadelgewehre und für die sogenannten Zündhütchen der Percussionsgewehre. Seine Wirkung ist so groß, daß zu den Zündhütchen für die Militär-

bewaffung, welche beträchtlich größer sind, als alle anderen, ein Pfund genügend ist für 20,000 Ladungen. Man mischt es befeuchtet mit 3 seines Gewichts Pulvermehl, verreibt es im nassen Zustande auf einer Marmorplatte mit einem hölzernen Läufer. Ist dies Gemenge getrocknet, so wird es mit einer Auflösung von Harz in Weingeist verrührt und dann in die Quecksilberhütchen gefüllt. Die Bereitung wird jederzeit unter ganz leichten Schuppen, also so gut wie im Freien vorgenommen, damit bei einem etwaigen Unglücksfall die umhergeschleuderten Stücke des Gebäudes nicht noch größeres Unheil verursachen. Die Vorsicht scheint indessen beinahe überflüssig, denn bei der Explosion größerer Mengen, welche nicht in Bomben oder Gewehrläufen eingeschlossen sind, findet eine Zerstreung des Materials in solchem Grade statt, daß der Boden eines Laboratoriums noch Tage lang unter den Füßen der darüber Hingehenden kleine Explosionen giebt, wenn auf dem Herde auch nur 10 Gran, d. h. der 24. Theil eines Lothes entzündet worden sind. Es ist bei dieser Operation vielleicht nur der 20. Theil verbraucht, und das Uebrige umhergeschleudert worden. Der reibende Fußtritt entzündet es nun und es hat den Erfolg, als ob in dem Raume eine große Menge von Knallerbsen verstreut lägen.

Die Wirkung geht überhaupt nur auf das unmittelbare Widerstandleistende. Bringt man einige Gran Knallquecksilber auf den Stubenboden und entzündet man es daselbst, so schlägt es ein Loch durch die Diele, als ob eine Kanonenkugel hindurchgegangen wäre.

S i l b e r .

Das Silber ist das sechste der im frühesten Alterthume bekannten Metalle, bereits Moses erwähnt desselben und man hat folglich nicht den geringsten Anhaltspunkt, um einen etwaigen Entdecker desselben aufzufinden. In jener fernen Zeit war alles Wissen einer besonders bevorzugten Klasse angehörig, und diese frug nicht nach dem Erfinder, sondern nur nach der Erfindung, beutete sie aus, hielt sie aber geheim. Daß Plinius uns sagt, der Athener Erichthonius, oder nach Anderen, Aeacus habe es erfunden, kann uns zu nichts führen, es ist so sehr eine Fabel, als die beiden gedachten Leute selbst fabelhafte Personen sind.

Das Silber ist Jedermann bekannt. Unsere Münzen sind größtentheils davon geprägt, viele Geräthschaften unseres Hausbedarfs werden davon gemacht, aber so wie wir es kennen, ist es durchaus nicht rein, sondern jederzeit und zwar absichtlich mit Kupfer versetzt.

Aber auch so und selbst mit $\frac{1}{4}$ seines Gewichts Kupfer verbunden, ist es noch das schönste Metall von rein weißer Farbe, und wenn es polirt ist, von einem großen Glanze. Es wirft Licht und Wärmestrahlen stärker zurück, als irgend ein anderes Metall, so daß z. B. siedendes Wasser in einer Theemaschine von Silber länger heiß bleibt, als in einer eben so großen von Kupfer, Messing oder Weißblech.

Das Silber ist $10\frac{1}{2}$ und geprägt 11 Mal schwerer als Wasser, daher beinahe so schwer als Blei, und daher auch die Leichtigkeit, mit der Kaufleute Bleirollen für Silberrollen annehmen, wenn die Waage sonst nur getroffen sind und das sonst Uebliche dabei; beschrieben mit verschiedenen Namen, Versiegeln an beiden Enden, Aufscheuren an einer Stelle, beobachtet worden ist. Dergleichen falsche Rollen gehen oft Monatlang von Hand zu Hand, bis sie in den Händen des Privatmannes geöffnet werden und dann sich der Betrug zeigt.

Das Silber ist beträchtlich härter als das Gold, auch härter als das Kupfer, dennoch wird der Zusatz von Kupfer hauptsächlich deswegen gegeben, um das Silber härter zu machen, weil es in vollkommener Reinheit sich eben seiner Weichheit wegen weder zu Münzen, noch zu Geschirren eignet. Das Erstere beweisen sehr deutlich die älteren französischen Livres, welche sämmtlich ganz ohne Gepräge sind. Man kann das Silber durch Schlagen zu sehr feinen Blättern ausdehnen, ebenso läßt sich auf dem Drahtzug das Silber zu haarfeinen Drähten ziehen, und es hat dabei doch noch eine solche Zähigkeit, daß ein Draht von einer halben Linie Dicks erst unter der Belastung von 200 Pfund reißt. Das Silber schmilzt bei der Weißglühhitze und man schätzt die Temperatur, bei der dieses geschieht, auf ungefähr 1000 Grad C. Es verdampft bemerkbar bei der Temperatur des Schmiedefeuers, bringt man es aber in den elektrischen Strom, welcher bei einer Groof'schen Batterie zwischen zwei Kohlenspitzen entsteht, so verflüchtigt es sich in größter Schnelligkeit.

Das Silber krystallisirt in Kuben. Dasjenige, welches man mitunter gediegen findet, zeigt diese Form sehr deutlich, aber gewöhnlich sind die Kanten der Würfel so abgeschrägt, daß bei fernerm Beschneiden ein vollständiges regelmäßiges Octaëder daraus entstehen würde.

Das Silber verbindet sich unter den gewöhnlichen Umständen nicht mit dem Sauerstoff, wie es die meisten anderen Metalle thun, selbst bei mäßiger Erhitzung findet eine Oxydation nicht statt, und ein silberner

Essel, in das Feuer geworfen und geglüht, zeigt beim Herausnehmen keinen Glühspahn, wie Eisen oder Kupfer dergleichen zeigt. Wenn man aber Silber unter Zutritt der Luft, also in einem offenen Gefäße längere Zeit geschmolzen erhält, so findet allerdings ein geringer Grad von Oxydation statt. Es wird Sauerstoff aufgenommen, allein derselbe ist nur so leicht gebunden, daß während der Abkühlung und Erstarrung der Sauerstoff wieder entweicht, obschon er tief genug in die Masse des geschmolzenen Metalles gedrungen war, um jetzt beim Austreten einen Theil derselben aus dem Schmelztiegel zu werfen.

Man zeigt dieses Verschwinden von Sauerstoff durch folgendes Experiment. In einem heftigen Schmelztiegel werden 6 bis 8 Pfund des reinsten Silbers geschmolzen, (die Angabe ist eine französische, die deutschen Gelehrten sind nicht so gestellt, um dergleichen Experimente machen zu können). Wenn sich das geschmolzene Silber in einer lebhaften Weißglühhitze befindet, so wirft man kleine Quantitäten von Salpeter auf das Silber, welches sich dort zersetzt und eine Atmosphäre von Sauerstoff über dem Metallspiegel bildet.

Man deckt nunmehr den Tiegel zu und läßt ihn eine halbe Stunde lang unter heftigem Feuer in der Weißglühhitze, hierauf faßt man ihn mit einer Zange, hebt ihn aus dem Feuer, setzt ihn in die mit Wasser gefüllte pneumatische Wanne und bedeckt ihn mit einer wassergefüllten Glocke. Der aufgenommene Sauerstoff entweicht sogleich und sammelt sich in der Glocke über dem darin befindlichen Wasser.

Regnault sagt zwar, man müsse bei dem Experimente sehr vorsichtig sein, wir können aber sagen, daß alles dasjenige, was hier bewiesen werden soll, nicht aufgewogen werden kann durch die Gefahr, welcher man sich und seinen Zuhörer aussetzt, indem man 8 Pfund geschmolzenes weißglühendes Silber plötzlich in kaltes Wasser bringt.

Man hat beobachtet, daß Silber sein 20faches Volumen Sauerstoff aufnehmen könne, daß aber die Anwesenheit einer ganz geringen Quantität anderer Metalle diese Eigenschaft vernichtet.

Da sich das Silber in der Rothglühhitze selbst bei Berührung mit laustischen Alkalien nicht oxydirt, so bedient man sich dieses Metalles bei der chemischen Analyse, um kleine Kessel daraus zu machen und Substanzen in der Glühhitze durch laustisches Kali oder durch salpetersaures Kali anzugreifen und zu zersetzen. Für dergleichen Versuche ist das Silber dem Platina weit vorzuziehen, denn dieses wird von den gedachten Substanzen stark mitgenommen.

Das Silber wird von der Chlorwasserstoffsäure nur wenig angegriffen; um eine Auflösung hervorzubringen, muß das Silber sehr fein zerkleinert

fein und es muß mit der Säure gekocht werden, von verdünnter Schwefelsäure wird das Silber gar nicht angegriffen, Salpetersäure dagegen löst es schon in gewöhnlichen Temperaturen auf. Die Schwefelwasserstoffsäure ist dem Silber höchst gefährlich, die Gasart, welche wir so nennen und welche sich in Schlaf- und andern Bohnngemächern der Menschen leider häufig genug erzeugt, und nicht mit der gehörigen Sorgsamkeit entfernt wird, diejenige Säure, welche die üblen Gerüche sowohl in faulen Eiern als in allen verwesenden Stoffen und in allem thierischen Urath erzeugt, färbt blank polirtes Silber braun, und zwar in solchem Grade, daß Personen, welche auf die Reinlichkeit ihrer Wohnungen pochen und keinen Begriff davon haben, was Schwefelwasserstoffgas ist und was es bewerkstelligt, glauben, ihr Silbergeschirr sei unecht und sie seien damit betrogen worden, während nichts weiter geschehen ist, als daß sich der Schwefel des Schwefelwasserstoffgases seiner natürlichen Verwandtschaft gemäß mit dem Silber verbunden hat. Wenn man ein Blatt, eine Tafel wohlpolirtes Silbers in eine Auflösung von Schwefelwasserstoffsäure in Wasser bringt, so schwärzt das Silber sich augenblicklich unter Beibehaltung der vorhandenen Politur. Die ganze Oberfläche bedeckt sich mit einer feinen Haut von Schwefelsilber. Dauert die Einwirkung längere Zeit, so kann das Silber durch und durch geschwefelt, und dadurch als Metall zerstört werden.

Vorkommen dieses Metalles.

Das Vorkommen des Silbers ist ziemlich weit verbreitet, man findet dasselbe am Ural, wie in Mexiko. Bevor man dieses wußte, galten die Silbergruben des Erzgebirges und des Harzes für die reichsten. Das Verfahren der sächsischen Bergleute ist deshalb auch so vorzüglich, daß die berühmtesten französischen Chemiker und Techniker kein besseres Verfahren kennen, die in diesem Artikel folgenden Holzschnitte, sämmtlich französischen Werken entlehnt, bezeichnen das Verfahren der Freiburger und Mansfelder Berg- und Hüttenmänner. Ein Beweis, wie vorzüglich diese Arbeiten sein müssen, da sie sonst gewiß nicht von den eiteln Franzosen nachgeahmt werden würden.

Wenn früher die deutschen Bergwerke für die reichsten galten, so ist doch jetzt die Ausbeute in den Bergwerken von Peru und Mexiko so sehr viel größer, daß sie Alles übertrifft, was Europa und Asien zusammen

liefern. In den letzten 3 Jahrhunderten ist nach Humboldt's Angabe eine Masse von circa 1 Million Pfund jährlich zu uns gekommen, abgesehen von demjenigen, was in Amerika selbst geblieben ist und was dort in ungeheurer Verschwendung sowohl im Privatbesitz als im Besitz der Kirchen, zu Gefäßen aller Art verwendet wird, selbst zu solchen, zu denen man das schlechteste Metall für zu gut halten würde.

Die Lagerstätten des Silbers sind ganz dieselben wie die des Bleies und des Kupfers, der sogenannte Bleiglanz ist so gut ein Silbererz als ein Bleierz, allerdings findet man auch Silber in völlig gediegenem Zustande, wo es haarförmig, drahtförmig, in Gestalt von Bäumchen in das Gestein eingewachsen oder auch krystallisirt vorkommt, sowohl im Urgebirge als im Uebergangsgebirge in Peru, sogar im Föhgebirge kommt es vor. In diesem letzteren trägt es in seinem äußeren Auftreten die Zeichen seines Ursprungs auf fern gelegenen Orten an sich, denn es kommt in Geschieben, es kommt in Blättchen, Kugeln, unregelmäßigen Körnern zc. vor, wie es von den Urgebirgsmassen herabgeführt und dabei äußerlich abgeschliffen und umgestaltet worden ist. Am Ural und in Mexiko hat man die größten Massen gediegenen Silbers gefunden, sie steigen von 50 bis auf 800 Pfund Gewicht.

Das wichtigste Erz des Silbers ist das ebengedachte allgemein verbreitete Bleierz, der Bleiglanz, welcher fast niemals ohne einen Gehalt von Silber auftritt, allerdings wird häufig bei schlechter Bearbeitung der Werth des Erzes verkannt. Der Verfasser erinnert sich, in Steiermark, unsern Graß, ein Bleierz untersucht zu haben, welches 14 Loth Silber auf 1 Centner Erz enthielt, und welches doch bei der elenden Arbeit der unwissenden Bergleute nur 2 Loth Silber hergab, dafür war die von dem Blei abgetriebene Glätte so reich daran, daß sie den ihr sonst mit Unrecht gegebenen Namen „Silberglätte“ diesmal mit vollem Rechte trug.

Die sonst wichtigsten und reichsten Erze sind das Schwefelsilber und die Verbindungen des Schwefelsilbers mit dem Schwefelantimon. Das sogenannte Glaserz, der Silberglanz, Ag_2S enthält bis auf 87 Prozent Silber, es ist also ein eigentliches Schwefelsilber und kommt häufig in ausgezeichnet schönen Krystallen vor.

Der Silberkupferglanz, $\text{Ag}_2\text{S}, \text{Cu}_2\text{S}$, gleichfalls ein Schwefelmetall, aber eine Verbindung zweier derselben, ist nicht ganz so reich wie das vorige.

Dunkles Rothgültigerz, $3\text{Ag}_2\text{S}, \text{Sb}_2\text{S}_3$, enthält 59 Prozent Silber und es ist mit Schwefelantimon verbunden.

Das lichte Rothgültigerz, $3\text{Ag}_2\text{S}, \text{As}_2\text{S}_3$, ist mit Arsen vererzt und enthält 65 Prozent Silber.

Es kommen noch vor: sprödes Glaserz mit Schwefelantimon-Fahlerz, vielfältig zusammengesetzt mit Eisen, Zinn, Kupfer, Antimon, Arsenik, sämmtlich als Schwefelmetalle, ferner kommt noch Hornsilber, AgCl , d. h. Chlorsilber vor.

Zu den vielen Fundorten des Silbers kommt noch ein sehr ausge-
dehnter, das ist das Weltmeer, allerdings eine sehr große Silbergrube,
wenn schon das Erz nicht gerade reichhaltig genannt werden kann. Fran-
zösische und englische Chemiker haben gefunden, daß in dem Meerwasser
so viel Silber enthalten sei, daß in 100 Pfund desselben etwa ein Milli-
gramm enthalten sei. Auf 100 Pfund der tausendste Theil von 17 Gran
Apothekergewicht ist freilich nicht viel, wenn man aber bedenkt, daß das
Meerwasser in großer Menge vorhanden ist, so kann nicht geläugnet wer-
den, daß im Ganzen ziemlich viel Silber darin vorhanden.

Man hat gefunden, daß auf dem Kupfer und Messing, womit die
Schiffe auswendig beschlagen sind, sich nach längerem Gebrauch, d. h. nach
längerem Verweilen im Meerwasser, beträchtliche Quantitäten Silber nie-
derschlagen. Im Meerwasser ist das edle Metall als Chlorsilber enthalten,
durch das Kupfer wird dieses reducirt, das Chlorsilber wird zerlegt, es bildet
sich Chlornatrium und das Silber schlägt sich auf dem Kupfer nieder. Nach
den Berechnungen über die so gewonnenen Quantitäten soll sich ergeben,
daß der Ocean doch immerhin 4,000,000,000,000 Pfund enthalte. Weißt
Du, lieber Leser, was die 12 Nullen sagen wollen; viele Leute haben so
viel Ziffern gar nicht aussprechen gelernt. Es sind 4 Billionen, d. h.
4 Millionen mal 1 Million Pfund. Wenn wir das herausbekommen könn-
ten aus dem Meerwasser, so wäre uns Beiden geholfen, dem Leser sowohl
als dem Schreiber dieses, aber wie wird es gewonnen. Jedes Jahr ver-
braucht die englische Marine 600,000 Pfund Kupfer zu den Beschlägen
ihrer Schiffe und diese müssen alle 6 Jahre erneuert werden. Bei genau
angestellten Versuchen fand sich in 2000 Pfund Metall $\frac{1}{2}$ Pfund Silber,
d. h. man wird in jedem Jahre 450 Pfund Silber aus dem Meerwasser
gewinnen können. Alles dieses geht verloren, denn es wird das alte, zu
Schiffsbeschlägen gebrauchte Kupfer abgenommen, eingeschmolzen und den
Neuem zu Platten ausgewalzt, statt daß man dasselbe durch Abwaschen
des Kupfers mit einer Lösung von Natronsalpeter und Schwefelsäure von
dem Silber trennen könnte, eine Prozedur, welche wir Seite 476 d. Bds. be-
schrieben haben und welche durchaus keinen Schwierigkeiten unterliegt. Ob es
aber gelingen würde, aus dem Meerwasser Silber darzustellen, nicht in
dieser zufälligen Weise, wie sie unabsichtlich und ohne Mühe vor sich geht,
sondern durch eigene dazu bestimmte Veranstaltungen, dürfte doch sehr
zweifelhaft sein.

Verarbeitung der Silbererze.

Wegen des sehr verschiedenen Vorkommens und wegen der höchsten Ungleichartigkeit in dem Silbergehalt, hat man bei allen diesen Erzen zu unterscheiden, ob man sie allein auf Silber oder zugleich auf Blei und Silber, auf Kupfer und Silber bearbeiten will, daher kommt es, daß man durchaus verschiedenartige Veranstaltungen zur Gewinnung treffen muß, je nachdem das eine oder das andere der Metalle das vorwaltende ist. So das Kupfer die größere Masse im Erze bildet, wird man vor allen Dingen genau so verfahren, wie bei dem Kupferhüttenprozeß gelehrt worden, dann wird man das Kupfer mit Blei zusammenschmelzen und in flache Scheiben gießen, diese dann dem Prozeß des Saigerns unterwerfen, damit sich das silberhaltige Blei von dem Kupfer trenne und hierauf dieses letztere auf dem Treibherde in Glätte verwandeln. Wo Blei das vorwaltende im Erze ist, wird man den Weg einzuschlagen haben, welcher dort angegeben, wo wir von seiner Gewinnung gehandelt haben, in beiden Fällen erhalten wir das Silber nur als Rückstand, nur als einen Ueberrest, wenn schon mitunter in solcher Menge, daß die ganzen Kosten des Prozesses lediglich durch diesen Rückstand gedeckt werden, und man also die große Masse von Bleiglätte oder von Kupfer umsonst hat, als geschenkt betrachten kann.

Die Muldener Hütte bei Freiberg hat vortreffliche Kupfererze, welche einen Kupferstein liefern, der 50 bis 70 Prozent Kupfer, 8 bis 15 Prozent Blei und $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Prozent Silber enthält. Um das Silber daraus zu gewinnen, pocht man diesen Stein, sibt ihn und bringt ihn in Röstöfen, welche zwei über einander liegende Sohlen haben, deren jede besonders geheizt wird. Die Erze werden zuerst in den oberen Ofen gebracht, in welchem sich aus dem Schwefelkupfer neutrale und basisch schwefelsaure Salze bilden. Kommen nach dieser ersten Röstung die gedachten Salze in den unteren Ofen, so geben sie ihre Schwefelsäure und schweflige Säure ab und verwandeln sich in Dyppe, und es bleibt nur schwefelsaures Silberoxyd und ein Theil des schwefelsauren Kupferoxyds übrig.

Um 100 Centner Kupferstein zu rösten, braucht man 90 bis 120 Centner Steinkohlen.

Ist der Kupferstein abgekühlt, ist er dann durch Pochen, Rösten und Vermahlen in ein feines Mehl verwandelt worden, so wird dieses mit 4 bis 8 Prozent Kochsalz gemengt, wodurch Chlorverbindungen, sowohl des Kupfers als der übrigen Metalle, gebildet werden.

Man bringt nunmehr die Masse aus den Röstöfen in hölzerne Fässer und laugt sie unter starkem Druck zuerst mit warmem Wasser und dann

mit einer Kochsalzlösung aus. Das Wasser entfernt schwefelsaures Natrium und andere Salze, die Lauge aber enthält das Chlor Silber und Kochsalz; diese wird in große Gefäße gebracht, in denen Cementkupfer in einer Schicht von mehr als 1 Fuß Höhe liegt. Auf diese schlägt sich das Silber nieder, welches nunmehr abgehoben, getrocknet und geschmolzen wird.

Die Kupferlauge wird ebenso behandelt, wie die Silberlösung, nur bringt man in die Gefäße, welche zur Niederschlagung bestimmt, nicht Kupfer, sondern Eisen, und erhält dadurch sehr schönes Cementkupfer, wovon das reine immer wieder zum Niederschlagen des Silbers verwendet wird, indessen das unreine Metall zusammengeschmolzen und zu Schwarzkupfer gemacht wird.

Von den Prozessen, welche verschwistert sind mit der Kupfer- oder Bleigewinnung, haben wir nicht weiter zu reden und können uns mithin sogleich zu demjenigen Prozesse wenden, welchen man den Amalgamationsprozess nennt, davon man zwei Arten unterscheidet, denjenigen, der in Freiberg üblich ist, und denjenigen, der in Mexiko befolgt wird.

Die silberhaltigen Erze unserer Gebirge enthalten neben dem edlen Metalle in geschwefeltem Zustande, immer Schwefelarsenik, Schwefelantimon, Schwefeleisen, Schwefelzink &c. Sie enthalten auch Blei und Kupfer, glücklicher Weise aber von dem ersteren im schlimmsten Falle 5 Prozent, von dem Kupfer 1 Prozent. Sie sind dennoch sehr störend, denn sie verbinden sich mit Quecksilber ebenso leicht, als das Silber, und machen daher das Amalgam sehr konsistent und verursachen, nachdem man das Quecksilber durch Erhitzung vertrieben hat, einen neuen Reinigungs-, Scheidungsprozess nöthig, welcher ziemlich verwickelt ist und die Darstellung des Silbers theuer macht.

Die Erze, aus denen man das Silber gewinnt, haben, wie wir aus den obigen Angaben ersehen, eine sehr verschiedene Zusammensetzung. Will man sie verarbeiten und nicht für jeden einzelnen Antheil eine neue Methode des Verfahrens einschlagen, so muß man diese Erze nach bestimmten Grundfägen berggestalt mengen, daß sie ein stets gleichbleibendes Material für den Prozess bilden. Hat man Erze, welche nur 2 Loth Silber auf den Centner enthalten, so hat man auch wieder welche, in denen 30 Mal so viel Silber, d. h. 2 Pfund auf den Centner, gefunden werden. Die vorher chemisch untersuchten Erze mengt man nunmehr so, daß der Gehalt etwa 7 bis 8 Loth auf den Centner beträgt. Zu den vielen Schwefelmetallen, welche in den Erzen vereinigt sind, und welche man gern entbehren würde, kommt noch eins, welches von Bedeutung ist, nämlich das Schwefeleisen. Es ist von Wichtigkeit, daß eine gewisse Menge davon bei der vorläufigen Röftung vorhanden sei, darum setzt man, falls in den Erzen nicht genug

Eisensies enthalten, diesen absichtlich zu und zwar in einem solchen Grade, daß wenn man eine Probe des Gemenges mit den erforderlichen Flussmitteln in einem Tiegel schmilzt, sich ein Klumpen bildet, ein sogenannter Rohstein, welcher ungefähr ein Drittel desjenigen beträgt, was man an Erz in den Tiegel gethan. Der Verlust ist nichts weiter, als der Schwefel oder die verbrennbaren Metalle, Arsen, Zink u. dgl.

Hat man diese Mengung erreicht, so wird der ganzen Masse Kochsalz zugesetzt im Betrage von etwa 10 bis 12 Prozent und sie wird alsdann geröstet. Auf die Sohle des Flammenofens Figur 1110 schüttet man durch

Fig. 1110.



die Trichter T das mit Salz gemengte, genügend zerkleinerte Erz, vertheilt dasselbe so sorgfältig als möglich und heizt den Ofen durch Beschickung des Herdes F langsam an, zuerst entweicht nur die Feuchtigkeit, nach und nach aber steigert man die Hitze bis zum Glühen, wobei Zersetzung eintritt, es entwickelt sich schweflige Säure und die Metalle, welche einen großen Theil des Schwefels verlieren, verbinden sich mit dem Sauerstoff.

Dieses dauert ungefähr vier Stunden, nach welcher Zeit man gewöhnlich keine Entwicklung von schwefliger Säure mehr bemerkt, nun entwickelt sich schweflige Säure von neuem, aber zugleich wird das Kochsalz zersetzt und es bildet sich Chlormwasserstoffsäure, welche mit der schwefligen Säure entweicht, es wird der Eisensies zersetzt und das Eisen desselben wird mit einem Theil des Chlors aus dem Kochsalz zu einem Eisenchlorid, welches dampfförmig abzieht. Nach ungefähr $\frac{3}{4}$ Stunden ist die sogenannte „Gutröstung“ vollendet, eine längere Fortsetzung würde nur mehr Kosten verursachen, denn der Zweck ist jetzt schon erreicht, das Schwefelsilber ist in Chlor Silber verwandelt.

Da der heftige Zug, da die mächtige Flamme Erztheile in nicht unbeträchtlicher Menge mit sich fortreißt, dieses aber ohne Wahl geschieht, so daß das Werthvollste mit dem Schlechtesten entweicht, so leitet man die Flamme auf einem ihr vorgeschriebenen Wege durch den geschweiften Rauch-

fang C in geräumige Kammern, in denen der schwere Erzstaub sich lagern und für eine neue Beschickung wieder gewonnen werden kann.

Das geröstete Erz wird, wie es fertig geworden ist, aus dem D gezogen und derselbe wird von Neuem gefüllt, das geröstete Erz bringt man nach dem Erkalten auf ein grobes Sieb, welches beigemene Steine zurückhält, das durch das Sieb gehende Erz fällt auf ein zweites feineres Sieb, welches in fortwährender Bewegung erhalten wird. Was durch dieses zweite Sieb fällt, ist reis zur Zerkleinerung, was darauf zurückbleibt, wird mit 2 Prozent Kochsalz vermengt und neu mals geröstet.

Der Gang bei dieser Operation ist folgender: Der Schwefelkies und das Schwefelkupfer entwickeln schweflige Säure und werden zum Theil Oxyde, zum Theil in niedrigere Schwefelungsstufen verwandelt. Das Schwefelsilber mit dem Schwefeleisen in Verbindung verliert gleichfalls einen Theil seines Schwefels, aber nachdem die unedlen Metalle zum großen Theile oxydirt worden sind, schmelzen die bloß theilweise reducirten Schwefelmetalle mit dem Kochsalz zusammen, und es entsteht eine Wechselwirkung zwischen dem Natrium des Salzes und dem Schwefel der Kieserite, es entsteht schwefelsaures Natron und durch das entweichende Chlor wandelt sich das Silber, das Kupfer und das Eisen in Chlormetalle, d. h. in Salze um. Da die Röstung unter Zutritt von atmosphärischer Luft geschieht, so werden auch die Arsen- und Zinnschwefelungen in Oxyde verwandelt, man kann behaupten, daß das geröstete Erz außer dem Ganggestein, welches noch immer dabei ist, zusammengesetzt ist aus lauter Chlormetallen und einigen Oxyden.

Das Rösten der silberhaltigen Erze hat immer einen Verlust von Silber zur Folge, der 1 bis 2 Prozent desselben beträgt, unter ungünstigen Umständen aber bis auf 10 Prozent steigen kann, dieser Silberverlust entsteht hauptsächlich auf chemischem Wege, denn es scheint eine Verflüchtigung von Silber einzutreten, indem dieses in den Erzen vorhandene Metall entweder aus seiner Verbindung mit dem Schwefel in den metallischen Zustand übergeht oder als bereits fertig gebildetes Oxyd in der Verbindung mit Schwefelsäure wieder eine Zersetzung erleidet. Liegen die Erze locker, haben sie wenig Zusammenhang und sind sie nicht geneigt, zu sintern, steigt der Silberverlust bedeutend in Folge des leichteren Durchzugs der Luft, dasselbe geschieht aber auch durch die Länge der Röstzeit, durch die Höhe der Temperatur und dadurch, daß Eisen- oder Kupferoxydul auf vorhandene schwefelsaure Silberoxyde zerlegend einwirken.

Es scheint, als ob diese Verflüchtigung dadurch stattfindet, daß das Silber in dem Flugstaube entweicht, der Wind entführt alle gar zu

liegenden metallischen Theilchen und dieses findet nicht allein an der Oberfläche statt, denn diese Oberfläche wird durch das nothwendige Umschmelzen immerfort erneuert. Nun aber ist das Silber gar im oxydirten Zustande höchst fein zertheilt, durch die Röstung werden eine Menge gas- und dampförmige Produkte entführt und diese entführen wieder das Silberoxyd, und es kann uns nicht helfen, daß es sich bald von selbst in metallisches Silber erwandelt, denn diesen Silberstaub, auf Weisen Weite verbreitet, vermag Niemand zu sammeln, ja vermag Niemand zu entdecken. Man entdeckt den Verlust, man weiß, wohin er gegangen ist, aber man vermag ihm nicht zu folgen.

In Rücksicht hierauf hat man eine Methode, die reichen Erze von Joachimsthal zu gute zu machen, erdacht, welche solchen Uebelständen beugen soll. Dieselbe ist durch Patara in dem Journal für praktische Chemie beschrieben worden.

Die Erze, welche durchschnittlich 5 Mark Silber und 20 Mark Nickel im Centner haben, werden im Flammenofen bei möglichst niedriger Temperatur und unter Zufließen von Wasserdampf geröstet, das geröstete Erz wird in Partien von $\frac{1}{2}$ Centner in hölzerne Bütten gebracht und mit Schwefelsäure von 40 Grad Wärme behandelt, wodurch der größte Theil des darin enthaltenen Nickels (und Kobalts) aufgelöst wird.

Man entfernt nunmehr die schwefelsaure Metalllösung und gießt auf das übrige Erz verdünnte Salpetersäure, welche das Silber auflöst, aber natürlich auch Nickel und Kobalt enthält, da die Schwefelsäure keinesweges alles ausgeschieden hat.

Aus dieser Lösung fällt man das Silber durch Kochsalz, es entsteht Chlor Silber, welches man mit Eisen und Schwefelsäure reducirt und dann im Graphittiegel einschmilzt.

Bei dieser Verfahrensart ist die Verflüchtigung des Silbers dadurch glücklich beseitigt, daß man Wasserdämpfe in den Flammenofen strömen läßt, durch deren Hilfe die möglicher Weise sich verflüchtigenden Silbertheilchen niedergeschlagen werden.

Noch eine andere Methode, den Silberverlust zu vermeiden, ist durch Franz Marcus in dem polytechnischen Centralblatt beschrieben worden.

Das Erz wird fein gestiebt, mit Eisenkies gemengt und in einer Muffel geröstet, jedoch so, daß, wie vorhin angedeutet worden, Wasserdampf über das Erz geleitet wird.

Nach vollendeter Röstung wird das Erz zerkleinert und gestiebt, dann aber mit einer Lösung von Kochsalz und Kupferchlorid befeuchtet und in mäßiger Wärme erhalten, dann wird es in eine Muffel eingetragen und einige Minuten lang geglüht. Abgekühlt wird es wieder fein gerieben,

mittelfst Wasser wird das Chlorid ausgewaschen, das Silber aber daraus gefällt, indem man heiße Kochsalzlauge dazu thut, das vorher gedachte Kupferchlorid wird durch Eindampfung der Lösung zurückgewonnen und kann von Neuem gebraucht werden.

Ein Silbererz mit einem Gehalt von 2 Mark und 4 Loth auf den Centner wurde so gut ausgebeutet, daß 2 Mark und 2 Loth gewonnen wurden, was 94½ Prozent des Silbergehalts entspricht und in Joachimsthal bis jetzt noch auf keine Weise erlangt worden ist.

Diese Erze enthalten alle Kobalt und Nickel, welche man durch Auflösung mittelst Schwefelsäure erhalten kann. Auf diese Weise werden alle werthvollen Metalle aus den Erzen gezogen und da man das Kupferchlorid und das Kochsalz immer wieder gewinnt, beschränken sich die Kosten lediglich auf das Brennmaterial und den Tagelohn.

Amalgamation der gerösteten Erze.

Wenn das Erz geröstet und gesiebt ist, kommt es auf die Mühle, welche entweder ganz gleich einer gewöhnlichen Mühle ist oder aufrecht stehende Steine hat, wie man sie bei den Oelmühlen findet, die Steine sind immer von Granit, sehr eben, und die Zerkleinerung des gerösteten Erzes wird so weit getrieben, daß das Mehl zwischen den Fingern kaum mehr fühlbar ist.



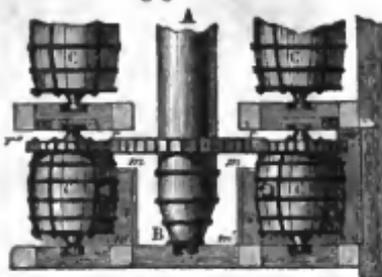
Man bringt das gepulverte Erz nunmehr in die Amalgamirgefäße. Dies sind Tonnen von Holz, stark in Eisen gebunden und auch mit einzelnen eisernen Dauben versehen, welche dazu dienen, den Inhalt zu zwingen, sich bei der Rotation zu überstürzen. Die Tonnen haben sämtlich einen starken eisernen Radkranz *r* (Fig. 1111), eine eiserne, mit Zähnen versehene runde Platte, vermöge deren sie durch ein eingreifendes Rad gedreht werden können. Eine jede solche Tonne hat einen Spund *a*, welcher vermöge einer Schraube sehr gut angedrückt werden kann, und die Tonne so genau schließt, daß nichts von der Ladung verloren gehen kann. Durch die Tonnen gehen starke Achsen von Eisen.

Die Tonnen werden schwer beladen, müssen also tüchtige Träger haben, das Lager für die eine Seite ist feststehend, das Lager für die andere, hier das obere Ende, ist beweglich und kann durch die Schraube *v* so verschoben werden, daß das Rad, welches die Tonne bewegen soll, diese nicht mehr erreicht, sie mithin still stehen bleibt. Unter dem hier gezeichneten Bilde wird der Leser sich kein aufrecht stehendes, sondern ein liegendes Gefäß vorstellen, welches gedreht wird, wie eine Kaffeetrommel. Stände die Trommel aufrecht, so würde der Kaffee auf dem einen runden Boden liegen bleiben, wie viel man auch die Trommel drehen möchte. Der Zweck der Bewegung ist aber, daß die Bohnen fortwährend ihre Stelle wechseln. Derselbe Zweck liegt hier vor und dieser Zweck würde nicht erreicht werden, wenn die Tonnen aufrecht ständen.

Die Bewegung wird hervorgebracht, indem auf einem Baum *AB* viele Räder *mm* in gleichen Entfernungen von einander stehend, befestigt sind. Unsere Figur 1112 zeigt nur ein solches, es sind deren aber auf dem Baume so viel vorhanden, als Tonnenpaare *CC* neben ihm von beiden Seiten angebracht sind. Die Art der Anordnung ist deshalb befolgt, weil man jede einzelne Tonne nach Belieben will beschicken können, man muß nämlich das eine Zapfenlager jeder einzelnen Tonne beweglich und so in seiner Gewalt haben, daß wenn man dasselbe aus der Verbindung mit der Hauptachse bringt, doch alle anderen, wie viel deren auch sein mögen, ihren Weg ruhig fortsetzen.

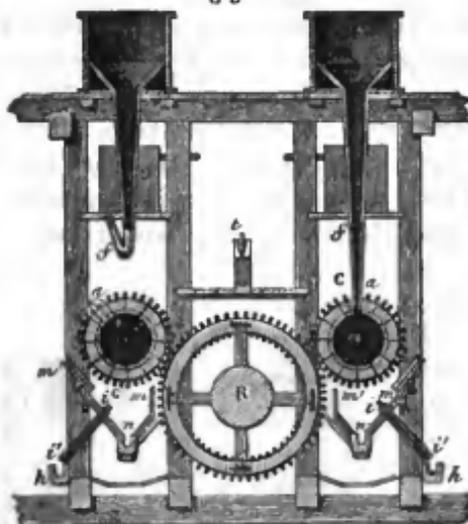
Man beginnt die Füllung damit, daß man in jede Tonne etwa 300 Pfund Wasser bringt, dann werden 1000 Pfund des gepulverten Erzes und etwa 100 Pfund Eisenblech, in Stücke zerschnitten, dazu gegeben. Darauf verschließt man die Tonne recht sorgfältig mit dem Spunde, schraubt denselben fest und läßt nun die Maschine (entweder Wasser- oder Dampfkraft) in Wirkung treten, so daß die Tonnen zwei Stunden lang mit mäßiger Geschwindigkeit umgedreht werden. Nach Verlauf dieser Zeit untersucht man, während alle übrigen Tonnen sich drehen, jede einzelne, eine nach der anderen. Der Inhalt ist ein zäher Schlamm; eine gewisse Übung, die langjährige Praxis lehrt dem Hüttenmann, ob das richtige Verhältniß von Erz und Wasser getroffen ist, oder ob er Erz zusetzen muß, weil der Teig zu dünn, oder Wasser, weil er zu steif ist. Ist Alles im richtigen Verhältniß, so kommen nunmehr 500 Pfund Quecksilber in jede Tonne.

Fig. 1112.



Die Art der Füllung der Tonnen wird uns aus Figur 1113 ersichtlich werden. Wir sehen in R den Durchschnitt der Hauptachse und eines der Triebräder, und wir sehen nebenbei rechts und links

Fig. 1113.



sehen nebenbei rechts und links zwei von den dadurch getriebenen Tonnen. In dieser Lage befinden sich 10, 20 und mehr Paare solcher Tonnen, alle von derselben Achse auf gleiche Weise bewegt, was sich natürlich ganz nach der Größe und der Ausgiebigkeit des Bergwerks richtet. Gerade über dem Spundloch einer jeden Tonne befindet sich ein Wasserlasten D, aus welchem durch einen Hahn eine jede Tonne einzeln gespeist wird. Gerade über diesen Wasserbehältern befindet sich ein zweiter E für das Erz, dieser Be-

hälter hat einen Trichter, welcher neben dem Wassergefäß vorbei oder auch gerade durch dasselbe hindurch geht, der untere Theil F ist ein lederner Schlauch, welcher ausgestreckt gerade in das Spundloch des Fasses reicht. Das gepulverte Erz, nach E gebracht, fließt solchergestalt leicht und bequem in die Tonne, ist die Füllung geschehen, so wird der lederne Schlauch umgebogen und aufwärts gerichtet, befestigt, wie die Figur 1113 zeigt. Es fließt dann kein Körnchen des zerkleinerten Erzes mehr heraus. Wäre statt des Erzes Wasser in dem Gefäße E, so würde natürlich dieses Umbiegen nicht genügen, um dasselbe zurückzuhalten.

Sind die Gefäße mit dem nassen Schlich und dem zugefetzten Quecksilber beschickt, haben sie ihre Ladung von ca. 2000 Pfund vollständig empfangen, so beginnt nun wieder die Drehung derselben, und zwar so, daß etwa 20 Umdrehungen in einer Minute gemacht werden, die Bewegung aber 20 Stunden anhält, während welcher Zeit durch die vor sich gehenden chemischen Reaktionen der Inhalt mit sammt den Tonnen sich beträchtlich erhitzt.

Nunmehr wird eine jede der Tonnen fast gänzlich mit Wasser gefüllt und dann die Bewegung abermals fortgesetzt, aber kaum mit der halben Geschwindigkeit. Nachdem dieses etwa 2 Stunden gewährt hat, ist die Arbeit vollendet und man kann die Tonnen entladen, und zu diesem Behuf

werden sie so gestellt, daß das Spundloch nach unten gerichtet ist. Zum Auffassen desjenigen, was austritt, sind große starke Rinnen an gebracht. Der Inhalt der Tonnen besteht jetzt aus dem Quecksilber, welches die verschiedenen Metalle, Silber, Blei, Kupfer aufgenommen hat, und aus den erdigen, mit vielem Wasser zu einem Schlamm verrührten Bestandtheilen des Erzes. Bei der Oeffnung des Spundlochs wird in so weit mit Behutsamkeit verfahren, als man nur das Amalgam ausfließen läßt und sobald sich der Schlamm zeigt, das Spundloch wieder schließt, die Tonne aber so weit seitwärts dreht, daß bei der wiederholten Oeffnung des Spundes, der nun noch darin vorhandene schlammige Inhalt nicht nach der Rinne n, sondern nach einem höher gelegenen Theile i fließt, von wo derselbe nach Außen in die Rinne h tritt und fortgeführt wird.

Die ganze Operation, welche wir hier beschrieben haben, zerfällt in zwei Hauptabtheilungen, die eine bevor, die andere, nachdem man das Quecksilber zugefetzt hat. Die gepulverten Erzmassen enthalten außer dem Eisenoxyd und anderen Sauerstoffverbindungen auch noch viele, die im Wasser auflöslich sind, so Glaubersalz, Kochsalz, Chlorverbindungen von Eisen, Kupfer, Mangan und Blei, aber auch die Chlorverbindung des Silbers löst sich nebst dem Kupferchlorür in dem Salzwasser auf. Wenn nun diese so beschaffenen Substanzen mit metallischem Eisen geschüttelt werden, so wird das Eisenchlorid zu Eisenchlorür reducirt, und zugleich das Silber metallisch ausgeschieden. Dieses ist's, was in dem ersten Theile der Operation, in dem 2 Stunden langen Betwegen ohne Quecksilberzusatz geschieht. Setzt man nunmehr das Quecksilber zu, so scheidet es das Kupfer und Silber aus und bildet damit ein Amalgam.

Der erdige Schlamm, welcher durch die Rinne abcd (Figur 1114) aus den Amalgamirgefäßen in lang gestreckte Bottiche V geführt wird, ist durchaus nicht werthlos, er enthält nämlich noch beträchtliche Massen eines zähen Amalgams, aus Quecksilber, Blei und Silber. Das Blei ist ein gefährlicher Feind aller dieser Operationen, es verbindet sich sehr leicht mit dem Quecksilber, macht dasselbe sehr träge, und da es auch mit dem Quecksilber verbunden sehr leicht oxydirt, so bleibt es an allen Ecken der Tonne sowohl hängen, als es auch fein vertheilt in dem Schlamme selbst sich findet.

Um dasselbe nun zu gewinnen, um des damit verbundenen Silbers



und Quecksilbers nicht verlustig zu gehen, bringt man den Schlamm, nachdem die Tonnen mit Wasser ausgewaschen sind, in solche Gefäße, wie die bezeichneten. Hier werden diese erdigen Substanzen mit sehr vielem Wasser reichlich verdünnt, um sie recht flüssig zu machen, starkes Umrühren setzt Anfangs die ganze Masse bis auf den Grund in Bewegung, dann erhält man diese Bewegung zwar, indem man mit Stangen fortwährend darin rührt, aber man hütet sich, bis auf den Boden zu kommen. Man will nur den oberen Theil bewegen, der unterste soll in Ruhe bleiben, hierhin soll sich das Quecksilber mit dem Blei zurückziehen und da es viel schwerer ist, als die anderen Erztheile, so geschieht dieses sehr bald, man läßt dann den nunmehr werthlos gewordenen Schlamm aus dem oberen Theile des Gefäßes abfließen, bringt frisches Wasser hinzu und setzt dieselbe Bewegung fort, bis nach wiederholtem Waschen endlich aller Schlamm entfernt ist und der Boden des Gefäßes mit dem Blei- und Silber-Amalgam bedeckt ist. Wenn man dieses Amalgam abdestillirt, so erhält man eine Legirung von Kupfer, Blei und Silber, in welcher dies letztere Metall auf 20, ja auf 30 Prozent steigen kann.

Das eigentliche Amalgam, dasjenige, was zuerst aus den Tonnen geflossen ist, wird gleichfalls wiederholt gewaschen, um die erdigen Bestandtheile zu entfernen, es wird dann in Zwillich- oder Lederbeutel gebracht, damit das Quecksilber abfließen könne, dann wird dieses durch sehr starken Druck befördert, bis man eine ganz steife knetbare Masse übrig behält, den größten Theil der Metalle, die in dem Erze vorhanden waren, mit etwas Quecksilber. Auch das flüssig abgegangene Quecksilber enthält noch viel von diesen Metallen, es würde aber einer Destillation nicht verlohnen, darum verwendet man es bei der nächsten Amalgamation statt des reinen Quecksilbers und setzt von diesem letzteren nur so viel zu, als erforderlich, um die nöthigen Quantitäten herzugeben.

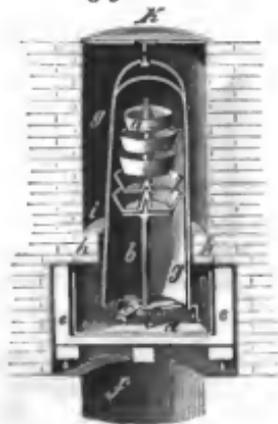
Das Amalgam muß nun noch destillirt werden, zu diesem Behufe bringt man dasselbe auf eiserne Teller, welche mit einem Rande versehen sind und in der Mitte eine kegelförmige Tülle haben, so daß ein Teller auf dem anderen, und alle zusammen auf einem eisernen Dorn stehen können, wie die nachstehende Figur 1115 zeigt, b ist die durch die Teller hindurchgehende Stange, a zeigt die Teller selbst.

Diese Stange steht auf einem eisernen Kasten, welcher sich innerhalb eines beträchtlich größeren Wassergefäßes ee befindet. Auf dem Kasten steht eine hohe eiserne Glocke g, das Gefäß ist so hoch voll Wasser, daß der untere Theil der Glocke davon bedeckt ist, im Uebrigen ist diese Glocke von dem Absatz h an in einem eisernen Cylinder eingeschlossen, welcher, mit Mauerwerk umgeben, den Ofen bildet, innerhalb dessen die Destillation

vor sich gehen soll. In dem Zwischenraum zwischen dem eisernen Cylinder und der Glocke gg werden Kohlen angehäuft und in Brand gesetzt, indem man durch die Oeffnungen f Feuer dazu bringt und auch durch diese den Zug bewerkstelligt.

Es ist sehr leicht einzusehen, was hier geschehen wird. Der obere Theil der Glocke, welche wo möglich von Schmiedeeisen gemacht ist, da das Gußeisen seiner Porosität wegen weniger hierzu geeignet ist, wird durch die Kohlen stark, wird bis zum Rothglühen erhitzt. Das Quecksilber kann solch' eine Temperatur nicht ertragen, ohne sich zu verflüchtigen, es destillirt also von den Schalen ab, da aber nirgends ein Ausweg für dasselbe ist, so könnte es möglicher Weise durch die Spannung seiner Dämpfe das Gefäß zersprengen. Gegen dieses Unheil wirkt einfach der untere Theil der Glocke, welcher durch das Wasser, in dem er steht, kalt erhalten wird, dort hinab wenden sich die Dämpfe des Quecksilbers, dort verdichten sie sich zu Tropfen und in dieser Gestalt fließen sie herab in das hölzerne Gefäß, aus welchem späterhin nach der Destillation das Quecksilber entfernt werden kann, auch dieses Quecksilber, obwohl destillirt, enthält doch noch Silber bis zu 1 Prozent, aber auch dieses ist nicht verloren, indem es immer wieder zum Amalgamiren gebraucht wird.

Fig. 1115.



Amalgamationsverfahren im Mansfeldischen.

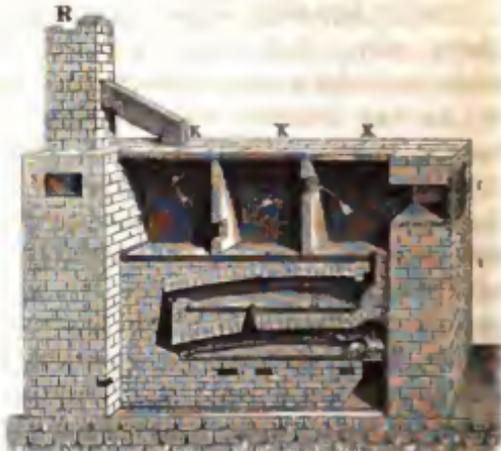
Das Verfahren der Amalgamation, welches man in den Bergwerken der Grafschaft Mansfeld befolgt, weicht von dem hier beschriebenen in Etwas ab. Vor allen Dingen sind die Röstofen auf eine andere Weise eingerichtet. Das zweckmäßig gemengte und zerkleinerte Erz wird in die Abtheilung A des Flammenofens der umstehenden Figur 1116 gebracht. Dieser Ofen besteht aus drei Stockwerken, in dem eine zweite Wölbung B sich über der ersten und eine dritte D sich über der zweiten befindet. In diesen beiden oberen Stockwerken sollen sich die mitgerissenen Erztheile ablagern, und sicherlich ist dieser Ofen zweckmäßiger als der vorhin angeführte.

Allein dasjenige, was man mit Recht fordern kann, wird hier keinesweges vollständig geleistet, und darum sind die neuesten Ofen von einer noch viel besseren und allen Anforderungen entsprechenden Konstruktion.

Fig. 1116.



Fig. 1117.



Man hat nämlich die bisherigen Erfahrungen benutzt und Alles vereinigt, was zur Beförderung des Röstprozesses dienen kann.

Wir sehen auch hier in Fig. 1117 zwei Gewölbe über einander, A und B, beide sind aber außerordentlich flach, so daß die Flamme, welche auf dem Roste C angezündet worden, gezwungen ist, die zu röstenden Metalle ganz nahe an ihrer Oberfläche zu bestreichen. Das noch rohe, ungeröstete Erz wird durch eine Seitenöffnung t nach dem oberen Theile des Ofens, nach dem Gewölbe B gebracht, und wenn es hier denjenigen Grad von Röstung erhalten hat, den es möglicher Weise durch die, in ihrem weiteren Verlaufe schwächer gewordene Flamme bekommen kann, wird es durch eine Oeffnung in der Sohle des Ofens B, welche zugleich eine Oeffnung in dem Gewölbe A ist, nach diesem unteren, ersten Feuerraume hinabgestürzt, um hier durch die volle Kraft des Feuers ganz geröstet zu werden.

Sowie ein Weg von A nach B vorhanden ist, so ist auch ein zweiter gebahnt nach der ersten von drei oberen Kammern k, aus dieser ersten geht ein ähnlicher Weg nach der zweiten und dritten, dieselben wechseln aber so ab, daß der Weg von der ersten Kammer in die zweite sich oben öffnet, der Weg von der zweiten in die dritte aber unten, welches zur Folge hat, daß die Dämpfe zu einem Auf- und Absteigen genöthigt sind, bevor sie durch die letzte Oeffnung nach K einem Zuleitungsrohre zu dem eigentlichen Rauchfange R gelangen, in diesem wird bei s ein besonderes Flader-

feuer erhalten, vermöge dessen ein beträchtlicher Zug entsteht, der die abgetriebenen Gase aus dem Röstofen so hoch und so schnell als möglich in die Luft führt, deshalb man diesem Rauchfange auch eine nicht unbeträchtliche Höhe giebt.

Die Erze müssen durchgerührt werden und dieses geschieht mit eisernen Haken, welche einen langen eisernen Stiel haben. Da, um diese großen und schwerfälligen Instrumente zu bewegen, ein großer Kraftaufwand erforderlich ist, so legt man die Stiele auf eiserne Rollen, welche unmittelbar vor den flachen Thüren angebracht sind, und die Beweglichkeit der langen Schürstangen vermehren, ihre Handhabung erleichtern.

Bei diesem Prozeß des Röstens ist ein Verbrennen, ein Oxydiren der schädlichen Substanzen das Wesentlichste, dazu ist derjenige Sauerstoff, welcher zur Unterhaltung des Feuers unter den Rost strömt, nicht ausreichend, weil er zum großen Theile von dem Brennmaterial selbst aufgenommen wird. Um diesem Umstande zu begegnen, sind unterhalb des Herdes mehrere Oeffnungen angebracht, welche atmosphärische Luft Zutreten lassen, welche nicht in Berührung mit dem Feuer zu kommen braucht. Der Sauerstoff dieser Luft ist es, welcher den Schwefel, das Arsen u. s. w. oxydirt und diese Oxyde als Gase entführt, anders ist es mit den feuerbeständigen Oxyden, welche zum Theil in Salze verwandelt werden müssen, bevor sie entfernt werden können.

Ein Theil des Kupfergehaltes wird gleichfalls oxydirt, indem sein Antheil Schwefel theils in schweflige Säure, theils in Schwefelsäure verwandelt wird. Die letztere verbindet sich mit dem Oxyde des Kupfers zu Vitriol, derselbe Weg wird von dem vorhandenen Schwefeleisen zurückgelegt, dieses macht, daß man das Kupfer und das Eisen in Wasser gelöst erhält. Das Erz wird, nachdem es geröstet worden, mit Wasser ausgelaugt, die schwefelsauren Salze werden so entfernt und es bleibt der größte Theil des Silbergehaltes als Rückstand in dem zum Auslaugen bestimmten Gefäße.

Die geröstete Masse wird, um diesen Prozeß mit gehörigem Nachdruck einzuleiten, mit gewöhnlichem rohem Kalk und mit Salz versetzt, von jedem nimmt man 11 bis 12 Prozent. Nach sorgfältiger Mischung wird die Masse mit Wasser versetzt, wobei eine große Menge Kohlensäure entweicht, welche von der Schwefelsäure, die sich mit der Kalkerde verbindet, ausgetrieben wird.

Was nach dieser ersten stürmischen Operation noch unzerseht bleibt an schwefelsaurem Kupferoxyd, das wird durch das vorhandene Kochsalz in Kupferchlorid verwandelt, indeß das verbrauchte Chlornatrium (Kochsalz) sich in schwefelsaures Natron umsetzt.

Nachdem diese Prozesse beendet sind, trocknet man das Gemenge und röstet es abermals, und zwar so lange, als die Entwicklung von Salzsäure sich noch durch den Geruch bemerklich macht. Hat man den Röstprozeß so weit getrieben, so hält man die Umwandlung des Schwefelsilbers in Chlorsilber für vollendet, indem das mit Chlor verbundene Kupfer seinen Antheil zuerst auf nassem und dann auf trockenem Wege an das Silber abgiebt.

Um sich jedoch der Umwandlung zu versichern, nimmt man von Zeit zu Zeit kleine Proben des gerösteten Erzes aus dem Ofen, setzt ein wenig Quecksilber zu und rührt dieses mittelst eines Kupferstäbchens zusammen. Hier zeigt nun das Aussehen des Kupfers, ob der Prozeß ordnungsmäßig vor sich gegangen ist. Wenn dasselbe sich mit einer Haut überzieht (welche Quecksilberchlorür ist), so ist zu viel Kupferchlorid in dem Erze vorhanden und man ist genöthigt, kohlensauren Kalk zuzusetzen. Wenn dagegen das Quecksilber, welches das Kupfer bedeckt, eine gelbe Oberfläche zeigt, so ist dieses ein Beweis, daß des Kalkes zu viel ist, man muß also Kupferstein zusetzen.

Das Amalgamiren geschieht, nachdem die Erze fertig oder gar geröstet sind, in Tennen und ganz auf dieselbe Weise, wie wir vorhin beschrieben haben, das Abtreiben des Quecksilbers aber wird gewöhnlich noch in anderer Art vorgenommen, man bringt das Amalgam nämlich in eiserne Retorten, welche ganz denjenigen ähnlich sind, die man zur Bereitung des Leuchtgases anwendet. Die eisernen Röhren, welche möglichst genau zusammengelötet sind, führen das Quecksilber in Dampfgestalt nach einem Wasserbehälter, wo sich dieselben niederschlagen.

Statt der Gewinnung des Silbers durch Auflösung in Quecksilber bedient man sich des Kochsalzes zur Ausziehung. Die Erze sind mit Kochsalz geröstet und enthalten folglich das Silber im Zustande eines Chlormetalles, dieses ist im Kochsalze auflöslich, man bringt also eine gesättigte Kochsalzlösung zu dem gemahlener gerösteten Erze, verarbeitet die Flüssigkeit mit dem Erzpulver und wiederholt ein neues Aufgießen von Salzwasser, so lange man noch bemerkt, daß Chlorsilber aufgelöst wird. Ist dieses geschehen, so wird das Silber durch Kupfer niedergeschlagen, das Salzwasser aber kann immer wieder von Neuem benutzt werden.

Der Amalgamationsprozeß, durch welchen man in Amerika das Silber gewinnt, weicht von dem bei uns üblichen besonders in der Vorbereitung der Erze ab. Die sehr hoch gelegenen Gegenden der Silberminen sind so arm an Brennmaterial, daß man keine Röstung und keine Schmelzung vornehmen kann, es fordern daher die Erze eine andere Vorbereitung, um so mehr, als sie auch mit dem Ganggestein meistens so innig gemengt

sind, daß man sie durch Pochen gar nicht davon trennen kann, und ihre Würdigkeit nur an der Farbe des Gesteins erkennt. Das Silber kommt gewöhnlich als reines Schwefelsilber, als Chlorsilber oder mit anderen Metallen gemischt, als Fahlerz und Rothgültigerz vor. Die Erze oder erzführenden Gesteine werden zerschlagen und unter mäßiger Befeuchtung ziemlich fein zermahlen. Das Pulver kommt nach und nach in Massen von mehr als 100 Centnern zusammen und wird in großen, mit Steinplatten ausgelegten und mit einem solchen Rande umgebenen viereckigen Räumen aufgeschüttet, mit Wasser zu Drei benezt, mit einigen Procent Kochsalz bestreut und dann von Pferden durchgetreten, um eine ziemlich innige Mengung hervorzubringen. Man setzt nunmehr etwa 1 Procent der ganzen Masse gerösteten Schwefelkies und Kupferkies zu und beginnt eine neue Durchwirkung durch viele Pferde.

Da die Leute gar keinen chemischen Maaßstab für ihre Arbeiten kennen, so müssen sie sich durch Probiren helfen, man setzt so viel Quecksilber zu, als man glaubt, daß erforderlich sei, natürlich in Hunderten von Centnern. Ist die Farbe des Amalgams gelb, so muß man Kupervitriol zusehen, ist sie grau, so fordert sie einen Zusatz von Kalk.

Nach einigen Wochen ist das Amalgam ziemlich fest geworden, dann setzt man eine zweite Portion Quecksilber zu, arbeitet Alles wohl durch einander, bis es wieder teigartig, gewissermaßen bildsam ist, und überläßt es von Neuem sich selbst. Abermals nach einigen Wochen wird zum dritten Male Quecksilber zugeetzt, und nun nach etwa 2 Monaten wird es der Destillation unterworfen. Es wird zuerst mit Wasser ausgewaschen, um die erdigen Theile zu entfernen, dann wird das Amalgam in verschlossenen Räumen von dem aufgelösten Metall abgetrieben. Die Theorie dieses Processes ist folgende: das angewendete Kochsalz wirkt auf das schwefelsaure Kupferoxyd, indem es sich selbst in schwefelsaures Natron, das Metall aber in Kupferchlorid verwandelt. Das Kupferchlorid geht mit dem metallischen Silber eine neue Verbindung ein, es verwandelt das Silber in Chlorsilber und reducirt sich selbst dabei zu Kupferchlorür. Beide Salze lösen sich in concentrirtem Wasser auf. Diese Lösung wird mit Schwefelsilber in Berührung gebracht und dieses wird gleichfalls in Chlorsilber umgewandelt, indeß das Kupferchlorür sich in Schwefelkupfer verwandelt, (es nimmt den Schwefel des Schwefelsilbers auf und giebt dafür seinen Chlor an dasselbe ab).

Das Quecksilber verbindet sich nunmehr mit dem Metall des Chlorsilbers, indessen ein anderer Theil des Quecksilbers mit dem freigewordenen Chlor zu Chlorquecksilber wird.

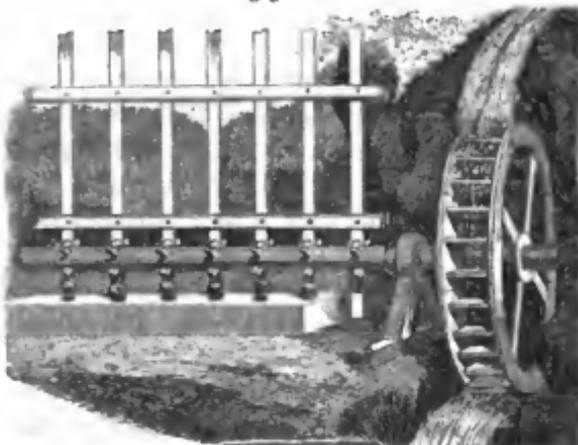
Wir finden eine sehr genau durch Bilder illustrierte Beschreibung dieser

Methode in Muspratt's großem technologischen Werke, und entnehmen daraus das Nöthige, um auch eine bildliche Anschauung von dem ganzen Vorgange zu geben.

Das auf der Grube beförderte Erz erhalten die Arbeiter (Pependores) zur Zerkleinerung. Männer und Frauen durch einander bearbeiten dasselbe gemeinschaftlich wie unsere Steinlopfer auf den Chausseen, sie zerschlagen es bis zu einer gewissen Größe und sortiren dabei erstens das taube Gestein, welches so weit wie möglich bei Seite geschafft wird, dann trennen sie noch die mehr werthvollen Erze von den minder werthvollen, von den ärmeren.

Diese kleineren Stücke gehen einen verschiedenen Weg, die reichen Gesteine werden, sowie sie da sind, abwärts geführt in holzreichere Gegenden, um dort sofort eingeschmolzen zu werden. Die ärmeren sollen amalgamirt werden und kommen deshalb in Pochwerke von der einfachsten Art.

Fig. 1118.



An irgend einem Bach wird eine Höhlung ausgegearbeitet, wodurch derselbe einen Sturz zu machen gezwungen wird in diesem Wassersturz liegt ein Wasserrad von 6 bis 8 Fuß Durchmesser, das an einer Seite eine kurze, an der anderen eine sehr verlängerte Achse hat, wie die Figur 1118 dies zeigt. An dieser langen Achse sind ziemlich unregelmäßig hölzernen

Daumen befestigt, welche Balken von etwa 200 Pfund Gewicht, unten mit Eisen beschlagen, aufheben und fallen lassen. Die Untersätze dieser Stempel bestehen aus in Granit gehöhlten Vertiefungen, welche man Mörser nennt, die Stempel fallen und steigen, je nach der Stärke des Wasserstrahls mehr oder minder schnell, auch bestimmt dieser Wasserstrahl die Bewegung dieser Stempel, welche gehoben werden soll; sind deren circa 8, so kann man binnen 24 Stunden 35 bis 40 Centner Erz zerkleinern. Die spanier sind große Freunde dieser Mühlen, wenn sie durch das Wasser betrieben werden, weil sie dabei nicht nöthig haben, sich mit dem Antriebszugviehes zu bemühen, sehr viel weniger bequem sind ihnen die durch

thiere bewegen, weil dieselben die Reigung ihrer Herren theilen, nicht ohne den Stachelstock hinter sich zu fühlen, also ihren Treibern Ar-
machen, deren das Wasser sie überhebt.

So weit die Pochwerke das Zerkleinern bewerkstelligen können, geht es hier, dann kommt das Produkt dieser Stampfwerke in die
Schmühlen (Arrastros), wo sie durch Zusatz von ein wenig Wasser
und nach in einen zarten Schlamm verwandelt werden. Unsere
Anordnung giebt die Ansicht eines solchen Mahlwerkes, worin wir 12 Mühlen

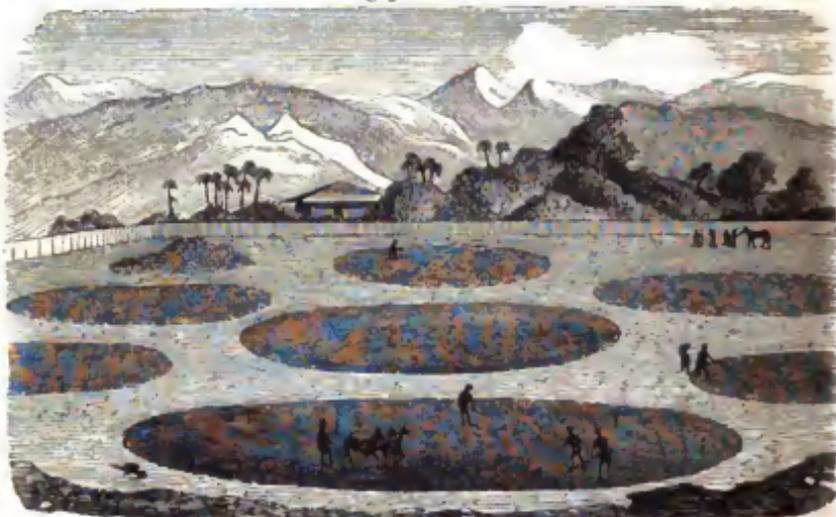
Fig. 1119.



den, dieselben bestehen aus einem kreisförmigen Trog von Granit, in
essen Mitte eine senkrechte Welle steht, an der zwei Kreuzarme so niedrig
befestigt sind, daß der eine längere dazu dienen kann, um ein Paar Maul-
thiere daran anzuspannen. Die 3 anderen von diesen sich kreuzenden
Stangen schleppen an kurzen Ketten Granitläufer hinter sich, wodurch das
in den Trog gefüllte benezte Erz in solchen feinen Schlamm verwandelt
wird. Jede solche Mühle liefert mit 4 Maulthieren, deren 2 immer in
Arbeit sind und alle 6 Stunden gewechselt werden, binnen Tag und Nacht
etwa 6 Centner sehr feinen Schlammes, die Feinheit ist von großer Wich-
tigkeit, indem sie die Amalgamation möglichst erleichtert und den Queck-
silberverlust verringert. Das große Hüttenwerk von Salgado enthält
36 Trog-Pochwerke (Ingenios), jedes mit 8 granitnen Mörsern (Mortoros)
und 42 Quetschmühlen, jede mit 4 Maulthieren betrieben.

Der Schlamm (Lama) wird in große Gruben von einigen Fuß Tiefe gebracht, bis er durch die Sonne getrocknet wird, dann führt man denselben nach dem Amalgamationsplatz, einem großen geebneten Raume, meistens von einer Mauer umgeben und ohne alle Bedachung, welcher ge-

Fig. 1120.



wöhnlich in 20 bis 30 kreisrunde Flächen getheilt wird, auf denen man den getrockneten Schlamm ausbreitet, so daß derselbe etwa einen halben Fuß Höhe hat. Die kreisrunden Haufen (Tortas) fordern eine eigne Beschickung, zuerst begrenzt man sie durch hölzerne Pfosten oder durch Steine, damit das zer kleinerte Erz nicht seitwärts ausweichen kann, dann bringt man 75 Centner Seesalz auf die Bodenfläche solches Kreises, alsdann schüttet man 1200 Centner des feinzermahlten trockenen Erzes auf. Man schaufelt sie nun durcheinander und läßt sie dann durch Maulthiere vielfach kneten, hierauf läßt man sie bis zum folgenden Tage liegen, nunmehr wird das Magistral, (geröstetes und pulverisirtes Kupfererz, welches 10 Prozent Kupfervitriol und ebenso Eisenvitriol enthält) darüber gestreut, in größerer oder geringerer Menge, je nach der Reichhaltigkeit der Erze und nach der Jahreszeit. Bei reichen Erzen verwendet man 7 bis 8 Centner des gedachten Erzes zu einer Torta, weil im Sommer die Mischung sich kühlt und mehr Trieb fordert, im Winter braucht man nur 3 bis 4 Centner, weil die Masse aus sich selbst die erforderliche Temperatur erlangt.

Diese Mischung von Silber und Kupfererzen wird 5 bis 6 Stunden

lang von Maulthieren durchgetreten und dadurch möglichst innig verbunden. Es könnte zwar im vierten Theile der Zeit durch regelmäßiges Umschäufeln geschehen, allein alsdann müßten ja die Leute etwas thun, was man doch einem Spanier nicht zumuthen kann, wenn nicht die eiserne Nothwendigkeit es fordert.

Jetzt beginnt die Amalgamation: man bringt das Quecksilber in einen groben Sack und breitet dasselbe in feinen Strahlen dadurch über dem Erze aus, daß man den Sack an beiden Enden faßt und zusammendrehet, so als wollte man ein Stück nassen Zeuges auswinden.

Hierbei gehen die Leute behutsam zu Werke damit nicht viel Quecksilber auf einen Punkt läuft, auch schreiten sie dabei umher, um die Vertheilung möglichst gleichmäßig zu machen, die Quecksilbermasse wird anfänglich durch Schaufeln und Rehren, dann aber wieder mit Hilfe der Maulthiere durchknetet. Am nächsten Tage setzt man abermals Quecksilber zu, und wiederholt den Prozeß, dieses Alles fordert eine lange Zeit und vielfältige Wiederholung der Bearbeitung, welche, wie sich leicht einsehen läßt, für Menschen und Thiere gleich gefährlich ist.

Die Menge des Quecksilbers, welche zugesetzt wird, hängt von der Gültigkeit der Erze ab. Der Silbergehalt muß immer vorher ermittelt sein und davon nimmt man im Ganzen zu den drei auf einanderfolgenden Amalgamationen etwa das achtfache von dem, was die Erze an Silber enthalten.

Die Portionen, in denen man das flüssige Metall zusetzt, sind verschieden, zu einer Torta, welche etwa 2 Centner Silber enthält, wendet man zuerst 9 Centner Quecksilber an, nach mehrtägigem Durchtreten und Durchschäufeln setzt man noch 3 Centner zu, und wenn dieses wieder genügend durchgearbeitet ist, die letzten 4 Centner. Das ganze Verfahren dauert während des Sommers ungefähr 2 Wochen, während des Winters 3 Wochen, im Ganzen aber ist die Zeitdauer darum sehr verschieden, weil man die Höhe der Tortas so sehr verschieden macht. Wenn sie bei gleichem Inhalte von halbem Durchmesser sind, so bieten sie der Sonne eine vierfach geringere Oberfläche dar, und müssen, um einen gleichen Inhalt zu haben, viermal so hoch sein, 2 Fuß hoch statt 6 Zoll hoch aufgeschüttet werden, wodurch, wie begreiflich, das Durcharbeiten sehr erschwert wird.

Um nunmehr das mit dem Quecksilber verbundene Silber von dem tauben Erz zu trennen, muß es ausgewaschen werden, dieses geschieht in runden gemauerten Behältern von etwa 8 Fuß Tiefe mit einem etwas größeren Durchmesser.

Ein Theil des amalgamirten Erzes wird in einen solchen Behälter gebracht, mit Wasser übergossen und dann dauernnd umgerührt. Dies

letztere geschieht durch eine in der Mitte dieses Gefäßes aufrecht stehende Achse mit vielen daran befindlichen horizontal laufenden Armen, welche durch lange Zähne in Rechen umgestaltet sind. Das Wasser kommt in eine drehende Bewegung und nimmt die leichteren, die Steintheile mit sich empor, indessen das Amalgam zu Boden sinkt. Ein Wasserstrahl, welcher immerfort zufließt, hebt das Niveau in dem Gefäße bald so weit, daß an einer ihm dazu angewiesenen Stelle das unreine Wasser austritt, da dieses nun fortgesetzt wird, so scheiden sie begreiflicher Weise allmählig die feingeriebenen Steintheile gänzlich von dem Amalgam, welches so am Boden liegen bleibt und nach Abfluß des Wassers mit eisernen Löffeln ausgeschöpft wird. Der Inhalt einer Torta kann im Laufe von 12 Stunden vollkommen ausgewaschen werden.

Da das Quecksilber in beträchtlich größerer Menge vorhanden ist, als das Silber, so ist das Amalgam nicht fest, es wird also das überflüssige Quecksilber durch Ausdrücken gesondert, welches in lederen Beuteln, deren Boden aus Segeltuch oder aus dickem wollenen Tuche besteht, bewerkstelligt wird. Was hier flüssig sich ausscheidet, ist allerdings noch silberhaltig, da es aber zu einem neuen Amalgamationsprozesse benutzt wird, so kommt es hierauf gar nicht an, es wird nichts verloren, sondern es wird nur später gewonnen.

Das von seinem überflüssigen Quecksilber abgeschiedene eigentliche Amalgam ist nunmehr knetbar und zur Destillation bereit, es wird in Klumpen von etwa 30 Pfund zusammengeballt und auf solche eiserne Teller gelegt, wie wir es oben beschrieben haben, gewöhnlich kommen auf jeden Teller zwischen 3 bis 4 Centner. Die eiserne Blocke, welche man darüber stülpt und welche von außen geheizt das Quecksilber vertreibt, verhindert ein gefährliches Entweichen des Quecksilbers dadurch, daß sie mit ihrem Fuße im Wasser steht.

Das Silber, wie dasselbe nach der Destillation des Quecksilbers er-

scheint, ist durchaus unrein, es enthält eine ziemliche Menge von verschiedenen Metallen, welche damit legirt sind. Um diese zu entfernen, bedient man sich eines besonderen Ofens, von welchem Figur 1121 einen Durchschnitt zeigt. Derselbe besteht aus einem eisernen Kessel C in Thon eingebettet und inwendig mit Thon angeschlagen, auf der einen Seite befindet sich ein Blase-

Fig. 1121.



ne
sich fü
4 Cent
erlangt.

, auf der entgegengesetzten Seite ein Kanal i zum Entfernen
Schlade. Der Ofen ist geräumig genug, um mehrere Centner

des rohen Silbers und um die erforderliche Kohlenmenge zu fassen, derselbe ist auch durch ein Gewölbe geschlossen, die gegenwärtige Figur zeigt uns den eigentlichen Herd. Dieser Herd wird mit Holzkohlen gefüllt, oben drauf werden die Silbermassen gelegt, welche nach dem Abdampfen des Quecksilbers in den Schaaalen oder eisernen Retorten zurückgeblieben sind. Nachdem Feuer untergebracht worden, läßt man den Blasebalg mäßig wirken. Derselbe saugt nicht nur die Gluth an, sondern er dient auch, um die erforderliche Luft herzugeben, wodurch die dem Silber fremden Metalle oxydirt werden sollen. Man kann die Operation auch in Schmelztiegeln vornehmen, deren mehrere beisammen in einem Ofen stehen. In diesem Falle nimmt man die Tiegel gern von Graphit, weil sie sehr widerstandsfähig sind. Gußeiserne Tiegel anzuwenden, wie man dies in einigen Lehrbüchern findet, ist darum sehr gefährlich, weil die Temperatur leicht zu einer solchen Höhe steigt, daß nicht bloß das Silber, sondern das Gußeisen schmilzt, was denn natürlich immer mit beträchtlichen Verlusten verknüpft ist.

Das auf den Kohlen liegende, sehr poröse Silber schmilzt bald herunter und während dieses geschieht, gehen die unedlen Metalle in Oxyde über. War das Innere des Herdes statt mit Thon, mit kalkhaltigem Thonmergel oder mit gesiebter Holzasche ausgeschlagen, so ziehen die Oxyde der unedlen Metalle hier hinein, ist dieses aber nicht der Fall gewesen, so bleiben sie mit allen übrigen Unreinigkeiten auf der Oberfläche und werden davon mit eisernen durchlöchernten Löffeln abgeschöpft. Man streut nunmehr auf die gereinigte Fläche Kohlenpulver, und rührt das geschmolzene Metall lüftig um, nach kurzer Zeit hat sich abermals eine neue Oxydschicht gebildet, welche wieder abgeschöpft werden muß. Eine Operation, welche man mehrmals wiederholt. Ist nunmehr das Silber an seiner Oberfläche so rein geworden, daß sich nicht mehr Schlacken zeigen, so läßt man das Gebläse stärker wirken und unter Zusatz von Brennmaterial hält man das Metall in Fluß, während man von Zeit zu Zeit die Oberfläche abstreicht, wenn sich aber keine Flecke mehr zeigen, der Metallspiegel rein bleibt, so sind alle fremden Beimischungen höchstens bis auf 1 Prozent entfernt. War die Kupfermenge beträchtlich und soll das Silber völlig gereinigt werden, so läßt sich dieses in der Regel nicht anders machen, als indem man Blei zusetzt, dessen Menge sich nach der Menge des vorhandenen Kupfers richtet. Hat sich das Silber durch die Probe als 12löthig erwiesen, d. h. enthält es einen Zusatz von 25 Prozent Kupfer, so muß man 12mal so viel Blei zusetzen, als man Silber zu reinigen hat.

Die so absichtlich gemachte Verunreinigung des Silbers, welche sehr viel ärger ist, als die durch das Kupfer, dient doch vollkommen zur Schei-

dung beider Metalle von dem Silber. Man bringt das silberhaltige Blei auf einen Treibherd, wie derselbe Seite 293 beschrieben worden und läßt einen Feuerstrom unter reichlicher Zuführung von atmosphärischer Luft darauf wirken, wodurch das Blei in Glätte verwandelt wird, welche stark durch das Kupferoxyd verunreinigt ist, und nach Vollendung des Processes das von Blei und Kupfer befreite Silber zurückbleibt.

Legirungen des Silbers.

Beständen die Verunreinigungen lediglich aus Kupfer und würden dieselben ein gewisses Maas nicht überschreiten, so bedürfte es keiner Reinigung, denn das Kupfer ist ein Metall, welches man dem Silber unter allen Umständen zusetzt. Es möge zu Kannen, Theemaschinen, Löffeln oder zu Münzen verwendet werden. Da aber die anderen Metalle sehr störend auf die Eigenschaften des Silbers wirken, so muß man sie zuerst fort-schaffen wodurch das Kupfer mitgeht, und dann dieses gesondert und in dem verlangten Maasse von Neuem zusetzen.

In jedem Lande walten für den Gehalt der Münzen sowohl als für den Gehalt des Silbers zu Geschirren verschiedene Gesetze ob, aber die Ausdrucksweise darüber ist überall gleich, man rechnet nach Mark und Loth, wovon 16 auf ein Mark gehen, nennt das reine Silber, welches keine Beimengungen enthält, fein, und sagt, die Mark fein sei so und so viel werth, man nennt das legirte Silber rauhes oder beschicktes und sagt, die rauhe Mark sei so und so viel werth. Der Zusatz fast immer von Kupfer, wird nur in Frankreich nach Prozenten, sonst aber immer nur nach Loth berechnet. 16löthiges Silber enthält 16 Loth Silber in der Mark, 15löthiges 15, 12löthiges 12. Da aber die Mark unter allen Umständen 16 Loth wiegt, so muß eine Mark 12löthigen Silbers doch auch 16 Loth wiegen, und dies wird eben durch den Kupferzusatz bewerkstelligt. Eine Mark 12löthigen Silbers wiegt zwar 16 Loth, aber davon sind nur 12 Silber, die andern 4 sind Kupfer.

In Frankreich wird Feinsilber $\frac{1000}{1000}$ bezeichnet und das legirte Silber wird gleichfalls durch einen Bruch ausgedrückt. Solches, das zu den Münzen verwendet wird, soll gesetzlich $\frac{7}{10}$ Feinsilber halten, man bezeichnet dasselbe mit $\frac{7000}{10000}$. Da es sehr schwer ist, diese Grenzen ganz scharf inne zu halten, so ist ein Unterschied von $\frac{1000}{10000}$ über oder unter der gesetzlichen Feinheit gestattet.

Das Kupfer verändert die Farbe des Silbers ein wenig, das sogenannte 12löthige Silber hat schon eine ganz entschieden röthlich-gelbe Färbung, bei 14löthigem Silber ist diese Färbung viel schwächer, allein doch immer zu bemerken. Da die Farbe des reinen Silbers in nicht polirtem Zustande das reinst, schneeartige Weiß ist, so will man dieses gerne wiederhaben, auch bei legirtem Silber, und dieses erhält man durch das Weißfieden, d. h. durch eine Operation, welche zum Zweck hat, das Kupfer von der Oberfläche des Gegenstandes zu entfernen. Dies geschieht, indem man das so weit fertige Ding, Löffel zc. unter Zutritt der Luft roth glüht und dann noch in diesem Zustande in eine kräftige Schwefelsäure oder in sehr verdünnte Salpetersäure taucht.

Das Kupfer an der Oberfläche des Gegenstandes ist oxydirt worden, das Silber nicht, die Säure nimmt das oxydirt Metall sofort auf und läßt das unoxydirt Silber rein auf der Oberfläche zurück, wodurch diese schneeweiß erscheint, aber nicht mehr blank, wie der Löffel vielleicht vorher war, sondern matt ohne eine Spur von Glanz, welcher so gänzlich fehlt, daß der Verfasser ein Duzend gleich großer silberner Becher, welche so eben weiß gefotten waren, für Thoncyliner zu einer elektrischen Batterie ansah.

Die Legirungen werden gemacht, indem man die Metalle in dem verlangten Verhältniß zusammenschmilzt.

In vielen Fällen sollen die Gegenstände von Silber scheinen, aber nicht sein, das gewöhnliche Versilbern ist nicht ausreichend, weil die Schicht zu schwach ist. Man nimmt also seine Zuflucht zum Plattiren. Dies geschieht auf folgende Weise. Es wird zuerst festgesetzt, wie stark der Silberüberzug im Verhältniß zu dem darunter liegenden Kupfer sein soll. Gesezt man wollte dem Ueberzug ein Zehntel der Dicke des übrigen Metalles geben, so würde man eine Kupferplatte von 9 Pfund Gewicht mit einer Silberplatte von 1 Pfund Gewicht mit der Kupferplatte gleich groß, zusammenbringen und dann strecken. Gewöhnlich nimmt man aber nur $\frac{1}{10}$ Silber, also zu einer Kupfertafel von $9\frac{1}{2}$ Pfund eine gleich große Silbertafel von $\frac{1}{2}$ Pfund Gewicht.

Die Operation einer Vereinerung ist halb eine chemische, halb eine mechanische. Die beiden Flächen der verschiedenen Metalle, welche zusammengebracht werden sollen, macht man durch einen Schaber metallisch vollkommen rein, dann löst man Silber in Salpetersäure und bestreicht hiermit die reine Kupferfläche, welche nun sofort versilbert erscheint. Man wäscht die Säure sorgfältig ab, trocknet die Fläche, legt die Silberplatte darauf, unwickelt beide mit einem Draht und bringt sie in ein Glühfeuer. Sobald sie hier die dunkle Rothgluth angenommen haben, läßt man sie durch ein Walzwerk gehen, schon nach der ersten Passage sitzen die beiden

Platten fest zusammen, der haltende Draht wird nun entfernt, weil er sich sonst in Reifen auf dem Silber eindrücken würde, dann wird das Walzen fortgesetzt, bis die zusammengedrückten Platten so dünn sind, als erforderlich. Hierauf wird mit dem Hammer der Gegenstand, welchen man haben will, ausgetrieben, genau so, wie es der Klempner mit dem aus Messingblech gefertigten, verzierten Geschirr macht.

Die plattirten Gegenstände sind übrigens gegenwärtig ganz aus der Mode, man bedient sich im besseren Falle des Neusilbers, welches versilbert wird, im anderen Falle des Kupfers und beide Versilberungen werden auf galvanischem Wege ausgeführt. Diese Art der Versilberung kann so leicht ausgeführt werden, daß man das abgenutzte Silber zehnmal von Neuem ersetzen kann, bevor der Preis herauskommt, den ein gleich großer gut plattirter Gegenstand hat.

Es ist von Wichtigkeit, die Legirungen bestimmen zu können, in früheren Zeiten bediente man sich der Probestifte. Jeder Silberarbeiter besaß eine Art Schlüsselbund, einen Ring mit 16 darauf beweglichen silbernen Stäbchen, das eine derselben war von feinem Silber, das andere von 15, das dritte von 14lötzigem Silber, und so ging das fort, bis das letzte, wenn man so sagen darf, aus 1lötzigem Silber bestand, d. h. in seiner Masse auf 15 Antheile Kupfer nur einen Antheil Silber enthielt.

Die Legirung, welche man untersuchen wollte (z. B. einen silbernen Kessel, oder eine silberne Münze), wurde auf einem sogenannten Probestein abgestrichen, so daß sich ein deutlich gefärbter Strich von etwa $\frac{1}{8}$ oder $\frac{1}{2}$ Zoll Breite darauf abzeichnet. Nunmehr wurde ein Probestift, von welchem der Silberarbeiter muthmaßt, daß er in seiner Zusammensetzung dem zu untersuchenden Stücke gleicht, dicht daneben aufgestrichen. Der Vergleich zeigte nunmehr, ob die Muthmaßung richtig sei oder nicht. War der Strich des Probestifts dunkler als das zu untersuchende Metall, so mußte ein zweiter besserer Stift genommen und es mußten damit nochmal Probestrüche gemacht werden. So konnte es wohl zum dritten oder vierten Male geschehen, wie wohl ein praktischer Silberarbeiter meistens so viel Geschick besaß, um gleich bei der ersten Probe, im schlimmsten Falle aber bei der zweiten das Richtige zu treffen.

Man sieht, wie wenig Zuverlässigkeit hier zu finden ist, und auch wie ungenau das Verfahren genannt werden muß. Da es immer nur von 6 zu 6 Prozent geht, nämlich von einem sechszehnten Theil zum andern, demnächst ist es auch sehr schwierig, Farben von so geringer Verschiedenheit, wie das Silber verschiedener Legirungen sie bietet, scharf genug zu erkennen, dennoch hat dieses Verfahren einen gewissen Werth und es wird deshalb wohl kaum möglich sein, dasselbe zu beseitigen. Dieser nicht

zu bestreitende Werth solcher Probe liegt nämlich darin, daß man die Gegenstände ihrer Gültigkeit nach taxiren kann, ohne sie zu zerstören. Bei der Probe auf chemischem Wege weiß man allerdings weit genauer, was man gehabt hat, aber keinesweges was man hat. Die chemische Probe zerstört den Gegenstand, was die Probe auf dem Stein nicht thut. Wenn ich einen silbernen Leuchter oder einen Kelch mit dem Probirstein untersuche, so wird derselbe nicht im Mindesten verlegt, soll das Silber eines Leuchters chemisch untersucht werden, so muß man ein Stück davon heraus schneiden und der Leuchter ist jetzt zerstört. Dieses wird die Strichprobe, wird den Probirstein wohl in Ehren erhalten.

Um genauer zu unterscheiden, in welchem Grade das Silber verlegt ist, muß man das Metall einer chemischen Untersuchung unterwerfen, was entweder auf trockenem oder auf nassem Wege geschieht, immer aber nur bei Silberbarren, von denen man unbeschadet ihres Werthes ein Stück abhauen oder abfeilen kann oder bei Münzen, von denen Millionen von Exemplaren vorhanden sind, um deren Werth kennen zu lernen, man eine solche Münze opfert.

Der Weg, den man den trockenen nennt, heißt die Capellation, es ist gewissermaßen ein Abtreiben im Kleinen, und es gründet sich auf die Eigenschaft aller edlen Metalle, sich im Feuer nicht zu oxydiren und sich auch nur so wenig zu verflüchtigen, daß beim längeren Verweilen im Schmelzofen die von dem edlen Metalle entweichenden Dämpfe keinen fühlbaren Verlust nach sich ziehen.

Die anderen Metalle dagegen werden durch Glühen unter Zutritt der Luft oxydirt. Das Kupfer betreffend, welches mit dem Silber verbunden ist, so oxydirt es zwar auch, findet jedoch in dem mit ihm verbundenen Silber einen so vollständigen Schutz gegen die Oxydation, daß es beinahe unmöglich ist, auf diesem Wege allein das verlangte Ziel zu erreichen. Nun ist man aber zu der Erfahrung zurückgegangen, welche man bei dem Sichern oder bei dem Bereiten der Bleiglätte macht, und man hat diese benutzt, man setzt dem zu untersuchenden Silber einen Theil Blei zu welches sich viel leichter oxydirt dabei aber in der hohen Temperatur des Probirofens schmilzt und so ein Auflösungsmittel für das Oxydul des Kupfers bietet.

Die Gefäße, in denen die Proben vorgenommen werden, nennt man Capellen, ein Name, dessen Ableitung dem Verfasser nicht bekannt ist, denn dieselben sind nichts weiter als kleine Schmelztiegel von Kalk und Asche. Man glüht Schafsknochen so lange, bis sie zerfallen, schleimt die feinsten Theile ab und mengt das Zurückbleibende durch ausgelaugte Holzasche dabon man der vorhandenen Knochenerde ein Viertel ihres Gewichts zusetzt.

Dieses Gemenge, nachdem es beinahe trocken geworden und kaum mehr etwas bildsam ist, wird in eine hohle messingene Form gebracht und mit einem polirten Stempel von demselben Metall festgeschlagen, woraus dann eine Schale hervorgeht, welche wir in der nebenstehenden Fig. 1122 sowohl ganz als im senkrechten Durchschnitt sehen.

Fig. 1122.



Wird nunmehr in solch' einer Schale Silber mit dem nöthigen Zusatz von Blei geschmolzen und wird die Gluth stark und lange genug erhalten, um dasselbe in Glätte zu verwandeln, so löst diese die übrigen oxybirten Metalle auf, zieht damit in die poröse Masse und nach und nach wird das Silber immer freier von fremden Beimengungen, bis zuletzt nichts weiter als das reine Silber in Form eines halbrunden und oben flachen Regulus zurückbleibt. Es handelt sich übrigens hierbei immer um die Größe der Capelle, denn dieselbe kann höchstens ihr gleiches Gewicht von Bleiglätte aufnehmen.

Bei der Capellation muß man immer erst wissen, welche Legirung man ungefähr vor sich hat, denn es richtet sich nach der Quantität des Kupfers die Menge Blei, welche man zuzusetzen hat. Hat man ohne eine vorherige solche Erkenntniß auf gut Glück Blei zugesetzt, und es war dessen zu wenig, so erhält man nach dem Abziehen noch kein reines Silber, das Resultat ist also kein richtiges, hat man dagegen zu viel Blei zugesetzt, so wird man zwar ein richtiges Resultat erzielen, aber unnöthige Verschwendung an Zeit und einen unnöthigen Aufwand an Brennmaterial haben. Deshalb pflegt man eine vorläufige Untersuchung auf dem Probirstein vorzunehmen und nach deren Ergebnis den Zusatz von Blei zu machen. Die jetzigen Münzwarbeine, denen das Amt der Untersuchung von Staatswegen übergeben ist, nehmen an, daß zur Untersuchung einer beliebigen Menge einer Legirung, wenn der Zusatz von Kupfer 5 Prozent beträgt, 3 Mal so viel Blei genommen werden müsse, als man Silber zur Probe verwendet. Bei einem Zusatz von 10 Prozent muß man 7 Mal so viel und bei einem Zusatz von 20 Prozent muß man 10 Mal so viel Blei nehmen, als man Silber hat. Steigt der Zusatz auf 30 und 40 Prozent, so wird nun verhältnißmäßig nicht mehr so viel Blei zugesetzt, es genügt 12 bis 14 Mal so viel Blei als man Silber hat und steigt der Kupferzusatz über die Hälfte des eigentlichen Feingehaltes, hat die Legirung gleichviel oder gar mehr Kupfer als Silber, so setzt man 16 bis 17 Mal so viel Blei als die Probe beträgt zu, selbstverständlich muß sich nach diesem Zusatz auch die Größe der Capelle richten.

Der Ofen zur Capellirung des Silbers ist in Figur 1123 sowohl in seiner äußeren Gestalt als in einem vertikalen Durchschnitt dargestellt.

Fig. 1123.



Wir sehen, derselbe ist aus drei Stücken zusammengesetzt oder er ist wenigstens so getheilt, daß man zu dreien seiner Abtheilungen von Außen beliebig gelangen kann. Zu diesem Behuf sind auch Oeffnungen angebracht, welche durch starke Thonstücke I, E, G zugesetzt werden können. Der Durchschnitt zeigt diese Oeffnungen F, D, A. Die Thüre I führt zu dem unteren Feuerherde, die Thüre E zu der Muffel, und die Thüre G verschließt die obere Oeffnung, um das Feuer über der Muffel beliebig regeln zu können. Das Hauptstück in diesem Ofen ist die Muffel A, ein halber Cylinder mit einem flachen Bogen, auf der Rückseite geschlossen, auf der Vorderseite ganz offen und auf den beiden halbrunden Seiten mit Einschnitten versehen, welche gestatten, daß die innere Luft mit der äußeren communicire. Die Muffel selbst ist in der Figur 1124 nochmals abge-sondert dargestellt, während sie im Ofen nur im Durch-schnitt zu sehen ist.

Fig. 1124.



Der Ofen ist so eingerichtet, daß zwischen der Oeffnung D, durch welche die Muffel eingesetzt werden soll, und der Rückwand des Ofens ein Vorsprung befindlich, auf welchem die Muffel stehen kann, indessen die Holzkohlen B, welche auf dem Roste R liegen, bis dicht unter die Sohle der Muffel reichen.

Damit der Ofen mit Kohlen gefüllt werden könne bis zu der gedachten Höhe, muß er oben abgehoben werden können; dann schüttet man den ganzen unteren cylindrischen Theil des Ofens voll von Kohlen, setzt hierauf den zweiten Ring des Ofens mit der Muffel und schüttet ihn gleichfalls voll Kohlen, so daß die Muffel von oben her damit bedeckt ist, und endlich wird der dritte Theil mit dem Gewölbe und dem Schornstein darauf gesetzt. Sobald Alles bis hierher vorbereitet ist, bringt man das zu untersuchende Silber auf den Capellen in die Muffel und giebt nunmehr Feuer. Wenn die Capellen frisch bereitet sind, also natürlich nur lufttrocken, so setzt man sie auf den Kranz N, welcher den Bleischornstein M umgiebt, hier werden sie bald sehr heiß und entlassen alle überflüssigen Dämpfe und können dann gebraucht werden, wiewohl natürlich immer nur einmal, da das angezogene Bleioxyd sie für einen folgenden Versuch unbrauchbar macht.

Wenn Alles so beschickt ist, und das Feuer einen so hohen Grad erlangt hat, daß die unterdessen zugesetzt gewesene Muffel weißglühend geworden ist, so bringt man die mit den Silberproben besetzten und dem nöthigen Blei versehenen Capellen hinein. Gewöhnlich verfährt man so, daß das Blei zuerst geschmolzen und dann die zu untersuchende Legirung demselben zugesetzt wird, worin es sich sehr schnell gewissermaßen auflöst.

Man läßt jetzt die Thüren alle geschlossen bis auf die Thüre E, durch welche im Gegentheil ein starker Luftstrom eintreten soll. Damit die Luft immerfort und rasch wechsle und immer neuer Sauerstoff zu den Capellen geführt werde, sind eben die Schlitze in den Seiten der Muffel angebracht. Zu dem Brennmaterial kann die Luft nur durch den Kofst R treten, weil die beiden anderen Thüren I und G zugesetzt sind. Dies ist nicht vollkommen genug zur lebhaften Verbrennung so vielen Materials, daher geht die Luft, welche durch die Thüre D eintritt, durch die Muffel sofort nach den Schlitzen A. Sie läßt zwar einen Theil ihres Sauerstoffes bei dem Blei in den Capellen zurück, der größte Theil aber wird mit dem Stickstoff entführt und es ist folglich Gelegenheit da, daß immer von Neuem eine noch unangegriffene sauerstoffreiche Luftmasse zu den Capellen tritt.

Das lebhaft glühende Blei bedeckt sich auf diese Weise sehr schnell mit Oxyd und in der starken Hitze schmilzt dasselbe, weiße Dämpfe von dem metallischen Blei und dem Sauerstoff entwickeln sich, die Bleiglätte schmilzt, es bilden sich viele kleine Klügelchen auf der Oberfläche des Bleies, welche darauf mit größter Schnelligkeit umhersahen, die ganze Masse scheint in Kochen zu gerathen, das geschmolzene Metall bietet der oxydirenden Luft immer neue Oberflächen dar, so daß auch das Kupfer und Alles, was an unedlen Metallen im Silber enthalten war, oxydirt wird und sich mit dem Bleioxyd verbindet.

Alles was so an geschmolzenen Oxiden auf der Oberfläche umherfährt, geht nach und nach in die Masse der Capellen ein, die Fläche des Silbers reinigt sich und je mehr dieses geschieht, desto ruhiger wird auch die Oberfläche, bis endlich dieselbe das schöne Phänomen des Silberblickes zeigt, von welchem wir bereits bei der Metallurgie des Bleies gesprochen haben, natürlich hier nur sehr im Kleinen, doch ganz von gleichen Ursachen herührend und ganz denselben Anblick gewährend.

Ist dieses geschehen, so ist die Operation beendet und das Silber wird nunmehr fein genannt, es soll eigentlich gar keinen fremden Zusatz mehr haben, man zieht nunmehr die Capellen nach und nach bis an die vordere Oeffnung der Muffel, damit das silberne Halbkügelchen nicht gar zu plötzlich erkalte. Es nimmt dasselbe nämlich eine gewisse Menge Sauerstoff aus der Luft auf, ohne daß man sagen könnte, es oxydire damit, im Gegentheil wird diese Luft bei rascher Erkaltung gänzlich ausgeschieden. Genau genommen könnte dieses nur erwünscht sein, aber die Ausscheidung geschieht mit einer gewissen Heftigkeit, das Silber springt und es wird dadurch etwas von dem Silber umhergeworfen, was zur Folge hat, daß man über den Feingehalt des Silbers eine unrichtige Ansicht erhält, dies wird vermieden, wenn man die Abkühlung nicht plötzlich eintreten läßt. Ein vorsichtiger Münzwardein wird das Spritzen jedenfalls zu verhindern suchen, war es ihm jedoch nicht möglich, so muß er die Probe verwerfen, denn sie zeigt alsdann einen zu geringen Silbergehalt an.

Die Temperatur des Ofens ist von großem Einfluß auf den Gang der Capellation und bei der größten Aufmerksamkeit ist doch immer eine gewisse Unsicherheit, wenn auch in ziemlich engen Grenzen, kaum zu vermeiden, und der Untersuchende befindet sich, man möchte beinahe sagen, in der Klemme, befindet sich zwischen zwei Uebeln, nicht wissend, welches derselben er wählen soll, wenn er die Temperatur zu hoch erhebt, so wird die Reinigung des Silbers höchst vollständig, aber es findet ein entschiedener Verlust statt, weniger wie man glaubt durch die Verdampfung des Silbers, welche allerdings, aber doch nur in einem geringen Grade stattfindet, als durch Auflösung in der geschmolzenen Bleiglätte, welche in diesem Zustande stark erhöhter Temperatur äußerst flüchtig, des Silbers in bemerkbarer Menge aufnimmt und damit in die Masse der Capelle einzieht.

Wenn umgekehrt die Hitze des Ofens nicht bis auf solchen Grad getrieben wird, so ist der Verlust an Silber viel geringer, aber statt dessen ist das Silber auch keinesweges vollkommen gereinigt, das Metallkorn enthält immer etwas Blei und so hat man, je nach der Anwendung größerer oder geringerer Hitze ein danach modificirtes falsches Urtheil. Bei zu niedriger Temperatur wird man die Legirung für besser halten als sie ist,

weil ein größeres Korn übrig geblieben, welches man für reines Silber hält. Bei zu hoher Temperatur wird man dagegen die untersuchte Legirung für schlechter halten als sie ist, weil das Korn kleiner erscheint als es nach dem wirklichen Werthe der Legirung sein müßte, darum muß der Versuchende sich bemühen, den Ofen stets auf die gleiche Weise zu heizen, so wird er sich nach und nach eine Tabelle bilden können, nach welcher er für jede Legirung die Correction zu ermitteln weiß, welche er anbringen muß, um eine genaue, der Wahrheit ganz getreue Schätzung zu liefern. Eine solche Tabelle erhält man, wenn man sich aus reinem Silber und Kupfer Legirungen bildet, welche nach bestimmten Prozenten zusammengesetzt sind, deren Verhältnisse also dem Experimentator genau bekannt sind.

Diese Legirungen werden nunmehr mit den ihren Verhältnissen anpassenden Quantitäten Blei zusammengeschmolzen und im Uebrigen ganz so behandelt, als vorher angegeben. Man vergleicht hierauf die Resultate der Capellation mit dem, was man von den Legirungen als feststehend weiß. Hierdurch erfährt man, welcher ein Unterschied zwischen der gemachten Mischung und der ermittelten ist, und kann in Folge dessen sagen, wenn ein solches Resultat erscheint, so ist der wirkliche Bestand der Legirung dieser — oder jener. In der Regel wird man einen geringeren Feingehalt finden, als man wirklich erhalten müßte, und zwar ist der Unterschied eigenthümlich zu- und abnehmend. Bei möglichst reinem Silber ist der Unterschied 1000, bei sehr schwach legirtem steigt er auf 1000, bei solchen Legirungen, bei denen 40 Prozent Kupfer vorhanden sind, ist der Unterschied am größten, man findet um $\frac{1}{2}$ Prozent Feinsilber weniger, als wirklich vorhanden, nun aber tritt der umgekehrte Fall ein. Je mehr Kupfer zugesetzt wird, von da an, wo beide Metalle zu gleichen Theilen in der Legirung sind, desto geringer scheint der Verlust. Zwar ist die Angabe des Feingehaltes immer zu klein, aber sie wird $\frac{1}{4}$ Prozent, sie wird 2 pro Mill. und zuletzt weniger als 1 pro Mill.

Es ist übrigens noch von größter Wichtigkeit, daß das Blei, welches man zur Capellation anwendet, möglichst rein und ganz besonders frei von Silber sei, weil, wenn dieses nicht der Fall, immer Irrthümer stattfinden werden, man wird das zu prüfende Silber gehaltreicher finden als es wirklich ist. Derjenige, welcher die Untersuchung leitet, darf sich daher niemals darauf verlassen, daß das sogenannte Probirblei, welches er in den Handlungen von Chemikalien käuflich erhält, wirklich rein sei, er muß sich durch einen Versuch davon überzeugen, er muß eine genau abgewogene Menge Blei ohne allen Zusatz der Capellation unterwerfen, muß sehen, ob dasselbe gänzlich verschwindet, oder ob es ein Körnchen Metall übrig läßt, dieses ist immer Silber, muß auf das Genaueste abgewogen und das

Verhältniß festgestellt werden, in welchem es zu der Menge des angewendeten Bleies steht. Es wird zwar niemals 1 Prozent betragen (denn in diesem Falle ist das Blei des Abtreibens werth, denn das im Centner enthaltene 1 Pfund Silber ist sechsmal so viel werth, als der ganze Centner Blei), allein gesetzt, es wäre so, so würde man bei einer Capellation, die man mit diesem Blei macht, von dem Metallorn, was übrig bleibt, das 1 Prozent des Bleigewichtes in Abrechnung bringen müssen.

Die Untersuchung des Silbers auf nassem Wege besteht darin, daß man es auflöst und als Chlor Silber niederschlägt. Die Niederschlagung geschieht durch Kochsalz, welches aufgelöst und so gereget wird, daß ein bestimmter Antheil der Lösung genau einen bestimmten Antheil aufgelösten reinen Silbers niederschlägt.

Diese Methode haben wir von den Franzosen angenommen, man pflegt sie daher nach französischen Maassen und Gewichten zu machen. Deshalb ist die Kochsalzlösung genau so eingerichtet, daß 100 Kubit-Centimetres derselben genau 1 Gramme reinen Silbers aus einer salpetersauren Auflösung fällen.

Um die Prüfung des Silbers anzustellen, löst man 1 Gramme davon in 5 bis 6 Grammes reiner Salpetersäure. Hierzu thut man von der bestimmten Kochsalzlösung kleine Quantitäten, so lange noch eine Trübung erfolgt. Die Auflösung muß sich in einer Glasflasche mit sehr genau eingeriebenem Glasstöpsel befinden, sie muß auch Raum genug haben, um den erforderlichen Zusatz der Salzlösung bequem zu gestatten, es wird nach jedem Zusatz die Flasche geschlossen und geschüttelt, dann wird das Absetzen des Niederschlages erwartet, hat sich die Flüssigkeit geklärt, so setzt man eine neue Portion Salzwasser hinzu und wiederholt dieses Experiment so lange, als noch eine Trübung der klaren Flüssigkeit erfolgt, aber bei jedem neuen Zusatz nimmt man weniger als vorher, und zuletzt giebt man das Salzwasser nur noch tropfenweise zu. Erfolgt endlich eine Trübung nicht mehr, so untersucht man, wie viel von der Kochsalzlösung verbraucht worden ist. Die 100 Kubit-Centimetres der Salzlösung können genau fällen 100 Centigrammes Silber (d. h. 1 Gramme, wie oben bestimmt worden), hat man von der Salzlösung nur 85 Kubit-Centimetres verbraucht, so waren in der Silberlösung nur 85 Centigrammes reines Silber, es befand sich daher ein Zusatz von 15 Prozent Kupfer dabei.

Man begreift, daß dieses Verfahren eine viel größere Genauigkeit zuläßt, als die Capellation, aber zugleich ist dieses Verfahren so außerordentlich Zeitraubend, daß über einer solchen Analyse ein ganzer Tag vergehen kann. Deshalb pflegt man vorher den Feingehalt des zu untersuchenden Silbers annähernd zu bestimmen, entweder durch den Probit-

stein oder dadurch, daß man von dem zu probirenden Silber eine kleine Probe der Capellation unterwirft.

Man weiß nun ungefähr, wie viel Feinsilber in der Legirung vorhanden ist. Nach dieser Kenntniß verfährt man mit dem Salzzusatz. Angenommen, man hätte erfahren, das zu untersuchende Silber habe 90 Procent Feingehalt, so setzt man 80 Theile von den 100 Kubik-Centimetres der Salzlösung zu, hier hat man sich den ganzen Aufenthalt erspart, welcher entstanden sein würde, wenn man eben so viel von der Salzlösung nach und nach in 10 oder in 20 Abtheilungen zugesetzt haben würde. Von jetzt ab verfährt man mit kleinen Portionen so, wie es vorher bei dem ganzen Verfahren angegeben war. Man kann ferner die Untersuchung auch noch viel feiner machen, indem man die Normalsalzlösung in einer gewissen Art verdünnt, wenn man z. B. statt das erforderliche Salz auf 100 Centimetres im Kubus zu vertheilen, auf 1000 derselben vertheilt, d. h. also statt eines zehntel Litre ein ganzes Litre anwendet. Die Salzmenge ist in beiden Fällen dieselbe, aber bei einer Verdünnung der Lösung um das Zehnfache kann man zehnmal so genau verfahren.

Setzen wir den Fall, daß es sich darum handle, die Legirung einer Münze zu bestimmen. Man weiß, daß diese Legirung zum mindesten 897 Theile Silber in 1000 Theilen des Metalles enthalten müsse, vermuthet aber, daß die Legirung um $\frac{1000}{1000}$ zu schlecht sei, wie denn z. B. die neue Oesterreichische Vereinsmünze von $\frac{1}{2}$ Thaler, nicht bloß um $\frac{1000}{1000}$, sondern um $\frac{1000}{1000}$ eine viel größere Menge zu schlecht ist.

Wäre die Legirung um $\frac{1000}{1000}$ zu schlecht, hätte sie 896 statt 897 in 1000 des Metalles, so würde 1 Gramme und $\frac{1000}{1000}$ des Grammes, ein Gramme reines Silber enthalten müssen.

Man wägt nun auf das Genaueste 1,116 Gramme der Legirung ab, bringt sie in eine genau verschließbare Flasche, läßt sie durch Salpetersäure auflösen und setzt alsdann 100 Kubik-Centimetres, d. h. $\frac{1}{10}$ Litre von der Normalsalzauflösung dazu.

Es ist klar, daß in diesem Falle ein ganzes Gramme Silber wird niedergeschlagen werden müssen. Enthält nun nach der Probe die Flüssigkeit noch Silber, entsteht nach Ausscheidung des Niederschlages in der klaren Flüssigkeit noch eine Trübung, wenn man Salzwasser zusetzt, es ist also mehr Silber darin vorhanden, als man muthmaßte, wenn umgekehrt bei dem Zusatz von 1 Decilitre der Normalsalzlösung zu der Auflösung des Silbers freies Kochsalz übrig ist, so befand sich weniger Silber in der Legirung als man muthmaßte.

Um sich hiervon zu überzeugen, so schüttelt man die zusammengesetzten Lösungen, läßt sie dann ruhig stehen und gießt nunmehr eine

Reimigkeit von der abgeschwächten Salzlösung zu, betrug diese 1 Kubilcentimetre und entstand, nachdem sie zugesetzt war, eine Trübung, so ist dieses ein sicherer Beweis, daß noch salpetersaures Silber in der Flüssigkeit vorhanden war, welches durch die Salzlösung in Chlor Silber verwandelt und so niedergeschlagen wurde.

Nach dem Klären wiederholt man den Versuch mit der verdünnten Salzlösung nochmals und kann so von Schritt zu Schritt, von $\frac{1}{10}$ Prozent zu $\frac{1}{10}$ Prozent, mit größter Sicherheit vorgehen.

Findet das Entgegengesetzte statt, wird die klar gewordene Silberauflösung durch ferneren Salzzusatz nicht mehr getrübt, so ist der Zusatz von Silber zu der Legirung zu gering, oder was gleichviel sagen will, der Kupferzusatz zu groß, und deshalb allein muß die Legirung als gefehlwidrig verworfen werden, wie es auch mit den neuen österreichischen Münzen geschieht, welche die preussische Bank in Zahlung anzunehmen sich weigert.

Will man in diesem Falle den eigentlichen Werth der untersuchten Legirung bestimmen, so muß man nunmehr eine salpetersaure Silberauflösung von einem genau bekannten Werthe zu der Probeflüssigkeit setzen. Wir hatten angenommen, daß $\frac{1}{10}$ Litre des Salzwassers schon zu viel gewesen, wir wissen aber nicht, um wieviel zu viel, jetzt werden wir es erfahren. Die Silberlösung, welche uns zu Gebote steht, enthält im Ganzen $\frac{1}{10}$ Gramme reinen Silbers. Wir theilen sie in 10 gleiche Theile, so entspricht der Silbergehalt eines jeden Theiles dem $\frac{1}{1000}$ Theile eines Grammes, gesetzt nunmehr, eine Trübung der klargewordenen Mischung erfolge noch mit dem Zusatz des fünften Zehnthells, beim sechsten Zehnthelle aber erfolge keine Trübung mehr, so werden wir berechtigt sein, folgendermaßen zu schließen.

Das zugesetzte Salz war gerade genügend, um $\frac{1}{1000}$ eines Grammes reinen Silbers niederzuschlagen, hätte es gerade dazu ausgereicht, so wäre die Legirung mit ihrem Silbergehalt an der äußersten noch erlaubten Grenze gewesen, des Salzes war aber zu viel, der jetzige Silberzusatz zeigt uns, um wie viel. Um das überflüssige Salz zu sättigen, sind noch $\frac{1}{1000}$ Gramme Silber nöthig gewesen, die Legirung enthält in ihrem 1 Gr. 116 Mg. nicht 1000 Gramme Silber, sondern nur 994, der Gehalt der Legirung ist also um 6 pro Mille zu schlecht, was schon ein sehr bedeutender Fehler, was, wenn es absichtlich geschehen, schon ein Betrug ist.

In den Landesmünzen hat man immerfort eine große Zahl von Bestimmungen zu machen, es ist daher von großer Wichtigkeit, genügend genaue Apparate zu haben, mittelst deren man die Versuche auf eine bestimmte und sich immer gleichbleibende Weise, zugleich aber auch schnell

machen kann. Wir wollen daher denjenigen Apparat beschreiben, welcher sich in der großen Münzwerkstätte in Paris befindet und sich seit einer Reihe von Jahren bewährt hat.

Fig. 1125.



Die Normalsalzlösung befindet sich in einem großen Kupfergefäße V (Fig. 1125), welches innen wendig auf das Sorgfältigste verzinnt ist. Dasselbe ist genau verschlossen, damit kein Wasser verdunsten und die Flüssigkeit sich also nicht concentriren kann. Um jedoch bei diesem Verschlusse der Luft noch so viel Zutritt zu gestatten, daß die Flüssigkeit aus dem Gefäße treten kann, befindet sich in dem Deckel eingelassen eine Glasröhre u v, welche, oben und unten offen, genau so viel Luft einläßt, als Flüssigkeit austritt.

Dieses Gefäß steht ziemlich hoch an der Wand des Laboratoriums und hat an seinem unteren Ende ein rechtwinklig umgebogenes Rohr c d e, welches durch einen Hahn r geöffnet und geschlossen werden kann.

Unter diesem Rohre befindet sich ein zweites Glasrohr b c, worin ein Thermometer befindlich ist. Durch dieses Rohr fließt die Salzlösung aus, und das Thermometer zeigt die Temperatur an, welche sie hat.

Unter diesem Rohre wieder befindet sich eine Pipette A, welche genau $\frac{1}{10}$ Litre von der Normalflüssigkeit faßt. Diese Pipette ist mit einer Messingfassung, welche in dem Gestelle m n p o befestigt werden kann, versehen, die Fassung hat zwei Hähne r' und r".

Derjenige, welcher den Versuch anstellen will, schließt das untere Ende a der Pipette mit dem Finger, öffnet dann die beiden Hähne r' r" und läßt die Salzlösung in einem feinen Faden in die Pipette laufen, so daß die eingeschlossene Luft durch den Hahn r' entweichen kann. Beide Hähne werden geschlossen, sobald die Pipette gefüllt ist.

Die Flasche K, welche die aufgelöste Legirung enthält, welche man untersuchen will, befindet sich in einer Kapsel C, welche auf einem Schieber steht, der zwischen zwei Leisten NN beweglich ist.

Die in Figur 1126 gegebene Zeichnung giebt uns die Pipette A mit ihren verschiedenen Hähnen, etwas größer gezeichnet, an, man sieht gleichzeitig, in welcher Art sie sowohl unten als oben in den beiden Holzern

Trägern steckt, vermöge deren eine genaue Stellung derselben gegen den übrigen Theil des Apparats möglich wird.

Da es bei diesen Versuchen auf die größte Genauigkeit ankommt, so ist es auch nicht gleichgültig, bis wie weit die Pipette gefüllt ist. In Figur 1126 sehen wir den Hals derselben mit dem Buchstaben *a* bezeichnet. Bis hierher soll die Füllung gehen, dies ist genau der Punkt, auf welchem die gefüllte Pipette $\frac{1}{10}$ Litre enthält. Die Pipette bis hierher zu füllen, dürfte sehr schwer sein, aber sie bis auf so weit zu entleeren, ist eine Kleinigkeit. Man füllt sie also höher an. Neben der Flasche mit dem salpetersauren Silber steht eine zweite Kapsel *D*, in der ein Ständer *K* befindlich ist, welcher einen Schwamm trägt, genau bis an die Mündung *a* der Pipette reichend.

Nachdem die Füllung ganz vollbracht war, schließt man die Hähne, entfernt den Finger unter der Mündung *a* und fährt den Schieber *I*, auf welchem die Flaschen stehen, so weit unter die Pipette, daß der Schwamm *K* gerade mit der Mündung derselben in Berührung ist. Nunmehr öffnet man den Hahn *r'*, welcher vorher dazu diente, um die Luft aus der Pipette zu entlassen, und welcher jetzt dazu dient, um Luft in dieselbe eintreten zu lassen damit etwas von der Flüssigkeit entweichen könne. Sobald der Stand bis *a* herabgesunken ist, schließt man diesen Hahn wieder und nun kann man den Schwamm unter der Mündung *a* unbedenklich entfernen, es wird kein Tropfen mehr austreten.

Hat man Alles so geordnet, so wird nunmehr der kleine Schlitten zwischen den Leisten *MN* so weit verschoben, daß die Oeffnung der Flasche *K* genau unter die Mündung *a* zu stehen kommt, der Lufthahn *r'* wird geöffnet und alsbald tritt die ganze Flüssigkeit in einem feinen, continuirlichen Strahl aus der Pipette in die Flasche.

Gewöhnlich macht man eine Anzahl von Versuchen gleichzeitig und man hat zu diesem Behufe eine gewisse Anzahl von Flaschen, deren jede eine gleiche Menge verschiedener zu untersuchender Silberproben in Salpetersäure aufgelöst enthält. Die Flaschen sind sämmtlich numerirt und man kann folglich sehr genau wissen, welche Legirung man in die so ober so numerirte Flasche gebracht hat.

Es ist von Wichtigkeit, die Auflösung der Legirungen durch Wärme unterstützen zu können, deshalb stellt man die Flaschen sämmtlich auf ein Gestelle, Figur 1127, welches so viel Abtheilungen enthält, als Gefäße darauf gestellt werden sollen. Der ganze Apparat kann nun an

Fig. 1126.



seinem Knopfe gehoben und in ein Gefäß mit warmem Wasser gesetzt werden.

Fig. 1127.



Wenn auf diese Weise die Metalle gänzlich aufgelöst sind, so bläst man in jedes Gefäß durch ein Glasrohr Luft hinein, um die Dämpfe von salpetriger Säure zu verjagen.

Haben die Legirungen, welche man zu lösen beabsichtigt, ihre vollständige Vertheilung in der Salpetersäure erfahren, so bringt man sie unter den vorhin beschriebenen Apparat und läßt eine Flasche nach der anderen mit der bestimmten Quantität der genau gradirten Salzlösung zusammentreten. Es handelt sich jetzt darum, die sämtlichen Flaschen tüchtig zu schütteln, damit man dieses mit allen gleichzeitig thun könne, bringt man sie in ein anderes, ähnlich gestaltetes Behältniß, welches in Figur 1128 zugleich mit seiner Aufhängungsart dargestellt ist.

Fig. 1128.



Das vielseitige Gefäß A ist wie vorhin das unter Figur 1127 beschriebene in Fächer getheilt, in denen die mit Nummern bezeichneten Flaschen stehen können, es hängt durch einen metallenen Stiel *o* f an einer ziemlich langen Stahlfeder *od*, vermöge deren es in Schwingungen gesetzt werden kann. Damit aber diese Schwingungen regelmäßig sind und die Gefäße nur auf und ab, nicht auch zugleich von der geraden Linie abweichen, rechts und links geschaukelt werden können, so befindet sich unter der Mitte des Gestelles eine zweite Stahlfeder von gestreckter Spiralforn *ab*. Die sämtlichen Flaschen werden, nachdem ihnen die Salzlösung zugesetzt ist, mit den Glasstöpseln verschlossen und nun tüchtig geschüttelt, was einige Minuten lang dauern muß und zum Zweck hat, die Verbindung der Salzlösung mit der Auflösung der Silberlegirung gehörig zu vereinigen und dann das Klären eintreten zu lassen.

Jetzt kommen die eigentlichen Versuche über den Werth der Legirungen, denn alles bis dahin Gethane war nur eine Vorbereitung zu der Untersuchung. Die Quantität des Metalles, der Säure, die Salzlösung ist in allen Fällen gleich, es soll nunmehr erst ermittelt werden, welche von den Legirungen mehr und welche weniger Silber hat.

Die Flaschen mit dem klar gewordenen Inhalt stellt man auf eine schwarze Tafel, welche durch Striche in so viele Felder eingetheilt ist, als man Flaschen hat, jedes dieser Felder ist mit einer Nummer bezeichnet und auf dieses Feld wird diejenige Flasche gesetzt, welche die gleiche Nummer trägt.

Die Versuche zur Feststellung des Silbergehaltes werden nun mit einer verdünnten Salzlösung gemacht. Es sind hierzu Flaschen bestimmt, welche eine durch den Stöpsel gehende Glasröhre haben, wie Figur 1129 zeigt. Um neben der Verdünnung auch ein gewisses Maß derselben zu haben, verfährt man immer ganz gleichmäßig, so daß man neunmal so viel Wasser nimmt, als man Salzlösung von der Normalflüssigkeit anwendet. Um nun die Quantität Salz zu haben, welche von der Normalflüssigkeit in einem Decilitre enthalten ist, muß man von dieser verdünnten Flüssigkeit ein ganz Litre haben, es gestattet dieses daher, wie wir bereits oben angeführt, eine viel größere Genauigkeit.

Fig. 1129.



Die Flasche ist durch einige Striche in Unterabtheilungen getheilt; während sie im Ganzen $\frac{1}{10}$ Litre enthält, geben diese Abtheilungen $\frac{1}{100}$ Litre. Es ist begreiflich, daß man statt dieser Flaschen auch solche Pipetten anwenden könne, wie sie unter A in Figur 1126 gezeichnet sind. Es handelt sich immer nur darum, genau bestimmte Quantitäten und zwar stets Mengen von gleicher Größe anzuwenden.

Derjenige, welcher die Untersuchungen anstellt, läßt nun von der um das Zehnfache verdünnten Salzlösung in jedes Gefäß einen gewissen Antheil treten, einen unter allen Umständen gleichen und vorher genau bestimmten Theil, und bei jeder einzelnen Flasche wird derselbe Versuch so lange wiederholt, bis sich keine Trübung mehr einstellt.

An den Platz, an welchem eine jede Flasche gestanden hat, wird ein Strich gemacht, dann kommt Alles wieder in den Schüttelapparat, die Flaschen werden wieder an ihre Plätze gestellt und es fragt sich nunmehr, bei wie vielen derselben noch eine Hinzufügung von Salzlösung nöthig ist. Es wird dieses mit einzelnen Tropfen versucht und sobald sich eine Trübung zeigt, wird das ganze $\frac{1}{100}$ Litre von der verdünnten Lösung zugefetzt und ein zweiter Strich auf den Platz gemacht, auf welchem die des Zusatzes bedürftige Flasche stand. Man fährt nun in dieser Art fort und wird bei den verschiedenen Legirungen, welche sich in den verschiedenen Flaschen befinden, immer verschiedene Mengungen der Salzlösung hinzuzusetzen haben, bevor der Augenblick eintritt, wo durch einen neuen Zusatz keine Trübung mehr stattfindet.

Die Anzahl der Striche, welche bei jeder Flasche bemerkt ist, giebt nun den Feingehalt in Tausendtheilen an. Es wurde angenommen, daß

die Legirung $\frac{1000}{1000}$ reinen Silbers enthalten müsse, hierauf ist das ganze Prüfungsverfahren eingerichtet. $\frac{1000}{1000}$ ist zu wenig, man will aber eben sehen, ob nicht zu wenig vorhanden ist, und deshalb setzt man nur so viel Salzlösung zu, als gerade nöthig ist, diese $\frac{1000}{1000}$ in Chlorsilber zu verwandeln. Jeder Zusatz der vorhin angezeigten Quantität von der verdünnten Lösung zeigt ein neues Tausendstel an. Hat man keinen Zusatz nöthig gehabt, so war die Legirung zu schlecht, sie hatte nicht den erforderlichen Feingehalt, sie muß als Münzmetall verworfen werden. War der Zusatz einmal nöthig, so war genau das Gesezmäßige erreicht, es war die äußerste Grenze, es war der niedrigste Feingehalt vorhanden, der einmalige Zusatz würde anzeigen, daß die Legirung die als Norm vorgeschriebene Feinheit hat, 900 Feinsilber in 1000 Theilen. Würde man noch öfter den Zusatz zu wiederholen haben, so wäre dieses ein Zeichen von der zu guten Legirung und wenn sie 903 Feinsilber auf 1000 der Legirung angeben würde, so wäre dieses zwar keinesweges unerlaubt, aber es wäre unvortheilhaft, eine solche Legirung zu verwenden, und man würde alsdann das Silber lieber nochmals umschmelzen und durch Zusatz von Kupfer ihm genau denjenigen Gehalt geben, welchen das Gesetz vorschreibt.

Wenn das Silber etwas Quecksilber enthält, so wird die Untersuchung auf nassem Wege dadurch sehr unzuverlässig, indem das aufgelöste Quecksilber mit dem Salze eben so gut ein Chlormetall giebt, wie das Silber, mithin eine Quantität Salz von dem Quecksilber verbraucht wird, welche man auf Rechnung des Silbers schreibt. Für solche Fälle ist also der Weg der Capellation vorzuziehen, wenn aber, um vorläufig die Legirung zu bestimmen, das Capellationsverfahren stattgefunden hat, so kann von einem Vorhandensein von Quecksilber in der Legirung nicht mehr geredet werden, denn in diesem Falle ist das flüchtige Metall durch die Glühpipe verjagt worden.

Wir müssen noch einige Worte über die Darstellung der Lösungen sagen. Die Franzosen, welche die Feinheiten der Chemie gern und willig von den deutschen Gelehrten aufgenommen haben, verfahren doch in wunderbarer Art nachlässig in der Wahl der Materialien, sie wenden einfach dasjenige Salz an, welches bei ihnen im Handel vorkommt, und sie bezeichnen es auch ganz naiv als sel marin, nicht bedenkend, daß sie damit sagen, es sei nicht Kochsalz, sondern ein abscheulich verunreinigtes, selbst zum Kochen kaum, aber zu chemischen Untersuchungen niemals brauchbares Salz, denn es enthält eine große Menge jener Stoffe, die im Meerwasser zugleich mit dem Salze aufgelöst sind, Kalk, Magnesia &c., welche alle in mehr oder minder beträchtlicher Menge an den Salzkristallen haften, die, nachdem sie aus der Mutterlauge entfernt, niemals gehörig gewaschen werden.

Sehr viel besser befinden wir uns hier in Norddeutschland, wo das Salz, aus Salzquellen gewonnen, schon deshalb viel reiner ist, weil die meisten der Beimengungen aus der Salzsoole durch das Grabiren ausgehoben werden, weil ferner, nachdem die Salzsoole versotten worden, die herausgezogenen Salzkrystalle von der Mutterlauge sehr sorgfältig befreit werden.

Will man jedoch ein wirklich reines Salz haben, so muß man auch unser schon sehr gutes Küchensalz nochmals auflösen und umkrystallisiren, wobei, wie wir schon wissen, das gewöhnliche Verfahren nicht befolgt werden kann, weil heißes Wasser nicht mehr Salz auflöst als kaltes, mithin nichts übrig bleibt, als eine concentrirte Lösung zu bereiten und aus dieser durch Abdampfen das Salz auszuscheiden.

Entweder aus unserem als rein angesehenen oder aus wirklich reinem Kochsalz wird nun die Normallösung gemacht, indem man 100 Grammes Salz in 18,4 Litre Wasser (d. h. in 37 Pfund) auflöst. Dies ist annäherungsweise das Verhältniß zwischen Wasser und Salz, aber keinesweges genau und um das genau Richtige zu haben, muß man damit einen solchen Versuch machen, wie er vorhin beschrieben worden, man behandelt damit die Auflösung einer Legirung, aber einer auf das Allergenaueste bekannten, so daß man hieran abmessen kann, ob das Salzwasser genau das richtige Maß hat, oder ob man Wasser, oder ob man Salz zusetzen müsse. Um das richtige Verhältniß herauszufinden, wird ein solcher Versuch gar nicht genügend sein, man wird drei oder mehrere machen müssen, darf sich aber die Mühe nicht verbrießen lassen, denn nur allein dadurch kommt man zu ganz genauen Resultaten, bereitet sich auch gleich so viel davon, daß man lange Zeit damit auskommt, die Mühe mithin nicht gar zu oft wiederholt zu werden braucht. Wenn man nun die zehntel Kochsalzlösung machen will, so wird ein zehntel Litre von der Normallösung in eine Flasche gegossen, welche bis zu einer gewissen Marke ein Litre faßt. Zu diesem Zehntel der Normallösung setzt man nun $\frac{1}{10}$ destillirtes Wasser und hiermit ist die verdünnte Lösung fertig.

Die Silberlösung, welche man braucht, um zurückzuprobiren, um zuviel vorhandenes Kochsalz zu ermitteln, wird nur aus Feinsilber gemacht, es darf womöglich nicht eine Spur von Kupfer enthalten, von diesem Silber wird 1 Gramme in 5 oder 6 Grammes einer concentrirten Salpetersäure gelöst und es wird dann mit destillirtem Wasser so lange verdünnt, bis die Lösung genau 1 Litre beträgt.

Untersuchungen der Silbererze.

Die Behandlung der Erze, um sie auf ihren Inhalt zu untersuchen, ist eine ganz andere, als die der Legirung. Der Bleiglanz wird immer erst auf Erz verarbeitet, natürlich erst im Kleinen und mit ganz genau bestimmten Quantitäten. Hat man aus einer gewissen Menge Erz das Blei erhalten, so sagt man zuerst, das Erz enthalte in einem Centner oder in einem Pfund so und so viel Blei, es ist also mit der Probe zuerst der Werth des Erzes als Bleierz ermittelt, nunmehr wird dieses Blei auf dem Wege der Capellation in Glätte verwandelt und hier ergiebt sich auch wiederum aus dem Rückstande in möglich genauester Weise, wieviel Silber in dem verwendeten Blei und also auch, wieviel davon in dem verwendeten Erze befindlich ist.

Manchmal schmilzt man auch den Bleiglanz mit 3 oder 4 Zehnthellen seines Gewichtes Salpeter, es entsteht dadurch eine Verwandlung des Schwefels in Schwefelsäure, welche sich mit dem Kali verbindet zu schwefelsaurem Kali, indessen der größte Theil des Bleies sich in metallischem Zustande ausscheidet. Dieses Blei enthält nunmehr alles vorhandene Silber, und kann auf dessen Inhalt weiter untersucht werden.

Die silberhaltigen Kupfererze betreffend, so werden dieselben zuerst auf Kupfer untersucht. Sind die Erze schwefelhaltig, so muß man sie zuerst einer Röstung unterwerfen, welches in einer kleinen irdenen Schale geschieht, wobei man das Feuer so mäßigt, daß kein Zusammenschmelzen stattfindet, wohl aber die Arbeit so lange fortsetzt, bis sich nicht mehr schweflige Säure entwickelt.

Man deckt nunmehr das Gefäß (wozu sich sehr zweckmäßig ein kleiner flacher Schmelztiegel verwenden läßt) mit seinem Deckel zu, und erhebt die Temperatur bis zur vollsten Weißglühhitze, um die noch vorhandenen Schwefelverbindungen zu zerstören.

Das geröstete Erz wird nun zum Schmelzen gebracht, indem man demselben das drei- bis vierfache seines Gewichtes desjenigen Schmelzmittels zusetzt, welches man sonst unter dem Namen „schwarzer Fluß“ kannte, d. h. ein Gemenge aus 3 Theilen Weinstein und 1 Theil Salpeter in kleinen Portionen in einem glühenden Tiegel zum Verbrennen gebracht.

Mit diesem Flußmittel schmilzt das geröstete Erz in einem gewöhnlichen Calcinirofen, falls derselbe gut zieht; wenn man keinen solchen hat, so bedient man sich des Schmiedefeuers.

Ist die Operation beendet, so läßt man den Tiegel erkalten, zerbricht alsdann denselben und findet am Boden das aus dem Erz genommene

hämmerbare Kupfer und darüber eine alkalische Schlacke, welche so rein von Metall ist (dessen sie nur eine kleine Spur enthält), daß sich gerade dadurch dieses Verfahren besonders empfiehlt.

Wenn die Kupfererze nicht Schwefel enthalten, sondern wenn sie Oxide sind, so bedarf es einer vorhergehenden Röstung nicht, sondern man schmilzt sie gleich mit dem schwarzen Fluß zusammen. Hat man aus dem vorhergehenden Experiment die Menge des Kupfers erfahren, welche in dem Erze vorhanden ist, so sucht man nun aus dem Kupfer das Silber zu ermitteln, dieses geschieht, indem man das Kupfer mit seinem sechzehnfachen Gewicht Blei zusammenschmilzt und der Capellation unterwirft, das Blei wird in Glätte verwandelt und dieses löst das Kupfer auf und beides zieht in die Masse der Capellen ein. Es bleibt schließlich übrig ein kleines weißes Metallkorn, das Silber, welches in dem Erze enthalten war. Aus dem Gewicht desselben und dem Verhältniß dieses Gewichtes zu dem Erz geht nunmehr der Silberwerth des Erzes hervor.

Hat man mit reinen Silbererzen zu thun, welche Oxide sind, so mengt man dieselben mit dem acht- bis zehnfachen ihres Gewichtes Bleiglätte und mit dem Doppelten ihres Gewichtes an schwarzem Fluß. Die Mengung wird in einem irdenen Schmelztiegel bis zum Schmelzen erhitzt. Ein Theil der Bleiglätte wird durch die Kohle des schwarzen Flusses zu Blei reducirt und es nimmt dieses die ganze Masse des vorhandenen Silbers in sich auf. Das dem eigentlichen Erze beigemengte Gestein, die quarzigen, erdigen Bestandtheile verbinden sich mit dem Reste der Bleiglätte und mit dem Kali zu einer Schlacke. Wie man nun das silberhaltige Blei zu behandeln habe, wissen wir bereits. Sind die Silbererze geschwefelt und enthalten sie Arsenik, so werden sie auf ähnliche Weise behandelt, aber sehr häufig ist es nicht einmal nöthig, das Flußmittel zuzusetzen, weil Schwefel und Arsen schon genug zur Reduktion des Bleies thun und sich also dessen bei der Schmelzung so viel bildet, als erforderlich, um das sämmtliche metallische Silber aus dem Erze aufzunehmen.

Verbindungen des Silbers mit dem Sauerstoff.

Es existiren 3 solcher Verbindungen, ein Oxidul, ein Oxid und ein Superoxid.

Das Silberoxidul Ag_2O , ist ein Kunstprodukt, welches dadurch

entsteht, daß man einer Art des Silberoxydes einen Theil seines Sauerstoffs entzieht. Nicht alles Silberoxyd ist hierzu dienlich, denn die meisten solcher Sauerstoffverbindungen geben durch Erhitzung unter trockenem Wasserstoffgas ihren gesammten Sauerstoffgehalt ab, wenn man aber das citronensaure Silber Salz in Oxyd verwandelt, und dieses Oxyd in Wasserstoffgas erhitzt, so giebt es nur die Hälfte seines Sauerstoffs ab und wird dadurch zum Silberoxydul. Man hat dasselbe aber nun als citronensaures Salz, und es ist diese Oxydationsstufe nicht beständig, sie zerfällt sich schon bei gewöhnlicher Temperatur nach und nach, bei starker Erwärmung aber sehr schnell und zwar in metallisches Silber und in Oxyd, in dem derjenige Sauerstoff, welcher von dem metallischen Silber herrührt, zu dem Oxydul tritt und ihn auf die höhere Oxydationsstufe erhebt.

Silberoxyd AgO . Dieses in der Natur vorkommende Oxyd wird künstlich dargestellt, wenn man reines Silber in Salpetersäure auflöst und durch Zusatz eines Alkalis die Säure sättigt, es bildet sich dann ein brauner Niederschlag, welcher getrocknet wasserfreies Silberoxyd darstellt. Da man nicht immer reines Silber hat, so stellt man sich häufig aus der Auflösung des unreinen Silbers Chlor Silber dar, das zugesetzte Chlor (als Kochsalz, Chlornatrium) verbindet sich nur mit dem Silber und läßt die anderen Metalle der aufgelösten Legirung unberührt.

Aus dem Chlor Silber stellt man nun das Silberoxyd dar, indem man dasselbe kalt auswäscht, mit wenig Wasser verbindet und diese Flüssigkeit in eine kochende Alkalilauge gießt, doch in so kleinen Mengen, daß dadurch die Lauge nicht aus dem Kochen kommt, man erhält dann ein dunkles pulveriges Oxyd, welches ausgewaschen und weiter verbraucht werden kann.

Wenn man dieselbe Operation in etwas veränderter Weise macht, so z. B. daß man das mit Wasser flüssig gemachte Chlor Silber in die kalte Alkalilösung bringt, und es nunmehr zum Kochen erhitzt, so bündet das Chlor Silber zusammen, verweigert dem Alkali den Zutritt und verwandelt sich nicht in Oxyd.

Das Silberoxyd zerfällt bei mäßig hoher Temperatur in Sauerstoff und Silber. Es ist dieses ein Kennzeichen des edlen Metalles, unedle Metalle bedürfen eines Reduktionsmittels, Kohle oder Wasserstoff zc., bei dem edlen Metalle genügt bloße Erhitzung.

Silbersuperoxyd — siehe die folgende Seite unten.

Knallsilber.

Das Silberoxyd kann sehr leicht in jenes furchtbar gefährliche Präparat verwandelt werden, welches man Knallsilber nennt, und welches seinen Namen von dem Entdecker hat, Bertholet.

Wenn man frisch gefälltes Silberoxyd längere Zeit mit einer concentrirten Auflösung von kaustischem Ammoniak digerirt, so bildet sich ein schwarzes Pulver, welches von der allergefährlichsten Explosionskraft erfüllt ist, schon im feuchten Zustande genügt ein mäßiger Druck eines harten Körpers zum Aufklappen unter furchtbarem Krachen und ist das Pulver trocken, so ist die bloße Berührung mit der Fahne einer Feder meistens schon hinreichend. Hermbstädt erzählte in seinen Vorträgen, wenn er an dieses Kapitel kam, daß der Entdecker durch seine Unvorsichtigkeit ein furchtbares Unglück herbeigeführt habe. Als er die Entdeckung gemacht, sei dieselbe ihm interessant genug gewesen, um eine größere Gesellschaft von Herren und Damen einzuladen, und sie mit den Experimenten, welche damit anzustellen waren, zu unterhalten.

Auf dem Tische, der in der Mitte dieses Laboratoriums stand, befand sich ein Glasküchlein, in welchem das furchtbare Präparat lag. Die Gesellschaft versammelte sich, bevor Herr Bertholet anwesend war. Eine der Damen nahm ein Glasstäbchen und rührte in dem schwarzen Pulver, es entstand eine furchtbare Explosion, welche das Laboratorium zertrümmerte und die ganze Gesellschaft unter dem herniederstürzenden Gewölbe begrub.

Hermbstädt fügte hinzu, wenn sich die Sache wirklich so verhalten habe, so hätte Bertholet verdient, daß man ihn zehnfach guillotiniere, denn ein solches Präparat dürfe man nicht zu Jedermanns oder jeder Dame beliebigen Versuchen offen stehen lassen.

Selbst die Ammoniakflüssigkeit, mit welcher das Knallsilber bereitet worden ist, hat noch äußerst gefährliche Eigenschaften. Wenn man sie in einen Glaskolben sieden läßt, so bildet sich nach dem Erkalten auf der innern Seite des Gefäßes ein Beschlag von kleinen Krystallen. Berührt man diese Krystalle, selbst so lange sie noch von der Flüssigkeit bedeckt sind, mit irgend einem harten Körper, so entsteht eine Explosion, welche das Gefäß zertrümmert.

Silber superoxyd AgO_2 , ist gleichfalls nur ein Kunstprodukt und wird auf elektrischem Wege dargestellt. Wenn man salpetersaures Silberoxyd in Wasser auflöst und die mit Platin versehenen Enddrähte einer elektrischen Batterie hineinleitet, so wird das Oxyd zersetzt und es bilden sich am negativen Pole Krystalle von reinem Silber, am positiven Pole

aber Krystalle von Silberäberoxyd, welche Octaëderische Form haben, sich aber häufig in solcher Art an einander reihen, daß dadurch langgestreckte Säulen entstehen. Diese Krystalle haben doppelt so viel Sauerstoff, als das unkrystallisirte Oxyd, wenn man dieselben etwas erwärmt, so zersetzen sie sich, es geschieht aber so heftig, daß man es beinahe eine Explosion, jedenfalls eine Verpuffung nennen muß. Man kann dieses Ueberoxyd auch noch darstellen, wenn man über reines Silber in Form eines zarten Pulvers ozonhaltige Luft streichen läßt, dasselbe verwandelt sich in grauschwarzes Superoxyd, welches vollständig der vorhin angegebenen Form entspricht.

Verbindungen des Silbers mit Schwefel u. s. w.

Die oben genannte Verbindung kommt in der Natur häufig vor, und ist eines der wichtigsten Silbererze, künstlich läßt sie sich durch Zusammenschmelzen von Silber und Schwefel darstellen, da sich eine krystallinische blaugraue Masse bildet, welche entschiedenen Metallglanz hat, hämmerbar ist, und so weich erscheint, daß man sie mit dem Messer schneiden kann.

Wenn man durch eine Silberauflösung Schwefelwasserstoff leitet, so entsteht ein schwarzer Niederschlag, welcher gleichfalls Schwefelsilber ist.

Wo sich dasselbe als Erz vorfindet, pflegt man es nicht zu rösten, sondern mit Blei zusammenzuschmelzen, wodurch es sich ganz leicht zerlegt, indem das Blei alles Silber in sich aufnimmt.

Wir haben bereits bemerkt, daß das Anlaufen des Silberzeuges von einer an der Oberfläche stattfindenden Schwefelung herrührt, es ist dagegen nichts zu thun, als die Luft der Räumlichkeiten rein zu erhalten. Das Schwefelwasserstoffgas tritt aber so vielfältig und so versteckt auf, daß es sehr schwer ist, ein völliges Freihalten der Atmosphäre zu erzielen, es giebt wohl ein Mittel, Silbergegenstände gegen dieses Anlaufen zu schützen, aber dasselbe läßt sich eigentlich nur in Magazinen des Silberarbeiters anwenden, in dem Salon des wohlhabenden Mannes würde es wenigstens sehr störend sein und sehr unangenehm in die Augen fallen. Das ist Umwickeln der Gegenstände mit Seidenpapier und ein zweites Umwickeln mit Wachspapier. Hierdurch werden die Schwefelwasserstoffantheil, welche in der Luft schweben, vollständig zurückgehalten, aber wie unschön steht es aus und wie umständlich ist es.

Im Mittelalter und auch noch nach der Reformation war ein Schwarz-

färben des Silbers bei künstlich damit eingelegten Metallkunstgegenständen sehr im Gebrauch. Der bekannte Benvenuto Cellini bediente sich dieses Metalles, welches er Niello nannte und welches er durch Zusammenschmelzen von 1 Theil Silber, 2 Theilen Kupfer und 3 Theilen Blei darstellte, indem er die in solchem Verhältniß zusammengeschmolzenen Metalle in einen Tiegel goß, in welchem sich geschmolzener Schwefel befand.

Niello ist eigentlich der Name für die künstliche Arbeit, für das Einlegen einer Metallmasse mit Silber oder für das Einlegen auf Silber ausgeführter Gravirungen mit einer schwarzen Masse, Cellini aber nannte die Masse zur Füllung so, sie hat die Eigenschaft, daß sie, obschon ein Metall oder eine Legirung doch nicht metallähnlich, sondern schwarz ist. Die ehemals sehr theuer bezahlten silbernen Tabaksdosen und andere Kostbarkeiten aus Tula in Südrußland kommend, sind solche niellirte Waaren. Man verwandte dazu in früheren Zeiten sehr viel mehr Silber. Plinius, der diese künstlichen Verzierungen schon kannte, giebt an, daß man 75 Theile Silber mit 25 Theilen Kupfer und mit Schwefel zusammenschmelze, in unseren Zeiten ist man so weit heruntergekommen, daß man 1 Theil Silber, 6 Theile Kupfer und 10 Theile Blei anwendet. In Rußland nimmt man 1 Theil Silber, 5 Theile Kupfer und 7 Theile Blei, welche Masse geschmolzen man in einen Tiegel gießt, welcher mit Schwefel und Salmial ausgefüttert ist, man erhält nunmehr die Metallmasse geschmolzen, bis der im Ueberfluß zugesetzte Schwefel sich verflüchtigt hat.

Man erhält ein Schmelzprodukt, welches sich im Mörser zerstoßen und sich pulvern läßt. Dieses Pulver wird mit Salmialwasser zu einem Teig angerieben und dieser wird in die tief gravirten Metallplatten, Dosen, Schüsseln, Teller &c. gedrückt, so daß er die Einschnitte ganz füllt. Nunmehr unter der Muffel eingeschmolzen, verbindet sich das Schwefelmetall mit demjenigen, worauf es getragen worden. Das Metall selbst wird nachgeschliffen, polirt und giebt alsdann jene etwas grotesken und geschmacklosen, aber doch sehr beliebten und gesuchten Tulaer Waaren.

In allerneuester Zeit hat sich das Schwarzfärben des Silbers zu einer Art von Manie ausgebildet. Eine vornehme Dame würde sich vollständig für entehrt halten, wenn man ihr zumuthete, einen silbernen Schmuck zu tragen, ist derselbe aber schwarz, so daß er aussieht, wie Eisen, welches eben aus dem Feuer genommen ist, schwarz, matt und ohne Metallglanz, so ist das allerdings etwas ganz Anderes, solchen Schmuck darf die vornehmste Dame tragen, denn er ist viele Male theurer als reines, ungeschwärztes Silber und zugleich viel weniger werth als jenes.

Phosphorsilber entsteht, wenn man auf schmelzendes Silber Phos-

phor wirkt, die Verbindung ist aber sehr locker und hat gar keinen technischen Werth.

Kohlensilber kann gewonnen werden aus Silberfalsen von organischen Säuren. Wenn man solche Salze glüht, so entweicht die Säure und der Sauerstoff des Oxydes, es bleibt ein metallisches Korn zurück, welches reines Silber zu sein scheint, allein es ist gelohhtes Silber, und man kann dieses sehr deutlich daran sehen, daß Salpetersäure das Metall auflöst und einen schwarzen Niederschlag zurückläßt.

Verbindungen des Silbers mit den Salzbildern.

Es war der älteren Chemie schon die Verbindung des Silbers mit dem Chlor unter dem Namen Hornsilber oder salzsaures Silber bekannt, daß es aber weiter nichts sei, als eine Verbindung zweier Elemente, des Chlors mit dem Silber, wußte man freilich nicht. Man glaubte, es läge hier ein Salz vor, wie alle anderen, das Silberoxyd mit der Salzsäure.

Jetzt hat man die Sache anders zu betrachten, man weiß, worin der Unterschied zwischen den Haloidsalzen und den anderen Salzen besteht, und man weiß, daß das Chlorsilber zu den ersteren gehört.

Es giebt ein Chlorür und ein Chlorid.

Silberchlorür Ag_2Cl . Diese niedrigere Chlorstufe wird erhalten, wenn man citronensaures Silberoxydul mit Salzsäure mischt, es bildet sich sehr schnell das Chlorür als eine braune zähe Masse, welche auch entsteht, wenn man das Chlorid dem Lichte aussetzt.

Silberchlorid AgCl . Diese Verbindung sieht ganz weiß aus, ein Strich damit über dunkles Papier gemacht, würde von jedem Unkundigen für einen Kreidestrich gehalten werden, das Licht hat aber einen solchen Einfluß darauf, daß es in ganz kurzer Zeit grau, bläulich grau, und dann braun wird, was davon herrührt, daß eben durch Einwirkung des Lichts das Chlorid in ein Chlorür zurückgeführt wird.

Dieses Präparat ist jetzt von großer technischer Wichtigkeit, es hat in der Malerei beinahe die Kunst verdrängt. Man portrairt, man nimmt Landschaften, Prachtbauten, Ruinen, man nimmt Gewölbe und Meereserscheinungen durch die Camera obscura auf, durch die Wirkung, welche der mehr oder minder geschwächte Lichtstrahl auf ein durchsichtiges Häutchen hat (Eiweiß, Collobium), welches mit einer Auflösung von Chlor Silber getränkt worden ist.

Zu der Zeit, als sich Daguerre mit der nach ihm benannten Erfindung beschäftigte, hatte der Engländer Talbot denselben Gedanken aufgefaßt und auch dieselbe Erfindung gemacht, nur war die seine weit praktischer, die des Franzosen viel einseitiger, denn das Daguerre'sche Bild kann nur aus einem einzigen Punkte betrachtet werden, in allen übrigen Lagen giebt es einen fleckigen Spiegel und nichts weiter, das Talbot'sche Verfahren dagegen liefert eine schöne Zeichnung, welche auffallende Aehnlichkeit hat mit den Sepiagemälden, welche in früherer Zeit ein beliebter Schmuck der Gesellschaftszimmer waren und welche sich gleich den Talbot'schen Bildern von jedem Punkte betrachtet, gleich gut darstellen.

Der Gedanke, das salzsaure Silber zum Copiren von Kupferstichen zu benutzen, war schon dem engländischen Chemiker Humphry Davy in den Sinn gekommen, er bestrich ein weißes Papier mit einer Auflösung von salzsaurem Silber, ließ dasselbe im dunklen trocknen, legte dann einen Kupferstich mit der schwarzen Seite auf das präparirte Papier und setzte es den Sonnenstrahlen aus.

Nach kurzer Zeit war ein sogenannter negativer Abdruck des Kupferstiches fertig. Negativ, d. h. was auf dem Kupferstich schwarz war, erschien auf dem präparirten Papier weiß, und was weiß war, erschien schwarz, man kann sich ungefähr eine Vorstellung von einem negativen Bilde machen, wenn man mit Kreide auf einer schwarzen Tafel zeichnet, die sämmtlichen Conture und die Schatten werden dann weiß erscheinen, die Lichtstellen aber schwarz.

Dies war es, was Davy erwartet hatte, und er hoffte nun das positive Bild zu bekommen, indem er ein frisch präparirtes Papier nahm, und das negative Bild an Stelle des Kupferstiches setzte.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß diese Erwartung hätte erfüllt werden müssen, wenn nur das gewonnene negative Bild die Freundlichkeit gehabt hätte, in dem Zustande zu bleiben, in welchen es durch seine Verbindung mit dem Kupferstich gekommen, allein dies geschah nicht, sondern das ganze negative Bild wurde durch die Einwirkung der Sonnenstrahlen geschwärzt, es verlor alle Zeichnung, alle Contoure und konnte mithin auch keine erwecken.

Es ist fast unbegreiflich daß ein so gebiegener Chemiker wie Humphry Davy, nicht auf den Gedanken kam dasjenige, was ihm bei der Operation vorkam, das theilweise reducirte Silber in einen Zustand zu versetzen, in welchem es den Punkt der Reduktion, auf welchen es durch das Licht gebracht worden, sich bewahrte. Diesen Gedanken faßte Davy nicht, vielleicht war er ihm zu natürlich und so blieb es dabei, daß die Erfindung nicht gemacht wurde und daß man mehr als 30 Jahre warten mußte, bis es

einem Franzosen und Engländer gleichzeitig einfiel, den Versuch, wiewohl jeder für sich und jeder auf seine Weise, zu wiederholen.

Jetzt, nachdem wir lange genug mit diesen Sachen bekannt sind, wissen wir sehr genau, daß es gerbsaures Natron ist, welches aufgelöst das halb sowohl als das ganz reducirte salzsaure Silber in dem Zustande festhält, in welchem es sich in dem Augenblick befindet, wo man die Benetzung mit dem Natron anwendet.

Dieses Chlor Silber, von welchem hier die Rede ist, findet sich in der Natur vorzugsweise in Mexiko gelagert vor, es wird als Hornsilber dort gegraben und wird auf Gewinnung des Metalles verarbeitet; bei uns kommt es nur als Kunstprodukt vor, indem man es aus den Lösungen irgend eines Silber salzes (mit Ausnahme des unter schwefeligen sauren Silberoxydes) durch Salzsäure fällt. Das Chlor Silber, einen weißen Niederschlag bildend, ist im Wasser so gut, als ganz unlöslich. Es schmilzt bei 260 bis 270 Grad zu einer gelblichen Flüssigkeit, welche beim Erstarren ein hornartiges Ansehen erhält, sich mit dem Messer schneiden läßt, daher der Name des Präparats.

Will man dieses Salz krystallisirt haben, so muß man es in Salzsäure auflösen, das davon bis zu $\frac{1}{2}$ Prozent aufnimmt. Wenn man nunmehr die Lösung eindampft und dann erkalten läßt, so schießt das Salz in schönen Octaëdern an. Eine gesättigte Auflösung von Chlor Silber in Ammoniakflüssigkeit wird häufig benutzt, um Perlmutter dunkel zu färben. Man legt die fertigen Gegenstände, Knöpfe, Kreuzchen, Zwirnwicker in die Auflösung, läßt sie, je nach der dunkleren Schattirung, welche man verlangt, zwei bis drei Tage darin liegen und trocknet hierauf die Gegenstände an der Sonne. War das Farbenspiel der angewendeten Perlmutterstücke vorher schön, so erhält es durch diese Behandlung einen ganz eigenthümlichen wunderbaren Glanz.

Photographien.

Bevor wir dieses Präparat verlassen, wollen wir noch einige Worte über die Darstellung der Talbot'schen Bilder sagen, welche man jetzt vorzugsweise Photographieen nennt, wiewohl alle durch das Licht gewonnenen Bilder eigentlich Photographieen sind.

Wir haben schon oben bemerkt, daß die nach Talbot's Methode dargestellten Bilder dadurch Vorzüge vor den anderen haben, daß sie nicht

lediglich von einem Punkte betrachtet zu werden brauchen, das Papier hat keinen Metallglanz wie der Spiegel einer polirten Silberplatte, und dies gestattet, daß man von jedem Gesichtspunkte aus, von dem man überhaupt ein Bild sehen kann, den Eindruck desselben empfangt.

Das Papier, welches zu diesen Bildern verwendet wird, und welches den Namen photographisches Papier hat und als solches sehr theuer bezahlt werden muß, unterscheidet sich in keiner Weise als in der Höhe des Preises vom anderen in der Masse geleimten nicht geglätteten Maschinenpapier. Geglättet darf es nicht sein, weil es Korn haben muß, wodurch die Ähnlichkeit des fertigen Bildes mit einer Tuschezeichnung bedingt wird.

Das Papier, welches man zur Aufnahme des Bildes bestimmt, zerschneidet man in regelmäßige Stücke von der Größe, welche man dem Bilde zu geben beabsichtigt. Dieses hängt von der Größe der Camera obscura und von der Focalweite des darin wirkenden Glases ab.

In ein viereckiges Glas oder Porzellangefäß, welches größer ist, als das Papier, bringt man eine Auflösung von Chlor Silber, welche man sich bereitet, indem man 1 Loth salpetersaures Silber in 10 Loth Wasser auflöst und dazu etwas Kochsalz setzt, wodurch das Chlor Silber gebildet wird, was sich nun auch zugleich äußerst fein zertheilt, in der Flüssigkeit schwebend erhält, wiewohl nur sehr kurze Zeit, so daß bei einem jedesmaligen Gebrauch die Flüssigkeit vorher umgerührt werden muß.

In dieser Flüssigkeit tränkt man nun das Papier und hängt es im Dunkeln zum Trocknen auf.

Schon dieses ist eigentlich genug, um ein Lichtbild hervorzurufen, allein es dauert lange, bevor es in voller Schärfe erscheint, deshalb macht man die eine Seite des so vorbereiteten Papiers noch besonders empfindlich, indem man dasselbe mit Jod und Brom tränkt, es wird hierzu 1 Loth Jodkalium in 10 Loth destillirtem Wasser aufgelöst, dann wird Bromkalium, Cyankalium, Fluorkalium und Chlorammonium, von einem jeden 5 Gran, dazu gethan, die Auflösung wird durch Schütteln befördert und man läßt sie durch Absetzen sich klären. Alles dieses geschieht im Dunkeln, im Dunkeln müssen auch die Präparate aufbewahrt werden und alles, was ferner mit dem zur Aufnahme von Lichtbildern bestimmten Papiere gemacht wird, geschieht gleichfalls im Dunkeln.

Das mit Chlor Silber getränkte Papier wird nun auf die Jodflüssigkeit gelegt, wobei man darauf zu sehen hat, daß keine Stelle unbenezt bleibe, auch das Papier nur auf einer Seite naß werde. Verschiedene Techniker machen den Weg umgekehrt, sie benezen das Papier zuerst mit der Jod- und dann mit der Chlorflüssigkeit, es scheint hieraus hervorzugehen, daß dieses gleichgültig sei.

Nachdem das Papier die zweite Benetzung erhalten hat, wird es mit der nicht benetzten Seite auf eine Glasafel gelegt und darauf ziemlich gerade gezogen, doch darf man die Stellen, auf denen das Bild erscheinen soll, nicht mit den Fingern anfassen. Die Streckung darf nur an den äußersten Ranten des Papiers ausgeübt werden. Auf die obere nasse Seite legt man ein Stück sehr reinen weichen Fliesspapiers, um die überflüssige Feuchtigkeit fortzunehmen. Ist dieses geschehen, so kann das noch feuchte Papier sofort in die Camera obscura gebracht werden, um das Bild zu empfangen, es versteht sich von selbst, daß die Stelle, an welche das Papier zu setzen ist, vorher auf das Genaueste ermittelt sei. Man läßt nunmehr das Instrument seine Dienste thun, wozu nur sehr wenige Sekunden hinreichen.

Das Papier wird aus der Camera obscura genommen und in eine Auflösung von Gallussäure gelegt, wodurch das Bild hervorgerufen wird. Die 4 oder 6 Sekunden, während welcher das Papier in der Camera obscura verweilt, sind genügend gewesen, um das Chlorsilber so zu verändern, daß es zum Theile reducirt wird, allein das Auge giebt hiervon keine Kunde, es muß dieses erst durch die Gallussäure dahin gebracht werden, zu zeigen, wo und wie das Licht gewirkt habe, auch hier ist nur kurze Zeit erforderlich, doch eine viel längere, als nöthig war, das Bild selbst zu erzeugen. Man muß nach einer halben, nach einer ganzen Minute bei dem Schein einer Lampe nachsehen, ob bereits alle, auch die feinsten Züge sichtbar sind, Tageslicht darf durchaus nicht angewendet werden.

Dieses ist schon ein Experiment, welches Davy nicht machte, ihm genügte, das mit Chlorsilber überzogene Papier so lange unter einem Kupferstiche liegend dem Lichte auszusetzen, bis alle Züge mit der erforderlichen Schärfe zu sehen waren, wollte man die Dame, welche sich für ihren Bräutigam porträtiren lassen will, so lange vor der Camera obscura festhalten, bis ihr Bild, auf diese Weise gemacht, die nöthige Schärfe hätte, so könnte sich unterdessen möglicher Weise der Bräutigam anders besinnen, es wäre auch Niemand im Stande, so lange, als hierzu nöthig, statuenartig still zu sitzen, die geringste Bewegung aber stört den Eindruck, läßt das empfangene Bild unvollendet und verursacht die Erscheinung eines neuen, welche das erste theilweise bedeckt.

Nachdem das Bild durch Gallussäure hervorgerufen worden, muß das Papier auf solche Weise behandelt werden, daß es seine Empfindlichkeit gegen das Licht verliert, und dieses geschieht, indem man nach vorherigem Abwaschen des Bildes mit destillirtem Wasser (mittelft eines sehr breiten, aber äußerst weichen Haarpinzels) dasselbe in eine Auflösung von unterschwefligsaurem Natron legt.

Durch das Jod war das ganze Papier gelblich gefärbt. Das alkalische Salz nimmt das Jod auf und das Papier wird dadurch weiß, aber durch eben dieses Alkali wird auch das Chlor entfernt, das Papier ist also nunmehr nicht allein weiß, sondern auch unempfindlich gegen das Licht und es kann, nachdem alle diese Operationen im Dunkeln vorgenommen worden sind, nunmehr ganz unbedenklich dem Tageslichte ausgesetzt werden. Nach einer jeden und auch nach der letzten Operation ist das Abwaschen mit Wasser erforderlich, denn es darf so wenig freies Natron wie freie Gallusäure an dem Papiere haften bleiben. Es wird hierauf getrocknet und ist nunmehr fertig, aber es ist das negative Bild, das Gesicht ist schwarz, die Haare sind weiß, die Schuhe sind weiß, die Strümpfe schwarz. Es muß jetzt von diesem negativen Bilde das Umgekehrte genommen, es muß ein positives gemacht werden.

Zu diesem Behufe legt man ein genau ebenso vorbereitetes Papier auf das Lichtbild, drückt beide zwischen ebenen Glasaufeln zusammen und setzt sie so vereint dem hellsten Tageslichte aus, doch immer so, daß dasjenige, was wir das negative Bild nennen, dem Lichte zugekehrt ist und das Papier, welches das positive Bild empfangen soll, sich an die Wand lehnt, ferner muß bemerkt werden, daß das negative Papier mit der Bildseite auf dem anderen Papiere liegt und seine Rückseite der Sonne zugehrt.

Es gehört nunmehr viel Takt dazu, die richtige Zeitdauer für die Ausstellung zu treffen, weil sonst das Bild leicht viel dunkler werden kann, als man beabsichtigt. Hierüber läßt sich gar nichts lehren, dies ist ganz und gar Sache der Erfahrung. Man wird zuerst 10 Mal, 20 Mal fehlgreifen, das Bild zu früh und auch zu spät aus dem Lichte entfernen, endlich aber kommt man dahinter und kann sich nun auf sein Gefühl so ziemlich verlassen.

Das positive, durch die Ausstellung gewonnene Bild muß nunmehr ebenso behandelt werden, wie das vorige, auch hier muß das Chlor durch unterschwefligsaures Natron beseitigt werden, es bleibt alsdann nur dasjenige zurück, was aus dem Chlormetall theilweise reducirt worden ist, und es bleibt dieses unvergänglich für alle Zeit, in welcher man überhaupt Papier erhalten kann.

Diese Papierbilder haben vor den auf Silberplatten erzeugten noch die große Annehmlichkeit voraus, daß man an kein Format gebunden ist, das Bild so groß machen kann, als es irgend möglich erscheint eine Camera obscura zu verfertigen, welche die gewählte Größe des Bildes giebt, auch hier ist, wie begreiflich, kaum eine Grenze, denn der Verfasser besitzt eine solche mit einem Objectiv von 7 Fuß Brennweite, welche auf einer Tafel von 16 Quadratfuß Bilder erzeugt, welche bis an die äußerste

Grenze dieser Tafel scharf und durchaus nicht verzogen sind. Zur Aufnahme von Monumenten der Baukunst hat man aber dunkle Kammern mit noch größerer Focalweite, denn diese bestimmt das Verhältniß zwischen Bild und Gegenstand.

Ferner ist mit diesen Papierbildern eine Versendung möglich, man legt eines in einen Brief oder man legt hundert zusammen in ein Packet, und wenn sie nicht unthätwillig zerstört werden, so gelangen sie unverändert an ihre Adresse, sind die Bilder aber auf Silber gemacht nach der Daguerre'schen Art, so müssen sie jedenfalls mit Glas bedeckt sein, und dann muß man, um das Bild zu verschicken, einen besonderen Kasten haben, und nun darf das Glas nur durch irgend eine Ungeschicklichkeit zertrümmert werden, so ist auch das Bild verloren, denn die Glasstücke scheuern es entzwei.

Um zu unseren Haloidverbindungen des Silbers zurückzukehren, müssen wir noch sagen, daß einige dieser Verbindungen in der Natur vorkommen, z. B. das Bromsilber und das Jodsilber, welche in Chile und Mexiko, wiewohl selten erscheinen, beide aber, sowie das Fluorsilber und das Cyan Silber, haben bis jetzt noch keine technische oder sonstige Anwendung gefunden.

Verbindungen der Silberoxyde mit den Säuren.

Unter allen diesen, deren eine große Menge ist, tritt das salpetersaure Silberoxyd ganz vorzugsweise so in medizinischer wie in technischer Beziehung auf. Es ist jenes Präparat, welches unter dem Trivialnamen Höllenstein bekannt ist, ein fürchtbares Gift, ein höchst segensreiches Heilmittel, ein Narkotikum, und in dieser wie in mancher anderen Beziehung von einer großen Wichtigkeit.

Um es zu bereiten, trägt man reines Silber entweder aus Platten geschnitten oder im granulirten Zustande in Salpetersäure ein. Da es mitunter schwierig ist, Silber gewalzt zu erhalten, das Granuliren aber äußerst leicht vor sich geht, so pflegt man dieses Letztere zu wählen. Silber wird geschmolzen und einige Fuß hoch in Wasser gegossen. Da das Silber dabei mitunter umherspricht, so thut man wohl, die Schüssel mit Wasser auf den Fußboden zu setzen und selbst auf einen Schemel zu steigen, die Entfernung kann 5 bis 6 Fuß betragen, je weiter der Tiegel vom Wasser entfernt ist, desto kleiner werden die Tröpfchen, desto zarter wird das Silber

vertheilt; aus dem Wasser genommen, hat es ein ungemein schönes, schneeweißes Ansehen.

Das Silber wird in mäßig concentrirte Salpetersäure in kleinen Portionen eingetragen; um die Lösung gesättigt zu erhalten, befördert man durch Wärme die Verbindung und setzt das Eintragen so lange fort, bis keine Wirkung mehr auf das eingetragene Silber sichtbar ist. Man dampft nunmehr die Lösung langsam ab, beim Erkalten krystallisirt das salpetersaure Silberoxyd in farblosen Tafeln aus. Will man die Krystalle frei von anhängender Salpetersäure haben, so dampft man die Lösung bis zur Trockenheit ab, dann löst man den Rückstand in Wasser auf und bringt diesen nunmehr durch Verkochen und Erkalten zum Krystallisiren, wo dann etwaige Unreinigkeiten in der Mutterlauge zurückbleiben.

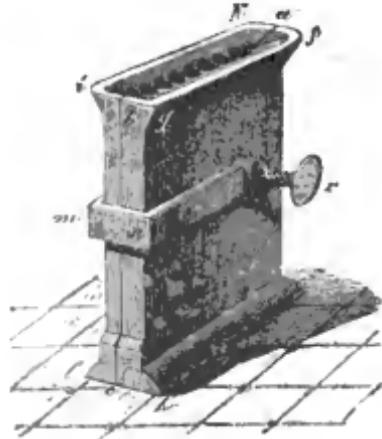
Gewöhnlich ist das Silber nicht rein genug, um dem Zwecke, ein solches Silber Salz zu erhalten, zu entsprechen, nur sehr wenige von den ganz alten brabantischen Thalern und von den französischen Laubthalern sind ohne Vorbereitung der Darstellung des salpetersauren Silbers brauchbar, die im Süden von Deutschland unter dem Namen „große Thaler“ geprägten Stücke, welche einen Nennwerth von 2 Gulden 42 Kreuzer Rheinländisch haben, zeigen zwar das Gepräge jener alten brabantischen Thaler, aber sie haben durchaus nicht ihre Reinheit, im Gegentheil hat man die alten guten Münzen eingeschmolzen und neue schlechtere dafür geliefert.

Will man aus kupferhaltigem Silber ein reines Salz darstellen, so löst man, wie vorhin beschrieben, dasselbe in Salpetersäure bis zur vollkommenen Sättigung auf, fällt aus einem Theile der Auflösung unreines Silberoxyd, indem man Kalilauge zusetzt, wäscht es aus und bringt es zu dem übrigen Antheile der noch nicht gefällten Silberlösung, wodurch sich das Kupferoxyd ausscheidet. Das Silber bleibt in der Lösung und das Kupferoxyd kann durch das Filtrum getrennt werden, aus dieser Lösung gewinnt man nunmehr durch den Krystallisationsproceß das reine, salpetersaure Silberoxyd.

Das krystallinische Salz oder auch dasjenige, welches man beim Eindampfen der Lösung als trockenen Rückstand erhält, ist schmelzbar und kann schon bei gelinder Hitze in einem Porzellantiegel zum Fluß gebracht werden und wird alsdann in Formen gegossen, welche gewöhnlich von Messing und inwendig versilbert sind. Dieselben bestehen, wie die auf der folgenden Seite befindliche Figur 1130 zeigt, aus zwei flachen Stücken, gfh und kl, und sind durch die Linie abcd getheilt. Die beiden Stücke haben, ein jedes gleichviel, cylindrische Höhlungen, welche beim Aneinandersetzen genau zusammenpassen, so daß sich ganze hohle Cylinder von der Dicke einer

Rabensfeder bilden. Durch die Klammer *m*n werden sie mit einander verbunden und durch die Schraube *r* in der angemessenen Lage erhalten.

Fig. 1130.



In diese Formen gegossen, erhält man vollkommen weiße Cylinder, welche ein deutliches, sternartig krystallinisches Gefüge haben. War die Temperatur bei der Schmelzung zu hoch, so findet sehr leicht eine Reduktion von etwas Silber statt und dann sind die durch den Guß erhaltenen kleinen Cylinder schwarz.

Dieses Salz, welches in den Apotheken *Argentum nitricum fusum* heißt, muß sich in Wasser vollständig auflösen und muß vollkommen weiß sein, es sei denn, daß es unvorsichtig mit der Hand angefaßt oder mit anderen organischen Körpern in Berührung ge-

bracht worden ist. In diesem Falle kann es etwas gefärbt erscheinen, aber die Auflösung sagt sogleich, ob die Färbung davon herrührt, daß Kupferoxyd, oder reducirtes Silber darin enthalten ist. Wenn nämlich die Auflösung nicht vollständig stattfindet, sondern ein im Wasser unlöslicher Bodensatz zurückbleibt, so ist dieser entweder Kupferoxyd oder metallisches Silber, um sich von der Richtigkeit dieser Ansicht zu überzeugen, braucht man auf diesen Rückstand nur etwas Salpetersäure zu bringen, welche denselben sogleich auflöst.

In einigen Apotheken wird dem Höllenstein beim Schmelzen etwas Chlorsilber zugesetzt, damit dasselbe verhindere, daß das salpetersaure Silberoxyd eine krystallinische Fügung annimmt, wodurch es sehr zerbrechlich wird. Solcher Höllenstein verräth sich dadurch, daß er beim Auflösen in Wasser einen Rückstand von Chlorsilber zurückläßt.

Wenn man eine Lösung dieses Höllensteins auf organische Substanzen, z. B. auf die grau werdenden Haare eines etwas eiteln Mannes bringt, so werden sie schwarz, indem aus der Auflösung des Oxydes das Silber durch das Licht reducirt wird.

Es müssen nicht gerade graue Haare sein, auch rothe werden schwarz, aber nicht bloß Haare roth oder grau, sondern überhaupt organische Substanzen, und so kann es wohl kommen, daß derjenige, der durch Färbung seines rothen Haares sich um ein Bedeutendes schöner zu machen hofft — sich bloß um ein Bedeutendes lächerlich macht, indem auch die Haut unter

und bei einiger Unvorsichtigkeit auch neben dem Backenbart schwarz wird, daher man sich bei solchen Präparaten um so mehr zu hüten hat, als die schwarzen Flecke nicht so leicht wegzuschaffen sind, wie etwa Ruß- oder Dintenflecke, sondern man ruhig abwarten muß, bis nach 3 oder 4 Wochen die Haut sich abgenutzt hat.

Diese Eigenschaft, organische Stoffe schwarz zu färben, macht das salpetersaure Silberoxyd ganz vortrefflich benutzbar zum Wäschezeichnen, indem sich die sogenannte unauslöschliche Dinte daraus darstellen läßt.

Diese Dinte besteht aus einer Auflösung von Höllenstein in Wasser und einem Zusatz von Gummi, wodurch die Lösung etwas schwerer flüchtig wird, als sie im bloßen Wasser wäre, da aber Gummi selbst eine organische Substanz ist, so giebt sie die erste Veranlassung, daß diese sonst farblose Auflösung nunmehr schwarz wird, und sich als Dinte kennzeichnet.

Soll ein Tuch oder eine Serviette mit einem Buchstaben versehen werden, so tränkt man den Zipfel desselben in einer Auflösung von kohlen-saurem Natron welcher gleichfalls etwas Gummi zugesetzt worden. Dieses geschieht, damit die Schriftzüge nicht in der Leinwand verfließen, das Gummimwasser giebt der Leinwand Steifigkeit wie geleimtem Papiere und es läßt sich nach dem Trocknen sehr bequem darauf schreiben, was man entweder mit einer frischgeschnittenen Gänsefeder oder mit einem hölzernen Stempel bewerkstelligt. Die Schriftzüge sind gleich Anfangs braun, werden aber im Tages- oder im Sonnenlichte ganz schwarz, es ist aber ein Irrthum, wenn man diese Dinte für unauslöschlich hält: waschen mit Chlorwasser und darauf mit Ammoniakflüssigkeit löschet die Schrift vollständig aus. Dasselbe geschieht durch eine Auflösung von Cyankalium.

In früheren Zeiten hat man sich dieser Dinte bedient, um die den Bleichen anvertraute Leinwand damit zu bezeichnen, seitdem man aber weiß, daß die Unauslöschlichkeit nicht gar zu weit her ist, bedient man sich des Steinkohlentheeres, welcher durch ein wenig Naphtha (Bergöl) verdünnt wird. Diese Kohlenstoffverbindung ist nicht zerstörbar und das Chlor würde eher die ganze Leinwand vertilgen, als die schwarze Farbe der Zeichnung bleichen.

In der Medizin wird das salpetersaure Silberoxyd als Aetzmittel angewendet, es zerstört nicht nur die Organisation, sondern es hebt das Leben in dem damit benetzten Theile auf. Es geht dieses natürlich nicht ohne Schmerzen ab, viele Leute haben aber eine solche Angst vor dem Messer des Operateurs, daß sie sich lieber 20 Mal dem Schmerz des Aetzmittels aussetzen, als einmal dem viel geringeren eines raschen Schnittes. Zur Entfernung von Warzen, zur Vertilgung von wildem Fleisch wird es häufig angewendet, aber auch innerlich hat man es gebraucht, und welsch

ein mächtiges, den Körper durchbringendes Mittel es sei, ergibt sich daraus, daß Personen, welche dasselbe längere Zeit, wenn auch in den kleinsten Gaben, gebraucht haben, eine eigenthümlich violetschwärzliche Färbung der Haut erhalten, indem das Silberoxyd sich durch Einwirkung des Lichtes reducirt und dieser Vorgang sich durch die Farbe der Haut kund giebt.

Wenn man bedenkt, wie gering die Quantität überhaupt sein darf (wegen der großen Giftigkeit des Präparats), wenn man bedenkt, daß von dieser kleinen Quantität, welche sich im ganzen Körper vertheilt, nur ein Minimum bis auf die Haut gelangen kann, so darf man wohl zugestehen, daß es ein tiefdringendes Medicament sei, und daß z. B. Metallsalze nicht bloß in den ersten Wegen, dem Magen, den Gedärmen verweilen, sondern daß sie in das Blut dringen und durch dieses in die feinsten Theile des Körpers getragen werden.

Schwefelsaures, Chlorsaures, brom- und jodsaures Silberoxyd und viele andere haben keinen technischen Werth, können also von uns übergangen werden.

Knallsaures Silberoxyd

ist eine Verbindung, welche dem Bertholet'schen Knallsilber ähnlich ist. Man löst 1 Theil Silber in 10 Theilen concentrirter Salpetersäure auf, gießt die Lösung in Weingeist von 90 Prozent, erwärmt diese Mischung langsam, aber beinahe bis zum Sieden, entfernt sie jedoch, sobald die ersten Anzeichen des Siedens wahrnehmbar sind, vom Feuer und läßt sie erkalten, es bilden sich nunmehr schöne, blendend weiße Nadeln, dieses Präparat explodirt durch Erhitzung, durch Reibung, durch Stoß sehr heftig und viel stärker als das ähnliche Quecksilberpräparat, es ist daher eine äußerst gefährliche Spielerei dasselbe zu Knallsilbidibus oder Knallsilbonbons anzuwenden, weil hier die Explosion immer nahezu in der Höhe des Gesichts entsteht. Manches Auge ist durch solchen thörichten Spaß für immer erloschen. Bei der Aufbewahrung unter Wasser ist die Verührung mit einem harten Gegenstande genug, um die Explosion hervorzubringen, trocken sollte es nie aufbewahrt werden. Auch der elektrische Funke bringt es zum Explodiren und zwar viel leichter als Schießpulver. Merkwürdig ist, daß auch die Verührung mit concentrirter Schwefelsäure eine Explosion hervorruft.

Scheidung des Goldes vom Silber.

Bei der Scheidung des Silbers vom Golde schlagen die Techniker in den Münzwerkstätten von Nordamerika einen eignen Weg ein. Das Californische Gold enthält immer etwas Silber, das Silber enthält immer kleine Theile von Gold; um dieselben besser trennen zu können, macht man absichtlich eine geschmolzene Legirung von 2 Theilen Silber und 1 Theile Gold. Die Tiegel in den dortigen Münzen fassen 150 Pfund, werden in dem gedachten Verhältniß beschickt, der Schmelzprozeß dauert etwa eine Stunde und dann wird das geschlossene, gut gemischte Metall granulirt. Mit 4 Oefen werden täglich 40 bis 80 Schmelzungen gemacht, so daß täglich das Metall zu einer halben Million Dollars bereit gemacht werden kann.

Die Arbeit von zwei Tagen solcher Schmelzungen wird so zerkleinert, granulirt in große Steingutkrufen gebracht und mit starker Salpetersäure übergossen, für 2 Millionen Dollars braucht man ungefähr 60 Töpfe.

Unter wiederholtem Umrühren bleibt die Flüssigkeit 7 Tage auf dem Metall, worauf sie mittelst eines goldenen Hebers abgezogen, zu dem zurückbleibenden Metall aber frische Salpetersäure gegossen wird. Ein goldener Heber ist nöthig, weil jedes andere Metall außer Platina von der starken Salpetersäure angegriffen werden würde. Einen Glasheber könnte man allerdings anwenden, doch geschieht es der leichten Zerbrechlichkeit wegen nicht. Wäre das Unglück des Verlustes einer krummgebogenen Glasröhre auch nicht gar so groß, so würde doch der Inhalt, es würde die concentrirte Silberlösung mit verloren gehen, und diesem Uebelstande kommt man durch den goldenen Heber zuvor. Das Aufgießen frischer Salpetersäure ist nothwendig, weil die erste Portion noch keinesweges alles Silber aus der goldhaltigen Legirung aufgenommen hat. Jetzt wird aber die Wärme zu Hülfe genommen, und statt in 7 Tagen, ist schon in 7 Stunden die Operation beendet. Auf 1 Pfund Gold verbraucht man $4\frac{1}{2}$ Pfund Salpetersäure; im Jahre 1853 verbrauchte man 1,000,000 Pfund dieser Säure.

Das Gold, welches zurückbleibt, ist beinahe ganz fein, es hat nur $\frac{7}{100}$ Theil eines Prozents an Silber. Das nasse, schwammige Gold wird vielfältig ausgewaschen und dann durch die hydraulische Presse zu Kuchen zusammengebrückt, welche man in eisernen Pfannen bei mäßiger Rothglühhitze trocknet.

Die Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd wird in eine große Kufe gefüllt, in welcher Kochsalz enthalten ist, dadurch wird das Metall als Chlor Silber gefällt.

Das Chlor Silber wird sorgfältig ausgewaschen, dann noch feucht mit fein gelbtem Zink ohne Zusatz einer Säure zusammengebracht, die Reduktion erfolgt ganz leicht und ohne Schwierigkeiten, aber unter sehr lebhafter Wärmeercheinung. Wenn der erste Tumult vorüber ist, setzt man Schwefelsäure zu, um das überschüssige Zink zu entfernen. Die Auflösung von schwefelsaurem Zink und Chlorzink wird in der Regel nicht weiter benutzt. Auf eine Million Dollars Gold braucht man ungefähr 40 Centner Zink. Den stöchiometrischen Gesetzen zufolge würde man zu einem solchen Quantum nur 24 Centner Zink brauchen. Die Anwendung in solchem Ueberschuß hat sich aber als sehr nützlich bewährt, indem dadurch bedeutend an Zeit gespart wird.

Das durch Zink reducirte Silber wird ausgewaschen, gepreßt und getrocknet, worauf es eingeschmolzen werden kann.

Nach Böttger's Angaben ist der Stärkezucker unter Mitwirkung von Natron höchst geeignet zur Darstellung metallischen Silbers aus seinem Chlor Salz. Wenn man gut gewaschenes Chlor Silber, nachdem es so eben gefällt worden, in eine Porzellanschale bringt und mit einer Lösung von krystallisirtem kohlensauren Natron und dem dreifachen Gewicht Wasser übergießt und hierzu so viel Stärkezucker fügt, als das Chlor Silber gewogen hat, so wird durch Erhitzung bis zum Sieden das Silber in wenigen Minuten metallisch ausgeschieden, selbst wenn man beträchtliche Mengen desselben angewendet hat.

Das reducirte Silber erscheint als ein zartes, dunkelgraues Pulver, welches so schwer ist, daß es sich aus dem zum Waschen angewendeten Wasser sofort niederschlägt und durch bloßes Abgießen von demselben getrennt werden kann. Wenn man dieses Pulver glüht, so wird es schneeweiß und bildet einen locker zusammenhängenden Schwamm.

Jährliche Silberproduktion.

Ueber die Größe der Silbergewinnung sind verschiedene Untersuchungen gemacht worden. Es dürfte schwer sein, zu genauen Zahlen zu gelangen, doch sind einige Berechnungen von Birkmöre und Whitney auf Daten gestützt, welche einige Glaubwürdigkeit verdienen. Für das Jahr 1840 wird die Silberproduktion auf der ganzen Erde zu 1½ Millionen Pfund Zollgewicht angegeben; für das Jahr 1850 auf beträchtlich mehr als 2 Millionen Pfund; für das Jahr 1854 hatte die Gewinnung des Silbers nach Whitney folgenden Werth (in Dollars ausgedrückt):

Länder.	Worth in Dollars.
Rußland	928,000
Schweden	56,000
Norwegen	272,000
Großbritannien	1,120,000
Preußen	480,000
Der Harz	480,000
Sachsen	960,000
Das übrige Deutschland	48,000
Oesterreich	1,440,000
Frankreich	80,000
Spanien	2,000,000
Australien und Oceanien	128,000
Chile	4,000,000
Bolivia	2,080,000
Peru	4,800,000
Ecuador, Neu-Granada &c.	208,000
Brasilien	11,200
Mexiko	28,000,000
Bereinigte Staaten	352,000
	<hr/>
	47,443,200

Dies würde ungefähr einer Summe von 3,160,000 Pfund entsprechen.

Es ist also vorläufig noch nicht gerade Besorgniß vorhanden, daß wir mit Silber all zu sehr überschüttet werden, denn es ist unglaublich, welche Quantitäten von diesem Metalle lediglich durch die Verfilberung draufgehen, ganz abgesehen von dem enormen Verbrauch, den die Dienstboten durch das Putzen des Silbers machen. Man sagt, ein Infanteriegewehr würde während der Friedenszeit im Laufe von 20 Jahren vollständig verputzt, so daß kein Stück davon, weder der Lauf noch das Schloß, noch die Beschläge irgend mehr brauchbar wären. Es ist ganz gewiß, daß, wenn eine fleißige Dienstmagd die silbernen Löffel ihrer Herrschaft, vorausgesetzt daß sie täglich gebraucht werden, ebenso täglich putzt, dieselben sicher nicht so lange halten werden als ein gutes Infanteriegewehr.

Autogene Verfilberung.

Das Silber wird sehr häufig zur Verfilberung von Geschirren angewendet, welche man aus unedlen Metallen machen will, während sie doch das Ansehen ächten Silbers haben sollen.

Daß die Versilberungen sich sehr bald abnutzen, weiß ein Jeder, daß aber die Abnutzung an verschiedenen Stellen verschiedener Art sei, unterliegt auch keinem Zweifel. Das Innere eines Löffels von Neusilber, das versilbert ist, nutzt sich bei Weitem nicht so schnell ab, als das Äußere. Es würde daher nicht ohne Wichtigkeit sein, ein Verfahren zu kennen, vermöge dessen man einen und denselben Gegenstand verschiedenartig versilbern könnte. Da ist nun ein Franzose Girard auf den kühnen Gedanken gekommen, die Kunst einer solchen verschieden starken Versilberung zu erfinden und die Erfindung eine „autogene Versilberung“ zu nennen. Die Kunst besteht darin, daß er $\frac{1}{3}$ der Menge Silber, welche auf die Versilberung verwendet werden soll, durch den galvanischen Strom niederschlagen läßt. Man nennt diese Prozedur die galvanische Versilberung und sie ist Seite 437 ff. dieses Bandes beschrieben worden. Das letzte Viertel der bestimmten Quantität wendet der Erfinder in Gestalt von Blattsilber an, welches er wiederholt auf die stärker angreifbaren Stellen, z. B. auf das Äußere eines Löffels trägt und durch Anschmelzen befestigt.

Da dieses von 16 bis zu 40 Silberblättchen über einander geschehen muß, so ergibt sich hieraus ganz einfach eine Reihe von mühsamen Operationen, welche schließlich dazu führen, daß man einen massiv silbernen Löffel zu einem geringeren Preise kaufen kann, als einen so 16 bis 40 Mal überzogenen.

Wir dummen Deutschen haben uns bis jetzt noch nicht bis zu solcher Höhe aufschwingen können. Wir machen das alles durch den galvanischen Prozeß ab. Wenn der kupferne, messingne, überhaupt aus unedlem Metall gemachte Gegenstand in dem galvanischen Apparat die nöthige, überall gleichmäßige Versilberung erhalten hat, so wäscht man ihn ab, trocknet ihn, zuerst in Sägespänen, dann aber durch Erwärmung, und wenn sich endlich jede Spur von Feuchtigkeit verflüchtigt hat, so überzieht man diejenigen Stellen, welche genug Silber haben, mit einem stark bedeckenden Harzstrich, welcher in der Wärme flüssig, in der Kälte aber erstarrt ist. Nun setzt man die galvanische Versilberung fort. Das Silber setzt sich nur auf diejenigen Stellen nieder, welche nicht beharzt sind, und man wäre auf diese einfache Weise die Versilberung zehnmal so dick zu machen im Stande, als der ganze Löffel ist. In der neuen französischen Methode liegt wohl eine neue französische Prahlerei, aber keinesweges eine Erfindung von irgend einem Werthe.

G o l d.

Das Gold ist das edelste der Metalle, und ist vielleicht das am längsten bekannte, da es vorzugsweise gebiegen vorkommt und am leichtesten, mit der geringsten Mühe gewonnen werden kann; schon das erste Buch Mose giebt uns an, daß in dem Flusse Pison, welcher aus dem Garten Eden kam, sich Gold fand und daß es rein und köstlich sei, und Hiob erzählt uns, daß die Erde Gold führe (Buch Hiob, Kapitel 20 Vers 1), es hat das Silber seine Gänge und das Gold seinen Ort, da man es schmilzt, wo aber will man Weisheit finden und wo ist die Stätte des Verstandes, man kann nicht Gold um sie geben, noch Silber darwägen, sie zu bezahlen u., das Gold ist Hiob so geläufig, daß er Unterschiede zwischen dem von Ophir und anderem macht, und seiner vielfältig erwähnt, woraus sich denn ergibt, daß man zur Zeit, da jene ältesten Urkunden des Menschengeschlechts niedergeschrieben wurden, schon verschiedene Fundorte und verschiedene Arten des Goldes gekannt habe. Auch das geläuterte Gold ist wenigstens zur Zeit Salomonis bereits da gewesen, denn in seinen Sprüchwörtern sagt er: „Wie der Tegel das Silber, und der Ofen das Gold, also prüfet der Herr die Herzen.“

Die Verschiedenheit des Goldes, deren Moses erwähnt indem er verschiedene Eigenschaften desselben kennt welche gewissen Fundorten eigen sind, beruht hauptsächlich darin daß es äußerst selten ganz rein, sondern gewöhnlich mit etwas Silber legirt ist. Da die geringe Quantität, in der das Silber dabei austritt, der Schönheit des Goldes übrigens keinen Abbruch thut, so ist es wahrscheinlich, daß man sich gar nicht bemüht hat, dasselbe vollkommen rein darzustellen und dieses um so weniger, als die Trennung des Goldes vom Silber kaum anders, als durch unsere concentrirten Säuren möglich ist, deren Anwendung man damals noch nicht kannte, vorausgesetzt, daß die ägyptische Priesterweisheit, welche sie Mumien einbalsamiren und galvanische KupfERNIEDERSCHLÄGE machen lehrte, jünger sei als die Nachrichten, welche uns Moses über Egypten liefert. Ist dieses nicht der Fall, so mögen sie doch wohl auch schon zu Moses Zeiten die Salpetersäure gekannt haben. Es ist nämlich eine Thatsache, daß man auf einigen der Binden, mit denen die Mumien umwickelt sind, Zeichnungen findet, welche mit salpetersaurem Silber gemacht worden sind. Waren diese Mumien nun schon zur Zeit des Moses bereitet, so läßt sich an ihrer Bekanntschaft mit diesen mächtigen chemischen Mitteln nicht mehr zweifeln.

Man pflegt für das Alter des Goldes als Beweis anzuführen, daß es schon zur Ausschmückung der Stiftshütte benützt wurde, älter aber ist jedenfalls das Gold, welches im Besiz der Israeliten war als Schmud

ihrer Frauen, den sie benutzten, um daraus das Götzenbild, das goldene Kalb zu gießen, älter ist das Gold, welches sie beim Auszuge aus Egypten von den Bewohnern des Landes entlehnten, um es mit sich zu nehmen, älter sind wahrscheinlich die Schätze, welche man unter dem Schutt jener großen Städte in Kleinasien, Niniveh u. A. findet, so daß es schließlich keinem Zweifel unterliegt, das Gold sei, wenn nicht das allerälteste, so doch gewiß eins der ältesten Metalle.

Jetzt ist das Gold in Jedermanns Händen, nicht so war es in jenen uralten Zeiten, wo der Krieg hauptsächlich darin bestand, daß man so viel als möglich die durchzogenen Länder ausplünderte und den geschlagenen Herrschern ihr Gold abnahm, was sie hier wiederum den Reicheren unter ihren Unterthanen abgenommen hatten. Auf solche Weise häufte sich das Gold an einzelnen Punkten in der ungeheuersten, beinahe fabelhaftesten Weise, auf solche Art füllten sich die Schatzkammern der assyrischen, medischen, persischen Könige, und auf solche Art brachte David das Gold zusammen, womit er den Tempel des Herrn baute, und welches, wenn die Zahlen nicht solche sind, wie wir sie noch jetzt brauchen, um bedeutende Massen in Pausch und Bogen zu bezeichnen, enorm gewesen sein muß. David sagt selbst, er brachte des Goldes zusammen an 100,000 Centner, und des Silbers 1000 mal 1000 Centner. (1 Chr. 28, 14, „siehe, ich habe in meiner Armuth verschafft zum Bau des Tempels des Herrn an 100,000 Centner Gold und 1000 mal 1000 Centner Silber.“ Dies ist noch eine Armuth, welche sich allenfalls ertragen läßt).

Auf diese Weise häuften auch die Römer das Gold der ganzen ihnen bekannten Welt bei sich auf und da ihre Welt eine größere war, als die des Kerges, so war auch die Masse des bei ihnen aufgehäuften Goldes größer als die der Perser, denn das Gold der Perser war mit dabei.

Ob dieses ein Segen ist, dürfte wohl bezweifelt werden. Wir sehen, daß an zu vielem Golde alle die Nationen, welche dessen hatten, erkrankt und untergegangen sind, so nicht nur die verweichlichten Perser, so nicht nur die Bewohner des Ost- und Weströmischen Reiches, sondern sogar die edlen und ritterlichen Spanier, welche durch die Entdeckung von Amerika in Besitz von unendlichen Schätzen gelangt, ihres Fleißes, ihrer Industrie, ihrer Kunst vergaßen und zu dem herabsanken, was sie gegenwärtig sind, was ja so weit ging, daß sie selbst die reichen Silberminen, welche ihr Land besitzt, vernachlässigten, verließen, Minen, welche dem Hannibal täglich 300 Pfund Silber lieferten und ihm die Hülfsmittel zum Kriege gegen Rom gaben. Allerdings mußten die Bergleute im Wasser stehend arbeiten, aber sie häuften es doch in solchen Massen auf, daß, wie man sich bildlich ausbrückt, sie einen ganzen Strom von Silber erzeugten.

Mit dem Untergange des römischen Reiches scheint die Ausbeutung

des Goldes beträchtlich verringert worden zu sein, dagegen taucht in dieser Zeit die Alchemie auf, der Versuch, Gold durch Kunst darzustellen. Die Alchemisten suchen zwar ihr Bestreben in das Kleid der Ehrwürdigkeit eines grauen Alterthumes zu hüllen, sie geben an, die Kunst sei da gewesen, sie wollten dieselbe nicht erfinden, sondern nur wiederherstellen. Hermes Trismegistus, der große Weise, welcher mehr als 35,000 Werke, Bücher mit eigener Hand geschrieben, habe diese Kunst besessen und er sei entweder der 1900 Jahre vor Christus lebende König Siphooas oder der 2700 Jahre v. Chr. lebende König Thot oder Moses oder gar Adam selbst gewesen, was denn allerdings ein hohes Alterthum voraussetzte, aber gleichviel, ob früh oder spät der Gedanke, Gold zu erzeugen, aufgetaucht sei, damals, bald nach Untergang der ohnmächtig gewordenen beiden römischen Reiche, entwickelte sich diese Kunst (mit der sich sogar Isaaq Newton beschäftigte) erst wieder. Hunderte von Jahren nach dem Auftauchen dieser Kunst suchte man die Erze des Goldes auf.

Die Fundorte desselben sind kaum zu zählen, nur ist es gerade nicht in großer Menge über die Erde verbreitet, wenigstens nicht in solchen Mengen, wie Eisen, Blei, Kupfer &c. Das Gestein, welches am häufigsten Gold führt, ist der Quarz, welcher Gänge in Granit bildet, außerdem aber kommt es in Abschwemmungen vor, in dem aus verwittertem Quarz gebildeten Sande. In diesem Falle wird es immer gebiegen in kleineren oder größeren Körnern gefunden.

Im Alterthum hatte das Land Ophir einen sehr berühmten Namen wegen seines Goldreichthums, wo ist aber dieses Land? Es scheint ein noch jezt ungelöstes Räthsel. Einige setzen es nach dem Mittelpunkte Asiens, andere wie Josephos, ein ebräischer Schriftsteller aus der Zeit der Eroberung Jerusalems durch die Römer, versetzten es nach Indien jenseits des Ganges nach Siam und wer weiß wohin, es war aber sehr weit von Kleinasien, denn die Schiffe, die Salomo dahin schickte, brauchten 3 Jahre zur Hin- und Herreise. Vielleicht ist es ein so fabelhaftes Land, wie das spanische Eldorado, welches auch Jahrhunderte lang in den geographischen Werken spulte. Da die größten Gelehrten sich vergeblich um Aufklärung bemüht, so wollen wir es auch ruhen lassen und uns zum Herodot wenden, dessen vielfältig bemängelte Kenntniß sich durch die neueren Forschungen noch immer mehr und mehr bestätigt. Er erzählt, daß die Völker, welche an den Quellen des Indus wohnen, eine große Menge Gold bekommen, aus den Steppen von Kobi, von den östlichen Grenzen der großen Bactrischen Wüste und er erwähnt der ergiebigen Goldgruben, welche diesen Reichthum lieferten und siehe, Pallas hat die Ueberbleibsel dieser Bergwerke aufgefunden und beschrieben. Nach ihm sind sie von

Gmelin besucht worden und sie tragen vollkommen das Gepräge eines überaus hohen Alterthums, der Unvollkommenheit in der Bearbeitung, welche auf ein nomadisches Volk hinweist.

Ebenso unzweifelhaft, wie diese Goldquelle, ist es, daß Arabien und Aethiopien im Alterthume sehr viel Gold geliefert haben. Der hoch berühmte Forscher Belzoni erzählt ferner, daß große Strecken der Sahara-Gebirge Gold geliefert und daß die Pharaonen wahrscheinlich ihre Schätze von hier bezogen hätten.

Uns näher, in Europa finden wir Goldminen in Thracien, in Thessalien und auf der Insel Phasus. Die Römer zogen ihr Geld, so weit es durch den Bergbau gewonnen wurde, aus den Alpen und aus Aegypten, in diesem letzteren Lande fand es sich in solcher Menge, daß dadurch sein Werth um ein volles Drittheil herabgedrückt wurde, weshalb die Eigenthümer dieser Minen weniger Leute anstellten, um durch die geringere Produktion den Werth des Produkts wiederum zu heben. In Spanien wurde schon sehr früh, namentlich in der Provinz Asturien Bergbau auf Gold betrieben. Der Tago und einige andere Flüsse lieferten eine solche Menge Goldes, daß die Leute sagten, das Wasser laufe über goldenen Sand. Was das Silber betrifft, so wurde es dort in solcher Menge gefunden, daß die Phönicier nicht nur ihre Schiffe damit beinahe bis zum Untergehen belasteten, sondern auch die allergewöhnlichsten Gegenstände, wie z. B. ihre Kessel und Dreifüße, ja sogar ihre Anker aus Silber machten und es läßt sich wohl denken, daß ein so kühnes und handeltreibendes Volk, wie die Phönicier waren, den Metallreichtum des Landes, sobald sie ihn einmal erkannt hatten, nicht unbenutzt lassen würden. Auch aus Siebenbürgen bezogen die Römer schon Gold und es scheint, als habe man sogar in England schon welches gefunden, in Schottland wenigstens giebt es 5 oder 6 Fundorte, wenn sie auch nicht sehr reich sind, in Irland soll es an einigen Orten in bedeutenderen Quantitäten gefunden worden sein, es wurde aber bald erschöpft. Die Gebirgsflüsse Europas führen zum großen Theil Gold, wenn auch nicht in solchen Mengen, daß es jetzt noch des Suchens danach lohnte. Früher war dieses anders, nicht weil es mehr Gold in den Flüssen gab, sondern weil das Wenige einen viel höheren Werth hatte. Der Verfasser besaß eine alte Karte von dem Laufe des Drau-Flusses (Drave), auf welchem an mehr als 20 Punkten Goldwäschen angegeben waren. Zu einer Zeit, wo Luther es für ein königliches und also nicht annehmbares zu hohes Geschenk hielt, als Kurfürst Friedrich der Weise ihm 6 Ellen Tuch zu einem Rode und eine Elle Sammet zu einem Barrett schenkte — „das Tuch mochte doch wohl einen Abend die Elle gelostet haben“, meint er — zu einer solchen Zeit lohnte schon, den Sand der Drau oder des Rheins, oder der oberen Donau

auszuwaschen, betrug auch die tägliche Ausbeute nur $\frac{1}{2}$ eines Guldens, so betrug sie doch immer sechsmal so viel, als ein fleißiger Tagelöhner mit anderer Arbeit verdienen konnte.

In Deutschland gewinnt man Gold durch den Bergbau, in Salzburg, in Tyrol, im Harz, im Erzgebirge wird dasselbe gefunden, zwar überall als Nebenprodukt, doch immer in solcher Menge, daß es der Mühe wirklich lohnt. Die reichsten Goldminen von Europa sind die ungarischen und siebenbürgischen, die jährliche Ausbeutung des ungarischen soll beinahe 1 Million Thaler betragen, ungefähr $\frac{2}{3}$ dieser Summe gewinnt man in Siebenbürgen.

Die mächtigen und überreichen Golddistrikte Rußlands gehören nicht mehr nach Europa, sie liegen auf dem Ostabhange des Ural, ja und noch weiter östlich in dem eigentlichen Centralasien, dem Gouvernement Tomsk und Jeniseisk. Wir haben über jene goldreichen Gegenden durch Pallas und Smelin sehr genaue Nachrichten. Am ausführlichsten sind sie aber in neuester Zeit durch Humboldt beschrieben, welcher sie besuchte. Zu Pallas Zeiten glaubte man, das Gold fände sich vorzugsweise in der Nähe von Jekatarinenburg, es ergab sich aber, daß 30, 40 und noch mehr Meilen, sowohl nord- als südwärts von diesem Punkte Goldlager befindlich seien, aber erst unter der Regierung des Kaisers Nicolaus wurden die Lager am Ostabhange des Ural und in der Mitte von Sibirien entdeckt.

Der goldreiche Boden ist durchweg hügelig, in der Mitte von Sibirien sind es die Ausläufer des Altaigebirges, welches Rußland von China trennt. Die Goldausbeute ist so groß, daß sie jene des Urals bei Weitem übertrifft, obwohl man auch an diesem Gebirge reichhaltige Lager von goldigem Sand und darin die größte Goldstufe, welche bis jetzt gefunden worden ist, entdeckte. Man hatte daselbst schon in früheren Zeiten Goldwäschen gehabt, sie aber wegen ihrer Unergiebigkeit aufgegeben. Im Jahre 1842 wurde der Rest einiger alter Trümmer von Gebäuden, welche zum Goldwaschen gedient hatten, abgebrochen und siehe, man fand unter einem Pfeiler einen Klumpen Gold, welcher 80 Pfund wog. Dieses Stück befindet sich jetzt in dem Mineralien-Kabinet des Corps des Mines in Petersburg. Ein Jahr später betrug die Ausbeute dieses verlassenen Plazes 3 Millionen Thaler, aber freilich ist die Ausbeute vom Altai noch viel größer, denn sie beträgt 17 Millionen Thaler jährlich. Die Gesammtausbeute von ganz Rußland beträgt jährlich 25 Millionen.

Von dem übrigen Golde, welches Asien liefert, bekommen wir fast gar nichts zu sehen, es sei denn dadurch, daß die in Indien angestellten Engländer es von den Eingebornen erpressen, alles Gold nämlich, was in sehr vielen Bergwerken von Thibet gewonnen wird, geht nach Indien, in China bedient man sich nur des Silbers als Münzmetall. Das Vorkom-

men des Goldes in Indien selbst scheint nicht so groß zu sein, als man früher glaubte. Ueber Afrika und dessen Goldreichtum ist uns wenig bekannt, die noch heute sogenannte Goldküste liefert dessen nicht viel. An der Ostküste, der Insel Madagaskar gegenüber möchte wohl mehr gewonnen werden, aber unsere neuesten Reisenden glauben, die Hauptmenge des Goldes fände sich in Kordofan, dem alten Aethiopien. Was wir von dem afrikanischen Golde zu sehen bekommen, soll kaum 30,000 Thaler jährlich betragen.

Eine unglaubliche Masse Goldes kam in früheren Zeiten aus Südamerika, in Brasilien betrug die Ausbeute während des vorigen Jahrhunderts jährlich 30 Millionen spanischer Piaster, seitdem man aber nicht mehr bloß den Sand durchwühlt, sondern sich an das Gestein selbst, welches das Gold führt, gemacht hat, ist die Arbeit den Leuten zu schwer geworden und der ganze Bergbau liegt darnieder. Peru aber ist sehr reich an Gold und lieferte in früheren Zeiten nächst Mexiko all das edle Metall her, durch welches die Spanier so unedel geworden sind.

Nordamerika, und zwar vorzugsweise die äußerste Westküste ist gegenwärtig in der Reihe der goldführenden Länder zum ersten Range gelangt. Der Verfall der Bergwerke in Südamerika datirt mehr von dem Uebermaaß an Gold in Californien, als von der geringen eigenen Ergiebigkeit. Zwar finden sich auch in den uns zunächst gelegenen Gebirgen von Amerika, welche das an der Ostküste gelegene Flachland und Tiefland begrenzen, reiche Goldlager, aber ihr Werth verschwindet neben denen von Californien, welche im Jahre 1847 entdeckt worden.

Bis dahin war diese Halbinsel und der innere Raum des Purpurmeeres beinahe ganz unbekannt, einige spekulative Holländer, einige Mexikaner und ein Paar Franzosen hatten sich vereinigt, um dort eine Niederlassung zu gründen. Niemand dachte daran, daß der Boden von solchen Schätzen durchdrungen sei. Noch im Jahre 1848 betrug die ganze Einwohnerzahl einschließlich der ungetauften Wilden circa 15,000 Seelen, da fanden ein Paar von diesen Leuten, welche sich wegen des Handels mit den Wilden dort niedergelassen hatten, ein Goldsandlager. Die beiden Männer hießen Marshall und Sutter, sie legten an einem Nebenflusse des Sacramento eine Sägemühle an und fanden dabei eine große Menge Goldschuppen. Sie suchten Anfangs diese Entdeckung ganz ins Geheim auszubeuten, doch war ihre Goldwäscherei kaum im Gange, als sie auch schon durch ihre eigenen Leute verrathen wurden.

In derselben Zeit kam in jener Gegend eine Abtheilung der aus dem Mississippihale vertriebenen Mormonen an, sie hörten von Sutter's und Marshall's Glücksfall und sie suchten und fanden Gold, und in wenigen Wochen hatte sich die Anzahl der Goldsucher schon auf mehr als 4000

gesteigert. Die ganze Bevölkerung der benachbarten Stadt St. Franzisko, die Besatzung des Forts Monterey, die Mannschaften der im Hafen liegenden Schiffe strömten schaarenweise zu den Goldsuchern, so daß alle anderen Geschäfte liegen blieben, die Schiffe nicht aus dem Hafen segeln konnten, die Herrschaften sich selbst ihre Stiefel putzen und ihre Zimmer reinigen mußten, weil ihre Bedienten sie verlassen hatten. Arbeiter, die in der Stadt blieben, wurden täglich 5 bis 6 Dollar pro Mann bezahlt. Die Ausbeute war so groß, daß schon am Anfange (in der Mitte des Jahres 1848) die Masse des Goldes täglich 30 bis 40,000 Dollars betrug, was in Kurzem auf 50 bis 60,000 Dollars täglich stieg, so daß im September 1848 Gold im Betrage von $3\frac{1}{2}$ Millionen Dollars vorrätzig lag.

Man suchte rings umher und überzeugte sich, daß die Goldregion einen Flächenraum von wenigstens 120 Quadratmeilen habe, das Metall kommt in feineren oder stärkeren Schuppen, Flittern, Blättchen und in Körnern bis zur Schwere von mehreren Pfunden vor. Die Arbeiten zur Gewinnung des Goldes sind äußerst beschwerlich, die Leute stehen immerfort im Wasser und sie sterben zu Hunderten, es fanden sich auch bald mexikanische Spitzbuben ein, welche diejenigen, die mit Gold beladen zurückkehrten, beraubten und ermordeten, allein dies hinderte nicht, daß sich die Zahl der Goldsucher vermehrte, ganze Schaaren strömten von allen Enden der vereinigten Staaten von Südamerika, von den Sandwichs-Inseln, von China, von Europa nach Ober-Californien und es haben sich ganze große Gesellschaften zur Ausbeutung des Goldlandes gebildet.

Jahr für Jahr setzten sich die Einwanderungen fort, und obschon sicher nur die Allerwenigsten ihre Hoffnungen erfüllt sahen, so wuchs doch die Einwanderung mit jedem Jahre bis zu dem Augenblick, wo Australien daran Theil nahm.

Es ist höchst wunderbar, wie der Golddurst stieg mit der Gefahr, ihn zu stillen, die unerhörten Raub- und Mordthaten, welche von den Mexikanern begangen wurden, die Brändstiftungen, die Vergiftungen, das Abschachten ganzer Gesellschaften konnte nicht hindern, daß immer erneuerte Züge doch eintrafen, konnte nicht hindern, daß man das fürchtbare Elend einer Seereise im Zwischendeck eingepackt und eingepöckelt, in dem abscheulichsten Schmutz und in einer wahren Pestluft durchmachte, um dahin zu kommen, daß man den Landweg durch Mexiko und Texas unter den unfüglichsten Entbehrungen und von allen Seiten durch die schrecklichsten Gefahren bedroht, machte, um nach dem Goldlande zu kommen.

Nun war man dort angelangt, nun gab es nichts, was ausschweifend genug gewesen wäre, um nicht erhofft, nicht erwartet zu werden, nun trat auch der glückliche Fall ein, daß man täglich des Goldes so viel fand, als

der Werth von 15 bis 20 Dollars betrug, und daß kein spanischer Hallunke den Lasso schwang und dem armen Mann die Kehle zuschnürte, nachdem er sich 2 Monate lang um solchen Erwerb gequält, wenn aber der Mann sah, was er in dieser Zeit wirklich erübrigt, so wollte es ihm vorkommen, als sei ihm das Gold unter den Fingern geschmolzen und so war es auch wirklich; für den Kaffee zu seinem Frühstück war ein Dollar fortgegangen, eine Semmel kostete dasselbe, wollte er Zucker haben, so mußte er nochmals einen Dollar heransholen, jedes Stück Brod, jeder Bissen Fleisch, jeder Trunk kostete einen Dollar, es gab keine andere Scheidemünze als diese Dollars, was man bei uns für 2 oder 3 Pfennige kauft, das kostete dort einen Dollar, und gewann einer wirklich zwölfmal den Werth dieser Scheidemünze an einem Tage, so war er und blieb er ein Bettler, erst dasjenige, was über diesen Normalatz an Gold gefunden wurde, konnte als Erwerb betrachtet werden. Nun aber traten Ueberschwemmungen des Goldbistrikts ein, welche die Ernte störten, oder es traten Krankheiten mit epidemischem Charakter auf, welche die Zahl der Goldsucher um ein Drittel verminderte, oder es trat eine förmliche Hungernoth ein, bei welcher die bisherigen und hier genannten Preise sich um das Zehnfache steigerten, so daß alle Ordnung vernichtet, alle geschäftlichen Rücksichten ausgelöscht, vertilgt wurden und die schon an sich traurig genug zusammengesetzte Bevölkerung das abschreckendste Bild einer totalen Auflösung, Verwilderung darbot. Dies ging so weit, daß nicht bloß Raub und Mord an der Tagesordnung waren, sondern daß selbst zwischen den Eingewanderten aus Deutschland und denen aus den vereinigten Staaten, daß zwischen diesen letzteren und den Franzosen, daß zwischen allen den hier Genannten und den Mexikanern förmliche Schlachten geliefert wurden, in denen man sich zuerst mit der Büchse aus der Ferne und dann mit dem Dolchmesser Mann an Mann abschlachtete.

Der Senat, die gesetzgebende Versammlung versuchte den Zubrang nach dem Goldbistrikte zu verringern, indem sie ein Gesetz erließ, nach welchem jeder Goldsucher einen Erlaubnißschein haben mußte, welcher monatlich mit 20 Dollar zu bezahlen war, dann wurde überhaupt die Erlaubniß, das Land zu betreten, einzuwandern, gleichviel zu welchem Zwecke, von dem Senat ver sagt, und viele Einwanderer an der Schwelle zurückgewiesen, allein gleichviel, ob diese Gesetze zweckmäßig genannt zu werden verdienten oder nicht, sie kamen nur ausnahmsweise zur Ausführung, denn was sich stark genug fühlte, verhöhnte die Gesetze und widerstand ihnen mit bewaffneter Hand, es war dieselbe Wirthschaft, wie in der Türkei, wo der Sultan dem mißliebigen Pascha die seidene Schnur schickt, welche derjenige, der sich zum Widerstande nicht kräftig fühlt, löst und sich

selbst um den Hals legt, indessen der Pascha, welcher genug Leute unter sich hat, den Henker sammt seinen Trabanten mit derselben Schnur stranguliren läßt, welche ihm zugebacht war. Das ewig wiederkehrende Rechtsunwesen in allen Republiken, in denen die ausübende Gewalt nicht in einer kräftigen Hand liegt.

Am besten befanden sich immer diejenigen, welche nicht Gold suchten, sondern es für Handelsgegenstände den Goldsuchern abnahmen, diese Leute hatten keine Mühe davon und zogen fast den ganzen Gewinn. Die Masse Goldes belief sich auf ein so bedeutendes, daß man beinahe Anstand nimmt, die Zahlen auszusprechen. Man hält sie für unglaublich. In den ersten Jahren kamen nur für 22 bis 23 Millionen Thaler Goldbarren nach Europa und in Nordamerika wurde das doppelte dieser Menge in Münzen verwerthet, bedeutende Quantitäten wurden nach China und Indien verschifft, in späteren Jahren stieg die jährliche Ausbeute auf 90 bis 100 Millionen Thaler, was zur Folge hatte, daß der Goldwerth in Europa um mehrere Procente sank, jetzt aber haben sich die Unfälle für die Goldsucher so sehr gehäuft und so häufig wiederholt, daß der Strom der Einwanderung aus Kalifornien sich zurückwälzt, aber würde nicht der Luxus immerfort steigen und würde nicht Gold, welches niemals verloren geht, wie die Leute sagen, doch in den ungeheuersten Massen verloren gehen, so müßte der Goldwerth nothwendigerweise um ein sehr Bedeutendes sinken. Dasjenige, was die Waare hält auf ihrem hohen Preise, selbst bei dem übermäßigen Zufluß, ist der Verbrauch an Vergoldungen von Büchertiteln, von Rückenverzierungen, von Belegung des Schnittes, ist der Verbrauch zur Vergoldung von Glas und Porzellan, zu Spiegel- und Bilderrahmen und zu unzähligen aus Messing dargestellten Gegenständen. Dasjenige Gold, was zur Vergoldung von Silber verbraucht wird, geht nur zum Theil durch Abnutzung verloren, das nicht abgenutzte kann wieder gewonnen werden, die echten goldenen Stickereien der Uniformen behalten immer einen gewissen, wenn auch geringen Werth, man verbrennt die Seide und scheidet das Gold vom Silber; nicht so ist es mit den Vergoldungen auf Kupfer und Messing, oder auf Papier und Porzellan. Wer giebt uns das Gold zurück, welches auf dem Schnitt der Taschenbücher, auf den großen Ladenschilden, auf den feinen lackirten Blechwaaren angebracht ist, niemand glaubt, wie beträchtlich der Verbrauch des geschlagenen Goldes, des sogenannten Blattgoldes ist. Nürnberg allein fabricirt davon jährlich für 4 Millionen Dukaten, das ist aber nur ein Punkt der Erde und Deutschland verbraucht im Ganzen vielleicht zehnmal so viel, als in dem gedachten Orte geschlagen wird, was Frankreich und England davon producirt, ist wieder bedeutend mehr, als was in Deutschland fabricirt wird, wobei nicht

vergessen werden darf, daß alles dasjenige Gold, welches zur Vergoldung von Metallen, Glas und Porzellan gebraucht wird, nicht zum Blattgold gezählt werden kann.

Die ganze Gebirgsreihe, durch welche die Hauptflüsse des Festlandes von Californien strömen, besteht theils aus vulkanischem, theils aus plutonisch umgewandeltem Gestein, worauf die jüngsten Alluvial-Ablagerungen liegen. Diese letzteren sind es, welche die Goldfelder enthalten, sie kommen an den niederen Hügeln vor und erstrecken sich oft meilenweit in die Ebene, sie enthalten Quarz, Glimmerschiefer, gerollten Sand, groben Kies, mit Sand gemischten Lehm, und in diese Substanzen ist das Gold eingesprengt, so daß man durchschnittlich auf den Centner des Sandes einen halben Thaler an Gold findet, wo es jedoch an Wasser fehlt, betrachtet man so gemischten Sand gar nicht erst als goldhaltig, wendet ihm verächtlich den Rücken und sucht solche Stellen auf, wo man das Gold in Körnern findet, dieses ist mitunter in so großer Menge vorhanden, daß ein Hügel davon den Namen „Berg Ophir“ erhalten. Der Boden dieses Berges, die 30 Fuß unter der Oberfläche liegende Schicht Thon und weicher Schiefer ist durchgestreut mit Gold durchsäet, daß 7 Mexikaner, welche ihn entdeckten und ihr Geheimniß eine Woche lang zu bewahren vermochten, in dieser Zeit gegen 300,000 Thaler Gold sammelten, nach welcher Zeit sie natürlich vertrieben wurden, ja noch den Himmel zu danken hatten, daß man ihnen ihr Gold und sie am Leben ließ. Andere Arbeiter fanden in jedem Korbe Erde für 12 bis 20 Thaler Gold.

Raum hatte man sein Erstaunen über die Schätze Californiens mäßigen gelernt, als eine neue Entdeckung die Phantasie von Abenteuer suchenden Leuten aufregte. Im Jahre 1847 wurden die californischen Schätze entdeckt, im Jahre 1851 fand man die lange verborgen gewesenen Reichthümer des östlichen Australiens auf.

Man muß sich billig wundern, daß diese Entdeckung nicht sehr viel früher gemacht wurde, denn schon im Jahre 1841 machte der Naturforscher Clarke die englische Regierung auf die Gebirgsformation der blauen Berge aufmerksam, indem er behauptete, daß dieselben gewiß goldführend seien. Er fand auch kleine Mengen reinen Goldes in einem Bächlein unfern Sidney. Fünf Jahre darauf untersuchte der bekannte Geolog Wurchinson diese östliche Gebirgskette Australiens, fand eine auffallende Aehnlichkeit zwischen ihr und der Formation des Ural und er empfahl sogar im Jahre 1846 den arbeitslosen Bergleuten von Cornwall dahin auszuwandern und dort Gold zu suchen, es scheint aber, als habe Alles dieses gar keinen Erfolg gehabt, denn nur ein paar Spekulanten von Sidney und Adelaide hatten auf seine Veranlassung nach Gold geforscht und hatten auch welches

gefunden, aber selbst das Engländische Ministerium, welches doch wahrlich geldgierig genug ist, legte auf Murchinson's Angaben nicht so viel Werth, um Bergleute dahin zu schicken, ein Privatmann entdeckte auch hier die verborgenen Schätze, es war ein Herr Hargraves, welcher aus Californien gekommen war, wo er sich von den Räubereien seiner Konkurrenten zurückgezogen, und der sich nunmehr mit der Erforschung des von den blauen Bergen abgeschwemmten Erdreichs beschäftigte. Er entdeckte, was er gewünscht, und bot der Regierung seine Entdeckung für eine Belohnung von 500 Pfund Sterling an. Er erhielt zur Antwort, daß der Colonialsekretair nicht befugt sei, einen solchen Handel abzuschließen, daß er jedoch sich auf die Liberalität der Regierung verlassen möge, welche seine Entdeckung gewiß nach ihrem Werthe belohnen werde. Er war ein solcher Narr, dieses zu thun, und er hatte davon nichts weiter als den Auftrag, die Gegend zu vermessen und in kleine Parzellen zu theilen, für welche Arbeit er Diäten bekam. Die Regierung that nichts zur Ausbeute, dagegen wurden die Nachrichten darüber so allgemein verbreitet, daß sich in der kurzen Zeit von 14 Tagen 400 Personen, in 3 Wochen 1000, und in 4 Wochen 1500 Personen in dem neuen Eldorado, 150 englische Meilen von Sidney in New-South-Wales versammelten.

Die Regierung ergriff nunmehr aber wenigstens einige ordnende Maßregeln. Wer einmal da war, durfte das Geschäft des Goldsuchens fortsetzen, vom 1. Juni des Jahres 1851 ab war die Erlaubniß aber an einen Schein und an die Abgabe von 30 Schillingen oder 10 Thalern monatlich geknüpft, dies hinderte aber freilich nicht, daß Hunderte und Tausende von Leuten ihren gewöhnlichen Beruf verließen und nach den Goldgruben, den sogenannten Wiggings, zogen. Es erwachte in ihnen auch so viel Unternehmungsggeist, um andere Stellen aufzusuchen, denn wie es in solchen Fällen gewöhnlich ist, schien den Arbeitern bald die Ausbeute nicht groß genug, und so wurde denn eine weiter nördlich gelegene Stelle in Angriff genommen, und dann eine weiter südlich gelegene, bis man fand, daß längs der Bergkette in einer Erstreckung von 15 deutschen Meilen das Gold überall keine Seltenheit sei, aber auch in der Colonie Victoria wurden beträchtliche Goldmassen gefunden. In der Gegend von Melbourne lagerte das Gold in weichem Sande, an einem anderen Orte in Schiefer, an einem dritten in festem Quarzgestein, ja die Einwohner von Melbourne rissen sogar ihr Straßenpflaster auf und suchten das Gold in dem darunter liegenden Sande.

Die Aufregung ging in ein völliges Goldfieber über, die sämtlichen kleinen Städte und Dörfer, wohlhabend durch Ackerbau und eine treffliche Viehzucht, wurden verödet, kein Mensch wollte von etwas Anderem wissen,

als vom Auffuchen des Goldes in den fernem Gruben, jede andere Arbeit hörte auf lohnend zu sein, und der Farmer war genöthigt, seinen eigenen Knechten nachzugehen, weil er außer Stande war, den Geschäften vorzustehen, wozu er diese gemiethet hatte. Selbst die Beamten der Regierung konnten nur dadurch auf ihrem Posten erhalten werden, daß man ihren Sold um die Hälfte und dann um das Doppelte erhöhte und es war kein Wunder, denn einige Quadratfuß dieses Bodens waren genug, um in kurzer Zeit ein Vermögen zu gewähren, ein Mann hat in einer Woche für 7000 Thaler, ein anderer für 11,000 Thaler Gold gefunden, eine Gesellschaft von drei Leuten hatte an einem Tage 20 Pfund Gold gegraben. Aber auch dieses Goldlager wurde bald aufgegeben, um nordwärts von Melbourne nach Mount Alexander zu gehen, es hatten sich in Kurzem vier Fünftel der sämtlichen Goldgräber dorthin gewendet und bald stieg die Zahl der Graber auf und über 20,000. Immer mehr wurde gefunden, immer neue Lager wurden entdeckt, und in jedem Hasen langten wöchentlich 40 bis 50 Centner Gold an.

Endlich legte sich das Brausen und Aufschäumen des wilden Stromes, er trat in ein geregeltes Bett, die Ausbeutung wurde nicht mehr mit wilder Ueberstürzung vorgenommen, sondern sie wurde planmäßig, mit besseren Werkzeugen und durch viele Hände, unter Aufsicht eines Sachverständigen betrieben, wobei natürlich nicht von einem Tagelohn die Rede war, sondern der Gewinn gleichmäßig getheilt wurde, wodurch ein erfolgreiches, ruhiges Schaffen eintrat, welches erwarten läßt, daß die Ausbeute sich fortwährend steigern wird.

Fast überall und so auch in Australien ist der Quarz dasjenige Gestein, in welchem das Gold am häufigsten vorkommt. Der Quarz ist nur selten krystallisirt, daher leicht zu zertrümmern, merkwürdig aber ist, daß das Titaneisen immer als Begleiter des Goldes in Australien auftritt, entweder in Krystallen oder im formenlosen Zustande in dem Quarz eingewachsen neben dem Golde vorkommt.

Dieses Vorkommen deutet darauf hin, daß auch oben auf den Gipfeln der Gebirge das Gold zu finden sein dürfte, in der That hat man auch auf den höchsten Bergen dergleichen in den Quarzfels eingewachsen entdeckt, der größte Theil alles dessen aber, was gefunden ist, befindet sich in den Thälern und in den Flußbetten, was natürlich davon herrührt, daß die Gesteine, welche das Gold führen, verwittern, vom Regen herabgewaschen werden, und so den Wasserströmungen folgend, immer tiefer abwärts gelangen, bis diese Wasseradern ihr hartes, steiniges Bett verlassen und nun irgend eine Vertiefung Schlamm, Sand und Gold aufnimmt, worin sie ablagern und worin sie entweder verharrten, bis der glückliche Finder

sie aus ihrem Gefängniß erlöset oder bis ein Wollenbruch gewaltige Wassermassen desselben Weges führt, das Abgelagerte aufrührt und weiter schwemmt und über andere Flächen oder Vertiefungen ausbreitet, hieraus folgt natürlich, daß die Goldmenge innerhalb der Thäler und Flußbetten immer im Zunehmen begriffen ist, so lange es noch in den Gebirgen goldführendes Gestein giebt, es folgt aber auch, daß wenn es sich in Vertiefungen abgelagert, man nicht selten beträchtliche Massen trocknen Sandes wird forträumen müssen, bevor man auf das Gold, als dasjenige, was am schwersten ist, was sich am tiefsten gesenkt hat, stößt. Da eine angestrengte Arbeit aber nun nicht Sache der Abenteuerer ist, welche alle schnell reich werden wollen, so läßt dieses uns Hoffnung, daß nicht gleich alles Gold erschöpft sein wird, sondern daß der ruhigen bergmännischen Arbeit die bessere Zukunft aufbewahrt bleibt.

Es findet aber auch der Fall statt, daß das Gold der Thäler nicht von oben herabgeführt, sondern nur durch den Wasserlauf bloßgelegt ist, nicht nur kommt man auf diesen Gedanken, wenn man an den unteren Stellen der Flüsse Gold findet, während dasselbe weiter aufwärts gänzlich fehlt, wie z. B. der Ticino erst Gold liefert, nachdem er aus dem Lago maggiore herausgetreten ist, also nachdem er sich dessen, was er aus den Gebirgen mitgebracht, in dem großen und tiefen See gänzlich entleert hat, sondern auch dadurch, daß man ganz freigewaschene Quarzadern innerhalb der Flußbetten findet, welche hier so gut, wie auf dem Gebirge Gold einschließen. Eine Sache, die sich eigentlich von selbst versteht, da das Erscheinen von Felsarten so wenig an gewisse Weltgegenden wie an gewisse Berg Höhen gebunden ist.

Der goldführende Quarz bildet nie ein Gebirge, sondern immer nur Adern darin. Wenn man nun annimmt, daß das Gestein, in welchem diese Adern sich befinden, z. B. der Granit, einst im glühenden Fluß gewesen, sich nach der Erkaltung und Erstarrung zusammengezogen und den gleichfalls geschmolzen gewesenen goldführenden Quarz in seine Risse und Spalten gezwängt halte, so läßt sich daraus herleiten, daß, je höher die Theile dieser Adern liegen, desto ärmer sie an Gold sein müssen, weil dieses, 6 bis 8 Mal schwerer als das flüssige Gestein, darin zurückgeblieben ist.

Verfolgt man diesen Schluß weiter, so ergiebt sich nicht nur, daß die Adern des Quarzes in größerer Tiefe goldreicher sein müssen, als weiter oben, sondern es folgt auch noch, daß schließlich die Quarzadern sich in eine Goldader verwandeln müssen und daß also, wenn man dergleichen Gänge immer weiter und weiter abwärts verfolge, man endlich dahin gelangen müsse, anstatt durch Pochen aus dem Quarz, das Gold lediglich durch Abschneiden mit der Säge zu erhalten.

Was von diesen Träumereien wahrscheinlich und was wirklich sei, wollen wir dahin gestellt lassen, können aber nicht umhin zu glauben, daß unsere Kinder und Enkel noch nicht dahin gelangen werden, wo die goldführenden Quarzadern sich in quarzführende Goldadern verwandeln.

Bearbeitung goldführender Geschiebe.

Wo es möglich ist, Gold aus dem Sande der Thäler, aus der lebigen Erde und dem Geschiebe der Bäche oder Flüsse zu sondern, thut man dieses am liebsten, weil die Gewinnungsart die leichteste ist, dies ist das eigentliche Goldsuchen oder Goldwaschen, zwei Arbeiten, welche sich nur in dem Reichthum des Goldlagers unterscheiden, bei dem Goldsuchen muß dessen so viel vorhanden sein, daß man die erbsen- oder faustgroßen Stücke mit den Fingern fassen kann. Ein Arbeiter, welcher solchem Goldsucher nachfolgt und den fortgeworfenen Sand auswäscht, kann dabei noch sehr reich werden. Das Auswaschen wird da angewendet, wo die Goldmassen nicht so groß sind, und wo des Wassers genug vorhanden ist, um das taube Gestein fortzuschwemmen.

Man pflegt dieses durch vorläufige Untersuchung festzustellen und man nimmt an, der Sand sei des Auswaschens werth, wenn ein Centner davon $\frac{1}{8}$ Loth Gold liefert, wo dann das Verhältniß des Metalles zum Sande wie 1 zu 32,000 ist. Es liefern übrigens manche Flüsse das Hundertfache von dem Gedachten und wie in Californien, wie in Australien sind die Verhältnisse viel günstiger.

Um zu bestimmen, ob der Sand Gold führt und wie viel er führt, unterwirft man denselben einer vorläufigen Untersuchung. Man nimmt eine gewisse Menge desselben, genau gewogen, wäscht ihn auf einem Siebe vorläufig so weit aus, daß alle mehr als linsengroßen Stücke darauf zurückbleiben, und untersucht diese nunmehr entweder mit dem guten Auge des Kurzsichtigen oder vermittelt einer Vergrößerungsbrille recht genau, um etwa einen oder ein paar Körnchen zu entdecken.

Auf gleiche Weise wird mit dem durch das Sieb gegangenen Sande verfahren. Man bringt ihn auf ein sehr viel feineres Sieb, durch welches nur die Sandkörnchen gewöhnlicher Größe laufen. Nachdem der Sand auf solche Weise zum zweiten Male gesichtet ist, untersucht man ihn noch genauer als die vorherige gröbere Quantität. Hier wird man in der Regel etwas finden; der Sand müßte schon sehr arm sein, wenn sich nicht einige kleine Körnchen darin zeigen sollten.

Man hat nunmehr noch den eigentlichen Sand übrig, dieser muß gewaschen, geschlämmt werden. Man bedient sich beim Probiren hierzu einer mäßig großen Schüssel, in welcher der Sand mit Wasser übergossen und umgerührt wird, worauf man das Trübe abgießt. Auf den Rückstand bringt man von Neuem Wasser und nachdem auch hier durch Umrühren eine Trübung erfolgt, das trübe Wasser abgegossen ist, beginnt man dasselbe zum dritten, zum zehnten Male und verringert auf diese Weise die Menge des Sandes immer mehr, aber ohne allen Goldverlust, denn das Gold, der schwerere Körper, bleibt am Boden der Schüssel, wird nicht fortgeschwemmt.

Läßt sich auf diese Weise nichts mehr entfernen, ist die Masse des Sandes bis vielleicht auf $\frac{1}{10}$ reducirt, so kann man in der Regel schon den Goldsand durch die Loupe erkennen, ihn herauszusuchen, würde eine etwas beschwerliche Arbeit sein, man überträgt dieses daher dem Quecksilber. Auf den so weit gereinigten Sand wird eine vorher abgewogene Quantität Quecksilber gegossen und hiermit fleißig durchgerührt, bleibt der Sand einige Stunden stehen, allerdings wiederholt umgerührt, denn Ruhe und Bewegung ist in gleicher Weise erforderlich.

Nach und nach bemächtigt sich das Quecksilber alles des im Sande fein vertheilten Goldes und man kann nun auf irgend welche beliebige Weise den Sand fortschaffen, er enthält nichts mehr, was noch einen Werth hätte, in das Quecksilber ist die ganze Masse des Goldes aufgenommen, aber dasselbe ist eben mit dem Quecksilber verbunden, dieses muß also vertrieben werden und hierzu bedient man sich eines Schmelztiegels, der zwischen Kohlen gesetzt, so lange geglüht wird, bis das Quecksilber ihn ganz verlassen hat, es versteht sich, daß man diese Operation entweder ganz im Freien, oder wenn es in einem Laboratorium geschehen muß, unter solchen Vorsichtsmaßregeln vornimmt, daß nicht Unglück durch die Dämpfe geschehen könne.

Was hier nach vollständiger Verflüchtigung des Quecksilbers übrig bleibt, ist reines Gold, und man hat nunmehr ganz genau das Verhältniß dieses letzteren zu dem Sande, aber freilich nur zu der Quantität, welche man gerade zur Probe bekommen hat und es ist sehr wohl möglich, daß ein Spatenstich 2 Fuß weiter rechts oder links von dem Orte, wo der zur Probe genommene lag, ganz andere Resultate geben würde, ein Uebelstand, welcher übrigens bei sämmtlichen Untersuchungen von Erzen wiederkehrt und nicht vermieden werden kann, da die Quarzadern ebenso ungleich an mitgeführtem Golde sind, als die Sandlager.

Im Großen wird die Operation des Waschens beinahe ebenso betrieben, wie hier im Kleinen, nur geht man dabei etwas massenhafter zu

Werke. Der Hauptapparat dazu ist eine trichterförmige Schüssel mit einer Vertiefung in der Mitte, wie sie aus Figur 1131 zeigt, die Südamerikaner,

Fig. 1131.



bei denen sie besonders heimisch ist, nennen dieselbe Batea. Der Arbeiter füllt sie zum Theil mit dem auszuwaschenden Sande, geht dann in den benachbarten Bach oder Fluß, schöpft sie zur Hälfte voll Wasser und setzt sie nunmehr horizontal in eine kreisförmig schwingende Bewegung, wobei sich das Wasser rings um den Rand ergießt und die leichten erdigen Theile mit sich fortnimmt. Die Schüssel wird abermals mit Wasser gefüllt und die Arbeit wird fortgesetzt. Begreiflich ist's, daß hierbei der Arbeiter sich selbst von oben bis unten bebiegt, daß er also, so lange er arbeitet, sich in der unangenehmsten und ungesundesten Lage befindet, namentlich wird der ganze Unterleib und werden die Beine stets ganz benetzt, dennoch ist dieser einfache Apparat derjenige, der in den Goldbistrikten von Südamerika ausschließlich aller anderen angewendet wird, obschon die unglücklichen Neger (theuer bezahltes Hausvieh, was man sonst gern schont, da das Fallen desselben immer mit Kapitalverlust verbunden ist) hundertweise darüber hinsterven.

Die Nordamerikaner betreiben die Sache vernünftiger. Ihr Waschapparat ist eine Art Wiege, sie besteht aus einem Boden mit vier einen

Fig. 1132.



Rand bildenden Brettern von ungleicher Höhe, wie Figur 1132 zeigt. Der Boden hat 3 oder 4 Querleisten, welche das abgewaschene Gestein aufhalten. Die höhere Seite der Wiege ist mit einem groben Metallsieb besetzt, welches alles Gestein zurückhält und nur dem Sande und Grand gestattet, hindurchzugehen. In dieses Sieb wird der zu waschende Sand geschüttet

und zugleich Wasser darüber gegossen, welches zuerst die Sichtung des Feineren von dem Gröberen vornimmt, und dann den durchgeführten Sand abwäscht, die Wiege steht auf zwei gebogenen Hölzern, ähnlich den Füßen

oder Läufern einer Wiege, daher der Name dieses Apparats, welcher 6 bis 7 Fuß lang ist und an seinem oberen Ende etwa 2 Fuß Höhe hat.

Sold' eine Wiege giebt vier Mann ausreichende Beschäftigung, Einer gräbt den Sand aus, ein Zweiter trägt ihn in das Sieb, ein Dritter besorgt das nöthige Wasser, was geschöpft und oben aufgegossen werden muß, weshalb man diese Wiege so nahe als möglich an einem Bache aufstellt, der Vierte setzt das ungeschickte Ding in schaukelnde Bewegung. Im Allgemeinen ist die Wiege so gestellt, daß der Theil des Bodens, der unter dem Siebe liegt, höher steht, als der vordere Theil, das Wasser was oben eingegossen wird, könnte also selbstverständlich keinen andern Weg nehmen, als den über den vordersten Rand hinweg, die schaukelnde Bewegung aber wird dem Apparat gegeben, damit durch das hin- und herfließende Wasser der Sand gelockert, hin und her über die Leisten geführt und so veranlaßt wird, die größeren und schweren Theile hinter den Leisten liegen zu lassen, indessen durch eben diese Bewegung die leichteren Theile fortgeführt werden.

Gewöhnlich findet man hinter den Leisten immer Gold in kleinen Stücken, in Flittern, in Körnchen, und es wird mühsam daraus gesucht, auf ein Entfernen oder Gewinnen der kleinsten Theile durch Amalgamation oder Quecksilber ist man bis jetzt nicht gekommen, allein wo des Goldes so viel im Sande ist, kommt es auf die kleinen Partikelchen nicht an, es ist dasjenige, was der übermüthige Mann der Gegenwart unseren Nachkommen zur Ausbeute überliefert, falls diesen nicht etwa das Schicksal bevorstehen sollte, die großen Goldadern zu entdecken, von denen oben die Rede gewesen ist.

Auffallend von diesen einfachen Apparaten verschieden ist der Waschapparat, dessen man sich in Rußland am Ural bedient.

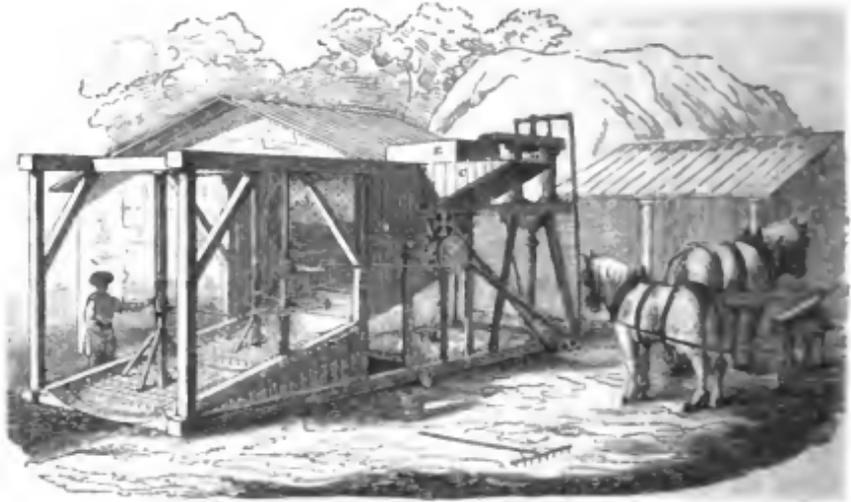
Der Haupttheil ist der abgeschnittene Kege! A von Eisenblech, welcher 8 Fuß lang und auf einer Seite 4 Fuß, auf der anderen 3 Fuß Durchmesser hat. Derselbe ist mit einer Menge halbzölliger Löcher versehen, und steht mit einem Paar Rädern C in Verbindung und kann entweder, wie die auf der folgenden Seite befindliche Figur 1133 zeigt, durch einen Pferdegepöpel B oder auch durch ein Wasserrad in Bewegung gesetzt werden.

Der Kege! dreht sich in einer Minute 30 bis 40 Mal um. Durch dasselbe Räderwerk wird auch eine Doppelpumpe D in Bewegung gesetzt, welche aus einem Brunnen oder einem Bache immerfort Wasser schöpft und dasselbe in die Cisterne E gießt. Der Kege! ist von beiden Seiten offen und es führen aus der Cisterne Röhren hinein, welche einen ununterbrochenen Wasserstrahl auf seine inneren Wände gießen.

Das Erz, d. h. die goldhaltige Erde wird in einen Trichter C ge-

schüttet, aus welchem sie in den engeren Theil des Regels A gelangt und dort durch die Umdrehungsgeschwindigkeit des Apparats und durch das einströmende Wasser in die kleinen Oeffnungen geführt und hinausgeschleudert wird.

Fig. 1133.



Da die Achse dieses Regels horizontal geht, so steht der untere Rand seiner weiteren Oeffnung um einen halben Fuß tiefer, als dieselbe Seite der engeren Oeffnung. Durch die Umdrehungsgeschwindigkeit und das zufließende Wasser wird nun auch bewirkt, daß die gröbereren Theile, welche nicht durch die Löcher geschleudert werden können, nach der weiteren Ränderung abwärts laufen und hier außerhalb des Cylinders in ein untergesetztes großes Gefäß fallen.

Das Waschen hat die Gesteine gröberer Art so vollkommen gereinigt, daß sie sowohl leicht erkannt als auch die gröbereren Goldkörner und Klumpen, welche etwa zwischen ihnen befindlich, sogleich gesehen und an ihrer Farbe erkannt werden können, sie werden natürlich herausgesucht, aber das fernere Zer kleinern, das etwaige Pochen des Quarzgesteins, in welchem immer noch Gold enthalten sein kann, findet auch hier immer noch nicht statt, es ist ein lebiglich auf den Raub gebautes Geschäft.

Unter dem abgestumpften Regel befindet sich eine schräge Ebene, auf welche der Sand und das Wasser fällt, welches durch die Oeffnungen des Blechregels A gegangen ist. Diese Ebene ist leicht gekrümmt und ist mit zahlreichen Querleisten versehen, welche dazu dienen, dem Wasser und dem

ausgewaschenen Sande genügend Widerstand zu leisten, so daß die schweren, die Erztheile oder das gediegene Metall zurückgehalten werden.

Unmittelbar daran schließt sich eine hohle Rinne H, welche sehr dicht von Brettern zusammengesügt ist, und gleichfalls hölzerne Leisten hat, die querüber laufen, denselben Zweck verfolgen, aber in einer solchen Art, daß nicht bloß durch das Wasser, sondern auch noch durch einen Mechanismus die Bewegung des Sandes erhalten und dadurch das Leichtere von dem Schweren besser gesondert wird.

Wir sehen auf unserem Bilde zwei senkrecht herabhängende Stangen II', an denen Eggen, viereckige Gestelle mit einer großen Menge nach unten gerichteter Zähne von Eisen stehen. Die Stangen mit diesen Eggen sind oben in dem Gestelle, welches sie umgiebt und trägt, so weit befestigt, daß sie nach einer Richtung hin, nämlich quer herüber beweglich sind. Auf der dem Leser zugekehrten Seite des Bildes steht eine dritte Stange, in dem oberen wie in dem unteren Theile des Gestelles eingelassen, in einer Achse beweglich. An dieser Stange sind zwei Arme mit Gelenken KK, deren äußerste Enden an den Pendelstangen II' befestigt sind. Wenn nun die eine dieser Pendelstangen vorwärts gezogen wird, so drückt sich dadurch die andere Stange mit der daran hängenden Egge nach hinten, wenn umgekehrt die vordere Stange I' gegen den dahinter stehenden Mann schwingt, so wird durch den beschriebenen Mechanismus die zweite hintere Egge gleichzeitig nach der Vorderseite gezogen. Es folgt hieraus, daß so lange die Maschine in Bewegung ist, der Sand hin und hergeschoben, durch das Wasser aber überwaschen und nach dem Vordergrunde herabgeführt, was der mechanischen Bewegung folgt, kann nur hin und hergeschoben werden, indem die Bewegung nur eine solche pendelartig ist, was dem Wasserströme folgt, kann aber wieder nur das Leichtere sein, das Schwerere bleibt hinter den Leisten zurück.

Mit dieser Maschine können täglich während einer Arbeitszeit von 10 Stunden 10,000 Pud Sand gewaschen werden, das ist ungefähr 4000 Centner, es bedarf hierzu allerdings eines Schienenweges, um den Sand herbeizuschaffen, wenn die Entfernung einigermaßen groß ist, man muß ferner zehn Arbeiter zum Beladen der Karren und zum Verschicken des Trichters T, man muß ferner eben so viel Arbeiter zur Fortschaffung des ausgewaschenen Sandes haben. Einige Jungen zur Antreibung der Pferde und sonstigen kleinen Handleistungen sind auch noch nöthig. Man sieht aber, welchen Vortheil solche Maschine gewährt, indem der Gewinn an Gold doch täglich an 400 Loth beträgt, wenn auch im Centner Sand nur $\frac{1}{10}$ Loth Gold enthalten sein sollte. 400 Loth Gold gelten über 4000 Thaler.

Die Abtheilungen, welche die hohle große Rinne H enthält, haben $2\frac{1}{2}$ Zoll Höhe und dienen ſowohl die ſchweren Theile zurückzuhalten, als auch der Rinne die erforderliche Feſtigkeit zu geben. Sie ſind durch Schrauben und Zwingen an den Boden des Troges befeſtigt und werden ſo oft fortgenommen, als man es für nöthig hält, um den reichen Goldſand zur ferneren Verwendung zu bringen.

Was hier zurückgehalten worden, iſt übrigens keinesweges lauter Gold, wenn dem ſo wäre, ſo hätte man im Centner Sand nicht $\frac{1}{2}$ Loth, ſondern 3 Pfund Gold, ſo weit nämlich wird der gewaſchene Sand reducirt, daß von 100 Pfund, welche in den Trichter ausgegeben werden, etwa 3 Pfund hinter den Leiſten zurückbleibt. Man nennt dieſes Zurückbleibende Schlich und von ſeiner Farbe grauer Schlich, er beſteht zum allergrößten Theil aus Magneteiſenſtein, Schwefelkies und gerollten Kieſeln, welche ſich durch das Waſſer nicht haben über die Leiſten ſchwimmen laſſen.

Um dieſen Schlich nochmals zu reinigen, zu ſondern, nimmt man unter vermehrter Aufmerkſamkeit eine zweite Waſchung vor. Dieſe geſchieht ganz und gar durch Menſchenhände. Eine 8 bis 10 Fuß lange ſchräg geſtellte Tafel, von beiden Seiten mit hohen Leiſten verſehen, iſt durch eine dritte Leiſte quer getheilt und halbirt. Dieſe dritte Leiſte hat nur eine ſo geringe Höhe, daß ein ſtarker Waſſerſtrom Steine darüber hinwegführen kann. Auf die obere Hälfte der Tafel bringt man 12 bis 15 Pfund von dem goldreichen Schlich, läßt durch eine Röhrenvorrichtung von oben her Waſſer hindurchfließen, während ein Arbeiter, der auf der Tafel ſteht, den Schlich mittelſt eines Reißigbeſens immerfort nach oben kehrt, dem Waſſerſtrom entgegen. Dieſe Arbeit fordert viel Aufmerkſamkeit und die Regelung des Stromes eine mehr als gewöhnliche Geſchicklichkeit, denn iſt der Letztere zu ſtark, ſo führt er neben den größeren Steinen auch wohl die kleineren Goldpartikelchen über die Querleiſte hinweg und in dieſem Falle würden ſie verloren ſein, weil, was über die Leiſte abwärts geführt wird, als werthlos bei Seite kommt: Waſſerſtrom und Arbeit müſſen einander ſo entgegenkommen, daß das Werthloſe herabſchwimmt, das Werthvolle in die Höhe gekehrt wird, wo es dann ſchließlich außerhalb und jenseits des Waſſerſtromes, durch den es hindurch geleitet worden, liegen bleibt.

Um aber auch das nach unten gehende nicht ganz zu verlieren, wird der herabgeſchwemmte Sand noch ein oder zweimal geſchlemmt.

Was oben auf der Tafel liegen bleibt, iſt bei alle dem noch nicht reines Gold, von ſeiner Farbe heißt es ſchwarzer Schlich, weil es viel Titan-eiſen und Magneteiſenſtein enthält, hier tritt nun zur ſchließlichen Reinigung entweder das Schmelzen oder das Ausſuchen nach vorherge-

ganquem Trocknen des Schlichs oder die Amalgamation ein, von welcher wir sogleich handeln werden.

Es fragt sich nun noch, wie man das Gold gewinnen soll, wenn es nicht im Sande, sondern wenn es noch im Quarzgestein eingeschlossen, in den Gängen der Gebirge bewahrt ist.

Zunächst hätten wir seine Auffuchung zu betrachten, doch würde uns dieses in das ganze Bergbauwesen hineinführen, wir wollen daher das Graben oder Sprengen von Schächten und Stellen vorläufig als bekannt voraussetzen und annehmen, wir hätten den goldführenden Quarz bereits aus dem Bergwerk befördert, hier tritt zuerst das Zerkleinern des Gesteins ein, wovon wir bereits gesprochen haben, es ist nicht wie bei der Gewinnung des Eisens genügend, so und so viel Tausend Centner des Erzes in einen Hochofen zu bringen, zu schmelzen und die Schlacke von dem Metalle abzusondern, wie es bei dem Eisen geschieht, sondern man muß durch mechanische Hilfsmittel dasjenige vornehmen und in kurzer Zeit zu beendigen suchen, was die Natur durch chemische Hilfsmittel, durch Auflösung, durch Zersetzung, durch Frost und Hitze, kurz durch Verwitterung bewerkstelligt hat, man muß das Gestein zerkleinern, zu Sand machen.

Zu den Seite 19 bis 34 angeführten Zerkleinerungsmaschinen wollen wir ihrer sinnreichen Konstruktion wegen noch eine fügen, welche uns Fig. 1134

Fig. 1134.



zeigt. Ein starkes gußeisernes Gestell trägt auf seiner obersten Krümmung eine Achse AB, die durch einen Mann gedreht werden kann. Ist die

Arbeit zu schwer, so befindet sich am andern Ende der Achse ein Schwungrad, welches zugleich eine zweite Kurbel hat, woran ein zweiter Mann arbeiten kann, ebenso läßt es sich einrichten, daß statt Menschenkräften Maschinenkräfte hier wirksam sind, daß die Welle eines Wasser- oder Dampfzuges eingreift und solchergestalt die erforderliche Bewegung hervorbringt.

An der Achse befinden sich in verschiedenen Reihen und Abständen verschiedene Daumen, welche bestimmt sind, die mit Eisen beschlagenen Stampfen D abwechselnd zu heben und fallen zu lassen. Bis hierher würde ein solches Pochwerk sich von der allergewöhnlichsten Walkmühle gar nicht unterscheiden, das Eigenthümliche ist hier nur darin zu finden, daß man die Stampfen beliebig hoch heben kann, und dazu dient die Vorrichtung, welche unsere Zeichnung giebt, an der Mittelrippe des eisernen Gestelles befindet sich eine zweite der oberen AB ganz parallel laufende Achse, die obere Achse bei dieser Maschinerie von circa 10 Zoll Durchmesser hat gar keine Daumen, sondern nur so viel flache Vertiefungen eingedreht, als Stampfen zu bewegen sind, hier also etwa vier.

Die untere Achse hat ganz denselben Durchmesser und dieselbe Einrichtung. Zu den Vertiefungen dieser beiden Achsen laufen ganz flache Ketten, welche gut in einander passen, sowohl die Vertiefungen gerade ausfüllen, als auch so eingerichtet sind, daß sie sich bei der Bewegung der Maschine nicht drehen, weshalb man eben flache oder platte Ketten nimmt. An den Kettengliedern sind die Daumen, welche das Stampfwerk in Bewegung setzen, aber an jeder Kette sind ganz genau in gleichen Abständen nur zwei solcher Daumen.

Indem nunmehr ein solcher Daumen die Stampfe D unten faßt, hebt er sie von der unteren Achse so lange empor, bis er, der Daumen, gezwungen wird, über die obere Achse zu gehen, dann fällt die Stampfe von der ganzen gewonnenen Höhe herab, welche man ganz beliebig machen kann, indem man die obere Achse AB und die untere Achse beliebig weit auseinander stellt.

Bei den Daumen, welche sich um eine Welle drehen, findet im äußersten Falle ein Hub statt, welcher den vierten Theil des Umfangs der Achse zur Höhe hat, soll der Hub 12 Zoll betragen, so muß die Achse 48 Zoll Umfang haben. Bei der hier angegebenen Einrichtung kommt es auf die Größe der Achse gar nicht an, sondern auf die Entfernung beider von einander.

Um nun noch die Wirkung möglichst zu steigern, macht man die Stampfen nicht mehr aus Holz mit Eisen beschlagen, sondern man macht sie ganz aus Eisen, und so wird ein Stoß ausgeführt, welcher von sehr bedeutender Wirkung ist.

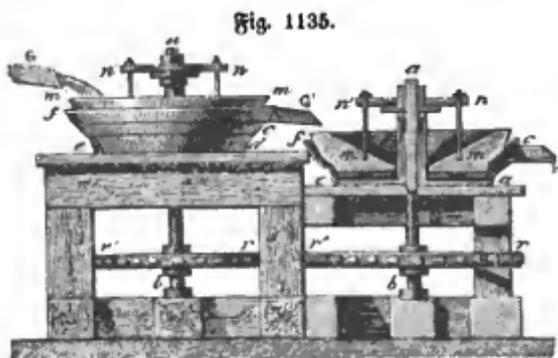
Das Untergestell, auf welches die Stampfen wirken, muß sehr widerstandsfähig sein, weil sonst dasselbe durch die bedeutende Wucht der fallenden Masse sehr bald zertrümmert werden würde. Auf die Stampfen läuft immerfort ein Wasserstrahl herab, wodurch das Erz am Verfläuben behindert wird, zugleich führt er das kleingepochte Erz über die geneigte Ebene C fort, wo es dann zur weiteren Bearbeitung verwendet werden kann.

Ist man bis zu diesem Punkte gelangt, so pflegt man das zerkleinerte Gestein zwischen Walzen zu mahlen und durch verschiedene Siebe zu sichten, um ihm den möglichsten Grad von Feinheit zu geben, jetzt tritt, wie bei dem fertig gefundenen Sande, das Waschen und Schlemmen ein, vermöge dessen man die leichteren von den schweren Theilen trennt, und dann, nachdem dieses bis etwa auf ein Prozent gediehen ist, zur eigentlichen Gewinnung des Goldes schreitet. Bis hierher ist nämlich immer noch kein Gold gewonnen, sondern man hat nur vermocht, das Gestein, welches das Gold begleitet, bis auf $\frac{1}{100}$ zu reduciren, in diesem einen Pfunde von Hundert ist vielleicht nur $\frac{1}{10}$ Loth Gold, aber es ist jedenfalls leichter, dieses $\frac{1}{10}$ Loth aus einem Pfunde als aus einem Centner zu suchen und dies war es, was die Operation des Zerkleinens und Auswaschens bezweckte.

Die Amalgamation des Goldes durch Quecksilber ist in allen Fällen das Vortheilhafteste und zwar ist dieses bei schlechtem Verwaschen in solchem Grade der Fall, daß es der Mühe lohnt, die als unwerth fortgeworfenen, ausgewaschenen Schlich- oder Sandtheile noch durch Quecksilber zu behandeln, so daß es keinem Zweifel unterliegt, die Amalgamation sei das zweckmäßigste und den mehrsten Gewinn bringende Verfahren.

Wir müssen zuvörderst die Mühle betrachten, welche dazu dient, die Verbindung des Quecksilbers mit dem Goldschlich einzuleiten.

Auf einem stufenförmig abwärts gehenden Gestelle stehen zwei eiserne Gefäße *fedc*, wovon das eine mit seiner äußeren Ansicht, das andere im Durchschnitt gegeben ist. Die eisernen Gefäße haben jedes einen Ausfluß, wovon derjenige *G'* des oberen Gefäßes den Inhalt desselben nach



dem zweiten, niedriger stehenden, leitet, indessen bei diesem zweiten ein ähnlicher Ausfluß *H* bestimmt ist, den Inhalt weiter abzugeben, jedes der beiden

großen Gefäße hat im Innern einen aufrecht stehenden Cylinder, welcher mit der ganzen Schüssel aus einem Stück gegossen ist.

Innerhalb dieser Gefäße läuft ein großer hölzerner Klotz *mm*, welcher ganz die Form des eisernen Gefäßes hat, er steht von dem Gefäße etwa 1 Zoll weit ab. An der unteren Fläche desselben befinden sich stumpfe eiserne Messer eingelassen, welche eine stumpfe, etwas schräge Stellung haben, und bestimmt sind, die in dem Gefäße befindlichen Substanzen stets durcheinander zu rühren.

Durch den Cylinder geht eine eiserne, ziemlich starke Achse *ab*, welche bei *b* in dem Fußgestell der Träger dieser Mühle eingelassen ist, oben aber bei *a* zwei Arme *nn'* trägt, an denen hölzerne oder eiserne Führer *nn* befestigt sind, die in den Holzklötz *mm* hinabreichen und ihn mit sich nehmen, wenn sie gedreht werden. Diese Drehung geschieht durch die Räder *rr'*, welche mit der Maschine des Bergwerkes in Verbindung stehen und eine Bewegung hervorbringen, wodurch der Klotz *mm* 15 bis 20 Mal in einer Minute im Kreise umhergeführt wird.

Der zu verquickende Schlich, das fein gemahlene gewaschene Erz wird nunmehr mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührt und in einen Behälter gebracht, welcher oberhalb der Mühlen steht. Aus diesem Behälter strömt er in einem zerregelten Strahle durch den Ausguß *G* in die oberste Mühle, deren Boden von *c* bis *d* mit Quecksilber bedeckt ist, der Schlich kommt mit dem Quecksilber in unmittelbare Berührung und diese wird inöglighst vollständig dadurch, daß die Mühllöge in ununterbrochener Bewegung sind.

Die Quantität des oben einfließenden Schlichs ist nicht groß, aber continuirlich fortdauernd, hierdurch wird der geringe Zwischenraum zwischen dem Gefäße und dem Klotz sehr bald ausgefüllt, alsdann tritt der Schlich durch den Ausguß *G'* aus der ersten Mühle in die zweite. Der Durchschnitt dieser Figur belehrt uns, daß der Mühllötz *mm* kegelförmig ausgehohlet ist, und daß der nasse Schlich in diese Vertiefung fließt. Nur an dem innersten Rande des senkrecht stehenden Cylinders kann dieser Schlamm abwärts fließen und mit dem Quecksilber in Berührung kommen. Um oben bei *H* wieder aus der Mühle zu treten, muß er den ganzen Weg über das Quecksilber bis nach der äußersten Kante des Gefäßes zurückgelegt haben. Auf diesem Wege läßt er nun, wie auf der ersten Mühle, so auch wieder hier, viel von seinem Goldgehalt im Quecksilber zurück, aber der Schlich ist bei Weitem noch nicht erschöpft und er wird noch in eine dritte und eine vierte Mühle geführt, bevor man ihn für wertlos erachtet.

Hält man das Quecksilber in der obersten Mühle für reich genug, so wird es ausgeschöpft und kann dann zum Abtreiben kommen, das Queck-

silber aus der zweiten Mühle bringt man hierauf in die erste und das aus jeder folgenden niedrigeren immerfort in die zunächst vorhergehende Höhere, wodurch die letzte untere Mühle von Quecksilber ganz leer wird und hier hinein bringt man nun neues, noch ungebrauchtes Quecksilber, und auf solche Weise wandert von der untersten Stufe das am schwächsten beladene Quecksilber immer weiter aufwärts, um von immer reicherm Schlich mehr und mehr Gold aufzunehmen, während umgekehrt der von oben nach unten immer ärmer werdende Schlich mit stets reinerm, immer weniger beladenen Quecksilber zusammenkommt.

Auch hierbei handelt es sich viel um die Erfahrung des Arbeiters. Die Menge des anzuwendenden Quecksilbers richtet sich ganz nach der Reichhaltigkeit des Golderzes, ebenso ist es mit der Länge der Zeit, während welcher der Schlich mit dem Quecksilber in Verbindung bleiben muß. Reiche Erze sättigen das Quecksilber viel schneller, als ärmere, der Arbeiter hat mithin hierauf um so mehr zu achten, als je reicher das Quecksilber schon beladen ist, je weniger es geneigt erscheint, noch mehr Gold aufzunehmen. Das sicherste Merkmal, daß das Quecksilber schon zu viel Gold aufgenommen hat, ist ein grauer Schaum auf der Oberfläche. Bis dahin darf man es eigentlich nicht kommen lassen, denn dieser Schaum selbst ist fein zerkleintes Goldamalgam und es wird vom Wasser leicht fortgeführt, bereitet mithin den Hütten einen vielleicht nicht unbeträchtlichen Verlust, ist indessen dieses Merkzeichen vorhanden, so darf man nun auch keinen Augenblick mehr säumen, die Amalgamation zu unterbrechen.

Auch die Menge des Wassers ist hierbei nicht ohne Bedeutung, ist durch eine zu geringe Quantität der Schlich teigig, so zieht nicht sowohl das Quecksilber Gold aus demselben, als umgekehrt der Teig Quecksilber aufnimmt und mit sich fort führt. Der Brei muß so dünn sein, daß das mit ihm durchrührte Quecksilber vermöge seiner eigenen Schwere schnell und unaufgehalten zu Boden sinkt.

Wenn umgekehrt der Brei zu dünn ist, so fließt er ohne genügende Berührung mit dem Quecksilber ab und führt seinen Antheil Gold, statt ihn dem Quecksilber zu übergeben, mit sich von Gefäß zu Gefäß.

Es ist gar keine Frage, daß man mittelst der Amalgamation aus armen Erzen bis auf achtmal so viel Gold gewinnen kann, als man durch das bloße Abschleppen erzielt, indem nämlich nicht unbeträchtliche Quantitäten, und wie wir hier sehen, gar siebenmal mehr als gewonnen wird, in Abgang kommen, allein es ist doch immer zu fragen, wie reich oder wie arm denn überhaupt die Erze sind? Es geht nämlich auch bei der sorgfältigsten Bearbeitung immer Quecksilber verloren und es ist leicht möglich, daß der Verlust an Quecksilber den Gewinn an Gold aufwiegt.

In solchem Falle pflegt man denn doch wieder zum Waschen seine Zuflucht zu nehmen, man zerkleinert und zerpocht die Erze und reducirt sie durch Schlemmen auf den hundertsten Theil ihres Gewichts, dann erst läßt man die Amalgamation eintreten. Bei manchen Erzen genügt eine mäßigere Reduktion und bei reichhaltigen findet sie überhaupt gar nicht statt.

Ueber das einfachste und roheste Amalgamationsverfahren, wie es Adams auf einer Reise in Südamerika sah, giebt uns Stohmann einen interessanten Bericht.

Der Reisende war mit einem sogenannten Goldjäger, einem Cateador, nach den Gebirgen gezogen und sie hatten bereits die äußerste Grenze der Vegetation überschritten, als in einer engen Schlucht eingeklemmt zwischen hohen Bergen der Cateador begann nach Gold zu suchen, d. h. vorläufig die Steine und Felsstrümmen, welche immer reichlicher wurden, je weiter sie aufwärts schritten, genauer zu betrachten. Das Suchen war dieses Mal nicht von Erfolg gekrönt, denn sie kamen zwischen Thonschiefermassen ohne daß sie irgend Etwas gefunden hätten.

Am zweiten Tage hatten sie eine andere Schlucht erreicht, welche ein von der ersten ganz abweichendes Gestein zeigte.

Als sie etwa um Mittag halt machten, fand der Goldjäger ein Stück Quarz, zerstampfte dasselbe auf einen Felsblock möglichst fein, brachte es in ein ausgehöhltes Rinderhorn und wusch es darin mit Wasser immer wiederholt, bis er allen Sand fortgeschlemmt hatte, und sich schließlich in dem Horn ein kleines Körnchen Gold zeigte.

Der Jäger war mit diesem Resultat höchst zufrieden und begann nunmehr die Auffuchung der eigentlichen Ader, aus welcher das gefundene Quarz stammte, nach einiger Zeit gelang es, dieselbe wirklich in dem Granit des benachbarten Berges zu entdecken. Es wurde nunmehr eine ziemliche Quantität davon abgeschlagen, um sie als Proben mitzunehmen, dann wurden Steine zu einer kleinen Pyramide aufgehäuft, damit man die Stelle wieder erkennen konnte, und nun lehrten die Reisenden zurück. Am Abend gelangten sie in ein Dorf, in welchem sich ein Amalgamationswerk befand. Dem Besitzer dieses Werkes zeigte der Goldjäger seinen Fund und sie wurden dahin Handels eins, daß er seine Entdeckung dem Besitzer des Werkes mittheilte, ihn an Ort und Stelle führe und dafür 25 Dollar empfangen. Es wurden nun die Quarzstücke zerschlagen, bis sie Haselnuß- oder Wallnuß-Größe hatten, dann wurden sie in einen steinernen Trog geworfen, in welchem sich ein aufrecht stehender Mühlenstein bewegte. Hierdurch erhielt der Quarz die erforderliche Zerkleinerung. Ein feiner Wasserstrahl lief immerfort auf das zu zerkleinernde Gestein und schwemmte am entgegengesetzten Ende des Troges die fein zermahlene

Quarztheile aus demselben heraus. Nachdem die Mühle ihre Schuldigkeit gethan und Alles bis auf das Letzte zerkleinert hatte, wurde zur Amalgamation geschritten.

Unterhalb der Ausflußöffnung war ein leinener Sack mit ledernem Boden aufgehängt gewesen, dahinein floß das Wasser mit dem Quarzsande, es entwich durch die Maschen des Beutels, indessen das Quarz darin zurück blieb. Als nun Alles abgelaufen war, wurde das zermahlene Erz mit dem Quecksilber gerührt und geschüttelt, bis man glaubte, der Amalgamation genug gethan zu haben. Jetzt wurde das Amalgam in einen Lederschlauch gebracht und durch Winden desselben ausgepreßt, in dem Sacke blieb ein kleines Klümpchen eines nicht mehr knetbaren Amalgams. Ein starker, beinahe kubischer Eisenkloß wurde glühend gemacht und auf einen Ziegelstein gelegt, welcher in einer Schüssel mit Wasser stand. Auf das glühende Eisenstück wurde das Goldamalgam gelegt und Alles dann schnell mit einem großen irdenen Topfe bedeckt, dessen Oeffnung in der Schüssel mit Wasser stand. Der glühende Kloß verflüchtigte sehr bald das Quecksilber, welches sich an den Wänden des Topfes verdichtete und daran herab in das Wasser floß. Nachdem man die Eisenmasse für erkaltet hielt, wurde der Topf abgehoben und das kleine Klümpchen Gold nochmals ausgeglüht und dann gewogen, wobei sich der Besitzer der Anstalt für sehr befriedigt mit seinem Kauf erklärte.

Es ist wohl kaum möglich, die Sache auf eine noch rohere Weise zu betreiben, aber man sieht zugleich, mit wie überaus einfachen Mitteln man doch zum Ziele kommen kann.

Das weitere Verfahren bei der Ausscheidung des Goldes aus dem Amalgam haben wir bereits bei der Amalgamation des Silbers beschrieben.

Alles Verwaschen des Goldsandcs, wenn derselbe nicht auf Pochwerken zerkleinert, in unsählbaren Staub verwandelt wird, führt zu Verlusten. So wie das Gold überhaupt im Quarz eingeschlossen ist und nur dadurch in das Geschiebe und Gerölle kommt, daß es aus dem einschließenden Gestein gelöst wird, so bleibt auch noch Gold in den Bröckeln des Quarzes, welche das Geschiebe bilden. Wenn nun beim Waschen alle diese größeren Partikeln fortgeführt werden, so kann Niemand dafür stehen, daß nicht in jedem solchen Stückchen Quarz ein Körnchen Gold enthalten sei, was mit fortgeschwemmt wird. In der Regel ist es nicht so, 999 Steinchen wird man zerkleinern, ohne darin etwas zu finden, aber im tausendsten Steinchen steckt doch ein Klümpchen Gold, welches die Arbeit der Zerkleinerung aller anderen belohnt. Da man dieses nun weiß, so wendet man entweder die Zerkleinerung an oder man wäscht das Gold nicht heraus, sondern man schmilzt es aus seinem Erze, man bringt das Erz in Fluß und sondert

das Gold der geschmolzenen Masse durch ein anderes geschmolzenes Metall von dem tauben Gestein ab. Dieses Verfahren wurde von einem Russen Kuosow vorgeschlagen und durchgeführt, er bringt den ganzen Goldsand unter Zusatz von Kalk und von Eisenerz in einen Hochofen und behandelt Alles zusammen, als ob er nur das Eisen gewinnen wolle, die Kieselsäure des goldführenden Sandes verbindet sich mit dem Kalk und sonstigen vorhandenen Basen zu einer leicht schmelzbaren Schlacke, während das Eisen aus seinem oxydirten Zustande in den metallischen übergeht, sich dabei des metallischen Goldes bemächtigt und unter der Schlacke ansammelt. Das Eisen ist nunmehr goldreich und aus diesem Eisen muß das Gold gewonnen werden, was nicht anders möglich ist, als daß man das Metall in Schwefelsäure auflöst, wobei das Gold als unlöslich zurückbleibt. Die Eisenauflösung wird, um die Kosten zu gewinnen, auf grünen Vitriol, auf Eisenvitriol verarbeitet.

Stohmann macht hierzu sehr richtige Bemerkungen, daß die Entfernung des Eisens vom Golde mittelst der Schwefelsäure sehr beträchtliche Kosten verursache, welche durch die Vitriolgewinnung um so weniger gedeckt würden, als der Transport von Sibirien nach irgend einem hinlänglich bedeutenden Markte — und der nächste dürfte wohl Moskau oder Astrachan sein — das Produkt viel zu sehr vertheuern würde, um es noch als verkäufliche Waare betrachten zu können, er glaubt daher, daß es vortheilhafter sein müsse, zur Verschmelzung des Goldsandbes Blei statt des Eisens anzuwenden, von welchem sich das Gold jedenfalls sehr viel leichter trennen läßt. Allein der Erfinder Kuosow behauptet, daß die Ausbeute an Gold nach seiner Methode 28 Mal größer sei, als wenn man das Waschverfahren einschlage, ja er behauptet sogar, daß wenn man die Schmelzung nicht im Eisenhochofen, sondern im Kupferofen vornähme, die Ausbeute an Gold mehr als 80 Mal so hoch sei, wie beim Verwaschen.

In Südamerika wird an vielen Stellen Schwefelkies gefunden, welcher goldhaltig ist, so bei Marmato in Südamerika, wo er so reich ist, daß er 2 bis 3 pro Mille des reinsten Goldes enthält.

Dort wo Menschenkräfte wenig oder nichts kosten, weil man Sklaven hat, die keinen Lohn erhalten, und sich ihre Nahrungsmittel selbst beschaffen müssen, indem man ihnen nur ein kleines Stückchen Land anweist, dort werden fast alle Arbeiten, zu denen man anderwärts Maschinen braucht, durch Menschenhände verrichtet, so auch hier mit dem Zerkleinern des Schwefelkieses. Die Sklaven, die neben sich einen Haufen des Erzes haben, sitzen vor einem großen Porphyrtstein, in der Hand schwingen sie einen eben so harten oder härteren Stein und mit der andern Hand schieben sie diesen Stein immerfort neue Schwefelkiesstücke unter, damit sie auf

dem steinernen Amboss zerkleinert werden. Es ist dies zwar bei Weitem nicht so sehr gelingen, wie es durch Erzmühlen gelingen würde, allein der Kies wird doch nach und nach in Pulver verwandelt, wird mit Wasser benetzt und in einen großen Bottich oder vielmehr in eine weite Grube geschwemmt.

Sobald dieser Sumpf gefüllt ist, leitet man Wasser hinein und rührt denselben wiederholt um, während Wochen lang ununterbrochen ein Bächlein seinen Inhalt in den Sumpf ergießt, es wird hierdurch nur das allerfeinste Pulver weggeschwemmt, aber es geschieht auch so vollständig, daß zuletzt trotz allen Umrührens das Wasser doch ganz klar abfließt und hierbei geht nichts verloren, das einigen Werth hätte.

Man läßt nunmehr das Wasser ausschöpfen und beginnt mit dem Rückstand eine neue Handarbeit. Die Neger und Negerinnen treten nackend in einen Bach, nachdem sie auf der flachen Schüssel, welche wir oben unter dem Namen Batea beschrieben haben, eine Portion des in dem Sumpfe zurückgebliebenen ausgewaschenen Erzes aufgehäuft. Sie schöpfen jetzt die Schüssel voll Wasser und schwenken sie im Kreise horizontal umher, wodurch alles leichte Gestein hinweggeschwemmt wird, und nur das schwere, das goldhaltige in der Vertiefung der Batea zurückbleibt.

Der Kies ist hierdurch keinesweges seines Goldes beraubt, er enthält desselben noch eine große Menge, man bekümmert sich jedoch vorläufig nicht darum, bis nach und nach der ganze Sumpf geleert ist. Jetzt theilen sich die Arbeiter, eine Hälfte rückt wieder an die vorige Stelle über den Sumpf, beginnt neu herbeigeschafften Kies fein und feiner zu zerschlagen und in den Sumpf hinabzuschwemmen. Die andere Hälfte der Arbeiter nimmt den in dem Bach gewaschenen Sand oder Kies nochmals auf die Batea und wäscht ihn von dem untersten Ende der Ablagerung bis in die Nähe des Sumpfes durch. Es wird dabei immer wieder Gold gewonnen, aber der Kies ist noch nicht goldleer, und während jetzt Wasser in den Sumpf geleitet wird, wodurch man das erste Auswaschen bewerkstelligt, wird der Kies zum dritten Male gewaschen, dann aber wird er aus dem Bache geholt, auf den Ufern aufgehäuft, wo er der Verwitterung übergeben wird.

Indessen ist es mit dem Sumpfe so weit gediehen, daß er reif ist, um abgelassen zu werden, und man begiebt sich daran, diese Quantität auf die Batea zu nehmen, so geht die Arbeit Jahr aus und Jahr ein fort, wenn aber nach 4 bis 5 Monaten der Verwitterungsprozeß den dreimal ausgewaschenen Kies genügend aufgeschlossen zu haben scheint, so wird er zum vierten Male gewaschen, dann aber als werthlos nicht ferner beachtet, werthlos ist er jedoch keinesweges und arme Leute, welche keine Arbeit haben, alte Neger, welche arbeitsunfähig sind, und denen der Herr, um

ſie nicht ernähren zu dürfen, großmüthig die Freiheit geſchenkt hat, beſchäftigen ſich noch mit dem fünftmaligen Auswaſchen des Kieſes und ſcheinen ihre Rechnung dabei zu finden.

Man kann auch den Schwefelkies röſten, zerkleinern, hierauf waſchen und hierauf der Amalgamation unterwerfen, man kann aber auch ſtatt deſſen dieſe goldführenden Schwefelkiese mit einem Zuſatz von Kalk verſchmelzen, wobei der Kies einen Theil ſeines Schwefels verliert, der Quarz in die Schlacke eingeht und ein goldhaltiger Stein am Boden des Hochofens ſich ſammelt.

Dieſer ſogeuante Stein wird zerkleinert, unter Zutritt der Luft geröſtet und dann von Neuem mit einer friſchen Quantität Schwefelkies und Kalk zuſammengeſchmolzen.

Man erhält hierdurch abermals einen ſolchen Stein, wie vorhin, allein derſelbe enthält das Gold der beiden Brände.

Abermals zerſchlagen, geröſtet und mit einer dritten Quantität Kies und Kalk verſchmolzen, erhält man einen dritten Stein, welcher den Inhalt aller drei Schmelzungen in ſich aufgenommen hat.

Man concentrirt auf dieſe Art ſo lange, biß man einen ſehr reichen Stein gewonnen hat, in welchem ſich das Gold aus 10 bis 15 Schmelzungen vereinigt findet.

Nunmehr erſt wird zur Ausſcheidung des Goldes geſchritten. Man ſchmilzt den leztgewonnenen reichen Stein mit Blei zuſammen, indem man gewöhnlich und am zweckmäßigſten Bleiglanz und Eiſen zu dem goldhaltigen Steine ſetzt.

Der Bleiglanz iſt Schwefelblei, dieſes könnte nachtheilig auf das Gold wirken, darum bringt man metalliſches Eiſen mit dem Bleiglanz in Verbindung, welches den Schwefel des leztgedachten Minerals aufnimmt und ſich damit in Schwefeleiſen verwandelt. Das freigewordene Blei aber vereinigt ſich mit dem Golde und kann von dieſem ganz auf dieſelbe Art geſchieden werden, wie wir es bei Gewinnung des Silbers aus dem Bleiglanz beſchrieben haben.

Das Waſchen ſowohl, als die Amalgamation ſind ſehr verſchwenderiſche, ſehr ungenügende Operationen, die Erze werden niemals in ſolcher Art erſchöpft, daß ſie frei von Gold, frei von dem Metalle werden, welches man in ihnen ſucht, und dasjenige, was man nach den beiden gedachten Prozeſſen als unbrauchbar über die Halben ſtürzt, iſt noch ſo reich goldhaltig, daß man beträchtliche Quantitäten deſſelben durch Röſten und Schmelzen gewinnen kann. Die Operation wird dadurch bewerkſtelligt, daß man das für werthlos geltende Erz zerkleinert, körnt, ſo daß die größten Klüſe höchſtens die Ausdehnung einer Erbſe haben. Man breitet die ſo

gepochten Erze auf dem Herd eines großen Flammenofens aus und läßt unter beständigem Umrühren breite Flammenströme und von den Seiten her große Massen von Wasserdampf über das geförnte Erz gehen.

In dem Erze ist das Gold an Schwefel gebunden, die Röstung hat zum Ziele, den Schwefel in Dampf zu verwandeln und mittelst des Wasserdampfes in eine Säure umzusetzen und gasartig zu entführen. Ist dieses so weit geschehen, daß sich in der abgehenden Luft der Geruch von schwefliger Säure oder von Schwefelwasserstoffgas nicht mehr entdecken läßt, so hört man mit der Arbeit auf, man entfernt das geröstete Erz von der Sohle des Ofens und bringt eine neue Ladung darauf.

Das Erz soll nunmehr eingeschmolzen werden. Zu diesem Behuf mengt man 20 Centner des gerösteten Erzes mit 1 Centner Flußspath, erhitzt das Gemenge unter Umrühren bis zur vollkommenen Schmelzung und setzt dann 1 Centner Blei oder Bleiglätte oder auch Bleiglanz, $\frac{1}{2}$ Centner Eisenschlacken und $\frac{1}{4}$ Centner Braunstein zu der geschmolzenen Masse, auf welche man noch einige Schaufeln Holzkohle bringt. Die Hitze wird nunmehr so gesteigert, bis die ganze Ladung des Ofens in Fluß gekommen ist. Hieraus zieht man in der schon wiederholt beschriebenen Art die Schlacken ab und findet am Boden des Ofens das Blei mit dem in dem Erze enthaltenen Gold verbunden. Dieses Metall wird nun auf den Treibherd gebracht, das Blei in Glätte verwandelt und es bleibt das gereinigte Gold zurück. Es ist nicht selten die Goldmasse so bedeutend, daß man von 20 Centnern des gerösteten Erzes 1 Pfund Gold gewinnt. Bei schlechter Bearbeitung des Materials, bei der Wäsche kann die Menge des Goldes noch sehr viel größer sein, daher ist solches Verfahren besonders da angewendet, wo — wie in Californien und Australien — das Gold gesucht, als Körner oder Staub gesammelt wird. Wo man dasselbe durch Quecksilber aus dem Erze zieht, ist die neue Verarbeitung der erschöpften Erze weniger lohnend.

In einem Werke über die Probirkunst mit dem Löthrohr von Plattner findet sich die Behauptung, daß ganz arme Erze, bei denen eine Verwaschung oder Verschmelzung nicht mehr lohnend sei, noch gewinnbringend ausgebeutet werden könnten, wenn man diese Erze mit Chlor behandelt, wodurch das edle Metall in ein Salz, in Chlorgold verwandelt, mit Wasser ausgezogen und hieraus metallisch gefällt werden kann.

Die Erze werden vorher vollständig geröstet, so daß der ganze Gehalt von Schwefel, Arsen &c. entfernt ist, dann werden sie in große Bottiche gebracht, welche inwendig mit Pech ausgegossen sind und hier mit Chlorgas behandelt, welches jedoch gewaschen sein, d. h. vorher durch Wasser gegangen sein muß, damit es nicht etwa Dämpfe von Salzsäuren mit sich führt.

Durch das Chlorgas wird das Gold in Chlorid verwandelt, man hat also innerhalb der gerösteten Erzmasse auch ein in Wasser lösliches Salz. Es wird nunmehr auch gelöst, man bringt Wasser hinzu und schaufelt das Erz vielfältig um, damit die Lösung des Goldchlorids möglichst vollständig vor sich gehe.

Dies Verfahren ist eingeführt worden auf den Bergwerken zu Reichenstein in Rheinpreußen (Regierungsbezirk Koblenz, Kreis Neuwied), woselbst von den Arsenikabbränden ungeheure Massen auf weitgestreckten Halden lagen, welche nicht nur völlig nutzlos, sondern höchst unbequem waren, da sie den Platz verengerten, um ferneres unbrauchbares Gestein fortzuschaffen. Es wurden nun Versuche angestellt, um zu ermitteln, was die Halden denn eigentlich enthielten, und da ergab sich etwas gar nicht Beachtens. Diese Halden waren Golderze. So nennt man schon das Gestein, wenn es nur $\frac{1}{10}$ Loth auf den Centner ausgiebt, die Gesteine dieser Halden zeigten aber zwischen $\frac{1}{10}$ und $\frac{1}{2}$ Loth Gold auf den Centner, sie gehörten also unzweifelhaft zu den Goldbergen und keinesweges zu den geringsten, da wurde denn das gedachte Verfahren eingeführt, Sommer und Winter wird daran gearbeitet, um das Gold auszuscheiden. Damit die Einwirkung des Chlors während des Winters eine möglichst lebhaft sei, wird das Erz, d. h. werden die werthlosen Steinmassen der Halden auf 12 bis 15 Grad erwärmt. 3 bis 4 Centner derselben setzt man etwa 6 Stunden lang der Einwirkung des Chlors aus, worauf das Gold in ein Haloidsalz verwandelt ist. Dasselbe wird nun durch Wasser ausgezogen, dann mit Schwefelwasserstoffgas gefällt. Dies giebt uns statt des Chlorgoldes Schwefelgold. Um den Schwefel zu verjagen, glüht man dasselbe in einem Schmelztiegel, worauf, wenn dieses geschehen, ein wenig Borax genügt, um reines, geschmolzenes Gold zu erhalten.

Im Unterdonaukreis des Königreichs Baiern liegt ein kleines Dertchen Bodenmais, woselbst viel Vitriol erzeugt wird aus dem in der Nähe befindlichen Eisenkies. In diesem sowohl, als in dem schlammigen Rückstand von der Vitriolbereitung hat der Professor Fuchs in München Gold gefunden, zwar nur sehr wenig, auf 100 Centner 3 Loth, aber trotz dieses geringen Maßes, wie er meint, doch der Ausbringung lohnend.

Die Riese werden durch starkes Rösten entschwefelt, dann werden sie mit 3 Prozent Kochsalz vermischt und noch einmal gelind geröstet, nun werden sie mit Quecksilber verbunden, damit geschüttelt, was in großen Tonnen geschieht, und auf diese Weise wird ihnen das Gold entzogen. Der Vorgang soll folgender sein: Durch das Rösten des Eisenkieses ist der Schwefel in Schwefelsäure verwandelt worden. Das Eisen ist zu Eisenoxyd und beides zusammen zu schwefelsaurem Eisenoxyd geworden. Bei

der zweiten Röftung wird vermittelst des Kochsalzes und unter Mitwirkung des Wassers Salzsäure frei. Die Salzsäure wird zu Chlor reducirt, indem ein Theil des Eisenoxydes ihr den Wasserstoff entzieht, das Chlor verbindet sich mit dem Golde und dem Silber zu Chlormetall.

Da aber bei dieser Operation die Temperatur eine sehr genau geregelte sein muß, so gelingt sie nicht alle Mal und sie fordert wenigstens eine große Uebung. Ist die Temperatur nämlich nicht hoch genug, so wird nicht alles Gold oder Silber in Chlormetall verwandelt, ist sie dagegen zu stark, so wird ein Theil der Chlormetalle zersezt, ein anderer verflüchtigt.

Nach der Röftung sezt man zu 100 Theilen Erz etwa 20 Theile Quecksilber und nach der Amalgamation wird das Erz durch Waschen von dem Amalgam geschieden. Das Entfernen des Quecksilbers von dem aufgenommenen Metall haben wir bereits Seite 552 beschrieben.

Ein anderes Verfahren ist das folgende. Man röftet die Erze sehr gut, macht sie äußerst fein und tränkt dieselben mit einer verdünnten Lösung von schwefelsaurem Quecksilberoxyd (Quecksilbervitriol) und Kochsalz. Zu 100 Theilen der gerösteten Erze verwendet man 4 Theile Quecksilbervitriol mit so vielem Wasser, daß ein dünner Brei daraus wird. Man läßt diesen 24 Stunden lang bei mäßiger Wärme stehen gelassen. Nunmehr erhitzt man ihn aber in einem eisernen Kessel und bringt zu Pulver gestoßenes Gußeisen oder Blechabschnitte dazu.

In der Lösung befindet sich Quecksilbervitriol und Kochsalz, das erstere wird dadurch zum Theil in Sublimat umgewandelt, durchdringt das Erzmehl und kommt mit allen metallischen Theilen in Berührung.

Wenn man nun vertheiltes Eisen dazu sezt, so nimmt dieses die Säure auf und das Quecksilber wird frei. Da es aber überall mit dem Golde in unmittelbarer Berührung ist, so wird dieses sofort aufgenommen.

Im Quecksilbervitriol ist nach dieser Operation Schwefelsäure überschüssig, durch diese wird aus dem Kochsalz Salzsäure frei, welche mit dem vorhandenen Silber Chlor Silber bildet, das durch das Quecksilber gleichfalls reducirt und aufgenommen wird.

Um die Aufnahme zu befördern, wird die ganze Masse fleißig umgerührt, nach einiger Zeit steckt man einen eisernen, rein geschauerten Spatel hinein und läßt ihn ein paar Minuten in der Masse stehen. Wenn nach dem Herausnehmen sich kein Quecksilber darauf niedergeschlagen hat, so muß man den Erzen neues Quecksilber zusehen und zwar nimmt man auf 100 Centner desselben 10 Centner Quecksilber. Jetzt wird Alles $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden lang ununterbrochen durchgerührt, dann folgt das Verwaschen und man hat nunmehr in dem Amalgam das Silber und das Gold, aber nicht bloß dieses, sondern auch Kupfer und Blei. Um das Quecksilber zu

einer nachfolgenden Operation benutzen zu können, ohne es vorher zu destilliren, gießt man dasselbe durch Säcke von sehr festem Zwillich. Besser ist es allerdings, wenn man sämlich gegerbtes Rehlleder dazu anwendet. Was in dem Lederbeutel bleibt, wird nun auf die bereits beschriebene Weise destillirt und dann wird das Metallgemisch getrennt.

Fuchs meint, daß die Ausbringung des Goldes aus dem bairischen Erze lohnend sei, wenn wir aber die Arbeit bedenken, welche 100 Centner Erz fordern, wenn wir bedenken, wie viel Quecksilber aufgewendet werden muß und wie viel davon nicht zurückgewonnen wird, sondern verloren geht, so dürfte der Gewinn von 30 Thalern in Goldstaub wohl kaum die Kosten decken, aber interessant ist immer, zu erfahren, daß die sonst für nicht eben goldhaltig genommenen Riese, doch etwas von diesem Metall enthalten, und daß es überhaupt möglich ist, so geringe Quantitäten, wie τὸ ὄσους der Masse, erfolgreich abzuschneiden.

Reinigung des Goldes.

Eine der größten Unbequemlichkeiten bei der Goldgewinnung ist, daß man dasselbe beinahe nie rein, sondern immer mit anderen Metallen verbunden erhält, es handelt sich daher stets darum, goldhaltiges Blei, goldhaltiges Kupfer, Eisen oder Silber, von Blei, Kupfer, Eisen oder Silber zu befreien.

Mit den unedlen Metallen, den drei erstgenannten, macht man kurzen Prozeß, man verbrennt sie, die Arbeit wird das Abtreiben genannt und sie gründet sich darauf, daß die edlen Metalle Gold und Silber durch den Sauerstoff der Luft, selbst nicht einmal in der Glühhitze verbrannt, in Oxyde verwandelt werden, während das Blei unter denselben Umständen sehr leicht oxydirt, zugleich aber tritt der für die Ausscheidung des Goldes günstige Umstand ein, daß das oxydirte Blei, die Bleiglätte, bei hoher Temperatur schmilzt und dann geeignet ist, als Auflösungsmittel für die anderen unedlen Metalle, für Eisen und Kupfer, zu dienen. Die Oxyde dieser beiden Metalle gehen vollständig in die Bleiglätte ein. Es findet dieses sogar mit dem Kupferoxyd statt, welches nur eines Zusatzes von Bleioxyd bedarf, um in Fluß zu gerathen, was denn schon bei der Hellrothglühhitze geschieht.

Am sichersten und leichtesten geht die Trennung vor sich, wenn man

die verschiedenen Metalle in einem Gefäße von Knochenerde schmilzt, welches die geschmolzenen Oxyde derselben einsaugt, die regulinischen Metalle aber unverändert an seiner Oberfläche behält. Bei diesem Prozeß oxydiren aber nur Eisen, Blei, Kupfer &c., indessen die edlen Metalle, Silber und Gold, nicht oxydiren, also in dem Schmelzgefäß zurückbleiben. Um das richtige Verhältniß zu treffen, muß man indessen immer vorher eine Probe von dem Metall nehmen, um zu wissen, wie viel der unedlen Substanzen darin enthalten sind, denn es handelt sich um das Verhältniß vorzugsweise des Kupfers, auf 1 Theil desselben braucht man 16 Theile Blei, erst mit der hieraus gebildeten Glätte geht das Kupferoxyd eine vollständige Verbindung ein.

Die Gefäße von Knochenerde nennt man Capellen oder Teste, die kleineren Gefäße oder Capellen werden immer nur bei dem Probiren des Goldes angewendet, sie würden sonst zu bald durch die geschmolzenen Oxyde gesättigt werden. Ein Test wird in einem eisernen Reifen gefertigt, die Figur 1136 zeigt eine obere Ansicht desselben, die beiden Buchstaben A bezeichnen einen Eisenreifen von $\frac{1}{2}$ Zoll Dicke und etwa 4 Zoll Höhe, derselbe wird im Feuer oval gebogen, seine beiden Enden werden zusammengeschweißt. An den unteren Theil dieses Reifens werden 4 bis 5 flache Stäbe a angeschraubt oder angenietet,



welche ihn unverrückbar fest in seiner Form halten, eine Vorsicht, welche nöthig ist, da diese Reifen viel Gewalt zu erdulden haben. Die Stäbe bilden den Boden des zu bereitlebenden Gefäßes, sie werden auf eine große ebene Steinplatte oder auf eine Eisengußtafel gelegt und nun wird der ganze Raum zwischen dem ovalen Rande und den 5 unten liegenden Stäben mit Knochenerde gefüllt, nachdem man derselben etwa $\frac{1}{10}$ ihres Gewichts fein gesiebter Farrentrautafche beigemischt hat, die Asche wird mit Schlägeln und Stempeln festgeschlagen, was durch eine geringe Be-
feuchtung ermöglicht wird, es bekommt hierdurch die lockere Erde und Asche eine gewisse Diegsamkeit, vermöge deren sie sich unter dem Druck des Stempels so zusammenballt, daß man die ganze Tafel aufheben, umlehen,

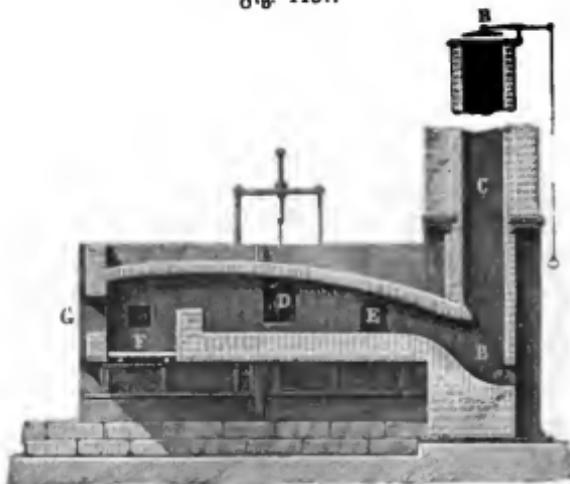
forttragen kann, ohne daß sie zerbricht, ohne daß auch nur ein kleiner Theil davon herabfällt.

Nachdem die ganze ovale Tafel festgeschlagen ist, wird sie so weit ausgehöhlt, daß sich eine große Vertiefung E bildet, um welche her ein Rand B etwa 4 Zoll breit stehen bleibt. Die ganze Vertiefung liegt etwa 3 Zoll tief, so daß ihre untere Fläche nur 1 Zoll von den eisernen Stäben absteht.

An einem der schmalen Enden bei F nimmt man die Knochenerde ganz weg, läßt aber von diesem leeren Raume nach Innen zu einen geraden Streifen B stehen, welcher 5 Zoll Breite hat, und das flache innere Gefäß E auf dieser Seite auch geradlinig begrenzt, indessen dasselbe ringsum der ovalen Form des eisernen Reifens entsprechend gestaltet ist.

Der fertige Test, so heißt diese Schüssel, wird nun in den Ofen

Fig. 1137.



gebracht, welcher sich von einem gewöhnlichen Flammenofen nur dadurch unterscheidet, daß seine Länge von der Feuerbrücke bis zur Senkung des Gewölbes halb so groß ist, als seine Breite von einer Seitenwand zur andern.

In diesem Flammenofen wird der Test so geschoben, wie er der Form des Ofens entspricht, zu diesem Behufe muß entweder der ganze Ofen auf einer

Seite mit einer sehr flachen, aber so breiten Thüre versehen sein, daß die Einbringung des Tests dadurch möglich wird, oder man muß denselben von unten emporheben können. Des letzteren Umstandes wegen ist in der vorliegenden Zeichnung das eiserne Gerippe angegeben, auf welchem diese flache Schüssel liegt, die Querstangen werden vor der Einbringung weggenommen, dann wird die Schüssel emporgehoben und nunmehr setzt man die Stangen wieder ein, welche so gestellt sind, daß sie genau denjenigen entsprechen, durch welche der eiserne Rand des Tests zusammengehalten wird. Bei F ist der Feuerrost, zwischen ihm und der Schüssel befindet sich eine Feuermauer von 18 Zoll Breite, die Flamme hat eine solche Mächtigkeit, daß der ganze Herd davon überfluthet wird.

Das Feuern erfordert viel Vorsicht, weil der Test sehr geneigt zum Zerspringen ist, die Temperatur muß daher nur sehr langsam erhöht werden, bis allmählig die letzten Spuren der Feuchtigkeit ausgetrieben sind.

Während dies mit dem leeren Test geschieht, wird das zu reinigende Metall in einem besonderen Kessel geschmolzen, sobald nun der Test kirschroth geworden ist, füllt man ihn bis zum Rande mit dem geschmolzenen Metall an und läßt die Flamme, die erhitzten Gase und den noch nicht verbrauchten Sauerstoff der atmosphärischen Luft darüber hinweggehen, wodurch sehr bald die Oxidation eintritt und das Metall sich mit einer gelblich grauen Schicht von Oxiden bedeckt, den sogenannten Abstrich oder Abzug, ein Gemenge von Bleioxyd, und den Oxiden der anderen unedlen Metalle. Wie sich die Temperatur immer mehr steigert, so nimmt diese Mischung eine reinere Farbe an. Ein Theil derselben wird sogleich von dem Test absorbiert, welcher aber bald damit gesättigt wird.

Wenn es so weit gekommen, setzt man das Gebläse in Bewegung, welches durch die Oeffnungen E und D in den Ofen eintritt und die Flamme quer durchschneidet, so daß die eingebrachte Gebläseluft dadurch über die ganze Länge des Tests streicht, wie umgekehrt die Flamme von F aus quer über den Test geht.

Nunmehr wird die Oxidation der unedlen Metalle sehr viel lebhafter, sie geht rascher vor sich und zugleich wird durch die Gewalt der Gebläseluft die eben erzeugte Glätte über die Oberfläche des geschmolzenen Metalles hinweggeführt, sie gelangt dadurch in die Gegend des Dammes B, welcher die Vertiefung E von dem ausgeschnittenen Theile scheidet, in diesem Damme befindet sich ein Einschnitt, eine Rinne von sehr geringer Tiefe, welche gerade genügt, die an ihr aufgehäuften Glätte über den Damm hinweggehen zu lassen. Der Ausschnitt ist lediglich deshalb gemacht, damit die geschmolzenen Oxide nicht mit dem eisernen Reifen in Berührung kommen, welcher sonst sehr schnell zerstört werden würde.

Sobald die Oberfläche des Metalles auch nur um $\frac{1}{4}$ Zoll gesunken ist, füllt man mit eisernen Löffeln geschmolzenes Metall nach dergestalt, daß die Oberfläche in dem Test immer ziemlich gleich hoch bleibt, der Damm aber wird dadurch, daß die geschmolzene Glätte über ihn hinwegfließt, angegriffen und vertieft. Hierauf muß man seine Aufmerksamkeit richten und sobald die Vertiefung etwas über einen Zoll gesunken ist, wird eine neue nebenbei geschnitten und die vorhanden gewesene wird mit Knochenerde und Asche bedeckt und festgeklopft, was ohne Gefahr für das Gefäß geschehen kann, indem gerade unter diesem Damme eine breite Eisenschiene liegt.

Man setzt nun die Arbeit fort, bis vielleicht ein dritter oder vierter Kanal

nöthig geworden und man eine Gesamtmenge von 120 bis 160 Centner raffinirt hat. Ist diese Arbeit so weit gediehen, daß vielleicht nur noch 2 bis 3 Centner Blei mit dem Silber und Gold verbunden bleiben, so pflegt man in den Boden des Tefels ein Loch zu stoßen und das so weit raffinirte Metall in ein untergesetztes Gefäß fließen zu lassen. Das absichtlich gemachte Loch wird durch eine Kugel von Knochenerde unter äußerst geringer Befechtung zusammengeballt, verschlossen. Hierauf beginnt man die ganze so eben beschriebene und beendete Operation von Neuem, bis man nach und nach eine solche Menge silberhaltigen Goldes oder goldhaltigen Silbers gewonnen hat, daß es eines apperten, zweiten Abtreibens des sogenannten Feinbrennens lohnt.

Bei dem Feinbrennen geschieht im Grunde nichts weiter, als was bis hierher geschehen, nur wird die Operation so lange fortgesetzt, bis alles unedle Metall durch Oxydation entfernt ist und nur noch die edlen Metalle übrig bleiben. Man nennt das so gewonnene Brandsilber. Es zeigen sich dabei ganz dieselben Erscheinungen, welche wir schon beim Abtreiben des Bleies betrachtet haben. Wenn die letzte Menge Blei verschwunden ist, so bekommt die Oberfläche des edlen Metalles nach einigen lebhaften Wellenschlägen ein helles, glänzendes Ansehen, ist hierbei viel Silber vorhanden, so zeigt sich trotz der Gegenwart des Goldes jene eigenthümlich schöne Farbenerscheinung, die man den Blick, den Silberblick nennt. Nach einiger Zeit entsteht beim beginnenden Erkalten auch hier das sogenannte Spragen, welches man dem Umstande zuschreibt, daß das Silber während der langen Dauer des Glühprozesses etwas Sauerstoff aufnimmt, den er nunmehr beim Erkalten entläßt, wobei das Aufspringen sich zeigt.

Ist die Gesamtmasse des Metalles verarbeitet oder hat der Tefel so gelitten, daß man ihn durch einen neuen ersetzen muß, so zieht man ihn aus dem Ofen, trennt das darauf befindliche Metall von der Knochenerde und bewahrt die letztere, um sie später auf die Gewinnung von Blei zu verarbeiten, vortheilhafter, wenn dieses für sich gesondert geschieht, denn das hier aufgewogene unedle Metall enthält jeder Zeit nicht unbeträchtliche Mengen von Gold und Silber.

Trennung des Goldes vom Silber.

Es giebt zwei Wege, um zu diesem Zweck zu gelangen, auf dem einen bedient man sich der Säure, daher heißt er der nasse Weg, im anderen Falle bedient man sich des Feuers, diese Methode heißt der trockene Weg, jeder hat seine Vortheile und seine Nachtheile, die letzteren möchten aber überwiegend sein bei dem trockenen Wege, bei welchem viele Schlacken erzeugt werden, die dann wieder für sich zu Gut gemacht werden müssen. Auf dem nassen Wege bekommt man ein fast reines Gold, aber es ist dabei eine nicht abzuweisende Bedingung, daß die unedlen Metalle bis auf die letzte Spur entfernt sein müssen, was auch keine geringe Schwierigkeit macht.

Man bedient sich entweder der Schwefelsäure oder der Salpetersäure. Die erste Operation nennt man das Affiniren, die zweite (der trockne Weg) heißt die Quartation oder die Scheidung durch die Quart.

Eine wesentliche Bedingung bei der Behandlung durch Säuren ist nächst der ange deuteten auch noch, daß in dem Metallgemisch von Gold und Silber das letztere das bei Weitem Ueberwiegende sei. Nur das Silber wird nämlich angegriffen, ist aber des Goldes mehr vorhanden, als des Silbers, so beschützt dieses das Silber gegen die Wirkung der Säure, indem es dasselbe gewissermaßen einhüllt, wenn in solchem Falle die Scheidung auf nassem Wege erfolgen soll, so muß man der zu mageren Legirung so viel Silber zusetzen, daß es nunmehr wenigstens in dreifacher Menge gegenüber dem Golde vorhanden sei. Viel mehr schadet nichts, ja man kann das Gold selbst noch mit Vortheil aus dem Silber trennen, wenn dieses letzteren 5000mal so viel vorhanden ist, als des Goldes, daher man auch aus alten römischen Münzen, falls sie nicht als Raritäten in die Hände eines Sammlers, sondern einfach als Silber in die Hände eines Goldschmiedes kommen, das Gold auf die zu beschreibende Weise scheidet.

Bevor man das Scheiden der beiden Metalle beginnt, müssen sie in feingertesteten Zustand gebracht, müssen sie granulirt werden. Dies geschieht, indem man das geschmolzene Metall in einem feinen Strahle in Wasser fließen läßt. Damit jedoch keine Anhäufung von großen Tropfen stattfinden könne, setzt man das Wasser durch ein Metallstäbchen fortwährend in eine kreisende Bewegung, demnächst ist es aber noch sehr zweckmäßig, wenn der kupferne Kessel, in welchem die Granulation vorgenommen wird, einen doppelten Boden hat, dessen innerer oberer einige Zoll von dem unteren abstehend, sich schräge nach der Mitte vertieft und hier eine

ziemlich weite Oeffnung hat. Bei solcher Einrichtung ist es sehr leicht, die kreisende Bewegung des Wassers zu erhalten und das Metall, wie es sich beim Fließen in das kalte Wasser vertheilt, sinkt von der schrägen Fläche des verdoppelten Bodens sogleich nach unten und kann unter keinen Umständen mehr in Berührung kommen mit dem einfließenden Metallstrahl.

Man hat auch noch eine andere Methode, die zu trennenden Metalle äußerst fein zu zertheilen. Man schmilzt sie mit der dreifachen Menge Zink zusammen, granulirt die Legirung, bringt sie nunmehr in Schwefelsäure und diese läßt, nachdem sie das Zink fortgenommen hat, Silber und Gold als Staub zurück.

Man hat dreierlei Methoden der Auflösung angewendet, welche zwar im Ganzen auf dasselbe hinauskommen, doch durch die Materialien zu den Gefäßen sich wesentlich unterscheiden. In München und in Petersburg bedient man sich großer Platingefäße, die Anschaffungskosten sind aber sehr bedeutend, und das Platin äußerst leicht zerstörbar, sobald Blei in der zu reinigenden Metallmasse zurückgeblieben ist; dieses bildet nämlich mit dem Platina Legirungen, welche leicht schmelzbar sind, wodurch also das Gefäß zerstört und der Inhalt verloren wird.

Die zweite Art von Kochapparaten für diesen Zweck besteht aus Gußeisen. Verdünnte Schwefelsäure löst dasselbe zwar leicht auf, concentrirte Schwefelsäure aber macht es negativ elektrisch, daher es sich denn mit dem gleichfalls negativ elektrischen Sauerstoff nicht mehr verbindet, nicht mehr oxydirt. An anderen Orten bedient man sich der Porzellangefäße, welche vielleicht die zweckmäßigsten und billigsten sein dürfen. Natürlich nimmt man daher nicht dasjenige feine Porzellan, woraus man Vasen und Tafelaufsätze von größter Kostbarkeit macht, sondern man braucht dasjenige, woraus man Töpfe, Schüsseln für den gewöhnlichen Haushalt bereitet, das sogenannte Gesundheitsporzellan.

Das Silber wird mit seinem doppelten Gewicht concentrirter Schwefelsäure in die Lösungsgefäße gebracht. Sind diese von Porzellan, so werden sie mit einem Beschlage von Lehm und Hammerschlag überzogen, sind sie von Platina, so werden sie in einen gußeisernen Kessel eingehängt, Beides geschieht, damit die Flamme nicht unmittelbar auf das Gefäß wirke. Hier wird nunmehr das granulirte Metall 6 bis 8 Stunden lang oder überhaupt so lange gekocht, bis sich keine Spur von Körnern mehr zeigt, dann leert man die Retorte aus, spült sie mit verdünnter Schwefelsäure nach und bringt die ganze Lösung in eine Bleispanne zum Abdampfen. Wohl verstanden, nur die Lösung, das Gold ist nicht aufgelöst und man läßt ihn 5 bis 6 Stunden Zeit, um sich aus der Lösung abzusetzen.

Während man diese abdampft, um das Silbersalz zu gewinnen, bringt

man in das vorher benutzte Gefäß eine neue Quantität des granulirten Metallgemisches, fügt dazu auch dasjenige Gold, welches bereits ausgeschieden worden ist, weil dasselbe mit großer Hartnäckigkeit die letzten Spuren von Silber an sich hält, welche man durch wiederholtes Kochen noch zu entfernen sucht, und thut dann zu der Mischung oder Mengung von neuem concentrirte Schwefelsäure, was so lange dauert, als noch Vorrath von granulirtem Metall vorhanden.

Ist die Gesamtmasse so behandelt, daß man den größten Theil des Silbers in der Auflösung und das Gold mit nur noch ganz wenigem Silber im Rückstande hat, so sucht man aus diesem Rückstande noch die letzten Spuren von Silber abzuscheiden. Man trocknet die Masse, so daß sie nunmehr ein Pulver darstellt. Diesem Goldpulver setzt man ein Viertel von seinem Gewichte an wasserfreiem Glaubersalz zu, und durchfeuchtet das Gemenge mit ungefähr halb so viel concentrirter Schwefelsäure als man Glaubersalz genommen hat. Das schwefelsaure Natron (Glaubersalz) wird hierdurch zu saurem schwefelsaurem Natron, man erhitzt dieses mit dem Golde in einem Kessel so lange, bis sich keine Dämpfe von Schwefelsäure mehr zeigen, läßt die Masse nunmehr erkalten, setzt darauf abermals so viel Schwefelsäure zu wie vorherin und behandelt die Flüssigkeit auf dieselbe Weise.

Hierdurch wird das Silber vollständig in ein schwefelsaures Salz verwandelt, man kann es ausziehen, indem man einen bedeutenden Uberschuß von Schwefelsäure zusetzt und die Masse erwärmt, wodurch sich beide Salze leicht lösen und ein so gereinigtes Gold hinterlassen, daß dasselbe höchstens $\frac{1}{2}$ Prozent Silber zurückbehält, was man durch nochmalige Bearbeitung bis auf $\frac{1}{10}$ Prozent reduciren kann.

Um das Silber aus seiner Auflösung zu gewinnen, vereinigt man die sämmtlichen sauren Flüssigkeiten, die es enthalten, verdünnt sie mit Wasser und erwärmt sie, hierauf hängt man Kupfertafeln hinein, welche von der Säure angegriffen werden, indessen sich das Silber metallisch ausscheidet, es ist dieselbe Operation dem Silbervitriol gegenüber, wie man sie mit Eisen an dem Kupfervitriol macht, um das Kupfer aus dem Salze zu ziehen.

Das niedergeschlagene Silber wird auf einem bleiernen mit Leinen belegten Siebe sorgfältig gewaschen, dann durch eine hydraulische Presse vom Wasser befreit, getrocknet und dann in einem eisernen Tiegel geschmolzen. Es befindet sich nunmehr noch Kupfer in der Lösung, welches nicht metallisch, sondern als Kupfervitriol durch Eindampfen und Auskrystallisiren gewonnen wird, schließlich bleibt nur noch Schwefelsäure als Mutterlauge zurück, welche man durch anhaltendes Kochen so lange con-

centrirt, bis sie wieder zur Behandlung einer neuen Portion granulirten Metalles geeignet ist, es geht auf diese Weise eigentlich nichts verloren, vorausgesetzt, daß das Brennmaterial nicht theurer ist, als die zurückgewonnene Säure.

Die Metalle, welche auf diese Weise gewonnen werden, sind immer in Pulvergestalt vorhanden, man muß sie also, um sie verwenden zu können, einschmelzen, was gewöhnlich in Graphittiegeln geschieht, selten nimmt man sie größer, als daß sie 20 Mark fassen können.

Die zweite Art der Scheidung auf nassem Wege geschieht durch Salpetersäure. Man übergießt das granulirte oder möglichst fein zerkleinerte Metall mit Salpetersäure von einem specifischen Gewicht von 1,35, und läßt es damit in einem Wasserbade 18 bis 20 Stunden stehen, wodurch das Gold schon vom größten Theile des Silbers befreit ist. Um es jedoch ganz davon zu scheiden, wiederholt man an dem rückständigen Golde dieselbe Operation noch einige Stunden lang. Gewöhnlich wendet man steinerne Töpfe an, d. h. solche, von jener halb verglasten Masse, aus welcher die Krüge zu Mineralwasser bereitet werden und man setzt 30 und 60 und mehr solcher Töpfe zu gleicher Zeit an. Zu einem Pfunde goldhaltigen Silbers braucht man $4\frac{1}{2}$ Pfund Salpetersäure, welche jedenfalls chemisch rein sein muß, denn falls sie Chlor enthält, wird Königswasser daraus und nicht allein das Silber, sondern auch das Gold wird theilweise aufgelöst.

Die Auflösung wird von dem Golde abgesehen, in ein großes Reservoir gebracht und mit Kochsalzlösung vermischt. Hierdurch wird Chlorsilber erzeugt, welches unauflöslich ist und so zu Boden sinkt, es kommt nunmehr auf ein feines Filtrum, auf dem es gewaschen und getrocknet, dann mit Zink reducirt wird. Hierdurch erhält man das Silber zwar im metallischen Zustande, aber mit Zink verbunden, um dies Letztere zu entfernen, granulirt man die Legirung und läßt sie mit Schwefelsäure bis zur vollständigen Auflösung des Zinks stehen, worauf die Flüssigkeit entfernt, das Silberpulver gewaschen, getrocknet, gepreßt und dann eingeschmolzen wird.

In ganz gleicher Art wird auch das Goldpulver gewaschen, gepreßt, bis zur Rothgluth getrocknet und dann geschmolzen. In diesem Stadium pflegt man gleich die erforderliche Legirung vorzunehmen, wie sie zu Münzen oder zu sonstigen Gegenständen nach dem Landesgebrauch üblich ist.

Die Scheidung auf trockenem Wege

hat gleichfalls mehrere Varianten. Es sind deren eigentlich drei, aber sie haben nur noch ein gewisses historisches Interesse, denn man bedient sich ihrer kaum mehr, da sie nicht so sicher sind, wie die Scheidungen auf nassem Wege und da überdies Verluste eintreten, wenn man die Schlacken nicht auf die sorgfältigste Weise ausbeutet.

Die erste Methode heißt die durch Guß und Fluß. Das Gold hat nur wenig Neigung, sich mit dem Schwefel, eine größere, sich mit dem Antimon zu verbinden, bei dem Silber ist es genau umgekehrt, hierauf stützt sich die Scheidung der beiden edlen Metalle.

Man nimmt Schwefelantimon in doppelt so großer Menge als das zu trennende Metall vorhanden ist, man schmilzt Beides in einem Graphittiegel, gießt es dann in eine tiefe Form, welche kegelförmig ist, damit beim Erkalten sich das Metall leicht von der Form lösen lasse, man erhält hierbei zwei sich deutlich unterscheidende Schichten, in deren einer, der unteren das Gold, in deren oberer aber alles Silber enthalten sein soll. Die untere Schicht besteht allerdings beinahe aus reinem Antimongold, die obere aber, welche man das Plachmal nennt, ist ein Gemenge von Schwefelsilber, von Schwefelantimon und von Antimongold. Um dieses Letztere zu gewinnen, schmilzt man es wiederholt ein, und gießt es immer wieder in eine kegelförmige Vertiefung, wo sich dann noch mehrere Male eine kleine Schicht von Antimongold absetzt, welche zu dem eigentlichen Goldkönig gebracht wird. Die Gesamtmasse dieses Antimongoldes schmilzt man nun unter Einwirkung eines Gebläses, wodurch das Antimon sich verflüchtigt und oxydirt, indessen das Gold reiner und immer reiner zurückbleibt.

In der oberen Schicht, in welcher das Schwefelsilber enthalten ist, findet sich nach wiederholter Umschmelzung kein Gold mehr, das Silber daraus zu gewinnen, schmilzt man das Plachmal mit Bleiglätte zusammen und setzt demselben dann Eisen zu. Der Schwefel verbindet sich mit dem Eisen und läßt das Silber frei, dieses verbindet sich mit dem Blei der Glätte und wird dann durch die gewöhnliche Treibarbeit davon geschieden.

Die zweite Art der Trennung von Gold und Silber auf trockenem Wege heißt der Pfannenschmiedsche Prozeß, oder die Scheidung durch Glätte und Schwefel.

Man granulirt die Legirung, vermengt sie mit dem achten Theile ihres Gewichts Schwefel und trägt dieses Gemenge in kleinen Portionen in einem schwachglühenden Tiegel ein, ungefähr eine Stunde lang erhält

man die Mengung bei der Temperatur, dann erhöht man sie bis zum Schmelzen und setzt auf jedes Pfund der Legirung 2 bis 3 Loth Bleiglätte in kleinen Portionen zu.

Der Schwefel geht mit der Legirung eine Verbindung ein, aber nur mit dem Silber, welches er in Schwefelsilber verwandelt, während er das Gold unberührt läßt. Wird nunmehr die Bleiglätte zugelegt, so oxydirt sich ein Theil des Schwefels zu schwefeliger Säure, welche entweicht, ein anderer Theil des Schwefels aber verbindet sich mit dem reducirten Blei.

Das Silber, so weit es reducirt wird, geht zum Golde zurück, das übrige nicht reducirte bleibt aber davon getrennt, indem wie bei dem vorigen Prozeß das Ausgießen in einen hohlen Kegel eine Trennung in zwei Schichten zur Folge hat. Hier tritt nun der umgekehrte Fall ein, der Schlackmal enthält nicht mehr Gold, wohl aber der Regulus Silber, wenn schon viel weniger, als vorher. Dieses silberhaltige Gold wird nochmals granulirt und genau so behandelt, wie wir es eben beschrieben haben, und fährt man damit so lange fort, bis es vortheilhafter erscheint, den etwa noch vorhandenen Rest des Silbers durch Salpetersäure von dem Golde zu trennen.

Das vom Gold getrennte Schlackmal, nur Schwefelsilber und Schwefelblei enthaltend, muß reducirt werden, was dadurch geschieht, daß man ihm ein anderes Metall zusetzt, welches sich leichter mit dem Schwefel verbindet, es ist dieses das Eisen, davon man $\frac{1}{2}$ des Gewichts des Schlackmals zu demselben setzt, damit zusammenschmilzt und nunmehr Schwefeleisen und bleihaltiges Silber erhält, welches durch Treibarbeit vom Blei befreit wird. Das Schwefeleisen und die Schlacke enthalten noch etwas Silber, weshalb man dieses schmilzt, wieder Eisen zusetzt und dann Bleiglätte damit schmilzt, wodurch nunmehr silberhaltiges Blei erzielt wird, nächstdem aber auch noch eine zweite schlechtere Schlacke, welche bei recht sparsamen Hüttenbesitzern auch noch auf Blei verarbeitet wird.

Eine dritte Art, die Legirung auf trockenem Wege zu trennen, ist die Verwandlung desselben in Chlorsilber, sie heißt die Scheidung durch Cementation. Man granulirt oder zertheilt sie auf sonstige Weise möglichst fein und bringt sie schichtweise mit einem Cementirpulver in einen Tiegel. Das Pulver besteht aus einem Theil Kochsalz, einem Theil calcinirten Eisenvitriols und 4 Theilen Ziegelmehl.

Dieses mit dem zerkleinerten Metallgemisch in einen Schmelztiegel geschichtet und 30 bis 36 Stunden in schwachem Glähen erhalten, bewirkt eine Entwicklung von Chlor, welches sich mit dem Silber verbindet und schmilzt. Das geschmolzene Chlorsilber zieht in das Steinpulver, wodurch immer neue Oberflächen der Legirungen zur Berührung mit dem Chlor

kommen, auf welche Weise dann allmählig der größte Theil des Silbers aus dem Golde entfernt wird.

Das in Californien und das am Ural gefundene Gold enthält ein Doppelmetall, welches wir späterhin kennen lernen werden, wenn wir uns mit dem Platina beschäftigt haben, das Osmium-Iridium. Es ist dieses dem Golde sehr nachtheilig, daher es dessen Werth verringert. Es vereinigt sich mit demselben nicht zu einer Legirung, sondern findet sich darin in kleinen Körnern, welche an den Schmuckgegenständen und Münzen fehlerhafte Stellen bilden. Demnächst ist es sehr hart und beschädigt die Prägestempel, deren man bei so verunreinigtem Golde sehr viel mehr braucht, als bei reinem Golde. Bei diesem ist ein wohlgeschchnittener starker Stahlestempel beinahe unverwundlich, bei dem verunreinigten springen die Stempel nicht selten 3, 4 hinter einander. Ebenso werden die Walzen, mittelst deren man das Gold streckt, durch das härtere Osmium-Iridium beschädigt, darum thut man Alles mögliche, um das schädliche Metall zu entfernen.

In den Vereinigten Staaten verwandelt man das so verunreinigte Gold durch Schmelzung mit Kupfer in eine Legirung, welche ungefähr derjenigen entspricht, die man zu den Münzen anwenden will. Wenn die Legirung durch starke Erhitzung leichtflüssig geworden ist, so scheidet sich das schädliche Doppelmetall aus, indem es den Boden des Schmelztiiegels bedeckt.

Man entfernt diesen Theil des Metalles und schmilzt das Gold nochmals um, welches zum dritten und vierten Male geschieht, worauf, wie Wilson behauptet, das Gold vollständig von seinem nachtheiligen Begleiter getrennt ist.

Aus Amerika kommt eine große Menge Abfall von den Münzwerkstätten, von den Goldwaarenfabriken zu uns, welches unter dem Namen Kräze oder GeKräze der Goldarbeiter bekannt ist. Da das amerikanische Gold durchweg unrein ist, so wird auch dieses GeKräze so verunreinigt sein, und um es zu Gold zusammenzubringen, muß man es nothwendigerweise mit Sorgfalt reinigen. Man schmilzt dasselbe zusammen und setzt auf 25 Theile desselben 6 Theile arsensaures Natron, 36 Theile schwarzen Fluß und 40 Theile gewöhnlichen Fluß zu. Man erhält so einen guten zusammengeschnolzenen Klumpen, welcher alles Gold und Silber des GeKräzes enthält, darüber aber ein anderer viel größerer Klumpen, welcher Arsenik und Osmium-Iridium enthält. Da es vortheilhaft ist, in der Masse eine aufsteigende Bewegung hervorzubringen, wodurch die Metalltheile inniger mit dem Fluß in Berührung treten, nimmt man zu dem gedachten Gemenge auch noch kohlenfauren Kalk in 28 Theilen. Die Zugutmachung des GoldgeKräzes aus Amerika ist ein Gegenstand von nicht geringer Wich-

tigkeit, in Frankreich wurden während der Jahre 1853, 1854 und 1855 jährlich 120,000 Pfund Iridium aus dem Goldgekräg verschmolzen.

Man hat noch eine andere Methode der Trennung erdacht, welche sich auf den Unterschied des spezifischen Gewichts und darauf stützt, daß sich das Gold nicht mit dem verunreinigenden Doppelmetall verbindet.

Man schmilzt 1 Theil Gold mit 3 Theilen Silber zusammen und erhält dadurch eine Legirung von 13 spezifischem Gewicht, Osmium-Iridium hat 19 spezifisch Gewicht, verbindet sich nicht mit der Legirung, sondern sinkt darin zu Boden und hier kann auch dieses mechanisch getrennt werden. Diesen Theil schmilzt man nochmals und wiederholt mit Silber zusammen, wodurch nach und nach die letzte Spur von Gold dem Iridium entzogen wird. Um aber auch das Silber wieder zu gewinnen, wird der letztgeschmolzene Rückstand mit Salpetersäure ausgezogen, welche das Silber aufnimmt, das Osmium-Iridium aber unangegriffen läßt.

In den Münzwerkstätten von Rußland verfährt man auf eine andere Weise.

Die Operation beginnt damit, daß man eine Quartirung vornimmt, d. h. daß man das Gold als 4. Theil zu 3 Theilen Silber setzt, daher der Name. Das so verneugte Metall wird in einem Ofen geschmolzen und gut umgerührt. Ist das Silber aus dem Altai gewonnen, so enthält es gewöhnlich etwas Blei, weil es in dem Hüttenprozeß des fernen Gebirges nicht gehörig von dem unedlen Metall gesondert ist, was sehr zweckmäßig erscheint, da im andern Falle bei der zu jeder Zeit schlechten Arbeit große Massen Silber in die Bleiglätte übergehen würden. Das Blei ist der Legirung schädlich und macht sich spröde, daher muß in diesem Falle die Schmelzung so lange fortgesetzt werden, bis alles Blei durch Oxydation verzehrt, entfernt worden ist. Um dieses zu untersuchen, zieht man eine kleine Quantität des geschmolzenen Metalles aus dem Ofen und gießt sie auf einen flachen Stein. Nach dem Erkalten wird das Blättchen einige Male hin und her gebogen. Bricht es dabei, so ist dieses ein sicheres Zeichen, daß noch nicht alles Blei abgeschieden ist und man muß alsdann die Schmelzung noch fortsetzen; wenn das Blättchen aber nicht bricht, so sieht man die Arbeit als beendet an. Die Quantitäten, welche man so zusammenschmilzt, überschreiten selten ein Pud, d. h. 40 Pfund.

Das quartirte Metall wird nunmehr granulirt. In einen kupfernen Kessel, welcher halb mit Wasser gefüllt ist und zu welchem sowohl ununterbrochen frisches Wasser strömt, als das erhitzte Wasser entweichen kann, gleißt man mit einer Kelle das Gold in einem dünnen Strahl und so, daß man die Kelle stets im Kreise umherfährt. Je kälter das Wasser ist und je mehr desselben vorhanden, desto feiner wird die Vertheilung, dagegen

umgekehrt, wenn es nicht hoch genug in dem Kessel stand, der Strahl geschmolzenen Metalles keinesweges genügend abgekühlt wird, sondern noch so heiß an den Boden gelangt, daß die Körner wieder zusammengehen; sie sind indessen leicht trennbar, sie müssen mit Eisenstangen zererschlagen werden.

Von dem granulirten Metall versammelt man nun größere Massen in gußeisernen Kesseln, gewöhnlich zwischen 5 und 6 Pud. Hier werden sie während 4 Stunden der Einwirkung concentrirter Schwefelsäure, unterstützt durch die Wärme, ausgesetzt. Diese Säure löst das Silber auf, indeß sie das Gold unberührt läßt.

Man gießt die Lösung ab und wäscht den Rückstand, der aus feinstem zerkleinertem Golde besteht, mit Wasser ab, kocht denselben aber nunmehr in einer Platinaretorte mit Schwefelsäure und wiederholt das Kochen und Auswaschen 3 Mal, worauf das Silber zum größten Theil entfernt ist und das Gold eingeschmolzen werden kann.

Dasselbe wird nun abermals geschmolzen, wobei die vorhandenen Osmium-Iridium-Körner gesondert bleiben, weil sie eine viel höhere Temperatur fordern, als das Gold, ja weil sie sogar bei der Hitze, bei welcher das Platin schmilzt, noch nicht einmal weich werden.

Man läßt nach sorgfältigem Umrühren der Gesamtmasse das geschmolzene Metall noch einige Zeit im Ofen stehen und läßt es dann erkalten, hierbei setzt sich das fremde Metall wegen seines größeren specifischen Gewichts zu Boden und man trennt das untere Fünfstück des Goldklumpens von dem darüber stehenden reinen Golde. Mit mehreren solchen abgeschrittenen Stücken unreinen Goldes wird die Schmelzung nochmals vorgenommen und man concentrirt das Osmium-Iridium abermals in dem untersten Theile des Tiegels. Bei diesem zweiten Schmelzungsprozesse schöpft man das oben stehende reine Gold behutsam mit einer eisernen Kelle ab und gießt es zu Stangen, wie sie für die Münze bestimmt sind.

Was jetzt am Tiegelboden zurückbleibt, ist so iridiumhaltig, daß eine fernere Schmelzung nicht das gesuchte Resultat haben würde, deshalb zererschlägt man den erkalten Klumpen oder man granulirt das geschmolzene Metall, man gießt dasselbe in Wasser aus und bringt die Granalien in Königswasser, welches das Gold auflöst, ohne das Osmium-Iridium im Geringsten anzugreifen. Aus 800 Pfund silberhaltigen Goldes, welche auf diese Art behandelt wurden, gewann man 24 Pfund Osmium-Iridium, das will sagen, es waren in dem Metall 3 Prozent dieser fremden schädlichen Beimischung enthalten.

Das aufgelöste Silber wird in Kesseln abgedampft, bis die Lösung höchst concentrirt erscheint, dann bringt man sie in große hölzerne Gefäße,

in denen sie ihres Silbers beraubt werden soll. Man legt entweder Kupferplatten hinein oder — was in Rußland immer geschieht — man wendet alte russische, in Moskau geschlagene Kupfermünzen dazu an, welche, wie auch die alten sibirischen, stark silberhaltig sind.

Das Kupfer verbindet sich mit der Schwefelsäure und diese löst das Silber aus ihrer Verbindung los, in einer Stunde ist die Zerlegung beendet. Man läßt nach dem Klarwerden, nach dem möglichst vollständigen Absetzen die Kupfervitriollösung abfließen, süßt das gefällte Silber aus, wäscht es mit kochendem Wasser und bringt es unter die hydraulische Presse, um es vorläufig zu Klumpen zusammenballen; nunmehr wird es geschmolzen.

Bei der Reinigung des Goldes durch Zusammenschmelzen mit Silber findet immer ein Gewichtsverlust statt, derselbe kann sich bis auf $\frac{1}{4}$ Prozent belaufen, er ist zwar nicht gleichmäßig, ist auch meistens geringer als $\frac{1}{4}$ Prozent, findet aber doch jedenfalls statt, und die Größe des Verlustes hängt von dem Hitzegrade ab, und der Zeit, während welcher man das Metallgemisch geschmolzen erhalten hat. Der Verlust wird sehr viel beträchtlicher, wenn man statt des Silbers Kupfer anwendet. In diesem Falle beträgt er nicht selten $\frac{3}{4}$ Prozent.

Es ist schwer zu sagen, worauf dieser Verlust geschoben werden müsse. Man pflegt zwar zu behaupten, Gold verdampfe nicht, dies ist aber unter allen Umständen unrichtig. Da die Flamme über dem geschmolzenen Golde grün leuchtet, so ist dies allein schon ein Beweis, daß eine Verflüchtigung stattfindet. Auffallender und sogar wägbar wird der Verlust, wenn man das Gold nach dem Schmelzen noch weiter erhitzt. Man kann dasselbe bis zum Kochen bringen und dann das verdampfte Gold auf einer kalt gehaltenen Metallfläche sichtbar niederschlagen.

Legirungen des Goldes.

Haben wir im Vorigen die Mittel angegeben, eine von der Natur gemachte Legirung zu trennen, weil sie unregelmäßig, nicht nach bestimmten Formeln gemacht ist, so müssen wir jetzt noch diejenigen Legirungen betrachten, welche in verschiedenen Staaten durch das Gesetz vorgeschrieben sind. Das reine Gold ist viel zu weich, um in irgend einer Art angewendet zu werden, man vermischt es daher mit Silber oder Kupfer, wo-

durch es eine beträchtlichere Widerstandsfähigkeit erhält. Man hat auch eine Zeit lang versucht, dasselbe mit Zinn zu legiren, was für Münzen ebenfals sehr zweckmäßig wäre, indem hierdurch eine viel beträchtlichere Härte erzielt wird, als durch Kupferzusatz, wodurch mithin die Münzen der Abnutzung nicht so sehr ausgesetzt sein würden, allein die Goldarbeiter, welche kein anderes Gold erhalten, als das ihnen in Friedrichsd'oren und Dukaten geboten wird, haben sich auf das Entschiedenste gegen diesen Gebrauch gewehrt. Die Verarbeitung des härteren Metalles würde nicht eben schwieriger sein, denn hartes Metall läßt sich besser feilen als weiches, aber es ist unmöglich, dasselbe zu biegen, zu walzen, zu Draht zu ziehen, den Draht zu flechten zc. Nun sind allerdings die Dukaten nicht geprägt, damit man sie einschmelze und Ohrringe daraus mache, wenn aber nur äußerst wenig Gold in Barren an Privatleute gelangt, sondern von den Regierungen aufgekauft wird zur Verarbeitung in der Landesmünze, so bleibt natürlich den Goldarbeitern nichts übrig, als diese Münze wieder einzuschmelzen und zu verarbeiten. Man hat folglich die Zinnlegirung gänzlich aufgegeben und legirt das Gold nur noch mit Silber, was man die weiße Legirung, oder mit Kupfer, was man die rothe Legirung oder Karatirung nennt. Setzt man Beides zum Golde, so nennt man dieses die gemischte Karatirung.

Die Farbe des Goldes ändert sich nach der Quantität von unedlem oder weniger edlem Metall, welches man dem Golde zusetzt, so daß es um so dunkler roth wird, je mehr Kupfer, und um so heller gelb, je mehr Silber man ihm zusetzt, dies kann so weit gehen, daß bei einem gewissen Gehalt von Silber die Farbe blaßgrünlich, bei einem gewissen Kupfergehalt rosenroth wird.

Bei den Werthbestimmungen der Legirungen des Goldes wird gewöhnlich von einer Theilung in 24 Theile ausgegangen, und diese Theile heißen Karat. Das Karat hat beim Golde ein ganz anderes Gewicht, als beim Diamant, beim Golde aber ist der Sinn nur dieser, daß, wenn man ein gegebenes Quantum legirten Goldes in 24 Theile theilen würde, 16 davon Gold und 8 Kupfer wären, diese Legirung dann die 16karatige nennen würde, wenn in einem anderen Stücke Gold 12 gleiche Gewichtstheile Kupfer und 12 eben solche Gold wären, so würde man diese Legirung eine 12karatige nennen, und zwar ganz gleich viel, ob das untersuchte Stück Gold 24 Pfund oder 24 Loth oder 24 Gran wöge.

Die Münzen eines jeden Landes haben ein viel besseres Korn als die Goldwaaren desselben Landes. 18karatiges Gold sieht man selten, und in der Regel nur bei Uhren, gewöhnlich wird 14karatiges verarbeitet. Die Münzen aber sind so, daß die preussischen 22 Karat halten, die spani-

schen 21, die englischen 21, die österreichischen 20, die holländischen Dukaten dagegen $23\frac{1}{2}$, d. h. sie sind beinahe von ganz reinem Gold.

In jedem Lande regeln Gesetze die Goldlegirung, und man darf keine Schmucksachen anfertigen, welche von geringerem Golde gemacht sind. Schmucksachen, welche eine gewisse Feinheit haben sollen und doch nicht so theuer sein dürfen, als wenn sie aus Gold von dem landesüblichen Kern wären, giebt man z. B. in England geradezu für unächt, wolle man sie als Gold verkaufen, so würden sie confiscirt werden, so sagt man, sie sind unächt, obwohl sie wirklich aus 10karatigem Golde gemacht sind.

Die in Deutschland benutzten Legirungen sind das 14- oder das 18karatige Gold. In den großen Fabriken Süddeutschlands, Gmünd, Pforzheim u. a., verwendet man auch 12karatiges Gold, d. h. solches, das nur zur Hälfte aus Gold besteht, wenn man dem Gewichte nach geht, macht man die Berechnung aber nach dem räumlichen Inhalt, so wird bei der 12karatigen Legirung 3 Mal so viel Kupfer angewendet als Gold, denn das Kupfer wiegt 8 Mal, das Gold aber 20 Mal so viel als Wasser, ein Stück Kupfer von 10 Loth hat die Größe eines Stückes Gold von 30 Loth.

Das Gold soll bei dem Damenschmuck verschiedene Farben haben, dies wird dadurch bezweckt, daß man ganz besondere Legirungsverhältnisse aus sucht, so erscheint eine Legirung aus 2 Theilen feinen Goldes und 1 Theile feinen Silbers beinahe grün, wenn man das Verhältniß umkehrt, nur halb so viel Gold als Silber nimmt, so erscheint das Gold blaß messinggelb.

Um es grau zu machen, setzt man ihm Stahlfleißspähne zu, man schmilzt 30 Theile Gold mit 3 Theilen Silber und 2 Theilen gefeiltem Gußstahl zusammen. Soll das Gold roth werden, so nimmt man 1 Theil Gold und 2 Theile Kupfer.

Es giebt eine Methode, dem Golde einen Aufchein von Feingehalt zu geben, den es keinesweges hat. Man nennt dieses das Färben und die Flüssigkeit, in die man es deswegen bringt, führt den technischen Ausdruck „Farbe“, wiewohl dieser Ausdruck ganz falsch ist, denn die Flüssigkeit ist nichts als eine Säure, welche das Kupfer oder Silber von der Oberfläche des fertigen Schmuckgegenstandes auflöst, und das unaufgelöste Gold, welches die Säure nicht antasten kann, zurückläßt. Man nimmt dazu einfach verdünnte Salpetersäure, läßt den Gegenstand leicht ausglühen, so daß derselbe nicht auf irgend eine Weise verlegt wird, und hängt ihn alsdann einige Minuten lang in Salpetersäure, bis die gewünschte Farbe hervorgetreten ist, indem die Salpetersäure das edle Metall nicht fortnimmt. In neuerer Zeit pflegt man eine Lösung von 2 Theilen Kalisalpeter, 1 Theil

Kochsalz und 1 Theil Alaun anzuwenden. Da sich hier offenbar aus dem Chlor des Kochsalzes und der Salpetersäure ein schwaches Königswasser bildet, so wird Gold mit aufgelöst, was jedenfalls ganz gegen den Zweck des Goldarbeiters ist, denn er will ja eben das Gold auf der Oberfläche des Schmuckgegenstandes zurückgehalten wissen. Daß er dasselbe durch Fällung mit Eisenvitriol wieder bekommen kann, ist eigentlich nicht weiter tröstlich, da gerade dort, wo es bleiben soll, es weggenommen wird.

Wenn bei dieser Färbung die Preisermäßigung einträte, welche durch das Verhältniß der Legirung geboten wird, das Ganze also nur der Ausschmückung wegen geschähe, so wäre hiergegen gar nichts einzuwenden, dies geschieht aber keinesweges. Die auf solche Weise verzierten Gegenstände haben außer dem enorm hohen Preise, welcher Goldschmucksachen überhaupt anhängt, noch eine apparte Erhöhung des Preises dadurch zu erleiden, daß der Verkäufer angiebt, sie seien von feinem Golde. Die Eitelkeit der Damen wird hier schwerer besteuert, als irgend ein Staat es wagt, selbst in den gefährlichsten Landes-Kalamitäten, seine Untertanen zu besteuern. Meistentheils haben die Goldschmucksachen einen viermal so hohen Preis als Werth, für einen Gegenstand, der bei dem Goldarbeiter 80 Thaler gekostet hat, erhält man vom nächsten Goldarbeiter, dem man den Schmuck für alt verkauft, höchstens 20 Thaler. Der Goldarbeiter sagt, wenn man ihn wegen des Preises zur Rede stellt: „Das ist Kunst! Kunst kann gar nicht taxirt werden, das Stück Gold, was ursprünglich 20 Thaler werth war, ist durch meine Arbeit eigentlich 100 Thaler werth geworden, ich habe es ihnen folglich um 20 Prozent zu wohlfeil verkauft.“

Mit einem Stück Marmor, welches aus Rauch's oder Thorwaldsen's Händen hervorgegangen, ist dieses wohl wahr, ob aber auch mit einem Armband, einem Halsband — möchte doch noch zu bezweifeln sein.

Rothc Färbung des Goldes.

Um dem aufgetragenen Golde eine röthliche Färbung zu geben, wendet man das sogenannte Glühwachs an, welches aus einem sorgfältig bereiteten Gemenge von reinem gelbem Wachs und fein gepulvertem Grünspan besteht. In der Regel setzt man auch noch etwas Bolus und gebrannten Borax oder Alaun zu.

Der Grünspan, welcher mittelst des Wachses auf den vergoldeten

Gegenstand übertragen wird, erzeugt eine Legirung des Kupfers mit dem Golde. Der Grünspan ist essigsaures Kupferoxyd. Durch das schmelzende Gemenge schlägt sich aus diesem Oxyde Kupfer nieder, welches durch die Produkte der trockenen Destillation des Waxes reducirt worden ist. Diese sind Kohlenwasserstoff und fein zertheilte Kohle. Das so frei gewordene Kupfer verbindet sich mit dem Golde zu einer rothen Legirung. Die Hitze verflüchtigt übrigens das Wachs und seine Bestandtheile vollständig und es bleibt schließlich nur die rothe Färbung zurück.

Probiren des Goldes.

Auch hier giebt es verschiedene Methoden, man wendet wie beim Silber die Nadeln an, deren man aber nicht wie dort 16, sondern 48 hat, nämlich 24 von Karat zu Karat gehend, für die weiße und eben so viele für die rothe Legirung.

Die Art der Probe ist genau dieselbe, wie sie dort beim Silber beschrieben worden, man wendet sie nur an, wenn man den Goldwerth eines Gegenstandes bestimmen will, der nicht zerstört werden soll.

Demnächst treten die beiden Proben auf dem nassen und auf dem trockenen Wege wieder in ihr Recht und was das fertige Gold betrifft, so können wir unbedenklich darauf zurückweisen, was wir oben über die Scheidung des Goldes zur Bestimmung von Legirungen gesagt haben. Der Weg der Operation ist ganz derselbe, nur wird immer mit ganz kleinen Quantitäten gearbeitet.

Es ist wesentlich, daß das Verfahren, durch welches man den Gehalt an reinem Metall bei irgend einer Legirung bestimmt, überall ein gleichmäßiges sei, und darum wurde auf allen deutschen Münzwerkstätten dasjenige eingeführt, welches im Jahre 1857 für die Zollvereins-Staaten ausgearbeitet worden ist. Seit dieser Zeit haben sich die sehr verschiedenen Ansichten über dasselbe Metallgemisch doch so weit geregelt, daß es gleichgültig ist, in welcher Münzwerkstätte man seine Goldbarken untersuchen läßt.

Festgesetzt ist ein Probegewicht; die Untersuchungen dürfen nicht mit größeren, noch mit kleineren Quantitäten als dem tausendsten Theil eines Münzpfundes gemacht werden, welches gleich ist 84 Grammes oder $\frac{1}{4}$ Gramme des französischen Gewichts. Dieses halbe Gramme bildet die Einheit und wird im Gedanken in 1000 Theile getheilt, so daß man nach Tausendtheilen

dieser Einheit den Feingehalt ausdrückt. Man sagt, eine Legirung habe 900 Tausendtheile oder 950 Tausendtheile, aber wenn sie auch nur einen Tausendtheil enthält, so soll auch dieser noch durch die Untersuchung gefunden werden.

Die Form, in welcher dieses Gewicht dem Wardein übergeben wird, ist durchaus nicht gleichgültig. Man ist viel unsicherer, den richtigen Werth zu erfahren, wenn man durch die Feile seine halbe Gramme von der Goldbarre trennt, als wenn man aus der geschmolzenen Masse mit einer kleinen Kelle eine geringe Quantität Gold schöpft, sie in Wasser gießt, um sie zu granuliren, und hiervon sich die nöthige Menge abnimmt. Durch das Eingießen der Gesamtmasse von Gold in die Form bilden sich Trennungen, Krystallisations-Regionen. Das Gold ist nicht überall gleichmäßig und nimmt man von dem einen Ende des Barrens die Probe, so wird man unzweifelhaft ein ganz anderes Resultat erhalten, als wenn man das entgegengesetzte Ende in Anwendung gebracht hätte. Aus der geschmolzenen Masse aber eine kleine Quantität nehmend, hat man eine Probe des ganzen, eine Trennung des Metalles zum Vortheil einer oder der anderen Seite hat noch nicht eintreten können.

Die ausgewählten Körner zur Probe werden auf einem polirten Amboss platt geschlagen und dann wird so viel davon abgewogen, als das Gesetz vorschreibt. Muß man die Probe von einer Barre nehmen, so trennt man durch die Feile nicht nur von beiden Enden, sondern auch aus der Mitte gleiche Anthelle, mengt dieselben zusammen und nimmt hiervon das Gewicht. In der Regel bekommt man nicht die ganze Barre, sondern man erhält davon abgehauene Stücke. In diesem Fall muß man verlangen, daß diese Stücke aus ganz verschiedenen Stellen der Barre genommen seien.

Was ungefähr das Gold enthalte, wie viel Silber oder Blei darin sei, muß man annähernd wissen, weil ein Zusatz von Silber sowohl, als von Blei gemacht werden muß, welcher gewisse Grenzen nicht überschreitet, daher ist eine solch' ungefähre Angabe nöthig, oder es muß eine Vorprobe gemacht werden.

Diese besteht darin, daß man die Hälfte einer Probegewichts-Einheit genau abwägt, mit etwas Blei vermengt und in einer Muffel erstens zusammenschmilzt, dann aber abtreibt, so daß sich alles Blei oxydirt und Gold und Silber rein übrig bleibt. Man wägt nunmehr auf das Allergenaueste ab, wie viel man zurück erhalten hat. Es wird weniger sein, als man in die Muffel gebracht, und dieses Weniger war die unedle Beimengung. Nach diesem Resultat kann man genau beurtheilen, wie viel man Blei zu dem späteren eigentlichen Versuch wird verwenden müssen, das Goldstorn selbst wird zurückgelegt und nicht mit zur eigentlichen Probe verwendet.

Bei jeder Probe theilt man das anzuwendende Probegewicht in zwei gleiche Theile, um damit zwei Untersuchungen machen zu können, und so eine Kontrolle über die eigne Arbeit zu erhalten. Die Probirwagen müssen außerordentlich fein sein. Man verlangt, daß sie deutlich den Ausschlag eines Viertausendtheils der Belastung mit dem Normalgewicht angeben. Um aber selbst bei einer so feinen Waage ganz sicher zu gehen, wiederholt man die Abwägung unter Verwechslung der Schalen an den Armen der Waage.

Zu jeder Untersuchung ist eine Portion reinen Silbers erforderlich. Die Vorprobe zeigt uns, wie viel Gold wir zu erwarten haben. 2½ Mal so viel (oder auch 3 Mal so viel) von durchaus goldfreiem feinen Silber setzt man nun zu der Goldprobe. Beide Metalle, das zu probirende Gold und der Zusatz von Silber, werden in ein kleines Papierbüchchen gewickelt und aufbewahrt bis zum Gebrauch.

Es muß nunmehr auch noch Blei abgewogen werden und zwar nimmt man zur Abtreibung des Goldes doppelt so viel reines Blei als zur Abtreibung reinen Silbers erforderlich wäre. Muthmaßt man vollkommen reines Gold, so braucht man ein 8faches Gewicht Blei, bei 900 Tausendtheilen Inhalt braucht man ein 16faches Gewicht Blei, bei 800 ein 20faches, bei 700 ein 24faches, bei 300 bis 600 ein 28faches und bei weniger als 300 Tausendtheilen braucht man 32 Gewichtseinheiten.

Gewöhnlich hat man diese Gewichte schon vorrätzig, um nicht dieselben mechanischen Arbeiten bei jeder Probe wiederholen zu müssen.

Das Blei wird nun zuerst in die Capelle gelegt und in der Muffel geschmolzen, dann wird das mit Silber vermengte Goldprübchen in das Bleibad eingetragen, doch nicht früher, als bis sich auf der Oberfläche des Bleies eine Oxidschicht gebildet hat.

Unter genügendem Luftzutritt erwartet man nun das vollständige Oxydiren des Bleies, dessen Oberfläche man immerfort, aber mit solcher Behutsamkeit reinigt, daß nichts von dem Metalle entführt wird. Wenn alles Blei abgetrieben ist, so daß das Silber vollständig vorblickt, zieht man die Capelle, den kleinen flachen, gewöhnlich aus Asche geschlagenen Schmelztiegel aus der Muffel mehr an die Luft, so daß sich nach und nach das in der Capelle gebliebene Metallhorn abkühlt.

Was hier an Metall gewonnen ist, wird sorgfältig abgebürstet, damit nichts von der Capelle daran hängen bleibe, und wird nunmehr auf einem sehr reinen Amboss so weit ausgetrieben, als es möglich ist, ohne daß es Risse bekommt. Sobald hierfür Anzeichen eintreten, glüht man das geschlagene Metall und treibt es dann weiter aus. Das Plättchen macht man gewöhnlich so dünn, daß es sich mit den Fingern beliebig wickeln läßt.

Die Plättchen, wenn man sie einzeln noch wieder bearbeitet hat, bezeichnet man gewöhnlich durch Einschlagen einer Zahl, glüht sie dann noch einmal aus und rollt sie nunmehr so weit zusammen, daß sich eine lockere Spirale bildet. Da man die Probe immer mit der halben Einheit gemacht hat, so sind für jede halbe Gramme zwei solche kleine Röllchen vorhanden, welche natürlich von ganz gleichem Gewichte sind und auch eine gleiche Zusammensetzung haben müssen, falls man bei der Probe die nöthige Vorsicht hinsichtlich des Einwägens nicht unterlassen hat.

Man übergießt nunmehr solch ein Röllchen mit dem 12- bis 16fachen Gewicht reiner Salpetersäure von 1,2 spezifischem Gewicht in einem Kolben von so geringer Größe, daß die Flüssigkeit (8 Tausendtheile eines Pfundes) die Hälfte dieses Kolbens einnimmt, und stellt denselben auf einem Träger über eine Glasflamme oder ein Kohlenfeuer. Dieser Aufguß muß mit dem Goldröllchen so lange kochen, bis sich keine rothen Dämpfe mehr entwickeln.

Gleichzeitig mit diesem Eintragen in Salpetersäure hat man noch eine zweite Quantität stärkerer Salpetersäure von 1,3 spezifischem Gewicht an das Feuer gebracht, um sie gleichzeitig mit der anderen zu erhitzen und sie anzuwenden, wenn die erste verbraucht ist.

Wenn nunmehr keine Dämpfe mehr erscheinen, so gießt man die salpetersaure Silberauflösung behutsam ab und füllt sofort die stärkere heiße Säure auf das übrig gebliebene Goldröllchen, setzt dieses zum zweiten Male auf das Feuer und läßt es 10 Minuten lang kochen.

Ob eine dritte Kochung wieder mit einer Säure nöthig ist, hängt davon ab, ob die Vorprobe gezeigt hat, daß der Goldgehalt $\frac{1}{3}$ des ganzen Gewichts oder noch mehr betrage. In diesem Falle muß die Kochung zum dritten Male wiederholt werden, und sie muß auch 10 Minuten lang anhalten.

Ist die Kochung zum letzten Male beendet, so wird die Salpetersäure abgegossen und der Kolben verschiedene Male mit sehr heißem Wasser ausgewaschen. Dies fordert einige Vorsicht, das Wasser muß in einem dünnen Strahl in den Kolben fließen und man muß den Hals desselben sowohl schräg halten, damit das Wasser auf der Wandung hinabfließe, als man auch den Hals des Kolbens zwischen den Fingern drehen muß, so daß das Wasser die Wandung rundum abspült. Geschüttelt darf der Kolben nicht werden, denn das Röllchen ist durch die Entfernung des Silbers so außerordentlich porös geworden, daß es dadurch in viele Stücke zerbrechen würde.

Man gießt das Wasser aus und wiederholt das Spülen ein zweites Mal unter gleichen Vorsichtsmaßregeln, nach abermaligem Abgießen füllt

man nunmehr den Kolben ganz voll, deckt auf den Hals ein kleines Schälchen und kehrt jetzt den Kolben vollständig um, so daß das poröse Goldröllchen langsam durch das Wasser niedersinkt und unbeschädigt auf die Schale kommt.

Nachdem das Röllchen getrocknet ist, bringt man dasselbe auf ein Stückchen unglasirten Thons, am Besten auf eine kleine Capelle, schiebt diese in die Muffel nach und nach bis an das fernste Ende derselben und läßt es bis zur Weißglühhitze kommen.

Nunmehr aus der Muffel genommen und verflüht, wird das Röllchen oder die beiden zu einer Probe gehörigen gewogen. Beide zusammen müssen den Goldgehalt der Probe geben, denn das Blei ist durch den Oxydationsprozeß abgetrieben worden und das Silber befindet sich in der Salpetersäure.

Um seine eigene Operation sowohl zu kontrolliren, als auch um die Richtigkeit der gemachten Angaben zu beweisen, muß man stets im Besitz vollkommen reinen Goldes sein, und der Mäuzwardein muß sich dergleichen bereiten können, da kein gebiegenes Gold und da kein Dukaten es ihm giebt.

Um solch' vollkommen reines Gold zu haben, muß man sich zuerst ein solches ansuchen, was kein Kupfer enthält. Sehr dienlich sind hierzu gerade die Röllchen von Probegeld, welche aus der Muffel hervorgegangen sind. Man löst sie auf und schlägt das Goldsalz nieder, worauf man es reduzieren kann. Wenn man aber nicht solch' feines Gold hat, so muß man das feinste nehmen, welches man finden kann, als Zehinen oder Dukaten oder auch türkische Goldmünzen, welche gewöhnlich sehr rein sind. Dieses Gold muß nun zuerst alle die Wege durchmachen, von denen wir hier gesprochen, man muß sich also dergleichen Röllchen verschaffen, nun können begreiflich dieselben größer sein und man kann 10 oder mehr auf einmal durch die Lösung von Silber und Kupfer befreien, so wie man sie vorher durch die Treibarbeit von anderen Verunreinigungen befreit hat.

Nach dem Ausglühen derselben werden sie mit Königswasser übergossen, welches aus 2 Theilen Salzsäure und 1 Theil Salpetersäure gemacht ist und mit einem gleichen Gewicht Wasser verdünnt werden muß.

Man darf die Auflösung nicht durch Wärme unterstützen, im Gegentheil muß man dieselbe an einem kühlen Orte vornehmen und sie ruhig sich selbst überlassen. Man bezieht dabei eine große Uuvorsichtigkeit, wenn man alle Säure auf einmal anwendet. Es muß kaum der 10. Theil genommen werden von dem, was zur vollständigen Lösung erforderlich wäre. Nach einigen Stunden muß unter leichtem Umrühren ein zweites Zehntel zugefetzt werden, bis alles vollständig verbraucht ist. Kalt muß die Auflösung erhalten werden, weil die Anwendung der Wärme bewirkt, daß eine

kleine Menge Chlor Silber mit aufgelöst wird und man somit kein reines Gold erhält.

Die Goldauflösung wird nun filtrirt, um sie von dem Chlor Silber zu trennen, das am Boden befindlich ist, sie wird alsdann mit destillirtem Wasser verdünnt und ruhig stehen gelassen, um zu sehen, ob sich nicht noch ein schwacher Niederschlag zeigt (Chlor Silber), von dem alsdann die Lösung durch eine zweite Filtration getrennt wird.

Die so gereinigte Goldlösung versetzt man mit vielem Wasser (es darf nie anderes als destillirtes angewendet werden) und setzt ihr eine Auflösung von frisch bereitetem Eisenvitriol zu. Nach einmaligem Umrühren läßt man die Flüssigkeit an einem warmen Orte stehen, bis sich am Boden alles Gold abgelagert hat. Gewöhnlich findet man aber nicht allein den Boden damit bedeckt, sondern man sieht auch an den Wänden des Gefäßes einen leichten Anflug des Goldes. Man zieht nun mittelst eines Glashebers die Flüssigkeit ab und schwenkt dann den Bodensatz so lange in dem Glase umher, bis derselbe das an den Wänden haftende Gold mit aufgenommen hat. Nunmehr gießt man Wasser hinzu, läßt alles abermals durch Ruhe sich absetzen und wiederholt endlich das Auswaschen auf einem Filtrum von sehr feinem Linnenpapier. Nach gehörigem Trocknen wird es mit etwas Borax und Salpeter zusammen in einen reinen Tiegel gebracht und darin geschmolzen, worauf man einen Goldkörper von der vollkommensten Reinheit hat.

Entgoldung.

Ebenso wie Silber auf Kupfer aufgetragen, das Kupferblech aber dann verarbeitet wird und folglich versilberte Abschnittsel des Blechs in großen Massen übrig bleiben — ebenso ist es mit dem Golde, welches man gleichfalls entweder auf Kupfer oder auf Silber aufträgt, dann die so behandelten Bleche bearbeitet und nunmehr vergoldete Abschnittsel übrig bleiben, von denen das Gold zurückzugewinnen sehr wünschenswerth ist. Die neuere Zeit hat allerdings gelehrt, die fertigen Gegenstände zu vergolden, man hat nicht nöthig, erst Kupferplatten mit Gold zu überziehen und dann Uhrgehäuse daraus zu machen, man kann die Vergoldung, nachdem sie, oder was man sonst gefertigt hat, aus der Hand des Arbeiters hervorgegangen sind, noch vergolden und poliren, allein so gut man von den Abschnittseln

das Gold wiedergewinnen will, ebenso gut kann auch der Fall eintreten, daß man es von den schon fertigen Sachen zurück haben möchte, wenn auch nicht gleich, nachdem sie fertig, so doch, nachdem sie ihre Dienste geleistet haben und unbrauchbar geworden sind.

Unzählig viele Gegenstände, welche vergoldet gewesen sind, haben damit, daß die Vergoldung größtentheils abgenutzt worden, ihren ganzen Werth verloren, man wußte damit in früheren Zeiten nichts besseres zu thun, als dieselben einzuschmelzen und das goldhaltige Silber oder Kupfer, wenn es irgend der Mühe lohnte, zu scheiden, sehr häufig wurden aber die Kosten durch die Goldgewinnung nicht gedeckt. Bei dem starken Verbrauch der sogenannten ächten Goldtressen, welche aus Silber mit einer Uebergoldung bestehen, verbrannte man das Gewebe und schmolz das goldhaltige Silber zusammen. Bei den unächtren Tressen ist Kupfer die Grundlage für die Vergoldung. Hierbei war die letztere gänzlich verloren, man vermochte sie nicht wiederzugewinnen; ebenso ist es mit allen anderen Gegenständen, welche zwar vergoldet sind, aber nicht eine Grundlage von Silber haben. Jetzt ist nun durch vielfältige Versuche ein Verfahren angegeben worden, welches die Entgoldung möglich macht, und die Chemiker Hännel, Böttcher und Eisner haben sich um diesen Zweig der Technik sehr verdient gemacht.

Zu diesem Behufe legt man die vergoldeten Stücke in Königswasser und bringt die Flüssigkeit nach und nach zum Sieden, welches man so lange anhalten läßt, bis das Königswasser gelb geworden ist, die eingetragenen Stücke aber eine schwarze Färbung zeigen. Es kann vorkommen, daß dieses verlangte Schwarzwerden selbst nach längerem Kochen nicht eintrete. In diesem Fall ist zu wenig Königswasser vorhanden und es muß davon das Erforderliche zugesetzt werden, bis die Schwärzung eintritt, welche ein Zeichen ist, daß alles Gold nunmehr aufgenommen wurde. Das aufgelöste Gold wird durch Eisenvitriol niedergeschlagen, gewaschen und eingeschmolzen. Die vergoldet gewesenen silbernen Gegenstände siedet man nunmehr wieder weiß.

Um das Gold von galvanisch vergoldetem Kupfer oder Messing abzulösen, bedient man sich desselben Verfahrens, dessen man sich beim Vergolden solcher Gegenstände bedient. Man wendet den elektrischen Strom an, aber in entgegengesetzter Richtung. Man bringt die zu entgoldenden Gegenstände an den positiven Pol einer schwachen Batterie, hängt dieselben so in eine Goldauflösung, welche auf 60 Grad erwärmt ist, und bringt am negativen Pol eine Goldplatte an, welche natürlich eine verhältnißmäßige Größe zu dem vergoldeten Stücke haben muß. Die Goldauflösung muß sehr schwach sein, je schwächer sie ist, desto begieriger ist sie nach dem Golde des posi-

tiven Poles, desto schneller geht die Auflösung des Goldes vor sich, welches auf dem verkupferten Gegenstande liegt. Das abgezogene Gold wird durch die Flüssigkeit nach dem negativen Pole, nach der dort befindlichen Goldplatte geführt und wird dort niedergeschlagen. Man hat also jetzt ein vergoldetes Stück Gold. Dasselbe wird an Gewicht um so viel mehr betragen, als der zu entgoldende Gegenstand nach der Operation weniger wiegt.

Die Operation geht ziemlich rasch vor sich und es bedarf zum Entgoldnen keiner längeren Zeit, als man zum Vergolden gebraucht hat. Waren die Gegenstände aber im Feuer vergoldet, so ist die Zeitdauer eine andere, wahrscheinlich kommt dies davon her, daß man Glühwachs und ähnliche Substanzen angewendet hat, welche der Auflösung störend in den Weg treten. So wie man hier feste kompakte Metallstücke entgoldnen kann, genau ebenso kann man es mit vergoldeten Treffen ic. machen.

Bei der jetzigen Methode, Metalle durch den galvanischen Strom zu vergolden, kommen sehr häufig Fälle vor, daß man die noch Gold enthaltende Flüssigkeit nicht mehr brauchen kann. Um das Gold daraus zu gewinnen, dampft man die Flüssigkeit ab bis zur Trockenheit. Den so erhaltenen trockenen Rückstand meugt man mit einem gleichen Gewicht Bleiglätte, erhitzt sie nach und nach bis zum starken Rothglühen und Schmelzen und bringt nach dem Erkalten der geschmolzenen Masse dieselbe in verdünnte warme Salpetersäure, welche das Blei auflöst und das Gold als sehr lockeren, trockenen Schwamm zurückläßt. Man kann auch den trockenen Rückstand mit seinem 1½fachen Gewicht Salpeter vermischen und dann in kleinen Portionen in einen glühenden Tiegel eintragen und zum Verpuffen bringen. Die Operation ist jedoch sehr gefährlich, demnächst aber dadurch unpraktisch, daß bei dem Verpuffen, selbst wenn es ohne Nachtheil für den Experimentirenden verläuft, gar nicht unbeträchtliche Mengen des Goldes zum Tiegel hinausgeworfen werden.

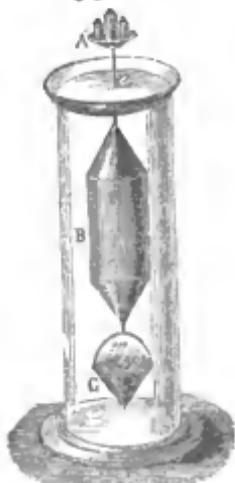
Probiren der Erze.

Es ist ein feststehender Lehrsatz, daß ein jeder Körper, der in Wasser untergetaucht wird, an der Waage um so viel leichter erscheint, als die Quantität Wasser wiegt, welche er aus ihrer Stelle verdrängt hat.

Nehmen wir den einfachen Apparat, wie ihn die umstehende Fig. 1138 zeigt, so läßt sich daran sehr leicht dasjenige definiren, was man spezifisches

Gewicht nennt. Die Fig. 1138 zeigt uns einen Glaschylinder bis zu seinem oberen Rande mit Wasser gefüllt. In demselben hängt oder schwimmt die hydrostatische Waage, eine Senkwaage, wie man sie auch zur Ermittlung der Reinheit des Weingeistes, des Gehalts des Bieres, des Gehalts an Salzen &c. benutzt. B ist ein hohler Körper von Blech oder von Glas, gewöhnlich cylindrisch und an beiden Enden kugelförmig oder kegelförmig geschlossen. An seinem unteren Ende hängt ein kleiner Eimer C, an seinem oberen Ende ist ein Stift o befestigt, welcher ein Schälchen A trägt, worauf man Gewichte setzen kann.

Fig. 1138.



Der ganze Körper ist so eingerichtet, daß höchstens der Cylinder bis nahe an seinen oberen Rand eintaucht, und jedenfalls der obere Theil ganz außer halb des Wassers bleibt. Wenn man nun dieses Instrument bis zu einer gewissen Stelle, bis zu einer Marke, welche in der Mitte des Stiftes o angebracht wird, in das Wasser drücken will, so bedarf es dazu eines gewissen, immer von dem Mechanikus vorher ermittelten Gewichts. Der Verfertiger übergibt dem Käufer das Instrument in einem Kästchen, dessen eine Abtheilung genau dieses Gewicht, aber in sehr vielen einzelnen und kleinen Stücken enthält. Die Gewichte werden nach französischem Systeme Gramme und Unterabtheilungen, $\frac{1}{10}$ Gramme, $\frac{1}{100}$ Gramme, oder nach deutscher Eintheilung, Gran des Apothekergewichts sein. Wir wollen einmal annehmen, es wären zur Eintauchung des Instruments bis an die Marke gerade 240 Gran, d. h. $\frac{1}{2}$ Unze erforderlich. Gesezt nun, wir hätten das specifische Gewicht eines Stückes Metall zu untersuchen, so müssen wir zuerst wissen, wie viel es wiegt. Selbstverständlich muß seine Masse die Grenzen halten, für welche das Instrument gemacht ist, es muß also jedenfalls weniger als $\frac{1}{2}$ Unze wiegen, nehmen wir an, das Stück Metall wäge 33 Gran, d. h. wenn wir dasselbe auf das Schälchen A legen, so brauchen wir, um das Instrument bis an die Marke herabzudrücken, nicht mehr 240 Gran, sondern nur 207, da das Stückchen Metall, oben auf dem Schälchen liegend, den Rest des erforderlichen Gewichtes hergibt.

Dies wäre das Gewicht, 33 Gran, das ist etwas Positives, das specifische Gewicht ist aber nur ein Verhältniß und dieses muß ermittelt werden aus dem Gewichte, welches das Stück Metall hat, oben auf dem Schälchen gewogen und unten in dem Korbe C gewogen, der Unterschied

der beiden Gewichte ist das Verhältniß und dieses Verhältniß ist eben das verlangte spezifische Gewicht.

Man nimmt das zu wiegende Metall von dem Schälchen oben fort und legt es in den Korb C. Jetzt befindet sich das nämliche Stück Metall auf der nämlichen Waage, aber auf einer andern Wageschaale, nämlich nicht mehr außer dem Wasser, sondern in dem Wasser, und man wird sofort wahrnehmen, daß die Waage nun nicht mehr bis an die Marke einsinkt. Woher mag das kommen? Das Stück wog vorher 33 Gran und wiegt es jetzt noch sicherlich eben so viel, wir dürfen es ja nur herausnehmen, um uns davon zu überzeugen.

Ja außerhalb des Wassers wiegt es noch immer 33 Gran, aber damit es wieder so weit einsinke, wie das Instrument vorher stand, muß man oben auf das Schälchen noch 3 Gran legen, daraus geht hervor, daß es im Wasser nur 30 Gran wiegt und 3 Gran seines Gewichts an das Wasser abgegeben hat, das spezifische Gewicht des Stückes Metall ist also 33 zu 3, oder was dasselbe sagen will, 11 zu 1, das Wasser wiegt 1, und 11 mal so viel wiegt das Stück Metall. Wir können mit Sicherheit hieraus schließen, daß das Stück Metall, wenn wir es nicht gekannt hätten, wenn wir es etwa für feines Zinn gehalten haben sollten, nicht Zinn, sondern Silber ist, denn das spezifische Gewicht des Zinnes ist etwas über 7 zu 1, das spezifische Gewicht des Silbers aber ist gerade das oben ermittelte, 11 zu 1, es wiegt elfmal so viel als Wasser.

So wie mit dem Silber, ist es mit jedem beliebigen andern Körper, jeder hat sein bestimmtes Gewichtsverhältniß zum destillirten Wasser. Es giebt Metalle, welche leichter sind als Wasser, es giebt Hölzer, welche schwerer sind als dasselbe, es giebt Flüssigkeiten, welche schwerer sind, die Säuren, die Salzlösungen, es giebt andere, welche leichter sind, die Oele, die Weine, der Weingeist, der Aether, nur die Gasarten, obwohl auch sehr verschieden in ihrem spezifischen Gewicht, sind doch immer leichter als Wasser. Wenn man nun mit Bestimmtheit weiß, daß jeder Körper sein spezifisches Gewicht hat, und wenn man feruer dieses gefunden hat, so wird man ihn daran erkennen können.

Dies ist die archimedische Goldprobe. Ihm, dem berühmtesten Gelehrten seiner Zeit, hatte der König von Syracus den Auftrag gegeben, zu ermitteln, ob ein für ihn gefertigter Goldreif (die einfache Krone der alten Zeit) wirklich an Gold so schwer sei, wie sie wiege, oder ob ihn der Goldarbeiter dabei betrogen habe.

Wenn dieselbe hohl gewesen wäre, so würde das nichts zu sagen gehabt haben, wog sie doch immer so und so viel Pfund, wenn sie aber inwendig an der Stelle der nicht mitwiegenden Luft Blei oder Eisen ge-

habt hätte, so würde dieses allerdings ein Betrug gewesen sein, das erstere übervorthheit Niemanden, die hohle Krone scheint nur größer als sie aus dem gegebenen Gewichte gemacht werden kann, die mit Blei gefüllte Krone setzt aber Blei an die Stelle des Goldes und es ist nun sehr fraglich, ob dies ermittelt werden könne, ohne daß man die Krone zerstöre.

Archimedes, dem diese Aufgabe gestellt war, wußte sie nicht zu lösen. Die Sache peinigte ihn, so daß er durchaus nicht zur Ruhe kommen konnte, sondern sich Tag und Nacht damit beschäftigte, und die Krone auch immerfort mit sich herumtrug. Er nahm sie auch mit in's Bad und badete sie wie sich selbst, da fühlte er plötzlich, wie der Goldreif beim Eintauchen in das Wasser bemerklich weniger auf seiner Hand lastete, als außerhalb des Wassers.

Jedenfalls ist Archimedes hier von einer Täuschung befangen gewesen. Der mögliche Unterschied beträgt $\frac{1}{10}$ des ganzen Gewichtes, das entdeckt man nicht so leicht mit der Hand ohne Waage, allein Hand und Arm sanken mit der Krone zugleich unter das Wasser und die Schwere seines Armes von gleichem specifischen Gewichte mit dem Wasser wurde durch das Eintauchen gänzlich beseitigt, sein Arm wog nicht mehr mit. Dieses gleiche specifische Gewicht ist der Grund, warum ein Mensch ruhig ausgestreckt auf dem Rücken im Wasser liegend nicht untergeht, er ist sogar noch etwas leichter als das Wasser, denn so auf dem Rücken liegend bleibt ein Theil des Gesichts frei. Wenn jemand schwimmen kann, also von Angst nicht verwirrt, sich langsam in tiefes Wasser senkt, so geht er auch nicht unter, die Rückenlage macht es also nicht aus, aber der kleine Abschnitt seines Körpers, welcher außerhalb des Wassers bleibt, ist der Schädel, die obere Hälfte der Hirnschale, durch diese kann Niemand athmen, wer also nicht schwimmen kann und in solcher Stellung in tiefes Wasser geräth, ertrinkt begreiflicher Weise, da er seinen Körper nicht so hoch zu heben vermag, als nöthig, um Mund und Nase über Wasser zu bringen.

Es ist begreiflich, daß Archimedes dieser Täuschung unterlag, aber gerade dadurch wurde er der Erfinder des specifischen Gewichtes. Ob er nun wirklich, wie die Sage geht, sofort aus dem Bade gesprungen und nachend durch die Straßen gelaufen sei, immer die Worte wiederholend: „ich hab's gefunden“, wollen wir dahin gestellt sein lassen, aber wahr ist es, daß auf diese Weise der Betrug gefunden werden kann, eine mechanische Verfälschung voraussetzend, denn ist die Verfälschung durch Zusammenschmelzen mit einem unedlen Metalle gemacht, so wird wenigstens das Verhältniß der Verfälschung nicht ermittelt werden können.

Nehmen wir an, die Krone sei von reinem Golde gewesen, so muß e 20 mal so schwer sein, als ein gleich großes Stück Wasser, oder was

dasselbe sagen will, die Krone 20 Pfund wiegend in freier Luft darf nur 19 Pfund wiegen im Wasser.

Wie nun, wenn die Krone 18 Pfund wiegt, d. h. wenn sie statt eines Zwanzigtheils zwei zwanzig Theile verliert. In diesem Falle würde ein ungeheurer Betrug gemacht worden sein. Der Reif würde in seinem Innern viel mehr als die Hälfte eines unedlen Metalles enthalten müssen.

Aber auch noch eine Möglichkeit wäre vorhanden, die nämlich, daß dennoch gar kein Betrug stattgefunden, daß die Krone nämlich nur hohl gewesen. In diesem Falle würde Archimedes dem Goldschmied ein schweres Gewitter zugezogen haben, denn möglicher Weise hätte die Krone nur viermal, ja nur dreimal so viel wiegen können als Wasser und bei noch größerer Hohlheit hätte sie sogar im Wasser schwimmen können, ohne jedoch gefälscht zu sein, wie ja auch Schiffe von Eisen noch dazu mit ungeheuren Lasten befrachtet schwimmen, ohne daß man deshalb sagen könne, das Eisen sei leichter als Wasser.

Alle diese Möglichkeiten aber unberücksichtigt lassend, unterliegt es keiner Frage, daß ein compakter, nicht hohler Körper, welcher nicht 20 mal schwerer ist als Wasser, keinesweges aus reinem Golde bestehen kann und daß mithin das specifische Gewicht die Möglichkeit gewährt, reines Gold von nicht reinem zu unterscheiden.

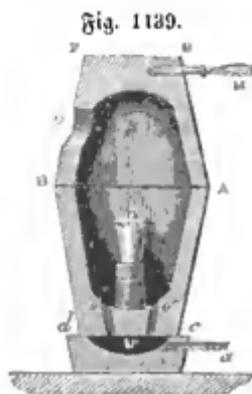
Dieses mußte voran geschickt werden, wenn wir begreifen wollten, wie es möglich sei, zu unterscheiden, ob Gesteine Metalle führen oder nicht. Der Quarz, dasjenige Mineral, worin Gold meistentheils in Körnern eingesprenkt vorkommt, hat, wie jeder andere Körper sein bestimmtes, genau bekanntes specifisches Gewicht. Nimmt man nun ein Stück Quarz und findet man, daß dasselbe im Wasser gewogen, nicht zwei Fünftheile seines Gewichts verliert, sondern etwa nur ein Fünftheil, so kann man sagen, dieser Stein sollte ein specifisches Gewicht von $2\frac{1}{2}$ haben, da er aber nur ein Fünftheil verliert, so hat er ein specifisches Gewicht von 5, folglich muß in demselben ein tüchtiger Klumpen Metall sitzen.

Gewiß ist unser Schluß ein ganz richtiger, wer nun aber weiter gehen und sagen wollte: „Quarz ist das Ganggestein des Goldes, was diesen Quarz schwerer macht, muß mithin Gold sein,“ wer ferner sagen wollte, „aus dem gefundenen Verhältniß geht hervor, daß in jedem Centner Quarz aus dem vorhandenen Gange, dem dieses Stück angehört, ein halber Centner Gold enthalten sein müsse,“ könnte doch in schreckliche Irrthümer verfallen, denn erstens braucht das eingeschlossene Metall gar nicht Gold zu sein, zweitens aber folgt daraus, daß ein Brocken der metallführenden Ader Gold führt, durchaus nicht, daß alle anderen Brocken derselben Ader

gleichfalls Metalle führen, viel weniger folgt daraus, daß sie eben so viel Gold einschließen.

Es ist unzweifelhaft, daß man auf diese Weise zu dem Resultat gelangt, der Quarz sei metallführend oder nicht, es ist eben so gewiß, daß man durch eine einfache Rechnung sogar das Verhältniß des etwa vorhandenen Metalles bestimmen und also angeben kann, ob eine solche Ader (überall gleichen inneren Gehalt vorausgesetzt) bauwürdig sei oder nicht, aber diese Voraussetzung kann man nicht machen, und deshalb ist dieser Weg der Untersuchung auch längst aufgegeben, und man verfährt, um ein Erz zu probiren, im Kleinen so, wie man verfahren würde, wenn man dasselbe wirklich ausbeuten wollte. Das Erz wird gewogen, zerkleinert, gewaschen und geschmolzen, und hat man auch hier wiederum einen sogenannten trockenen und nassen Weg.

Bei dem trockenen Wege, welcher fast immer in den Münzwerkstätten angewendet wird, werden zuerst diejenigen Körper, welche nicht metallisch sind, verschlackt, man pulvert die Gangart und nimmt eine gewisse Quantität davon und mischt sie mit einem gleichen Gewicht Bleiglätte, der Hälfte ihres Gewichtes wasserfreiem Soda und 5 Prozent Holzkohle. Die Mengung wird mit großer Sorgfalt gemacht, so daß sich Alles gleichmäßig unter einander vertheilt, dann bringt man die Mischung in einen Graphittiegel, welcher mit einem Deckel nur lose verschlossen und dann der Glühhitze übergeben wird.



Das Glühen geschieht in einem Ofen unter Anwendung sehr großer Hitze. Für kleine Proben ist der beigelegte, aus zwei auf einander gestülpten Tiegeln dargestellte Ofen sehr zweckmäßig. ABU ist der untere Tiegel, welcher den Ofen bildet, durch den Boden desselben sind mehrere Kanäle o gebohrt, welche dazu dienen, die erforderliche Luft zuzulassen. Der Tiegel steht deshalb auf einem Untersatz cd, welcher schüsselförmig ausgehöhlt ist, U, und zu welchem ein Rohr a führt, durch das die Gebläseluft hineingetrieben werden kann. Der zweite Tiegel BAEF, umgekehrt auf den ersten gelegt, hat oben ein Bohrloch, wo hinein man eine Handhabe stecken kann, H, welche dazu bestimmt ist, den Deckel nöthigenfalls abzunehmen, und er hat ferner auch eine Oeffnung O zum Abzuge der angewandten Gase bestimmt.

Der Tiegel wird auf ein paar kreisförmige Chamottestücke gesetzt, damit er unter sich eine beträchtliche Masse Kohlen bekomme. Der ganze

Raum des unteren Tiegels rund um das Gefäß mit dem zu probirenden Erze wird mit Holzkohlen voll geschüttet, wobei natürlich die ersten zu unterst gelegten glühend sind, es wird alsdann langsam Luft gegeben und die Temperatur wird immer mehr und mehr gesteigert, bis das gewünschte Resultat erzielt worden ist.

Oern und häufig macht man mehrere Proben zugleich und immer von demselben Erze gleichzeitig zwei, in diesem Falle, wenn man die Versuche ausdehnen will, und wenn man feruer kein Gebläse hat, bedient man sich eines anderen Ofens, welcher in Figur 1140 dargestellt ist.

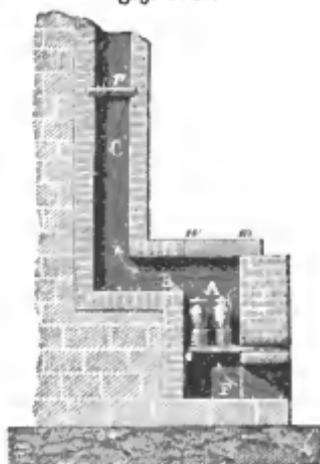
Wir sehen hier bei A ein Paar solcher Tiegel, wie die vorige Figur einen zeigte. Der Ofen ist geräumig genug, um 10 und mehr derselben aufzunehmen. Die Tiegel stehen auf einem Kofst und sind rundum mit Kohlen beschüttet. Das Einsetzen und das Beschießen geschieht dadurch, daß man eine starke große Ziegelplatte *mn* von dem Ofen über dem Kofste entfernt, dann aber, nachdem die Beschießung vollendet ist, wieder möglichst luftdicht darauf legt, was dadurch bewerkstelligt wird, daß man auf die Unterlage der Platte, also auf den Rand der Mauer, etwas feinpulverisirten Thon streut und die Platte darauf andrückt.

Die bei B aufgeschütteten Kohlen werden nun von dem Kofst her entzündet, da aber der ganze Luftzutritt eigentlich nur ein freiwilliger ist, indem von unten, von dem Aschenherde her, gerade so viel einströmt, als durch die Kohlen verzehrt wird, so muß man diese Verzehrung zu befördern suchen, indem man einen heftigen Zug veranlaßt, es wird also ein nicht weiter, wohl aber ein sehr hoher Rauchfang *BC* mit diesem Feuerherde in Verbindung gesetzt. Um sobald als nöthig ist die Operation beendigen zu können, befindet sich in diesem Rauchfang bei *r* eine genau passende Klappe, deren Verschlus das Feuer sogleich erstickt.

Die Mischung von Erz, Bleiglätte, Soda und Kohle darf die Tiegel nicht weiter als bis auf $\frac{3}{4}$ füllen, denn bei der Reduktion des Bleioxydes und bei der Zersetzung des Natrons (Soda) entwickeln sich ziemliche Mengen von Gasarten, wodurch die zähe geschmolzene Masse schäumend aufwällt und überfließen würde, wenn ihr nicht in dem oberen Drittheil des Tiegels Raum bliebe.

Die Erhizung wird so weit getrieben, bis die ganze Masse in gleich-

Fig. 1140.



mäßigen Fluß ist, dann wird sogar das Feuer noch verstärkt, bis jede Spur von Gasentwicklung aufgehört hat und die oben auf schwimmende Schlacke ganz ruhig fließt.

Nunmehr entfernt man den Deckel und hebt den oder die Tiegel mit einer rundmündigen Zange aus dem Feuer, man setzt sie auf Steinplatten, thut dies aber erst, nachdem man sie einige Male gelinde aufgestaucht hat. Man will dadurch bezwecken, daß die noch in der Schlacke schwebenden Metalltheile sich zu Boden senken und unten im Schooß des Tiegels versammeln.

Wenn man glaubt, daß dieses erreicht sei, so gießt man den Tiegel behutsam in eine Kegelform aus, hütet sich aber, daß etwas von dem metallischen Antheil mitgehe, es sollen nur die Schlacken so viel als möglich entfernt werden. Der metallische Bodensatz und die nicht mit abgegossene Schlacke wird in eine zweite Kegelform, einen Gießbuckel, gegossen.

Nach dem Erkalten untersucht man zuerst die abgegossene Schlacke, um zu erfahren, ob sich darin nicht vielleicht einige Bleikörner finden, man trennt sie dann durch einen Hammer und bringt sie später zu der aus der andern Form zu lösenden Metallmasse.

An dieser Masse hängt immer ein nicht unbeträchtlicher Theil glasiger Schlacke, ein kiesel-saures, bleihaltiges Natronglas. Diese Schlacke muß zuerst entfernt werden, was übrigens ganz leicht ist, da das Metall zähe, die Schlacke aber sehr spröde ist, folglich unter dem Hammer sehr leicht zerspringt.

Durch diese Operation ist die ganze Masse edlen Metalles, welches in dem Erze vorhanden war, zu dem reducirten Blei getreten.

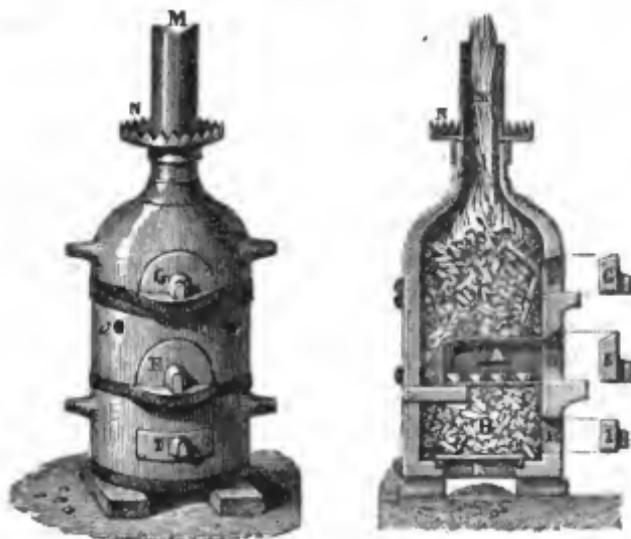
Ist das Erz arsenhaltig, oder kommt Schwefel, Tellur, oder was nicht selten ist, alles zusammen darin vor, so ist bei dieser Probe von größter Wichtigkeit, daß man das zerkleinerte Erz zuerst röste, damit die Substanzen, welche verflüchtigt werden können, von dem Erze entweichen, dann muß man so viel Bleioxyd zusetzen, daß man gewiß ist, dasselbe im reichlichen Ueberschuß zu haben, vernachlässigt man dieses, so bilden sich alkalische Schwefelungsstufen, und da das Gold große Verwandtschaft zu denselben hat, so verbindet es sich theilweise oder wohl ganz mit diesen und geht in die Schlacke ein, so daß, wenn man nun das Bleikorn untersucht, dieses wenig oder gar kein Gold enthält, und man folglich statt eines günstigen, ein sehr ungünstiges Resultat erhält.

Allerdings kann man auch dadurch sich helfen, daß man ungeheure Mengen Bleiglätte zusetzt, z. B. auf einen Antheil Schwefellies 30 Theile Glätte, dann wird die Schlacke auch frei von Gold erhalten. Man hat aber in diesem Falle das Gold mit so viel Blei umgeben, daß die

Operation des Abtreibens derselben, um zum Golde zu gelangen, viel schwieriger ist, als die verlangte Röftung des Erzes.

Eine andere Art, das Erz zu probiren, ist diese, daß man Blei in kleine Schalen bringt, die aus feuerfestem Thon geformt in einer Muffel stehen, die Fig. 1141 zeigt die Anordnung und zeigt auch den Ofen, wel-

Fig. 1141.



cher gewöhnlich hierzu benutzt wird. Wir haben denselben bereits S. 543 beschrieben, können uns mithin des Ferneren darüber enthalten, denn die Beschickung ist genau dieselbe, wie dort angegeben war.

Es soll hier unter Luftzutritt das Gold aus dem Erze in das Blei aufgenommen, es sollen die unedlen Metalle oxydirt werden, es soll das Ganggestein mit den Oxyden eine Schlacke bilden, schließlich aber soll die Gesamtmasse des Goldes und Silbers, welche in dem Erze enthalten ist, von dem übrig bleibenden Blei aufgenommen werden. Bei diesen und bei den vorigen Proben ist ein äußerst feines Vertheilen des Erzes nöthig, denn da das Gold in dem Ganggestein selbst auf das Zarteste vertheilt ist, so muß dieses Ganggestein gleichfalls so zart wie möglich vertheilt werden, um dem Blei die Möglichkeit zu bieten, dasselbe aufzunehmen.

Die Schälchen, auf denen das Blei geschmolzen wird, müssen sehr flach sein, damit das Blei eine hinlänglich große Oberfläche findet, um auf dieser durch den Zutritt der atmosphärischen Luft oxydirt zu werden, man will aber keine Treibarkeit hiermit verbinden, man will nicht die Blei-

masse überhaupt in Glätte verwandeln, sondern man will nur einen solchen Grad von Oxydation und zugleich von Schmelzhitze hervorbringen, damit die oxydirten Metalle sich mit dem Ganggestein verschlacken können. Der Spiegel des geschmolzenen Bleies wird daher auch keinesweges blank und rein erhalten durch Abtragen oder Abblasen, sondern er bleibt unter dem Schutze der auf ihm befindlichen Schlacke ruhig liegen und empfängt das herab sinkende edle Metall. Gewöhnlich mischt man das geröstete und gepulverte Erz zu dem doppelten Gewichte des Bleies, erst nachdem dasselbe auf den flachen Schalen geschmolzen ist, dann setzt man die vordere Oeffnung D mit dem Thonstücke E zu, um sofort die möglichst stärkste Hitze zu geben. Dann aber, wenn diese erlangt, zieht man das Thonstück zurück, um nunmehr der Luft den erforderlichen Zutritt zu geben, worauf das Blei sehr rasch zu oxydiren beginnt und alsbald mit der Kieselsäure eine Verbindung antritt, die um so leichter schmelzbar wird, je mehr Bleioxyd entsteht.

Gegen Ende der Operation wird die Temperatur wieder um etwas erhöht, indem man den Thonstößel E wieder vor die Oeffnung setzt, hierdurch wird die Schlacke so dünnflüssig, daß die in derselben enthaltenen geringen Quantitäten des edlen nicht in Oxyde übergehenden Metalls desto leichter niedersinken.

Sobald sich keine ungeschmolzenen Sandkörner mehr zeigen, sobald ein in die Schlacke getauchtes Stübchen zwar davon überzogen, aber durch schnelles Abtropfen auch bald wieder befreit ist, hält man die Operation für beendet, man zieht die kleinen Thonschälchen aus der Muffel und gießt sie in eine stark erhitzte, conische Form aus. Es scheidet sich hierbei die Schlacke von dem Metall und nach dem Erkalten sind die beiden Körper sehr leicht durch ein Paar Hammerschläge von einander getrennt.

Mit vorhandenem Golde, dessen Legirungsverhältniß man kennen lernen will, macht man die Proben in möglichst kleinstem Maasstabe, mit Erzen ist dieses nicht gut ausführbar. Bei Silber oder kupferhaltigem Golde genügt die Quantität von einem Gramm (ungefähr 18 Gran). Bei Erzen muß man wenigstens das 100fältige nehmen und wird dann sehr zufrieden sein dürfen, wenn man nur 1 Gran Gold findet, es würde dieses schon ein sehr gutes Erz anzeigen. Da die Erze gewöhnlich aber viel ärmer sind, so pflegt man die Sache so zu machen, daß man mit dem Blei, welches aus der ersten Probe erhalten worden ist, eine neue Probe macht und hierzu nun so viel Blei setzt, als gerade nöthig, die anfänglich verwendete Quantität wieder zu ersetzen. Man erhält hier noch einen neuen Abgang, einen zweiten Metallkönig, der ebenso wie der vorige behandelt, d. h. durch etwas Blei vermehrt und dann zum dritten Male mit einer neuen Portion Erz beschickt wird.

Man kann diese Operation auch noch zum fünften und sechsten Male wiederholen und man hat endlich beim Aufhören in dem zurückbleibenden Blei dasjenige Gold, was in den sämmtlichen Erzquantitäten, welche man nach und nach angewendet, enthalten war. Auf diese Weise kann man bis auf den hunderttausendsten Theil gehen, d. h. man kann erfahren, wie viel Gold in einem Erz enthalten ist, wenn es auf 100 Centner auch nur 3 Loth Gold enthalten sollte.

Erzprobe auf nassem Wege.

Wenn man Erze auf dem nassem Wege probiren will, so wiegt man eine größere Quantität davon genau ab, zerkleinert sie gröblich und röstet sie in einem Ofen, welcher nicht gerade das Schmelzen bewerkstelligt, sonst aber genügende Hitze zur Vertreibung des Schwefels, Arsens und anderer Körper hat, welche verflüchtigt werden können. Nach dem Rösten wiegt man das Erz wieder und ermittelt dadurch den Verlust, welchen die Röstarbeit herbeigeführt hat. Mit diesem Material setzt man nun die Probe fort, aber man nimmt nicht so viel, wie man des rohen Erzes nehmen würde, wären dieses z. B. 100 Theile gewesen und hätte man bemerkt, daß 33 Theile verloren wären, also nur noch 67 übrig, so würde man bei der zu machenden Probe statt 100 Theile, dieselben möchten nun Namen haben wie sie wollten, immer nur 67 nehmen, sie aber in der Rechnung stets als 100 anführen, weil diese 67 Theile des gerösteten Erzes ja wirklich 100 Theile des rohen Erzes repräsentiren, mit welchem allein man in der Natur zu schaffen hat.

Nunmehr beginnt die eigentliche Probe, die 67 Theile Erz werden erst in einem eisernen Mörser zerstoßen und dann in einem Achtmörser in sehr kleinen Portionen bis zum äußersten Grade von Feinheit zerrieben.

Um ein Zahlenezempel zu geben, wollen wir sagen, man habe 100 Pfund Erz geröstet, hätte 67 Pfund aus dem Ofen bekommen, und um nunmehr wieder eine kleine Quantität zu nehmen, welche 100 Theilen Erzes entspräche, pulverisire man 67 Gramme erst gröblich, dann ganz fein und verarbeite diese weiter. Man hätte nunmehr eine Masse Erz, der Quantität von 100 Grammen des ungerösteten Erzes entsprechend, zur Probe gebracht.

Die so ausgewählte Quantität wird mit Königswasser übergossen und

in einem Wasserbade erhitzt. Das Gefäß in freies Feuer zu legen, selbst wenn es gut mit Thon beschlagen wäre, müßte als unzumuthig verworfen werden, denn die beträchtliche Masse des Erzes, welche viel über zwei Mal so schwer ist, als die Säure, lagert sich fest auf dem Boden des Gefäßes ab. Wenn ja noch ein Kochen eintritt, so geschieht es stoßweise und mit solcher Heftigkeit, daß dadurch das Glas leicht zertrümmert wird. Aber meistens kommt es gar nicht zum Kochen, sondern die gepulverte Erzmasse lagert sich so fest am Boden, daß sie einen Ueberzug bildet, der von der Flüssigkeit nun nicht mehr durchdrungen wird. Die Verbreitung der Wärme geschieht also nicht mehr gleichmäßig, das Glas und die demselben zunächst liegende Gesteinmasse kann beinahe glühend gemacht werden, indessen das oben darüber stehende flüssige kaum eine erhöhte Temperatur erhalten hat. Ein einziger Tropfen, der dann durch die aufblähende Masse bringt, zertrümmert das Gefäß. Die Erwärmung im Wasserbade ist dagegen gefahrlos, weil sie fürs Erste bei Weitem nicht so hoch steigt, ferner aber durch die ganze Masse und selbst den leeren Raum des Gefäßes, ganz gleichmäßig ist.

Mehrere Stunden lang dauert die Erwärmung, damit man Alles, was an Metallen löslich ist, in der Säure enthalten finde. Nachdem die Lösung beendet ist, gießt man die Säure ab, bringt eine zweite Quantität auf das bereits ausgezogene Erz und nachdem es die erforderliche Zeit darauf gestanden, bringt man es zu der ersten Lösung und kocht beides so lange, bis der größte Theil der freien Säure verjagt oder zerstört ist. Der Rückstand wird mit sehr vielem destillirten Wasser übergossen, wiederholt kräftig geschüttelt und dann sich selbst in der Ruhe überlassen, damit alles Chlorsilber, welches im Wasser unlöslich ist, sich niederschlage. Wenn die Flüssigkeit ganz klar geworden ist, so zieht man dieselbe durch einen Glasheber ab, sammelt den Rückstand auf einem Filtrum und wäscht ihn darauf so lange zur Entfernung aller Säuren, bis diese Waschflüssigkeit blaues Lackmuspapier nicht mehr röthet und auf einer Lösung von Zinn- salz nicht mehr niederschlagend wirkt.

Die abgewaschene Lösung enthält nunmehr das Goldsalz. Um dasselbe metallisch zu gewinnen, setzt man dieser Flüssigkeit Sauerkleesäure zu und kocht sie dann. Das sich metallisch ausscheidende Gold sammelt man auf einem kleinen Filtrum, wäscht es Anfangs mit sehr verdünnter Salzsäure, dann mit reinem Wasser, trocknet das Filtrum und glüht es in einem Porzellantiegel unter Zutritt der Luft aus. Hierdurch wird die Kohle des Filtrirpapiers zu Asche verbrannt und das vorhandene Gold kann nunmehr gewogen werden, es bestimmt sich dann dadurch der Werth des Erzes.

Als Gewicht bedient man sich gewöhnlich des Grammes, davon 500

ein Pfund machen (1000 Gramme sind ein Kilo oder Kilogramme, d. h. 2 Pfund, 500 Gramme gleichen also einem Pfunde). Man will aber von diesem Pfunde den $\frac{1}{1000}$ Theil haben, so ist dann die Einheit des Probirgewichtes ein halbes Gramme. Dieses halbe Gramme oder dieses $\frac{1}{1000}$ des Münzpfundes theilt man nun wieder in 1000 Theile, also ist der kleinste Theil des Probirgewichtes 1 Milliontel des Münzpfundes.

Anwendung des Goldes.

Der hauptsächlichste Gebrauch, den man vom Golde macht, ist der zur Erzeugung eines allgemein gültigen Tauschmittels. Seitdem das Vieh (Pecus, daher pecunia Geld) nicht mehr das allgemeine Tauschmittel ist, seitdem man nicht mehr eine Quantität wollenen Zeuges für ein Schaaf, und ein Landgut für 20 Ochsen kauft, ist Gold und Silber der Maßstab des Werthes der Dinge geworden. Selbst eine Waare, wie alle anderen, dient es doch zur Bestimmung des Werthes aller anderen Waaren, gerade so wie in früheren Zeiten das Vieh, von welchem in der lateinischen Sprache wenigstens, das Geld seinen Namen hat.

Es gab eine Zeit, in welcher der Zusammenfluß des Goldes in Rom so ungeheuer groß war, daß man sich jetzt kaum eine Vorstellung davon machen kann. Der Raub aus allen Ländern strömte nach Rom und der Ertrag aller Bergwerke wurde nach Rom abgeliefert und steigerte sich nach Stohmann's Mittheilungen auf solche Weise, daß der Werth der in Rom circulirenden Gold- und Silbermassen kurz nach dem Beginn unserer Zeitrechnung über 2500 Millionen Thaler betrug, aber das Reich kam gerade durch diese Massen Goldes in Verfall und die Goldmenge sank so schnell, daß schon 100 Jahre nach unserer Zeitrechnung dieselbe nur noch 1800 Millionen betrug. 200 Jahre nach Christi Geburt war die Gold- und Silbermasse auf 1400 Millionen gesunken, und im Jahre 300 auf 1000, im Jahre 400 auf 700, im Jahre 500 auf 500 Millionen, im Jahre 600 auf 400 Millionen, im Jahre 700 auf 300 Millionen, und zur Zeit Karls des Großen betrug der Goldreichtum des ganzen römischen Reiches nicht mehr als 200 Millionen Thaler.

Mit dem Verfall des Reiches verfiel auch die Gewinnung des Goldes aus den Bergwerken, sie brachten bald nicht mehr so viel ein, um den natürlichen Abgang zu ersetzen. Im Jahre 1492 wurde Amerika entdeckt,

es ist sehr merkwürdig, daß man allgemein der Meinung ist, es habe diese Entdeckung des Goldlandes einen riesigen Umschwung in dem Zustuß des Goldes hervorgebracht. Dieses rührt wahrscheinlich davon her, daß überhaupt die Geldnoth eine solche Höhe erreicht hatte, daß selbst der Zustuß von geringen Quantitäten sich schon bemerklich machte, so weist Humboldt nach, daß im Laufe der ersten 8 Jahre nach der Entdeckung, also bis zum Jahre 1500 nicht mehr als 364,000 Thaler nach unserem Gelde, Gold nach Europa gekommen sind. Während der ganzen folgenden 100 Jahre betrug der Zustuß von Gold nicht mehr als für 3½ Millionen Thaler.

Es wurde nunmehr Brasilien entdeckt und hier Gold in solchen Massen gefunden, daß Europa fast seinen ganzen Bedarf von dort erhielt. Dieses betrug im Laufe des 17. Jahrhunderts von 1600 bis 1700 zwar 2359 Millionen Thaler, also jährlich etwa über 20 Millionen, was ist dieses aber im Vergleich mit den ungeheuren Schätzen, welche uns Californien und Australien zusenden, und welche jährlich 160 bis 170 Millionen Thaler betragen.

Während des 18. Jahrhunderts blieb Amerika noch immer die Hauptquelle für das Gold, auch steigerte sich der Ertrag dergestalt, daß z. B. am Anfange dieses Jahrhunderts Amerika jährlich circa 16 Millionen Thaler an Gold lieferte, von dem russischen Asien soll Europa in dieser Zeit über 80 Millionen Thaler empfangen haben, im Jahre 1850 aber lieferte Californien allein gegen 90 Millionen Thaler, im Jahre 1856 aber über 100, und Australien trat in die Reihe mit beinahe ganz gleichen Quantitäten.

Im Ganzen kann man gegenwärtig ohne alle Uebertreibung die Gold-erzeugung folgendermaßen anschlagen:

Asiatisches Rußland	28,000,000 Thaler.
Das übrige Asien mit Ausnahme von China und Japan	3,500,000 "
Europa	2,100,000 "
Afrika	1,400,000 "
Nord- und Südamerika mit Ausnahme von Californien	10,500,000 "
Californien	98,000,000 "
Australien	91,000,000 "
	<hr/>
	234,500,000 Thaler.

Maccusoch nimmt an, daß allein an Münzen die jährliche Abnutzung 40,000,000 Thaler betrüge, und daß in den Künsten und Gewerben jährlich für 80,000,000 Thaler verbraucht werden.

Unglaublich sind die Summen, welche von dem zuerst in Münzen

verwandelten Golde nun wieder zurückgehen in die Künste und Gewerbe. Ein Zweig derselben ist die Goldschlägerei, wie es scheint schon sehr lange bekannt, die Israeliten bedienten sich ihrer und unzweifelhaft hatten sie dieselbe von den alten Aegyptern entlehnt, denn diese kannten und übten sie bis zu einem hohen Grade von Vollkommenheit, was man daran erkennen kann, daß die hölzernen Hüllen der Mumien, welche man in Theben findet, reiche Goldverzierungen tragen, welche von dem schönsten Blattgold gemacht sind, ungefähr in der Art, wie noch jetzt die Lackirer dergleichen Verzierungen anbringen auf Präsentirtellern und dergl. Der ganze Kasten, in welchem sich die Mumie befindet, ist mit einem Lack von großer Schönheit und Festigkeit überzogen, hierauf sind die Verzierungen gleichfalls mit einer Lackfarbe angebracht und nun ist das Gold nach vollkommenem Trocknen der Malerei auf diese übertragen, das Ganze aber dann noch einmal mit Lack überzogen, wodurch es sich gerade so wunderbar schön erhalten hat, obschon 4 Jahrtausende zwischen der Anfertigung und Auffindung liegen.

Daß die ältesten Griechen sich schon des geschlagenen Goldes bedienten, geht daraus hervor, daß Homer dessen in seinen Gesängen gedenkt.

Als die Römer im dritten punischen Kriege Carthago eroberten, brachten sie so ungeheure Massen Goldes mit nach Hause, daß sie die Decken ihrer Tempel und Paläste damit zu belegen anfangen. Plinius erzählt, dieser Luxus habe sich so rasch verbreitet, daß nach eigentlich kurzer Zeit nur mäßig bemittelte Leute die Wände, Gewölbe und Decken ihrer Wohnungen mit Gold überziehen ließen, aber erzählt auch zugleich, daß man damals die Unze Goldes zu 750 Blättern ausgeschlagen habe, deren jedes 4 Finger lang und 4 Finger breit gewesen sei. Obschon nun Lucretius das Blattgold mit dem Gewebe der Spinne verglich, und Martial sagt, es sei nur wenig schwerer als die Luft, als der Rauch gewesen, so muß es doch noch dreimal stärker gewesen sein, als unser jetziges Blattgold, denn wir können von 1 Unze beträchtlich über 1000 Blätter von 3 Zoll im Quadrat liefern.

Aus Versuchen hat sich ergeben, daß die Dehnbarkeit des Goldes unter dem Hammer so groß ist, daß 1 Gran sich auf 60 Quadrat Zoll ausdehnen läßt. Wenn 1 Kubitzoll Gold zu 20 Loth angenommen werden kann und jeder Gran dieses Gewichts 60 Quadrat Zoll giebt (20 Loth enthalten 4800 Gran), so findet man, daß 1 Kubitzoll Gold 288,000 Zollgroße Blättchen geben müsse. Wollte man so viel Papierblätter selbst von gewöhnlichem feinen Druckpapier übereinander schieben, so würde man eine Säule von 100 Fuß Höhe erhalten, da ein Zoll nun aber der 1200. Theil von 100 Fuß ist, so ergiebt sich hieraus ganz einfach, daß das Blattgold 1200mal dünner sein müsse, als feines Druckpapier.

Zur Anfertigung des Blattgoldes bedient man sich je nach der beabsichtigten Farbe verschiedener Legirungen, denn es ist ganz irrig, zu behaupten, daß man nur reines Gold zu diesem Behuf anwenden könne. Auf der großen Ausstellung in London hatte ein Fabrikant zwölf verschiedene Abstufungen in Farbe des Blattgoldes vorgelegt, und zwar waren sie sowohl von rother als wie von weißer Legirung.

Nachdem die Legirung nicht bloß geschmolzen, sondern beträchtlich höher erhitzt worden, als hierzu nöthig, gießt man sie in Formen, gewöhnlich von $\frac{3}{4}$ Zoll Breite und sehr mäßiger Stärke, so daß eine jede Barre 4 Loth wiegt. Die Formen sind mit Fett ausgestrichen, damit das Geste sich leicht ablöse, sobald die Stücke erstarrt sind, werden sie in heiße Asche gebracht, wodurch sie das Fett von der Oberfläche verlieren.

Gewöhnlich bringt man diese Stücke nun gleich zwischen polirte Stahlwalzen, wodurch sie sowohl in Länge als in Breite gestreckt werden, die Länge wird wenigstens 50fach vermehrt, die Breite wird verdoppelt, man erhält einen Streifen von 20 Fuß Länge und $1\frac{1}{2}$ Zoll Breite, da eine solche Länge aber unbequem werden würde, so schneidet man den Streifen, wenn er 8 oder 10 Fuß lang geworden ist, mitten durch und walzt dann die einzelnen Stücke weiter aus, bis Beide zusammengenommen die gedachte Länge haben.

Wir sehen, daß durch diese Operation der Zain, welcher ursprünglich höchstens 3 Zoll einseitige Oberfläche hatte, jetzt bis auf 260 Zoll ausgebeht ist. Das Walzen erleichtert diese Vorarbeit sehr. Früher, bevor unsere Mechaniker Instrumente machen konnten, welche die hierzu erforderliche Feinheit hatten, mußte man auch dieses vorläufige Strecken mittelst des Hammers besorgen, was natürlich bei Weitem weniger gleichmäßige Waare lieferte, allein der Hammer ist doch trotz der Vollendung der jetzigen Walzwerke dasjenige Instrument, auf welches man immer wieder zurück gehen muß, da es unmöglich ist, durch Walzen allein die erforderliche Feinheit zu erzielen.

Die Stücke werden in Streifen von $\frac{3}{4}$ Zoll Breite und dann querüber wieder ebenso zerschnitten dergestalt, daß man lauter kleine Quadrate erhält, welche $\frac{3}{4}$ Zoll Seite haben. Es werden 10 und mehr derselben mit dazwischengeschobenen Pergamenblättern auf einander gelegt und mit einem Hammer geschlagen, bis sie sich zu der Größe von einem Quadratzoll ausgebeht haben, so verfährt man mit allen Stücken, bevor man das eigentliche Schlagen beginnt, wenn man aber gleich Anfangs die Zaine ein Paar mal quer durch die Walzen gehen ließe, so daß ihre Breite dadurch größer würde und man schließlich einen Streifen von 2 Zoll Breite erhielte, wäre dieses vorläufige Schlagen nicht nöthig, andere Goldschläger verfahren

auch so, daß sie die ausgewalzten Zaine von beiden Seiten beschneiden, um einen ganz gleichmäßigen zollbreiten Streifen zu erhalten, die Abschnitte werden dann wieder eingeschmolzen.

Nunmehr macht sich der Goldschläger seine Form zurecht: so heißt nämlich ein Stapel von 150 bis 500 Zoll großen Goldbläschen, welche zwischen eben so vielen Pergamenblättern geschichtet sind, diese letzteren haben eine Größe von 16 Quadrat Zoll, sind aus sehr reinem geschabten und mit Sepiaknochen geschliffenem Kalbspergamen gemacht. Der Stapel wird so aufgebaut, daß die Goldstücke genau in der Mitte eines jeden Pergamenblattes liegen, die Blätter selbst sich aber so gleichmäßig decken, daß eine ganz regelmäßige Schichtung daraus hervorgeht und sie sich wirt- den in eine genau passende Schachtel schieben lassen. Ganz unten und ganz oben legt man 20 Blätter auf ohne dazwischen liegendes Gold, es geschieht dieses, damit der schwere Hammer, welcher angewendet werden soll, das Gold nicht direkt treffen kann.

Ist der Stapel so weit fertig, so umgiebt man ihn mit zwei, 4 Zoll breiten Pergamenstreifen, welche, zuerst abgepaßt, zu einem Ring zusammengeleimt worden sind, und nunmehr über Kreuz auf den Stapel geschoben werden solchergestalt, daß man die einzelnen Blätter desselben nirgends sieht.

Dieses ganze Pack heißt die Form und ist nunmehr zum Schlagen fertig. Zu der Arbeit des Treibens bedient man sich eines 16 Pfund schweren Hammers, dessen Bahn 4 Zoll Seite hat, von polirtem Stahl und sehr schwach gewölbt, so daß beim Schlagen zwar nur die Mitte des Blattes, doch ein ziemlich großer Theil derselben davon getroffen wird.

Der Arbeiter faßt die Form mit der linken Hand und führt den Hammer in ziemlich raschen kräftigen Schlägen darauf nieder. Das Gold, welches nach dem Walzen ausgeglüht worden ist, hat dadurch eine große Dehnbarkeit erhalten, und streckt sich unter dem Hammer ziemlich leicht. Die Form wird dabei immerfort gelehrt, gedreht, auch auf den Kopf gestellt, so daß die Schläge von beiden Seiten gleichmäßig auf die Goldblätter treffen und auch jede Fläche nach allen Richtungen gleichmäßig ausgedehnt wird. Von Zeit zu Zeit nimmt man auch die ganze Form zwischen beide flache Hände und schiebt sie hin und her, rollt sie gewissermaßen, wodurch das Anhaften der Goldblätter an das Pergamen verhindert wird.

Die Arbeit ist zwar ziemlich schwer, jedoch nicht so, wie man denken sollte, denn erstens ist der Ambos ein ziemlich gewichtiger Marmorblock, welcher durch den Hammer nicht bewegt wird, also nichts von seiner Kraft absorbiert, zweitens sind die Stapel von Pergamen so außerordentlich elastisch, daß der Hammer beinahe eben so hoch zurückgeworfen wird, als

er geschwungen war, der Arbeiter hat mithin nichts weiter zu thun, als die an das Treiben des Goldes abgegebene Kraft wieder zu ersetzen.

Wenn die Goldblätter zu einer acht bis neunfachen Größe angewachsen sind, so wird der Stapel aus einander genommen und jedes einzelne Blatt wird in 4 Theile zerschnitten, wozu man sich gewöhnlich scharf abkanteten Rohres bedient, weil das Gold sich leicht an die Stahlklingen anhängt. Bei ersten Zerschneiden sind die Blätter noch dick genug, um kein Zerreißen zu beforgen, bei der zweiten und dritten Theilung aber pflegt man in der Regel sich solcher hölzernen Messer zu bedienen.

Die bis hierher dünn geschlagenen und in 4 gleiche Theile getrennten Goldtäfelchen werden nun abermals zu einer Form vereinigt, jedoch mit dem Unterschiebe, daß man statt des Pergaments Goldschlägerhäutchen anwendet. Dieses sind viereckige Blättchen von der zarten dünnen Haut, welche das Eiwasser des ungeborenen vierfüßigen Thieres umgiebt, des Schaafes, des Kindes. Nach der Geburt wird diese Eihaut aufgeschligt, auf ein Brett gespannt und mit dem Messer von allen Unreinigkeiten befreit, indem man diese Eihaut so viel als thunlich ihrer ganzen Ausdehnung nach spaltet.

Zwei solche äußere Häutchen auf einander gelegt mit den inneren Seiten, und dann auf einen Rahmen gespannt, trocknen so vollkommen zusammen, daß sie eine Haut auszumachen scheinen, zugleich außerordentlich glatt und eben und außerordentlich fest sind, den Einwirkungen des Hammers also genügenden Widerstand entgegenzusetzen. Die quadratischen Blättchen haben dieselbe Größe wie bei dem vorhin beschriebenen Stapel, alles Uebrige wird in ganz gleicher Weise wie dort vollzogen und nach etwa zweistündigem Schlagen mit einem Hammer von 9 bis 10 Pfund Gewicht werden die Goldblätter so ziemlich die Größe der Form erreicht haben.

Man nimmt dieselbe nunmehr wieder aus einander, theilt sie abermals in 4 Theile und bringt sie zum dritten Male zu einer Form zusammen. Die Goldschlägerhäutchen werden hier von besonderer Feinheit gemacht und sie werden auch größer, nämlich 5 Zoll im Quadrat genommen. Der Hammer, welcher jetzt angewendet wird, ist nur 7 Pfund schwer, die Arbeit also viel leichter als die frühere, aber erst hier kann sich die Geschicklichkeit des Goldschlägers recht deutlich zeigen. Schon nach zweistündigem Schlagen ist das Gold so dünn, daß 150,000 Blatt, auf einander gelegt, erst einen Zoll Höhe geben würden, der geschickte Goldschläger aber treibt das Schlagen noch zwei Stunden länger, giebt den Blättern die ganze Ausdehnung der Form, 25 Quadrat Zoll, und macht das Gold so dünn, daß gegen das Licht gehalten, es vollkommen grün erscheint. Die Ausdehnung, welche diese Blättchen gewonnen haben, beträgt das 400fache von dem,

was sie ursprünglich hatten. Ein Quadratzoll wurde einmal in 4 Theile, dann jeder Theil abermals in 4 Theile, also ein Quadratzoll in 16 Zoll getheilt, ein jedes solcher Theilchen aber wird unter der geschickten Hand auf 25 Quadratzoll ausgebehnt, 16 mal 25 ist aber 400. 75 ursprünglich quadratischer Stückchen gehen auf eine Unze, man kann demnach ein solches Gewicht auf mehr als 200 Quadratzoll, nämlich auf 30,000 Quadratzoll, d. h. auf 208 Quadratzoll ausdehnen.

Diese durch das Schlagen so weit ausgebehnten Stücke haben, wie begreiflich, niemals scharfe gradlinige Seiten, sie müssen also beschnitten werden, dieses geschieht mittelst eines Schlittens. Ein kleiner, messingener Rahmen trägt 2 parallel mit einander laufende stählerne Messer, welche durch die Schrauben in dem Gestelle einander genähert oder von einander entfernt werden können. Diese beiden Messer, mit dem Rücken an den Rahmen befestigt, haben unten eine ganz ebene Bahn und sind sowohl auf einem als auf dem andern Ende aufwärts abgerundet. Die Bahn selbst aber ist keine Schneide, sondern sie besteht aus zwei unter einem Winkel von 45 Grad gegen einander geneigten Flächen und selbst da, wo diese Flächen an einander stoßen, bilden sie keine Schärfe, sondern höchstens eine solche Bahn, wie ein zusammengelegtes Blatt Papier dieselbe bilden würde. Jedes Goldblatt wird auf ein weiches Lederkissen gelegt, welches mit Wolus bestrichen ist, daß das Anhaften des Goldes dadurch verhindert wird. Ueber dieses Blatt fährt der Arbeiter einmal mit dem Schlitten hinweg, dadurch trennen sich zwei Ranten davon und das Blatt hat nunmehr 2 ganz grade Seiten. Der Arbeiter dreht darauf seinen Schlitten um einen rechten Winkel und setzt ihn quer auf das beschnittene Blatt, hierdurch werden die beiden anderen ungleichen Enden entfernt, und es tritt ein regelmäßig begrenztes Goldblatt von 4 Zoll im Quadrat hervor. Ist die Arbeit selbst sehr gelungen und haben die Goldblätter beinahe die volle Größe der Goldschlägerhäutchen, so macht man einen Schlitten mit 3 Bahnen, welche um 2½ Zoll von einander abstehen. Hiermit auf die vorgebaute Weise verfahren, schneidet man aus einem Blatt 4 kleine von ungefähr 5 Quadratzoll Oberfläche. Man thut dieses gern, wenn es möglich ist, denn die bis zu solchem Grade von Feinheit ausgebehnten Goldblättchen lassen sich, zusammenhängend als Blatt von 16 Quadratzoll Oberfläche, schwer behandeln, man findet dergleichen auch selten, die größeren pflegen nicht mehr als 9 Quadratzoll zu enthalten, und zu denselben nimmt man das Gold, bevor es so weit ausgebehnt ist, also von einer um die Hälfte kürzeren Schlagarbeit.

Was die Abfälle betrifft, die durch das Schneiden von dem Blättchen gewonnen werden, so macht man daraus entweder ein äußerst feines Pul-

ver, indem man diese Blättchen durch scharfe Bürsten zerreißen läßt, oder man schmilzt sie wieder ein. Das erstere, das Goldpulver, wird verwendet zur echten Goldbronze, oder mit Gummi verrieben zu Malergold. Eingeschmolzen wird die Krätze oder die Schwärze nach vorherigem Zusammenstampfen in einem kleinen Stahlmörser, weil durch das sofortige Glühen im Schmelztiegel doch leicht eine Oxydation, also ein Verlust eintreten könnte.

Die Blätter von gleicher Größe und gleicher Stärke verpackt man in kleine Bücher von sehr feinem Seidenpapier, welches mit rothem Bolus bestrichen ist. Gewöhnlich liegen 25 Blätter in solchem Buch und sein Preis richtet sich nach der Schwere und der Größe der Blätter.

Die Pergamen und Goldschlägerblättchen sind ein nicht ganz wohlfeiler Artikel, man sucht sie daher so lange wie möglich zu benutzen, durch das längere Schlagen aber werden sie nach und nach so hart, daß sie zerbrechen würden, wenn man es nicht verstände, ihnen ihre frühere Elasticität wiederzugeben. Sie werden Blatt für Blatt zwischen weißes mit Essig benehtes Papier gelegt, zwischen zwei Bretter gebracht und mit Gewichten beschwert. So bleiben sie einige Stunden liegen, dann werden sie zwischen frisches Pergamen gebracht und mit diesem einen ganzen Tag lang gehämmert. Hierdurch quellen sie auf, werden wieder elastisch und zähe und können von Neuem lange Zeit Dienste leisten.

In neuerer Zeit hat man versucht, ein zähes elastisches Papier zu benutzen, welches in Frankreich bereitet wird, wie man sagt, aus reinem ungebleichtem Hanf, nicht aus solchem, der vorher schon einmal Leinwand gewesen ist, gemacht. Es soll dieses eine noch größere Zähigkeit haben als die Goldschlägerhäutchen und kaum zu zerreißen sein, vielleicht wäre dies ein gutes Material für das Papiergeld, über dessen geringe Haltbarkeit sich zu beschweren man häufig Ursache hat.

Das Gold wird in der Gestalt von feinen Blättchen nur zu mechanischen Vergoldungen angewendet, so wie man Metalle fester mit Gold überziehen will, wendet man entweder die Feuervergoldung oder die galvanische Vergoldung an.

Was die mechanische Vergoldung betrifft, so wird diese in der Regel bei hölzernen Gegenständen oder bei solchen angewendet, die durch die chemische Operation oder durch das Feuer zerstört werden würden, wie Elfenbein, Leder, Papier und viele andere ähnliche Dinge. Sie ist gegenwärtig zu einem sehr ausgebreiteten Industriezweige geworden, da die vergoldeten Rahmen für Spiegel, für Gemälde und Kupferstiche und die tausend verschiedenen Luxusgegenstände aus Steinpappe u. eine solche Verzierung fordern.

Die mechanische Vergoldung kann auf einem Grunde von Oelfarbe oder von Wasserfarbe ausgeführt werden. Das Erstere betreffend, so giebt

man dem zu vergoldenden Stücke 3 bis 4 Anstriche von Firniß mit Bleiweiß, läßt einen jeden vollkommen trocknen, macht aber auch einen jeden folgenden so dünn als möglich, da es nicht auf eine starke, sondern nur auf eine feste Masse ankommt.

Unmittelbar vor der Vergoldung überzieht man die Gegenstände nochmals mit einem farblosen Firniß, und wenn dieser so weit getrocknet ist, daß er beim Berühren mit dem Finger durchaus keine Spur davon zurückläßt, und an dem Finger kaum im Allgeringsten haftet, wirkliche Klebrigkeit aber gar nicht mehr zeigt, so ist es Zeit, die Vergoldung vorzunehmen. Das Goldblatt wird auf einem Lederlappen zerschnitten, mit dem Messer auf den Gegenstand gelegt und dann durch ein baumwollenes Bäuschchen oder einen breiten weichen Haarpinsel leicht angeedrückt. Bei geschweiften Verzierungen nimmt man nie etwas anderes als einen feinen, trockenen Pinsel.

Sind die Vergoldungen für den Aufenthalt im Freien bestimmt, wie bei Balkonverzierungen, so muß das Gold stark genommen werden, weil Regen und Schnee doch darauf wirken, wenn auch nicht auf das Gold, so doch auf den befestigenden Firniß, den das Gold nunmehr schützen muß. Sind die Vergoldungen für das Innere der Wohnungen bestimmt, so pflegt man das Gold wiederum durch einen Firniß gegen die zu große Sorgfalt der Diensthöten zu schützen.

Dieser Firniß besteht zuerst aus Weingeist und irgend einem Harz, dann aber in zweiter Lage aus einer Auflösung von Harz in trocknendem Del.

Soll die Vergoldung zur Verzierung von feinen Blechgeschirren, oder von Kutschen, Spiegelrahmen von Metall, eisernen Kaminverzierungen und dergleichen dienen, so geht der Vergoldung noch ein Schleifen vorher. Die Gegenstände müssen mit Oelfarbe gut gedeckt, wiederholt überstrichen, und dann auf das Vollständigste ausgetrocknet sein. Hierauf schleift man sie mit Bimsstein, bis man eine gleichmäßige, überall ebene Fläche erhalten hat. Nachdem dieses mit fein pulverisirtem Bimsstein wiederholt und eine glanzlose Fläche erlangt worden ist, trägt man abermals 4 bis 5, ja selbst 10 Anstriche von Lackfirniß auf, welcher nicht nur auf das Sorgfältigste getrocknet, sondern später in einer eigenen Trockenstube unter Einfluß einer bedeutend erhöhten Temperatur möglichst erhärtet wird.

Auch hier ist Schleifen noch erforderlich, es geschieht aber nach vorherigem Abreiben mit Schachtelhalm, nicht mehr mit dem zu groben Bimsstein, sondern mit auf das Feinste geriebenem Trippel und dann mit Zinnsähe. Auch dieser Schliff wird wie der vorige mit Wasser gemacht und man erhält nunmehr jene schöne reine Oberfläche, welche man an neu gefertigten Kutschen eleganterer Art wahrnimmt.

Hat man dieses Stadium in der Arbeit erreicht, so wird das Arbeits-

stück in eine warme staubfreie Räumlichkeit gebracht, mit einem sehr feinen zarten Firniß dünn überstrichen und nachdem dieser getrocknet ist, vergoldet. Das Gold wird mit einem weichen Pinsel angebrückt und bleibt 3 Tage so stehen, dann giebt man ihm einen Ueberzug von Weingeistfirniß, welcher angeschmolzen wird, d. h. wenn derselbe trocken ist, überfährt man die Vergoldung aus der Entfernung von etwa 1 Zoll oder auch noch weniger, mit einem heißen Eisen, bis der Lack des Firnisses geflossen ist, eine Arbeit, welche viel Vorsicht erfordert, weil eben dieser Lack bei zu geringer Wärme gar nicht schmilzt, bis zu großer aber Blasen wirft.

Ist das Schmelzen geschehen, so wird das Arbeitsstück mit 1 oder 2 Anstrichen von fettem Copalfirniß überzogen und nach dem Trocknen nochmals mit Trippel und Wasser geschliffen und mit Zinnsasche polirt.

Wir sehen, wie außerordentlich mühsam diese Arbeit ist und können uns deshalb nicht wundern, daß die wirklich feinen lackirten Waaren so hohe Preise haben.

Auch das Vergolden auf Leimgrund ist nicht gerade leicht, es wird aber dadurch so sehr viel bequemer gemacht, daß das Trocknen wenig Zeit nimmt.

Alle Holzgegenstände müssen zuerst mit Leim getränkt werden. Um die Würmer davon abzuhalten, nimmt man statt des Wassers einen sehr starken Decoct von Wermuth und Knoblauch, löst darin den Leim in sehr reichlicher Menge auf, thut etwas Salz und Essig hinzu und überstreicht nun das Holz mit dem möglichst heiß gemachten dünnen Leim zweimal. Sind die Gegenstände der Vergoldung von Gyps, so muß man das Salz weglassen, weil dasselbe leicht auswittert und einen Beschlag von einem weißen Pulver auf der Vergoldung giebt. Bei Holz findet dieses nicht statt und es ist das Salz dabei höchst nothwendig.

Die so getränkten Gegenstände werden nunmehr mit Kreidegrund bedeckt. Sehr fein geriebene Schlemmkreide, mit Leimwasser zu einer dünnen Farbe gemacht, wird wiederholt aufgetragen. Jeder neue Anstrich wird mit dem Pinsel so gut verrieben, daß sich die vorige Lage mit der neuen verbindet.

Wo sich noch etwa Vertiefungen finden, wo sich etwa noch unebene Stellen zeigen, werden sie mit Leim und Kreide ausgebessert, dann schleift man diese Stücke mit Bimstein, hierauf mit Schachtelhalm. Es kommt jetzt ein gelber Deckgrund, welcher aus fein geriebenem Oker und farblosen Pergamenleim besteht. Man giebt davon nur eine ganz schwache Lage und entfernt nach dem Trocknen alle Unebenheiten durch Schleifen mit Schachtelhalm.

Auf diesen Grund bringt man, was die Vergolder Poliment nennen,

eine Farbe, bestehend aus 1 Pfund amerikanischen Bolus, 4 Loth Blutstein und 4 Loth Bleiglanz, welche Substanzen einzeln, möglichst fein gerieben, dann gemengt, mit einem Eßlöffel voll Olivenöl befeuchtet, nochmals auf dem Steine verrieben und dann mit Pergamenleim zu Farbe gemacht werden.

Dieses Poliment wird mit einem weichen, langhaarigen Pinsel 3 Mal aufgestrichen. Diejenigen Stellen, welche späterhin polirt werden sollen, erhalten nach dem Trocknen noch einen vierten Anstrich mit dem Poliment, aber nicht mit demjenigen, welches mit Leimwasser abgerieben worden, sondern mit demjenigen fetten, welches als eine Art Oelfarbe angesehen werden kann. Es befestigt dieses den Grund, so daß er dem Polirstahl oder dem Blutstein besser Widerstand leistet, also einen höheren Glanz annimmt.

Alle diese Vorbereitungen sind nöthig, um die Vergoldung beginnen zu können. Man befeuchtet nunmehr das ganze Stück, damit die Oberfläche durch Auflösung des darin befindlichen Leimes klebrig werde, darauf trägt man die Goldblättchen zuerst in die Vertiefungen, die Holzbohle oder den Karnies in die einspringenden Theile ein, die Rundstäbe und die Platten vergolbet man erst nach den Vertiefungen. Das Gold sitzt sogleich fest, daher es eine nicht geringe Geschicklichkeit fordert, jedem Blättchen sogleich die richtige Lage zu geben. Nach dem Trocknen kann man dasjenige, was blank erscheinen soll, mit einem Blutstein poliren, die matten Stellen werden mit Leimwasser überzogen.

Die ganze vergolbete Masse erhält nunmehr eine sehr feine Färbung durch einen durchsichtigen Ueberzug, welcher ganz besonders zur Verschönerung der Vergoldung beiträgt. Man macht denselben durch Kochen von 4 Loth Orlean, 2 Loth Gummi gutti, 2 Loth Zinnober, 1 Loth Drachblut, 4 Loth Weinstein Salz und 18 Gran Safran in einem Quart Wasser. Das Kochen muß bei mäßigem Feuer so lange fortgeführt werden, bis die Masse auf ein Viertel ihres früheren Umfanges herabgesunken ist.

Man filtrirt den Decoct durch ein seidenes Tuch und trägt ihn dann mit einem feinen weichen Pinsel so leicht wie möglich auf. Durch Wiederholung dieser Operation an den geeigneten Stellen hat man es in seiner Gewalt, einem vergolbten Stücke an verschiedenen Stellen verschiedenen Ton zu geben, was zur Lebhaftigkeit und Schönheit der Verzierung wesentlich beiträgt.

Die Vergoldung des Schnittes von Büchern und Papier überhaupt wird jederzeit in der Presse gemacht, damit das zu vergoldende, an sich sehr weiche Papier hierdurch hart und widerstandsfähig werde, das Papier muß einen bedeutenden Druck durch den Achat oder Blutstein ertragen,

daher diese Vorsicht unerlässlich ist. Das Buch wird nunmehr beschnitten und die Schnittfläche wird mit geschlagenem oder mit Wasser verdünntem Eiweiß oder auch mit Gummiwasser bestrichen. Wenn dieser Anstrich beinahe getrocknet ist, gerade nur noch so viel Feuchtigkeit hat, daß die Goldblättchen daran kleben, so werden diese nahe an einander aufgelegt, mit Baumwolle angeedrückt und dann zum Trocknen hingestellt. Bei einer absichtlich sehr stark gemachten Vergoldung wird diese Operation wiederholt, dann nach vollständigstem Trocknen, wozu man während des Winters immer die Nähe des Stubenofens in Anspruch nimmt, wird der Schnitt, wird die vergoldete Papierfläche mit einem Blutstein oder einem Achat polirt, d. h. es wird das matte, dünne Gold durch Druck der polirten Fläche dichter und dadurch glänzend gemacht. Die Franzosen verfahren dabei ein wenig anders. Der Schnitt wird zuerst mit Gummiwasser angestrichen, nach vollständigem Trocknen erhält er einen zweiten Anstrich, aber von anderer Art, es wird dem Gewichte nach ein Theil armenischer Bolus — überaus feiner weißer Thon — mit 5 Theilen Kandiszucker, 5 Theilen Eiweiß und dem doppelten Gewicht Wasser zusammengerieben, den Kandis löst man vorher in der Hälfte des zu dieser Farbe bestimmten Wassers auf, das Eiweiß wird mit der anderen Hälfte des Wassers so lange geschlagen, bis es selbst gar keinen Zusammenhang hat. Der Schaum, der sich bildet, muß sich von selbst wieder vertheilen. Zu diesen beiden wohl zusammengemischten Flüssigkeiten setzt man den Bolus und reibt Alles zu einer dünnen Farbestlüssigkeit zusammen. Der Anstrich hiermit giebt dem Schnitt große Festigkeit, giebt eine Unterlage für das Gold, welche die Annahme der Politur sehr befördert. Wenn dieser Anstrich vollkommen getrocknet ist, so wird er mit einem baumwollenen Flöckchen, welches mit Wasser befeuchtet wird, leicht und nur ganz oberflächlich überfahren, hierauf aber wird sogleich das Goldblatt gelegt. Diese Methode hat den Vortheil, daß der Schnitt selbst eigentlich trocken bleibt, nur die oberste Decke des Farbeanstrichs wird befeuchtet, an dieser haftet das Gold so gleich und die Unterlage, die es nunmehr hat, ist eine viel bessere, als das naß gewesene und nicht vollkommen getrocknete Papier sie geben kann.

Die Verzierungen, welche man an dem Aeußeren der Bücher, überhaupt aber der Leder- und Papparbeiten anbringt, werden durch die Wärme und mittelst eines Stempels befestigt. Die Vergoldung ist bei der Buchbinderei eine eigene Kunst, welche in jeziger Zeit nicht einmal allgemein von den Buchbindern, namentlich in großen Städten fast immer nur von solchen Leuten geübt wird, die sich ausschließlich hiermit beschäftigen.

In früheren Zeiten wurde das Buch fertig gemacht, dann kam es in die Hände des Meisters, der nunmehr den Rücken, mitunter dann auch

den Deckel vergoldete, jetzt wird der Deckel zuerst ganz fertig gemacht, dann wird derselbe vergoldet und nunmehr wird das Buch hineingebunden.

Das Leder oder die Leinwand des Rückens wird da, wo Verzierungen angebracht werden sollen, mit klar geschlagenem Eiweiß bestrichen, nach dem Trocknen wird das Weiche des Mittelfingers ganz leicht mit Talg befettet und hiermit wird auf die Stelle, welche mit Eiweiß bezogen worden, ein ganz leiser Hauch von Fett gebracht und dann das Goldblatt aufgelegt. Die Stempel, mit denen verziert werden soll, liegen auf einem Kohlenbecken oder über einer Glasflamme, und wenn sie eine Temperatur erlangt haben, heiß genug, um die Hand, doch nicht heiß genug, um Papier zu verletzen, womit man sie in Berührung bringt, werden sie mit mäßiger Kraft auf die Stellen gedrückt, welche befettet und mit dem Blattgold belegt sind. Es entsteht hierdurch überall, wo der Stempel getroffen hat, eine Vertiefung, in welche das Gold hineingedrückt worden ist. Rund um den Stempel steht das übrige Gold, welches nicht von ihm getroffen worden ist, dieses ist auch nicht befestigt, sondern es haftet nur an dem Talg an, es kann daher mit etwas Baumwolle ganz leicht abgerieben werden, wodurch auch zugleich das Fett beinahe bis auf die letzte Spur entfernt wird, indem das Eiweiß das Einbringen desselben in das Zeug behindert hat.

Die Stempel, welche wiederholt unter einander auf den Rücken eines Buches gedrückt werden, nennt man Filetten, und wenn ein Buch so verziert ist, so nennt der Buchbinder dieses die Filettenvergoldung, kommen dagegen Blumenstücke, Figuren, Medaillons, mythologische Gegenstände auf den Rücken, so nennt man dieses eine Stempelvergoldung, wenn aber der ganze Deckel vorher vergoldet wird, ehe das Buch hineingebunden ist, so nennt man dies die Pressvergoldung, und sie geschieht nicht in einzelnen Theilen, sondern mit dem ganzen Buch auf einmal, oder es wird höchstens in so fern eine Theilung stattfinden, als man den ganzen Rücken mit einem Druck und ebenso den ganzen Deckel auf einmal vergoldet.

Die Vorbereitungen sind dieselben, wie vorher, ein Eiweißanstrich, ein leichtes Befetten, und das Auflegen der Goldblättchen geht dem Pressen vorher. Die Verzierung wird nun aber für den Rücken besonders und ebenso für den Deckel aus einzelnen Stücken zusammengesetzt, falls nicht etwa der Buchhändler sich eine besondere Platte schneiden läßt, welche dann natürlich lediglich nur für ihn gebraucht werden darf.

Die Buchbinder setzen ihre Verzierungen gewöhnlich aus solchen Typen zusammen, wie die Buchdrucker dieselben zur Verzierung der Bücherumschläge brauchen, man hat in dergleichen eine ganz außerordentlich reiche Auswahl, welche, von den größten runden, dreieckigen, viereckigen Stücken ausgehend,

sich in die kleinsten Details aller möglichen Gattungen von Verzierungen verlieren. Auf den Geschmack des Buchbinders kommt es nun an, eine Zusammenstellung zu machen, welche schön genug ist, um für das Auge des Käufers wohlgefällig zu sein.

Höchst merkwürdig ist, daß so, wie der Schnitt eines Buches, sich auch ein Stück polirten Stahles durch Blattgold vergolden läßt, der polirte Stahl wird mit etwas Säure leicht überfahren, so daß die Politur ihren äußersten Glanz verliert, dann, mit Wasser abgewaschen und getrocknet wird der Stahl erhitzt, bis er roth anläuft, jetzt wird das Blattgold aufgelegt und sofort mit dem Polirstahl bearbeitet, wodurch es sich so fest an den Stahl anlegt, daß die Vergoldung dauerhaft genug ist, um zu Säbelklingen u. angewendet zu werden.

Chemische Vergoldung.

Diese wird immer nur bei Metallen angewendet und sie unterscheidet sich in eine Vergoldung auf trockenem und in eine auf nassem Wege, die erstere aber unterscheidet sich nochmals in eine Vergoldung im Feuer und in eine solche ohne Hülfe des Feuers, welche man kalte Vergoldung nennt.

Das Metall, welches vergoldet werden soll, ist von großem Einfluß auf die Vergoldung, reines Kupfer z. B. fordert viel mehr Gold, um in gleicher Farbe und gleichem Glanze zu erscheinen, wie Messing oder Bronze. Das Kupfer nämlich verbindet sich mit dem Golde, nimmt dasselbe auf und es fordert also einen nicht unbeträchtlichen Ueberschuß, damit genug davon auf der äußeren Oberfläche bleibe, um die gewünschte reiche äußere Verzierung zu geben, dieses ist nicht so sehr der Fall mit den mehrsten Legirungen, der Arbeiter hat daher stets dieses im Auge zu behalten, weil er sonst entweder eine schlechte Vergoldung, oder eine zu gute, zu kostbare liefert.

Die Feuervergoldung ist, wie die in gleicher Weise vorgenommene Versilberung, eine gefährliche Operation, indem sie nur mit Hülfe des Quecksilbers ausgeführt werden kann, und daher den Arbeiter stets der Gefahr der Vergiftung durch die Quecksilberdämpfe aussetzt, deshalb ist man fast allgemein von dieser Methode abgegangen, und bedient sich lieber der galvanischen Vergoldung, dennoch giebt es viele Fälle, in denen nur sie angewendet werden kann, weshalb wir sie auch hier beschreiben müssen.

Die erste Operation ist die Bereitung des Amalgams. Es wird möglichst reines, also wenigstens Dukatengold gewonnen, und wird in äußerst dünne Blättchen gestreckt, ausgewalzt, wird dann mit der Scheere in viele kleine Stücke zerschnitten und ausgeglüht. Man giebt nun das Achtfache des Gewichts von Quecksilber hinzu und rührt dieses mit einem Eisenstäbchen so lange um, bis keine Stücke Gold mehr zu finden sind, bis Alles in Quecksilber aufgelöst ist, was unter Mitwirkung der Wärme sehr bald geschieht.

Sobald man dieses erlangt hat, wird das heiße Quecksilber in kaltes Wasser gegossen, welches unter stetem Umrühren geschieht, um das Amalgam in einem recht feinen Korn zu erhalten.

Das Wasser wird entfernt und das Amalgam zwischen den Fingern gedrückt, um es zusammenzuballen, konsistent zu machen. Dabei trennt sich der bei weitem größte Theil des Quecksilbers von dem Amalgam, welches letztere als eine knetbare Masse zurückbleibt. Das Quecksilber, welches abläuft, ist noch sehr goldhaltig, es wird daher für eine nächste Operation ähnlicher Art aufbewahrt, aber das Amalgam ist noch zu quecksilberhaltig, um angewendet zu werden, es wird daher in ein Stück Gensleber gebracht, die überstehenden Zipfel werden zusammengenommen und nach und nach immer fester gedreht, wodurch das in dem Säckchen enthaltene Quecksilber in einem feinen Regen ausläuft, und das Amalgam als ziemlich fester Klumpen zurückbleibt, dasselbe soll eigentlich nicht mehr als die Hälfte des Gewichts des Goldes an Quecksilber enthalten.

Zur Bergoldung ist ferner noch nöthig das sogenannte Quickwasser, eine Auflösung von 10 Theilen Quecksilber in 11 Theilen reiner, concentrirter Salpetersäure, zu welcher man dann das 25fache des Gewichts an destillirtem Wasser mischt.

Der Gegenstand, welcher vergoldet werden soll, muß zuerst unter allen Umständen ausgeglüht werden, die Glühhitze darf aber nur eine sehr gelinde sein. Man wendet deshalb selten Holzkohle, und statt deren lieber Torf und Lohkuchen an, weil sie eine gleichmäßigeren Hitze geben, damit man diese aber beobachten könne, und nicht über die Temperatur der Rirschrothglühhitze hinaus gehe, muß man das Ausglühen im Dunkeln vornehmen, weil bei Tageslicht sich die Schattirung, welche man haben will, nicht so leicht unterscheiden läßt. Hat man den erforderlichen Grad von Wärme erreicht, so wird das Stück aus dem Feuer genommen und zur raschen Abkühlung an die Luft gesetzt.

Selbst bei der größten Vorsicht vermag man es nicht zu verhindern, daß das geglähte Metallstück sich mit einer Oxidschicht bedecke, es wird zwar von dem Arbeiter mit Sorgfalt darauf gesehen, daß das Metall ganz

in Kohle eingebettet sei, daß der Torf oder die Lohfluchenmasse es dergestalt bedeckt, daß nur ein höchst geringer Luftzug stattfindet, allein dennoch folgt eine Oxydation der Oberfläche und dadurch würde jedenfalls die Vergoldung verhindert werden, es ist daher nöthig, daß die Oxydschicht entfernt werde. Diese Arbeit wird das Abbrennen genannt, obwohl dabei vom Brennen gar keine Rede ist, sie besteht darin, daß man das geglähte Stück, wenn es beinahe erkaltet ist, in sehr verdünnte Schwefelsäure taucht, bis das Oxyd, wenn auch nicht aufgelöst, so doch wenigstens von dem Metall gewissermaßen getrennt wird. Der Arbeiter nimmt es nunmehr vor sich auf eine Leiste in einer Wanne, wie die Fig. 1142 zeigt, er hat eine harte Bürste oder

Fig. 1142.



wohl gar eine Bürste von feinem

Metalldraht (Kragbürste) in Händen und sucht mittelst derselben das angefressene Oxyd zu entfernen, weshalb er die Bürste wiederholt in die Flüssigkeit taucht, welche sich in der Wanne befindet, und die nichts weiter ist, als eine ebenso verdünnte Schwefelsäure. Gelingt hiermit die Entfernung des Oxydes noch nicht, so wird das Stück noch einmal auf ganz kurze Zeit in concentrirte Salpetersäure getaucht, dann mit der Bürste behandelt und wenn sich nunmehr eine reine Metallfläche zeigt, mit reinem Wasser abgespült und abgebürstet, und darauf in Sägespähnen getrocknet. Die Oberfläche ist nunmehr nicht mehr blank und glänzend, sondern matt, aber gerade so muß sie zur Annahme der Vergoldung sein, wenn dieses nicht wäre, hätte man sich das Glühen und Abbrennen sparen können, da eine sorgfältig behandelte polirte Metallfläche ohne dies rein ist.

Auf das so vorbereitete Metall wird nunmehr das Amalgam aufgetragen. Unter Hülfe einer angesäuerten Flüssigkeit würde dieses zwar leicht angehen, man macht sich's aber doch bequemer, indem man das ganze Stück verquickt, d. h. in die vorhin beschriebene, mit Wasser verdünnte Auflösung von Quecksilber in Salpetersäure taucht, so wie das Quicksilber mit dem Metall in Verbindung tritt, löst die darin enthaltene Salpetersäure einen Theil desselben auf und schlägt an dessen Stelle etwas von dem aufgelösten Quecksilber nieder. Das nunmehr silberweiß aussehende

Stück wird in Wasser abgewaschen, und das Quecksilber hat dann weiter keine Einwirkung mehr, als daß es die Annahme des Amalgams erleichtert, würde man die Säure daran lassen, so würde ein tieferes Einfressen derselben in das Metall unvermeidlich sein, was von nachtheiligen Folgen wäre, besonders wenn die zu vergoldenden Gegenstände nur schwach und dünn wären.

So wie der Arbeiter, den uns die Figur 1142 zeigt, den messingenen Löffel mittelst einer Bürste von dem Oxid befreit, auf dieselbe Weise trägt er nun auch das Amalgam auf, er hat dasselbe in einem Schälchen, innerhalb eines größeren Gefäßes stehen. Die Zeichnung Figur 1142 giebt uns eine Bütte von Holz, wie sie zur Abwaschung des Oxids nöthig ist, das eben so aussehende Gefäß zur Berquidung ist aber von Porzellan oder von Glas, denn es würde zu viel des goldhaltigen Quecksilbers in den Ecken des Gefäßes sitzen bleiben, wenn man dasselbe aus Holz machen wollte.

Der auf eine Leiste gestützte zu vergoldende Gegenstand wird mit der linken Hand gehalten, in der rechten hat der Arbeiter eine sogenannte Krabbürste, einen Bündel von feinem Messingdraht, welcher von Anfang bis zu Ende von stärkerem Messingdraht umwickelt ist, während nur die Enden selbst von dieser Umwicklung frei bleiben, es entstehen hierdurch zwei sehr harte Borstenpinsel (wie z. B. die Maurer oder Zimmermaler dieselben zum Chablouiren brauchen), nur mit dem Unterschiede, daß sie nicht von Haaren, sondern von Draht sind.

Diese Krabbürste reibt der Arbeiter auf dem Amalgam so weit an, daß sich ein Theil desselben daran haften zeigt. Mit dieser kleinen Menge fährt er nunmehr so lange an dem zu vergoldenden Gegenstande auf und ab, bis seine Krabbürste kein Amalgam mehr hat, dann beladet er sie wieder mit einem neuen Antheil desselben und setzt dieses so lange fort, bis er glaubt, daß für seinen Zweck genug gethan sei, bis er glaubt, eine solche Menge Amalgam auf dem Gegenstand zu haben, daß nach Verjagung des Quecksilbers eine hinlänglich dicke Goldschicht übrig bleibt. Je größer der Gegenstand, desto mehr wird erforderlich sein, im Allgemeinen aber läßt sich gar keine Regel geben, denn es kommt ganz und gar auf die Stärke der Vergoldung an, welche man beabsichtigt. Je kräftiger sie sein soll, desto mehr von dem Material muß verwendet werden, in Folge dessen ist es auch nöthig, die Amalgamation zu wiederholen, man legt das einmal mit Amalgam bestrichene Stück auf ein schwaches Kohlenfeuer und läßt es so heiß werden, daß sich das Quecksilber verflüchtigt; sobald statt der glänzend weißen Oberfläche sich eine matte und gelblich gefärbte zeigt, zieht man das Stück zurück, läßt es erkalten und beginnt die ganze Ope-

ration noch einmal, und wenn die Vergoldung sehr stark sein soll, sogar zum dritten Mal.

Nunmehr beginnt das eigentliche Abrauchen des Quecksilbers, dieses aber ist eine so gefährliche als auch schwierige Arbeit, welche viel Uebung fordert und dem Arbeiter immer mit dem Tode droht.

Das Arbeitsstück wird auf ein Drahtnetz und mit diesem auf Kohlen gelegt, es wird von Zeit zu Zeit gewendet und sobald es heiß genug scheint, mit einer Zange vom Feuer gehoben, was jedoch mit der äußersten Behutsamkeit geschehen muß, damit die Oberfläche nicht unter dem Angriff der Zange leide. Das Stück wird jetzt auf einen Holzklötz gestützt, an seinem oberen Ende mit der linken Hand gefaßt, weshalb derselbe durch einen dicken wohlgepolsterten Handschuh bekleidet ist, wird dann mit einer scharfen Bürste in jedem möglichen Sinne abgerieben und dann wieder auf die Kohlen gelegt, nachdem es sich abermals etwas stärker erhitzt hat, wird es gerade so behandelt, wie es oben beschrieben worden. Das Gold soll sich auf diese Weise besser und gleichmäßiger vertheilen.

Man fährt mit der Erhitzung fort und hält die Operation für beendet, wenn ein Tropfen Wasser, auf das Arbeitsstück gebracht, darauf tanzt und mit einer gewissen Schnelligkeit verdampft. Da dieses aber ein sehr unsicheres Zeichen ist, weil es nichts weiter sagt, als es sei heißer, als erforderlich, damit Wasser koche, was also so gut 120 Grad wie 500 Grad sein kann, so geht ein geschickter Arbeiter nicht hiernach, sondern nach der Farbe des Arbeitsstückes, welche er aus Erfahrung sehr bald kennen lernt und welche ihm dann ein viel besserer Wegweiser ist als der Wassertropfen, den er sogar nicht einmal immer anbringen kann, wie z. B. bei stark gerundeten Stücken.

Die Arbeit wird um so besser, je öfter das Stück vom Feuer genommen und gebürstet worden ist, es hängt das Gelingen ganz und gar von der Geschicklichkeit des Vergolders ab, nur die Menge des Geldes, welches verwandt werden darf, ist Sache des Meisters, das Uebrige ist Sache seines Fleißes, aber mit diesem wächst auch die Gefahr, denn je länger er am Feuer bleibt und je öfter er sich mit dem Abbürsten der erhitzten Stücke beschäftigt, desto mehr befindet er sich in der unabweisbaren Nothwendigkeit, Quecksilberdämpfe zu verschlucken, man kann gegen diese Gefahr gar nicht ankämpfen, es bleibt nichts zu thun, als dem Schornstein, unter welchem das Feuer brennt, einen möglichst niedrig gehenden Mantel und einen starken Zug zu geben, der Mantel aber nimmt das Licht und behindert den Arbeiter, und was noch am besten helfen könnte, den Schornstein und den ganzen Herd mit einem Mantel aus vielen

Schiebefenster zu versehen, wird in der Regel des Kostenpunktes wegen nicht ausgeführt.

Nach der Beendigung des Abrauchens wird das Stück mit Essig abgärstet und dann mit Wasser abgespült, um polirt zu werden.

Die Politur ist bei diesem weichen Metall nicht ein Abschleifen mit Sand und immer feineren und härteren Schleifmaterialien, Schmirgel, Trippel, rothes Eisenoxyd, wie z. B. beim Poliren der Spiegel oder der Stahlklingen, sondern es ist ein Festdrücken der weichen Metalloberfläche durch einen härteren, glatten Körper. Man wendet entweder einen Achat oder einen Blutstein an, oder vielmehr nicht einen, sondern sehr viele von den aller verschiedensten Formen, damit man jede Fläche, sie möge nun grade, höhlgekrümmt oder erhaben sein, damit man jede Vertiefung, eckig oder rund, damit berühren, da hinein bringen könne. Mit solch' einem Blutstein kleinster Art werden nun die feineren Züge polirt, dann kommt man mit einem angemessenen größeren auf die weniger vertieften Stellen und so geht es weiter fort, bis man mit einem möglichst großen und cylindrisch gestalteten Blutstein die ebenen Flächen bearbeitet.

Das Reiben oder vielmehr das Drücken wird immer nach derselben Richtung vollführt, man taucht den Polirstein in Essig und bewegt die polirende Fläche unter gelindem Druck auf dem weichen Metall hin und her, immer in einer Richtung und immer so, daß zwar jeder folgende Strich die polirte Fläche erweitert, aber der Polirstein doch auch zum Theil noch die schon polirte Fläche berührt, wodurch eine gute Verbindung der nahe an einander stehenden Striche entsteht und die ganze Fläche, obschon aus lauter Linien zusammengesetzt, doch schließlich den Eindruck eines ebenen oder gekrümmten Spiegels macht.

Während der Arbeit wird das Stück öfter gewaschen und nach dem Trocknen von allen Seiten besehen, um die fehlerhaften Stellen zu finden, welche dann nochmals überpolirt werden, dies geschieht so lange, bis der Arbeiter oder sein Meister sagt, daß nun nichts zu wünschen mehr übrig sei, es wird dann nochmals in kaltem Wasser gewaschen, mit feiner, weicher Leinwand abgerieben und endlich von Ferne über Kohlen getrocknet.

Soll die Vergoldung matt bleiben, so scheint es zu genügen, daß man das Poliren unterlasse, denn die vergoldeten Gegenstände sind, nachdem sie durch das Abrauchen vom Quecksilber befreit worden, sowohl goldfarbig als auch matt, aber die Farbe ist nicht rein und das matte Aussehen ist nicht gleichmäßig, daher wendet man ein Verfahren an, welches man Mattfärben nennt. Das hierzu nöthige Material ist eine Mischung von Kochsalz, Salpeter und Alaun, welche man in einem Tiegel zusammenschmilzt, indem das Krystallwasser des Alauns in der Hitze noch Lösungskraft genug

hat, um die beiden anderen Salze aufzunehmen. Das Salzgemisch wird auf die Stellen aufgetragen, welche man matt haben will, das Stück wird alsdann über Kohlenfeuer erhitzt, wodurch das Gold ein wenig angegriffen wird und seine Unebenheiten erhält, welche ihm das matte Ansehen geben. Die Erhitzung darf nur so weit gehen, daß das Salzgemisch gerade in Fluß geräth, dann wird das Metall in Wasser getaucht, worin sich die Salzkruste sofort auflöst.

Auf diese Weise kann man sehr große Flächen schön gleichmäßig matt machen, die bronzenen Uhrgehäuse, welche wir in so großer Menge von Paris beziehen, danken ihre äußere Schönheit lediglich dieser Mattirfarbe. Was man an solchen Gehäusen zc. bemerkt, daß nämlich sehr häufig matte und polirte Stellen auf derselben Fläche vorkommen, will in der Regel unsern Güttern gar nicht recht einleuchten, sie behaupten, wenn man eine solche matte Fläche nunmehr mit dem Polirstein bearbeite, so werde die Politur nicht mehr vollkommen rein und schön. Sie mögen hierin Recht haben, aber warum machen sie es denn nicht, wie geschickte Arbeiter es in dem Fache immer thun. Nicht Franzosen sind es, welche diese glänzenden Arbeiten machen, es sind geschickte deutsche Arbeiter, welche ihren deutschen ehrlichen Fleiß nach Paris tragen, wo er ihnen besser bezahlt wird, als im Vaterlande, diese könnten alle die Waaren, welche man theuer von Paris bezieht, ebenso gut und billiger hier machen, so ist's auch mit dem Poliren der matten Stellen, es ist kein Geheimniß der Franzosen und keine Erfindung, welche sie gemacht hätten, sondern es ist der sinnige deutsche Fleiß, welcher darauf gekommen ist, die später zu polirenden Stellen nicht vorher matt zu machen, sondern auszusparen, das geschieht, indem man eine Mischung von Kreide, Kandiszucker und Gummi zu einem Teig anrührt, damit diese Stellen bestreicht, welche polirt werden sollen, den Anstrich trocknet und dann so lange erwärmt, bis derselbe braun geworden ist.

Nunmehr wird das ganze Stück mit der matten Farbe überzogen und erhitzt, wie es vorhin beschrieben worden. Die Kreide und der Kohlengehalt des Gummi und des Zuckers hat die Einwirkung des Salzes auf das Gold behindert, bei dem Abwaschen mit Wasser löst sich sowohl das Salz als das Gummi und man steht auf der Stelle den großen Unterschied zwischen dem mattgewordenen und dem ausgesparten Golde, nach dem Abwaschen und Trocknen können diese Stellen äußerst schön polirt werden, und sie machen dann gegenüber den matten einen ungemein schönen Effekt.

Sollen einzelne Punkte glänzend erscheinen, so wird dieses nicht durch Aussparen bewerkstelligt. Das matte goldene Gewand einer Figur soll z. B. mit Sternchen bestreut werden, so dient hierzu ein Instrument von

sehr hartem Stahl, welches an seiner Spitze die erforderliche Figur trägt. Gewöhnlich besteht sie aber, wenn es z. B. Sterne vorstellen soll, aus an einander gefügten kleinen Kugeln, die dann zusammen auch ein Sternchen bilden. Die Kugeln haben die höchste Politur, welche man ihnen zu geben im Stande ist. Mit einem Schläge wird der Abdruck dieser polirten Kugeln auf die mattirte Oberfläche der vergoldeten Bronze übertragen. In ähnlicher Art werden auch glänzende Borten um die Gewänder, glänzende Zeichnungen auf den Farnischen der Ritter, glänzendes Zaum- und Sattelzeug auf dem mattgehaltenen Körper des Pferdes hervorgebracht.

Man hat auch noch eine rothe Goldfarbe, welche durch das sogenannte Glühwachs hervorgebracht wird. Dasselbe besteht aus rothgebranntem Ocker, Grünspan und Alaun, äußerst fein gepulvert und mit gelbem Wachs unter sorgfältigem Umrühren zusammengeschmolzen. Wenn das vergoldete Stück vom Abrauchen des Quecksilbers her noch sehr heiß ist, so wird es an einem Draht aufgehängt, mit diesem Glühwachs eingerieben und sofort über ein lebhaftes Feuer gebracht. Die ersten fallenden Wachstropfen entzünden sich und augenblicklich steht das ganze Arbeitsstück in Brand. Man wendet das Stück nunmehr nach allen Seiten, so daß das Verbrennen des Waxes rundum gleichmäßig geschehe. Nach dem Abbrennen, wenn die Flamme von selbst erloschen ist, bringt man es in kaltes Wasser und bearbeitet es darauf mit Essig und einer scharfen Bürste, worauf die rothe Goldfarbe in der Regel sehr schön erscheint, ist die Farbe jedoch zu dunkel, so wird der Gegenstand einen Augenblick in verdünnte Salpetersäure getaucht, abgerieben und dann rasch und wiederholt mit Wasser abgewaschen und getrocknet.

Alle diese Arbeiten werden übrigens gegenwärtig in Berlin bei weitem schöner und zugleich viel reicher, das heißt stärker in der Vergoldung, gemacht, allein sie sind deshalb auch beträchtlich theurer, als die Pariser. Würde man nie zu jener eleganten Betrüglichkeit der Franzosen gelangen, welche den deutschen Fleiß als Firniß auf ihr dünnes Gold bringen, um zu blenden mit einem gewissen Kunstwerth, indeß der reelle Werth ein sehr geringer ist.

Noch eine andere Art der Vergoldung auf trockenem Wege ist die folgende. Man löst 5 Theile Gold und 1 Theil Kupfer in Königswasser auf, dessen man nur so viel anwendet, als gerade zur Auflösung nöthig ist, dann trinkt man mit dieser Auflösung reine leinene oder baumwollene Läppchen, trocknet sie und verbrennt sie in einem Porzellantiegel zu Asche. Damit nichts verloren gehe, muß der Tiegel zugebedt sein, jedoch nur so, daß die Dämpfe und Gase leicht entweichen können.

Die Asche besteht zum allergrößten Theile aus sehr fein vertheiltem Golde, dieses dient nunmehr zur kalten aber trockenen Vergoldung irgend eines anderen Metalles, dessen Oberfläche aber gereinigt und gegläbt sein muß, gerade wie zur Feuervergoldung.

Auf die so vorbereitete Fläche wird die Goldasche mittelst eines Stückes Kork angerieben, wodurch das Gold vermöge seiner außerordentlichen Weichheit auf dem Metalle haften bleibt und auch ziemlich haltbar, wenn nachher der Polirstahl oder Stein das matte Gold befestigt.

Noch eine andere Art der kalten Vergoldung hat mit der so eben beschriebenen Aehnlichkeit, ist jedoch rein mechanisch und hat auch nur eine beschränkte Anwendung.

Wenn Knöpfe zu Officieruniformen sehr gut vergoldet werden sollen, so geschieht dieses auf folgende Weise. Die Knöpfe sind gegossen und haben alle eine ganz gleiche Größe, was sogar von den Ohren oder Oesen gilt. Der Drechsler, welcher das Vergolden besorgt, kann dieselben daher sehr leicht in ein sogenanntes Futter bringen, was um ein ganz Geringes kleiner ist als der Knopf und was in seiner Mitte eine Vertiefung hat, genau passend für das Ohr des Knopfes, der sich nur unter einem gewissen Druck hineinbringen läßt.

Der Drechsler hat ein Stück Gold von starker Bleistiftstärke und so lang, daß er es bequem in der Hand halten kann, es sei denn, daß er es in einen Handgriff eingeseht hätte, was allerdings zweckmäßig wäre.

Während er mit dem Fuß das Rad der Drehbank in Bewegung setzt, so daß die Fläche des Knopfes sich vor der Hand des Arbeiters sehr schnell dreht, faßt er das Goldstück mit der rechten Hand und drückt es gegen die Fläche des Knopfes, von der Mitte nach dem Rande zugehend, und auch auf diesem Rande selbst den Druck noch fortsetzend.

Es wird hierdurch etwas Gold abgerieben und auf der Fläche des Knopfes zurückgehalten. Der Arbeiter legt nunmehr die kleine Goldbarre weg, ergreift den Polirstein und fährt damit unter leichtem Druck über die Fläche des Knopfes und auch über die Kante hin, und nunmehr läßt er den Knopf aus dem Futter, was aber nicht mit einem stählernen, sondern mit einem hörnernen Messer geschieht, damit die Rückseite des Knopfes nicht durch Schrammen verletzt werde.

Bei dem Reiben sowohl als bei dem Poliren fallen Stäubchen Goldes ab, damit diese nicht verloren gehen, stellt der Arbeiter eine kantig aufgebogene Papierkapsel unter den Knopf und so wird bei vielen Duzenden auch nicht ein Gran verloren, die Vergoldung ist gut und fest und geht überaus schnell.

Die Vergoldung auf nassem Wege ist eine Erfindung der neueren Zeit,

da sie aber eine engländische ist, können wir dieselbe nicht so genau wiedergeben, als wir gerne möchten, weil die Gewichts- und Maassangaben so wunderlicher Art sind, daß uns alle Vergleichspunkte fehlen. Es giebt schon z. B. keinen größeren Unsinn, als in einem Recepte Gewichte verschiedener Art anzubringen, d. h. nicht etwa Unzen, Lothe, Grane, denn dieses ist nöthig und unvermeidlich, sondern Unzen von Apothekergewicht, und Lothe von Handelsgewicht. Würden alle die Species nach einem Gewicht berechnet sein, so wäre es ganz gleichgültig, wie dasselbe hieße, man setzte dann statt des Gewichts das Wort Theil, aber bei dem obenangeführten Beispiel läßt sich dieses gar nicht machen.

Es lautet:

5 Unzen Troy-Gewicht feines Gold werden in 52 Unzen Avoirdupois-Gewicht Salpetersäure aufgelöst, welche entstanden ist durch eine Mischung von 21 Unzen (was für welche?) reiner Salpetersäure, 17 Unzen reiner Salzsäure und 14 Unzen destillirtem Wasser.

Das Gold wird in der Wärme aufgelöst und die Lösung so lange gekocht, bis sich keine rothen Dämpfe mehr zeigen. Es werden nunmehr 4 Galons (was für welche? solche für das Biermaass oder für das Weinmaass, oder für das Delmaass, oder für den Weingeist) destillirten Wassers und 20 Pfund doppelkohlen-sauren Kalis zugesetzt, worauf die Flüssigkeit 2 Stunden lang mäßig gekocht wird.

Das Avoirdupoisgewicht ist das schwere Handelsgewicht, wovon 100 Pfund nahezu 97 Berliner Pfunden gleich kommen, Troysgewicht hat 12 Unzen (das andere 16), und 1 Unze ist gleich 8720 kölnischen Richtigpennigen, was demnach ungefähr gleich $1\frac{1}{2}$ Unze des gewöhnlichen Silbergewichts. Ob die guten Engländer nicht doch noch ganz andere Erklärungen haben werden, will der Verfasser ungesagt lassen. Glücklicherweise ist die Erfindung durch ein Patent nach Frankreich übergegangen und so können wir denn aus der großen technischen Encyclopädie von Laboulaye, Dictionnaire des Arts et Manufactures, vernünftigeren Angaben entnehmen.

Man nimmt 10 Theile Gold und löst sie in 250 Theilen Salpetersäure, 250 Theilen Salzsäure und 250 Theilen Wasser zu einem reinen, etwas verdünnten Königswasser vermischt, auf. Man kocht die Lösung, bis die Dämpfe von salpetriger Säure aufhören.

Ist diese Auflösung gemacht, so erhitzt man 26 Litres destillirten Wassers in einem Porzellangefäß und bringt dazu 6 Kilogramm (12 Pfund) doppelkohlen-saures Natron. Man gießt die Hälfte dieser Lösung des Salzes zu der Auflösung von Gold, es entsteht ein gewaltiges Aufbrausen, und wenn dieses beendet ist, so bringt man die so verdünnte Auflösung nunmehr zu der andern Hälfte der Salzlösung und kocht beides mit einander 2 Stunden

lang, wobei man immer das verdampfte Wasser durch neues, aber siedendes Wasser ersetzt.

Dieses ist die Flüssigkeit, mit welcher die Gegenstände vergolbet werden sollen. Dieselben müssen vorher eben so behandelt werden, als sollten sie im Feuer ihre Vergoldung erhalten. Ist dieses geschehen, so befestigt man sie, wenn sie klein sind, viele mit einander, sonst aber einzeln an Messingdraht, taucht sie, um die Oberfläche vollkommen zu reinigen, in verdünnte Salpetersäure, spült sie davon sorgfältig ab, indem man sie wiederholt mit reinem Wasser schwenkt und bürstet, und dann taucht man dieselben in die Goldauflösung. Wenn dieselbe neu bereitet worden, also goldreich ist, so erfolgt eine genügende Ablagerung schon in wenigen Sekunden, hat man aber schon wiederholt damit gearbeitet, so müssen die Gegenstände um so länger in der Goldauflösung bleiben, je ärmer sie an Gold geworden ist.

Häufig ist die Farbe des Goldes, welches sich abgelagert, unschön und es ist schwer, solche Gegenstände so zu behandeln, daß wieder die erforderliche Reinheit und Schönheit der Farbe erscheine, ist das Gold einmal braun geworden, so wird es ganz unmöglich. Es scheint dieses an der vorherigen Reinigung zu liegen, welche durch Salpetersäure allein zwar bewerkstelligt werden kann, doch nicht so, daß die Vergoldung unter allen Umständen schön ausfalle, man hat deshalb nach Säuremischungen gesucht, und hat eine gleichtheilige Verbindung von Schwefelsäure und Salpetersäure sehr zweckmäßig gefunden, man setzt derselben jedoch noch $\frac{1}{2}$ des ganzen Gewichts an Kochsalz zu, wodurch sich eine kleine Quantität Salpetersalzsäure bildet.

Die in dieser Flüssigkeit gereinigten und nachher mit Wasser gespülten Gegenstände nehmen immer eine äußerst schöne Farbe an. Nachdem dieselben kürzere oder längere Zeit in der Goldauflösung gehangen haben (was, wie wir bereits sagten, von der Reichhaltigkeit der Lösung abhängt), werden sie mit Wasser abgespült und in Sägespähnen getrocknet. Die fernere Behandlung in Farbe, Mattiren und Poliren, ist ganz gleich der früher beschriebenen.

Die neuere Kunst der Juveliere fordert selbst für unächte, nur vergolbete Gegenstände verschiedene Farben, und diese werden dadurch gegeben, daß man sich Goldauflösungen macht, welche mit mehr oder weniger Platina versetzt sind, je mehr man des letzteren Metalles anwendet, desto heller wird natürlich die Legirung. Wenn man nun einen Schmuckgegenstand zuerst mit Gold überzogen hat, und man will dann einzelne Stellen heller haben, so bestreicht man diejenigen Stellen, welche dunkel bleiben sollen, mit einem Deckfirniß, welcher aus einem in Weingeist aufgelösten Harz

gemacht worden ist. Nach dem Trocknen taucht man den Gegenstand in die Auflösung von hellerem Golde, welche sich nun auf ihn niederschlägt. Sollen auch jetzt noch einzelne Stellen besonders hell hervortreten, so trägt man mit einem Pinsel wiederholt Deckgrund auf alle die Stellen, welche nicht mehr vergolbet werden sollen, und setzt den Schmuck nunmehr einer Auflösung, welche noch reicher an Platina ist, aus. Das Gold kann hierbei so hell werden, daß es beinahe weiß erscheint, was natürlich nur auf die Menge des Platins ankommt.

Diese Art der Vergoldung ist so außerordentlich sparsam, daß man mit 11 Loth Gold einen ganzen Centner unechter Schmucksachen vergolden kann, und daß dennoch die Auflösung nicht vollkommen erschöpft ist. Die alte Art der Vergoldung kostete 30 Thaler für das Pfund Schmucksachen, die so eben beschriebene ist mit 1 bis 3 Thaler für dasselbe Gewicht zu leisten, dabei muß man nicht vergessen, daß die Feuervergoldung bei sehr zarten Gegenständen, bei Drahtgeweben, bei feinen Ketten und ähnlichen Sachen gar nicht angewendet werden kann, indem das Quecksilber solche Sachen bergestalt angreift, daß sie nicht mehr haltbar sind, sondern zwischen den Fingern zerbröckeln.

Wenn es sich darum handelt, zu untersuchen, ob ein Gegenstand im Feuer oder auf nassem Wege vergoldet worden ist, so läßt sich dieses nur dann entscheiden, wenn man den Gegenstand zerstören darf, ist die Vergoldung auf chemischem Wege aber zu schwach geworden, so verlieren die vergoldeten Gegenstände bald ihre äußere Schönheit, dergleichen Sachen können z. B. keine Seefahrt mitmachen, weil die Dämpfe des Seewassers einerseits, weil aber andererseits die furchtbar üblen Ausdünstungen, welche sich in den Schiffsräumen anhäufen, sehr nachtheilig auf die unedlen Metalle wirken. Die üblen Gerüche, von denen hier gesprochen, bestehen meistens aus Schwefelwasserstoffgas, welches sehr schnell Schwefelmetalle erzeugt. Der Teufel des Goldes hat aber die Fabrikherren so sehr in seiner Gewalt, daß sie, um etwas Gold zu sparen, eine ganze Schiffsladung solcher unechten Bijouterieen auf das Spiel setzen, durch deren Verderben sie dann hundertmal so viel verlieren können, als sie durch ihre thörichte Sparsamkeit gewinnen.

Soll durch ein Experiment wirklich entschieden werden, ob ein Gegenstand im Feuer oder auf nassem Wege vergoldet war, so geschieht dies auf folgende Weise.

Der vergoldete Gegenstand wird in verdünnter Salpetersäure sehr langsam aufgelöst. War er im Feuer vergoldet, so pflegt die Goldschicht stark genug gewesen zu sein, um die ganze Gestalt des untersuchten Körpers beizubehalten. Das Gold ist zwar nur noch ein so dünnes Blättchen, daß,

wenn man es mit einem Mohnblatt vergleichen wollte, man sich einer unverantwortlichen Uebertreibung schuldig machen würde. Aber das Häutchen ist doch noch zusammenhängend und es sieht auf der innern Seite, wo das Kupfer hinweggenommen ist, braunroth aus, scheint ferner, gegen das Licht gehalten, wie von Nadeln durchstochen, weil nämlich das Quecksilber, indem es sich verflüchtigte, indem es sich dampfförmig von dem Kupfer losreißen und das Gold durchbrechen mußte, in diesem die Spuren seines Durchganges zurückläßt.

War die Vergoldung in der beschriebenen Art auf nassem Wege gemacht, so kann die zurückbleibende Goldmasse zwar auch noch die Form des Gegenstandes behalten, wenn die Vergoldung sehr stark war, dann wird man aber wahrnehmen, daß beide Seiten dieser dünnen Golddecke schön glänzend sind, und daß sie zusammenhängend ist, so daß sie nicht durchlöchert aussieht, gleich einem feinen Siebe. Gewöhnlich aber ist diese Vergoldung viel zu schwach, um ein zusammenhängendes Blättchen zu bilden, dann wird man das Gold in lauter sehr dünnen unregelmäßig gestalteten Fliitterchen am Boden des Gefäßes finden, und auch diese kleinsten Fliitterchen sind noch auf beiden Seiten schön glänzend. Man muß aber nochmals hinzufügen, daß diese außerordentlich schwache Vergoldung nicht von der Methode herrührt, sondern daß sie nur ein Mißbrauch derselben ist.

Galvanische Vergoldung.

Wir haben noch einige Worte über die galvanische Vergoldung zu sagen. Im Allgemeinen können wir ganz auf das zurückweisen, was hierüber beim Silber angeführt worden.

Zur Vergoldung bedient man sich des Kaliumgoldcyanürs. Dasselbe wird dargestellt, indem man Gold in Königswasser auflöst, die Lösung verdampft, um die überflüssige Säure zu vertreiben, und dann gebrannte Magnesia zusetzt, wodurch das Goldchlorid zerfällt, in Goldoxyd umgewandelt wird.

Man wäscht dasselbe aus, setzt eine geringe Menge Salzsäure zu, um etwa noch vorhandene Magnesia zu entfernen und löst das Goldoxyd nunmehr in Chankalium auf. Man kann auch noch auf eine einfachere Weise dazu gelangen, indem man das Goldchlorid nicht durch Magnesia zerlegt, wenn das Salz, nachdem die Säure durch das Feuer verjagt worden,

in Wasser auflöst, und es dann mit einer klaren Auflösung von Chantalium vermischt.

Hat sich einmal eine genügende Menge der Goldauflösung erzeugt, so kann man beim Vergolden auf dem galvanischen Wege sehr lange von derselben Gebrauch machen, indem sie sich unter gewissen gegebenen Umständen stets von Neuem ersetzt, so wie sie aufgebraucht wird. Man hängt nämlich während des Gebrauchs der Goldlösung ein Stück Goldblech in dieselbe hinein, und während sich nun an dem einen Pole das Gold abscheidet, wird es an dem andern Pole in gleicher Menge von dem angehängten Stück Gold abgelöst. Dieses ist zu gleicher Zeit eine sehr bequeme Methode, die Menge des Goldes zu bestimmen, welche man verwendet hat oder welche man verwenden will.

Die Goldplatte hat ein gewisses Gewicht, um so viel, als sie nach der Vergoldung weniger wiegt als vorher, um so viel hat der vergoldete Gegenstand aufgenommen. Ist die Vergoldung fertig, so kann man auf diese Weise erfahren, was verbraucht worden ist. Wenn man jedoch vorher bestimmt, es solle nur so und so viel Gold verbraucht werden, so hebt man die Goldplatte wiederholt aus dem Apparat, trocknet sie sorgfältig ab und wiegt sie sorgfältig. Nun hängt man dieselbe wieder in den galvanischen Apparat und wiederholt einige Male das Wiegen, bis man findet, daß die Goldplatte genau so viel an dem Gewicht verloren hat, als der vergoldete Gegenstand aufnehmen sollte.

Sollen Gegenstände von Eisen, Zinn oder Blei vergoldet werden, so pflegt man dieselben vorher zu verkupfern, weil auf diesem Metalle das Gold sich leichter ansetzt und fester haftet. Sollen einzelne Theile eines Gegenstandes mit Gold überzogen, sollen sie nicht ganz, sondern nur stellenweise vergoldet werden, so überzieht man alles Dasjenige, was nicht Gold aufnehmen soll, mit einem Deckgrund aus 2 Theilen Asphalt und 1 Theil fein gepulvertem Mastix, welche Beide bei gelindem Feuer zusammengeschmolzen werden. Diese Masse ist sehr spröde, deckt jedoch sehr sicher, was man von anderen weniger harten Firnisarten nicht sagen kann. Vor dem Gebrauch wird ein geringer Theil der Masse gepulvert, mit Terpentin verrieben und erwärmt, so daß sich eine dünnflüssige Masse bildet, diese trägt man mittelst eines Pinsels auf den vorher erwärmten Gegenstand. Derselbe wird nunmehr in die Goldflüssigkeit gebracht, als ob er ganz vergoldet werden sollte, das Metall setzt sich jedoch nur an die unbedeckten Stellen. Nach der Vergoldung wird der Deckgrund durch Terpentin erweicht und mit der Bürste entfernt. Man wäscht die vergoldeten Gegenstände nunmehr mit Terpentin und dann mit Spiritus ab.

Je nachdem der Gang der galvanischen Batterie geregelt wird, und

je nach der Temperatur der Goldauflösung ist die Farbe, mit welcher sich das Gold niederschlägt, sehr verschieden, man hat daher nach einiger Beobachtung die Erzeugung der Farbe in seiner Gewalt.

Vor allen Dingen darf der Strom nicht zu stark sein. Ist dieser Fehler begangen, so haftet das Gold nicht an der zu vergoldenden Metallmasse, sondern es setzt sich als schwarzes Pulver an, und kann mit dem Finger weggewischt werden. Diese zu starke Wirkung des Stromes erkennt man sogleich daran, daß sich viel Wasserstoffgas entwickelt.

Dieses ist ein Zeichen der zu großen Thätigkeit der Säule, und es giebt daher einen genügenden Anhaltspunkt für den Experimentator. Die Abscheidung muß langsam vor sich gehen, es muß sich nur wenig Wasserstoffgas zeigen, in diesem Falle wird die Vergoldung kräftig, dunkel und hat dennoch einen schönen Glanz. Entwickelt sich gar kein Wasserstoffgas, so ist die Thätigkeit der Säule zu gering, es schlägt sich zwar Gold nieder, aber es ist sehr blaß. Bei richtiger Leitung der Operation müssen die Gegenstände, wenn sie aus dem Goldbade kommen, gelbbraun von Farbe sein, wie getrocknetes Gummitutt, sie nehmen beim Reiben und Poliren die schönste und reichste Goldfarbe an.

Will man umgekehrt das Gold von unächten Gegenständen entfernen, will man den auf sie gebrachten Niederschlag, so weit er noch vorhanden ist, zurückhaben, so hängt man dieselben an denjenigen Draht des galvanischen Apparats, an welchen man sonst das Goldblech zu hängen pflegt, und bringt auf der entgegengesetzten Seite entweder einen zu vergoldenden Gegenstand an, oder ein Stück Gold selbst, auf welches sich das abgesetzene Gold niederschlägt. Es ist dasselbe jedoch durchaus nicht anwendbar als Anode am positiven Pole, denn in dem Falle, daß man dieses so gewonnene Gold benutzen wollte, um den Goldgehalt der Auflösung in gleicher Höhe zu erhalten, würde man einen sehr undichten Ueberzug von Gold bekommen, welcher nicht brauchbar wäre, da er keinen Zusammenhang, keine Festigkeit hätte, es ist nämlich hier wie die mit den Kupferplatten, welche benutzt werden um Kupferstücke nachzubilden, sie müssen aus gewalztem Kupfer bestehen, man kann nicht solche anwenden die auf galvanischem Wege erzeugt sind. Bei dem Zurückgewinnen des Goldes von unechten Sachen darf man aber nicht vergessen, daß der Ueberzug von Gold außerordentlich schwach ist und daß, sobald dieser entfernt worden, das Messing oder Kupfer aufgelöst wird, wodurch, wie begreiflich, man die Goldlösung verunreinigt.

Wenn sehr zarte Gegenstände, wie z. B. kleine Insekten, Fliegen, Käfer und ähnliche zarte Thiere vergoldet werden sollen, so muß man sie zuvörderst metallisch leitend machen. Ein Engländer Parkes hat sich an

die Methode, dieses zu bewerkstelligen, ein Patent geben lassen, er schmilzt 64 Theile Wachs und setzt dazu eine Lösung von 8 Theilen fein zerschnittenen elastischen Gummi in 160 Theilen Schwefelkohlenstoff. Die geschmolzene Wachsmaße muß in die Lösung von Kautschuck geträpelt werden, sie wird nach einigem Umschütteln von dem Schwefelalkohol vollständig aufgenommen.

Gleichzeitig bereitet man sich eine Lösung von Phosphor in Schwefelkohlenstoff, von welchem letzteren man 960 Theile zu 64 Theilen Phosphor anwendet. Wenn beide Lösungen fertig sind, so mischt man sie mit einander. Diese Mischung ist die Grundlage zur Aufnahme des leitenden Ueberzuges. Die kleinen zarten Gegenstände werden hineingetaucht und etwa $\frac{1}{2}$ Stunde lang der Luft ausgesetzt, damit der Ueberzug sich daran festsetze. Nun taucht man die so behandelten Kleinigkeiten in eine schwache Auflösung von salpetersaurem Silber in Wasser. Eine oder zwei Minuten genügen, um einen leichten schwarzen Anflug von reducirtem Silber zu geben. Dieser Gegenstand kommt nunmehr zur galvanischen Vergoldung, wobei man ganz ebenso verfährt, als wollte man ein messingenes Armband oder eine kupferne Münze vergolden lassen.

Münzen.

Bei Weitem das meiste Gold und auch unglaubliche Mengen von Silber werden in Münzen verwandelt, es ist das Erste, was man mit dem aus dem Schooß der Erde gewonnenen Metall anfängt. Fast aller Goldschmuck und der größte Theil der Silberwaaren werden aus zusammengeschmolzenen Münzen verfertigt. Im Alterthum war dieses anders, es gab damals keinen andern Handel als den Tauschhandel, kein anderes Geld als das Vieh (pecus, daher der lateinische Name für Geld, pecunia), das Herdenvieh, Rinder und Schafe. Der Reichtum der Leute in frühesten Zeit bestand in der Größe ihrer Herden, in Folge dessen war der Handel so eigenthümlich gestaltet, daß Kleinigkeiten gar nicht gekauft werden konnten, es war das Leben überhaupt ein vollständig anderes, jeder freie Mann besaß Haus und Hof, Garten und Feld, und wer dieses nicht besaß, war das Eigenthum eines Andern, war nicht ein Mensch, sondern ein Sklave, ein Ding, dadurch wurden auch die Sklaven gleich dem übrigen Vieh zum Tauschmittel und man gab einen Sklaven für zehn Rinder fort, oder man tauschte damit ein anderes, dem Besizthum gelegenes Stück Land ein, und es gehörte schon ein hoher Grad von Kultur dazu, um ein gewisses Ge-

wicht edlen Metalles als Tauschmittel anzusehen; eher noch wurde es das Erz, man konnte für einen ehernen Dreifuß oder einen ehernen Kessel leichter etwas erhalten, als für eine Unze Silbers oder eine Drachme Goldes, und diese Gewichte scheinen auch die ältesten gleichwerthen Münzzeichen gewesen zu sein, denn das alte Griechenland brauchte diese Namen noch zu einer Zeit, wo es schon wirklich geprägte Münzen gab, aber das war nicht gar zu früh, denn Homer z. B. kennt noch keine geprägten Münzen.

Wann überhaupt Metallstücke von einem gewissen Gewicht und mit einem ihren Werth bezeichnenden Stempel versehen, zuerst angewendet worden sind, ist gar nicht zu ermitteln, Alles, was man darüber findet, gehört in das Gebiet der Fabeln. Das erste Buch Moses spricht von Tubalkain, an anderen Stellen findet man die Assyrer angeführt. Was man von den Phöniciern, Tydern, Phrygiern u. s. w. erzählt, hat gar keinen festen Grund, ist durchaus nicht beweiskräftig. Man hält eine 540 Jahre vor unserer Zeitrechnung, von Demouax zu Kyrene geprägte für die älteste Münze — man hält! Unter den Römern soll Numa die ersten Kupfermünzen; vor dem ersten Punischen Kriege soll der Senat von Rom die ersten Silbermünzen haben schlagen lassen. Die ersten Goldmünzen scheinen in Griechenland geprägt worden zu sein, wenigstens hatte man in Rom bis zur Zeit Cäsars keine anderen Goldmünzen. Von diesem ersten Herrscher an aber wurden unter den Kaisern große Mengen Goldes ausgeprägt. Mit dem zunehmenden Verfall wurden die Silbermünzen des Reiches mit Erz in immer höherem Grade versetzt, so daß schließlich sich das Verhältniß umkehrte und man Erz mit Silberzusatz erhielt (unter Gallienus 4 Theile Erz zu 1 Theile Silber, später unter Claudius Gothicus gar nur Kupfer mit einem dünnen silbernen Plättchen überzogen).

Die Formen der Münzen waren verschieden, sowie die Metalle, aus denen sie bestanden, die mehrsten waren nur auf einer Seite geprägt, Anfangs schnitt man das erforderliche Zeichen mit dem Grabstichel ein, dann wurde das Stück Metall auf einen Amboss gelegt, es wurde ein stählerner Stempel darauf gesetzt und vermittelst eines Hammers auf diesen ein Schlag geführt. Dieses war die erste Art zu prägen, später machte man es umgekehrt, man schnitt die Prägung in den Amboss, legte das Metallstück hinein und schlug darauf mit einem gewölbten Hammer, wodurch die eine Seite, die mit dem Gepräge erhaben, die andere platte Seite grade oder ein wenig vertieft wurde. Erst wenige Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung wurde es Sitte, das Bild lebender Herrscher auf Münzen darzustellen, so unter den Macedonischen Königen, dieses reicht jedoch nicht bis zu Alexander dem Großen hinauf. Unter den Römern war es nicht Sitte und Cäsar war der erste, dem diese Ehre widerfuhr.

Wie nach und nach die Kultur sich über Europa verbreitete, so verbreitete sich auch das Münzwesen, aber es bleibt noch immer in einem höchst unvollkommenen Zustande, in Frankreich z. B. bestanden die Münzen bis zu Ludwig XIII. in linseuförmigen Stücken von nur annäherungsweise gleichem Gewicht, welche rothglühend zwischen zwei Stempel von einer harten Zinn- und Kupferlegirung gebracht und dann durch einen Hammer auf dem glühenden Metall abgedrückt wurden. Man kann sich denken, wie bald diese Stempel stumpf werden mußten, welche ohne dies nicht einmal geschnitten, sondern über eine Form gegossen waren. Erst kurz vor dem Tode dieses Königs begann man diese Stempel in Stahl zu schneiden, dann auch das Metall zu den Münzen zu strecken, in gleich große Stücke zu schneiden und diese hierauf unter einem schweren Hammer zu prägen. Unter Heinrich II. versuchte Nicolaus Briet die Schraube, die Presse mit dem Balancier zur Prägung anzuwenden um gleichmäßige Münzen zu fertigen, allein es gelang ihm nicht, seine Methode in Frankreich einzuführen und er mußte nach England gehen, woselbst man ihn begriff und sich beeilte, ihm seine Erfindung abzulaufen, aber erst um die Mitte des 17. Jahrhunderts in den ersten Jahren der Regierung Ludwig XIV. wurde das Prägen mit dem Hammer untersagt und statt dessen die Schraubepresse eingeführt.

In Deutschland glaubt man die ersten Münzen in das 7. Jahrhundert zurückversetzen zu müssen, in welcher Zeit eines Fürsten der Alamannen erwähnt wird, welcher zuerst Heller habe schlagen lassen. Nachdem der Silberreichtum des Harzgebirges entdeckt worden war (972), begann man silberne Münzen zu prägen, welche meistens Bracteaten waren, hohle Münzen von Blech in einer vertieften Form mit einem erhabenen Stempel geschlagen, welche sich in großen Mengen in der Erde erhalten haben, wo hinein sie wahrscheinlich in Zeiten der Noth durch ihre Besitzer verborgen worden sind. Ihrer waren auch so vielerlei, daß man z. B. bei der Auffindung eines Schatzes bei Lübeck 200 verschiedene Arten mit mehr als 100 ganz verschiedenen Stempeln fand. Sie wurden häufig verfälscht, d. h. von unbefugten Leuten nachgemacht. Man sicherte sich gegen dergleichen durch das Wiegen, denn an die Verfälschung des Metalles war man noch nicht gekommen. Später wurden diese Bracteaten durch die Dickpfennige verdrängt.

Die rohesten Münzen scheinen die russischen gewesen zu sein. Um die Mitte des 15. Jahrhunderts und noch lange nachher bestanden die Münzen aus kleinen Linealen von Silber, welche in gleichen Entfernungen Kerben hatten, so tief eingeschlagen, oder schon durch den Guß in der Form erzeugt, daß man diese Stückchen leicht abbrechen konnte. Von diesen Kerben

haben die größeren Münzen in Rußland noch jetzt ihren Namen, die Kerbe heißt *Rybal* und dies ist, wie Jedermann weiß, der Name des russischen Thalers, welchen wir nur falsch aussprechen, indem wir *Rubel* sagen.

Wie sich nach und nach die Bedürfnisse der Menschen steigerten, indem die stets mehr und mehr civilisirten Völker mit einander in erhöhten Verkehr traten, machte sich die Nothwendigkeit allgemein gültiger Tauschmittel immer fühlbarer, und dieses trat um so mehr hervor, je mehr es sich um Kleinigkeiten handelte. Ein Haus gegen ein anderes zu vertauschen und die Differenz durch eine Heerde oder durch ein Stück Gartenland auszugleichen, ging wohl noch an, allein ein Viertel eines geschlachteten Schaafes oder ein geringes Quantum Wein, oder ein Stück Leder zu den benötigten Schuhen konnte man schon nicht auf solche Weise erhalten, man mußte etwas von ähnlichem oder gleichem Werthe im Ueberfluß haben, während der Besitzer des gewünschten Stückes gerade in der Lage war, diesen, dem anderen überflüssigen Gegenstand zu brauchen. Selbst die edlen Metalle in der Form von Barren konnten da wenig helfen, es war hier wenigstens immer *Maas* und *Gewicht* und *Gewißheit* über ihren Gehalt nöthig. Mit geprägten Münzen war dieses ein Anderes, es war der eigentliche Werth sogar gleichgültig, was wir daran sehen, daß wir Stücke Papier für baares Geld annehmen, welche doch gar keinen Werth haben, es handelt sich nur um das *Vertrauen*, welches man zu demjenigen hat, der das Münzzeichen ausgiebt, darum nimmt man preußische Papierthaler in *Südafrika* und *Nordamerika* für baares Geld, indessen österreichische Papiergulden im eigenen Lande nur ungern, und von den kaiserlichen Kassen gar nicht genommen werden.

Jetzt ist die Sache mit den Metallmünzen eine ganz andere geworden. Man sieht es für eine Art Ehrensache an, daß der Werth dem Werthzeichen entspreche. Einem an sich werthlosen Dinge ein Werthzeichen und damit einen Preis zu geben, ist wohl möglich, aber einem Stücke Silber, in eine Münze verwandelt, einen höheren Werth zu geben, als es wirklich hat, ist nicht thunsich, es würde sogleich der *Kredit* des Entsenders vernichtet sein und man würde seine Münzen nicht mehr nach dem *Nominalwerthe* annehmen. Wollte ein Staat aber dies innerhalb seiner Grenzen mit fester Hand durchführen, würde er z. B. ein Loth fein Silber zum Preise von 2 Thalern ausprägen wollen (das Doppelte seines Wertes), so würde er das ganze Land ruiniren, der Kapitalist, der Beamte bekäme statt des vollen Geldes nur die Hälfte, statt 100 Thaler, welche er haben soll, bekäme er nur 50 Thaler, und der Kaufmann, welcher gezwungen wäre, das 1 Thaler werthe Geld für den Preis von 2 Thalern zu nehmen, würde sofort den Preis seiner Waaren verhältnißmäßig erhöhen, die

Flasche Champagner, welche 2 Thaler kostete, würde nunmehr 4 Thaler kosten, das Pfund Tafelbutter, welches man mit $\frac{1}{2}$ Thaler bezahlt, würde nun einen ganzen Thaler gelten. Die Regierung, welche sehr wohl fühlt, daß sie nicht im Stande sei, den wahren Werth eines Metallstückes dadurch zu ändern, daß sie ihm einen hochtönenden Namen giebt, unterläßt dieses daher, wenn sie ihren eigenen Vortheil versteht, und daher sieht man auch nur, wo dieses nicht der Fall ist, wie in Dänemark oder in Oesterreich, Münzen von geringerem Werth, als ihr Gepräge besagt.

Wie bei jedem Handelsartikel, so richtet sich auch der Werth des Geldes nach dem Bedarf und nach der Menge des vorhandenen. Wo Geld im Ueberflusse ist, hat es einen geringen Werth, wo Getreide fehlt, wird dasselbe theuer, seitdem durch die Entdeckung von Amerika die Menge des Silbers gestiegen ist, hat sich der Preis desselben bedeutend vermindert. Zu Luthers Zeiten bezahlte man das feinste Tuch mit 2 Gulden, jetzt kostet es 5 Thaler und die Fürsten bezahlen es mit 10 Thalern, wiewohl sie es nicht besser bekommen. Seitdem Californien und Australien uns ihre ungeheuren Massen Goldes zusenden, hat sich der Goldwerth so verringert, daß man sich geüthigt sieht, die Goldmünzen schwerer zu machen, um ihnen denselben Preis und Werth zu erhalten, den sie früher hatten.

Gold und Silber zu Münzen verbraucht, wird, wie wir bereits gesehen haben, niemals in ganz reinem Zustande angewendet. Bei Silber pflegt man $\frac{1}{10}$ unedlen Metalles zuzusetzen, man rechnet jedoch diesen Zusatz nicht als Silber- oder Goldwerth an, sondern man macht die Münzen um so viel schwerer, so z. B. bilden 14 preussische Thaler eine Mark fein, sie wiegen aber nicht 16 Loth — soviel müßten sie wiegen, wenn sie aus reinem Silber geprägt wären — sondern sie wiegen 18 $\frac{1}{2}$ Loth; auf dieselbe Weise verfährt man auch mit den Goldmünzen, denen man z. B. in Frankreich eine Legirung von 9 Theilen feinen Goldes mit 1 Theile Kupfer giebt.

Die landesübliche Legirung, sei es nun für Gold oder für Silber, wird durch Zusammenschmelzen der beiden einzelnen Metalle bewerkstelligt, und wenn dieses geschehen, so gießt man, je nach der Münze, welche man prägen will, eineale von der Breite derselben, entweder in Formsand oder in eiserne Formen.

Die neueste Methode der Münzarbeit soll im Nächsten dargestellt werden. In Fig. 1143 sehen wir einen eisernen Kessel, einen Schmelztiigel von cylindrischer Form, welcher bestimmt ist, das Silber aufzunehmen, er faßt bequem 200 Pfund, hat bei a einen Schnabel, einen Ausguß, bei b und c zwei

Fig. 1143.



vorspringende Lappen, an denen er mittelst einer sogenannten Teufelstralle gefaßt werden kann.

Die Figur 1144 enthält auf einem Wagen stehend die eisernen Formen. Die Form besteht aus vielen breiten Blättern *v v* von Gußeisen,

Fig. 1144.

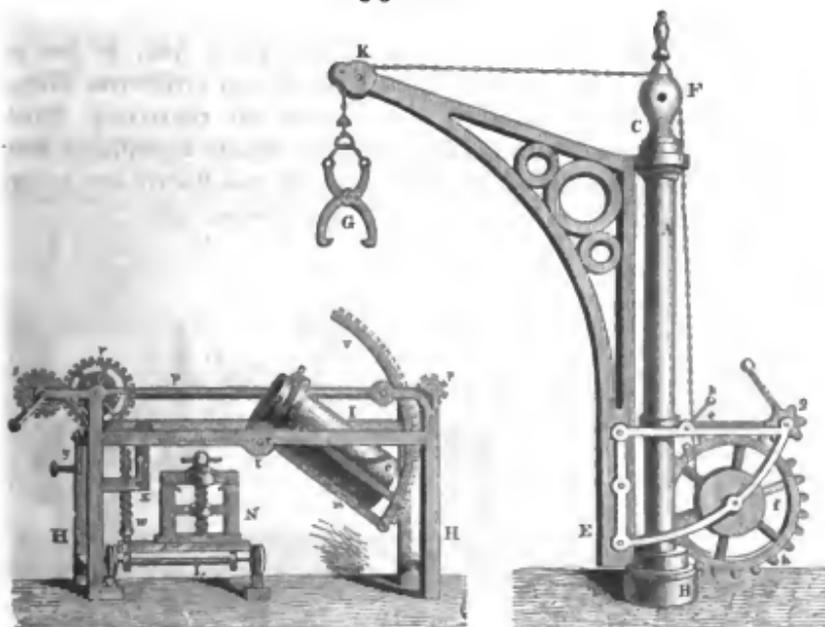


welche so viel Mal abgetheilt sind, als nöthig erscheint, die gesammte Masse des Metalles aufzunehmen. Die Abtheilungen sind hier mit *P* bezeichnet und es sind deren 16, wie begreiflich ist diese Zahl gar nicht maßgebend. Die Form ist inwendig soviel mal ausgehöhlt, als sich auswendig Abtheilungen zeigen, die Höhlungen sind viereckig und sind mit einem Metallhobel gemacht, so daß die Vertiefungen sämmtlich ganz gleich sind und man nach dem Gusse Stücke von gleichen Dimensionen und gleichen Gewichten herausbekommt. Die Formen stehen auf einem Rahmen *WL* und sind mittelst zweier Schrauben *T* auf dem Gestelle befestigt. Dasselbe wird von vier Rädern getragen, welche auf einer eisernen Bahn laufen, vermöge deren es ganz leicht ist, die einzelnen Abtheilungen unter den Schnabel des Schmelztiiegels zu schieben.

Da es nicht möglich ist, daß ein paar Menschen solchen glühenden Schmelztiiegel halten und das Geschäft des Gießens mit Ruhe verrichten, so überträgt man dieses einer Maschinerie. Die erste Abtheilung der nachstehenden Figur 1145 besteht in einem Krahn, welcher auf der Säule *AB* drehbar ist. Eine Teufelstralle *G* hängt an einer Kette über einer Rolle des Armes *KC*, diese wendet sich oberhalb der Säule *A* durch eine zweite Rolle *F* abwärts nach dem Rade *fh*, welches durch einen Trieb *g* bewegt werden kann, und dadurch die Teufelstralle hebt oder senkt.

Die Säule A, sehr gut fundamentirt, steht so, daß, wenn man den ganzen Krahn um seine Achse dreht, die Teufelkralle gerade über den im

Fig. 1145.

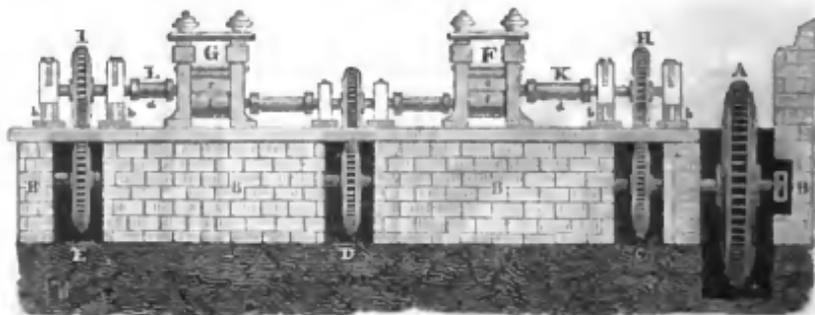


Feuer stehenden Schmelztiiegel kommt. Hier bewerkstelligen die Arbeiter, daß die Kralle ihn an den beiden Lappen faßt und aufhebt. Hat er die nöthige Höhe erreicht, so wird der Krahn mit seiner Last gedreht und er gelangt nunmehr mit dem Schmelztiiegel an den zweiten Theil unseres Bildes, an das Gestelle HN, in welchem ein Quadrant mit gezahnter Stange bestimmt ist, dem Schmelztiiegel die erforderliche Steigung zu geben. Das Centrum dieses Quadranten ist feststehend in dem Gestelle bei I, hierauf ruht ein Rahmen von 5 Stangen lm, welche zusammen von einem Halbkreis umfaßt sind, in den man mittelst der Teufelkralle den Schmelztiiegel I senkt. Die Gussform Nw, auf den Rädern mit beweglicher Achse L laufend, steht mit einem Ende unter dem Schnabel des Schmelztiiegels, die Arbeiter, welche den Guß lenken, befinden sich vor der Oeffnung des Schmelztiiegels. Durch die Räder rs und den damit zusammenhängenden Trieb p, welcher in den Quadranten eingreift, bewegen sie diesen und bringen dadurch langsam und wie es erforderlich ist, den Schmelztiiegel aus der senkrechten in eine immer schrägere Lage, bis derselbe schließlich hori-

zontal liegt und sein ganzer Inhalt ausgegossen ist. Dieser Inhalt fließt in die Form N und sie wird durch die Handhabe y auf der unterliegenden Bahn so bewegt, wie ihre einzelnen Theile sich nach und nach füllen indem immer neue leere Räume unter die Ausgußöffnung des Kessels kommen.

Die Gußstücke haben gewöhnlich eine Länge von 1 Fuß, sie sind ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll breit und $\frac{1}{4}$ Zoll stark, da es jedoch sehr verschiedene Münzen giebt und man nicht allein durch das Strecken die erforderliche Breite, sondern nur die Dicke erzielen will, so sind die Maaße begreiflicher Weise verschieden, um Doppelthaler zu machen, braucht man stärkere und breitere Streifen, als wenn man nur $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{4}$ Thaler prägen will.

Fig. 1146.



Das Strecken wird durch ein eigenes Walzwerk besorgt (in Fig. 1146 gezeichnet). Das Haupttrab A, welches mit der Hauptmaschine in Verbindung ist, hat eine langgestreckte Achse, innerhalb eines schweren Gemäuers von B nach B gehend. Auf dieser Achse sitzen außer dem Haupttrab A noch drei andere kleinere Räder, C, D und E in dem Gemäuer, welches als Fundament für die Walzwerke dient, deren zwei, F und G, hier sichtbar sind. Diese Walzwerke werden getrieben durch die kleinen Räder C, D und E, welche in gleich große, H und I, eingreifen. Die beiden letzteren treiben jene beiden oberen Walzen, das mittelfte Rad D hat eine nach zwei Seiten hin wirkende Achse, mittelst deren es die beiden unteren Walzen f den oberen entgegengesetzt dreht. Kd und Ld sind die Verbindungsstücke zwischen den Rädern und den Walzen.

Hat man nun die Stücke, welche, wie bei der vorigen Figur beschrieben, gegossen wurden, aus den Formen genommen und gereinigt, so gelangen sie eines nach dem andern zwischen die Walzen, wo sie zu derjenigen Stärke ausgedehnt, gestreckt werden, welche für die Münze bestimmt ist.

Die gestreckten Streifen sind hierdurch hart geworden, was man aller-

dings nicht brauchen kann, sie müssen daher in's Feuer kommen und ausgeglüht werden, bevor man weiter damit verfahren kann. Das Nächste ist, aus den geglühten Metallbändern kreisförmige Platten zu schneiden, wozu man sich der Gewalt der Schraube oder des excentrischen Rades bedient.

Fig. 1147.

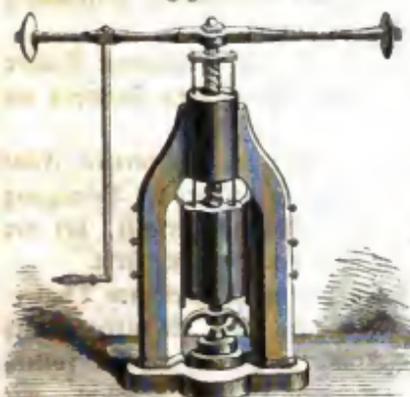
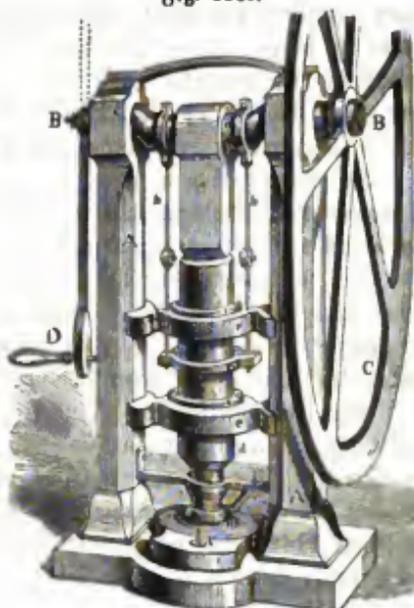


Fig. 1148.



Die Figur 1147 zeigt eine solche Schraubenpresse mit einem Balancier, wie dieselbe früher allgemein üblich war. Die Seitenstücke sind sehr massiv gegossen, inwendig sehr glatt gehobelt, so daß sich zwei Coulissen bilden, zwischen denen das Mittelstück durch die Schraube auf und ab geführt werden kann, indem der Arbeiter, vor der Maschine sitzend, durch den Handgriff den Balancier hin und her bewegt. Beim Fortschieben des Griffes steigt das Mittelstück, beim Anziehen senkt sich dasselbe herab. Dieses Stück endet in einem von hartem Stahl gemachten kreisförmigen Klotz, der auf das Genaueste in eine kreisförmige Vertiefung paßt, die, gleichfalls in gehärtetem Stahl geschnitten, genau unter dem oberen stählernen Cylinder steht.

Die neuere Methode, dergleichen Ausschnitte zu machen, stützt sich nicht auf die Bewegung der Schraube, sondern auf die des excentrischen Rades, wovon Figur 1148 eine Ansicht giebt.

Zwischen den sehr starken Ständern A bewegt sich die Aze B mit dem daran befindlichen Schwungrade C einerseits und dem schwengelartigen

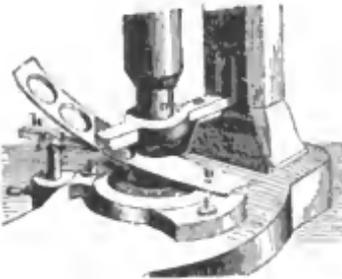
Handgriffe D andererseits. Diese Aze ist bei a in der Art gekrümmt, wie die durchgehende Aze des Rades einer Drehbank. Die Krümmung ist jedoch nur äußerst geringfügig, sie beträgt noch nicht $\frac{1}{2}$ Zoll, d. h. so, da wenn die Kurbel BD sich in der entgegengesetzten punktirten Lage befindet das Mittelstück g und alles, was daran hängt, bis f hinab sich um $\frac{1}{2}$ Zoll höher befindet, als wenn eben diese Kurbel sich in derjenigen Lage zeigt, welche sie in der Figur 1148 hat. Das Schwungrad BC dient dazu, um der Bewegung Stetigkeit zu geben, die eisernen Staugen b sind aber erforderlich, um die übrigen Theile des Apparats vollkommen gleichmäßig und in ganz grader Linie heben und sinken zu lassen.

Es befinden sich zwischen den Ständern A drei verschiedene Halten e, m und f, welche dazu dienen, dem auf- und absteigenden Stempel die Bahn auf das Genaueste vorzuschreiben.

Der stählerne cylindrische Stempel o ist hier wie im vorigen Falle genau über die cylindrische Höhlung nl gebracht, so daß bei der Bewegung der Kurbel er sich um $\frac{1}{6}$ Zoll etwa in diese Höhlung versenkt, bei der halben Umdrehung der Achse aber um $\frac{1}{3}$ über der Oeffnung steht.

Eine solche Entfernung ist nöthig, damit der auszuscheidende Thaler oder Guldenstreifen Platz zur Hin- und Herbewegung habe. Es wird nämlich der Streifen Metall, aus welchem die Stücke geschnitten werden sollen zwischen den Stempel und die darunter befindliche Höhlung gebracht, wie die Figur 1149 zeigt, welche aus Mitscherlich's trefflichem Werke, Lehrbuch der Chemie, entlehnt ist. Wir sehen hier in etwas vergrößertem Maßstab

Fig. 1149.



den Stempel o der vorigen Figur sich in dem letzten Querriegel w bewegen, zwischen ihm und der unteren Höhlung liegt der gewalzte Metallstreifen, aus welchem die kreisförmigen Platten geschnitten werden sind, eine feststehende, aber beliebig zu verschiebende Metallstange h dient dazu, genau zu bestimmen, bis wie weit der Arbeiter seinen Streifen zu schieben hat, bevor ein neuer Thaler ausgeschritten wird.

Die Höhlung, welche so weit cylindrisch ist, als es die Dicke des Metallstreifens erfordert, erweitert sich nach unten zu, so daß der durchgedrückte Thaler von selbst herabfällt in eine untergestellte Schieblade.

Diese Arbeit geht mit außerordentlicher Sicherheit und Schnelligkeit von Statten, nur beim Durchschneiden der Platten zu Zweithalerstücken ist die Anstrengung bedeutend, weil der Querschnitt groß ist und die Platten

mehr als $\frac{1}{2}$ Zoll messen, bei den anderen Münzsorten kann der Arbeiter Stunden lang thätig sein, ohne gar zu sehr zu ermüden.

Es gehört nunmehr vor dem Prägen noch das Ajustiren zu den nöthigen und wichtigen Arbeiten, denn die Münzen müssen alle von einem genau bestimmten Gewichte sein.

Hierzu bedient man sich nicht mehr der Felle, wie es früher geschah, sondern des Hobels, eines Instrumentes von Eisen, welches in seiner ganzen Einrichtung die größte Aehnlichkeit mit einem gewöhnlichen Tischlerhobel hat, nur ist der schneidende Stahl etwas anders gestaltet, dicker und auch härter, ferner steht er mehr steil, mehr grade aufrecht als der Hobel des Tischlers.

Der Arbeiter hat vor sich eine Waage, auf deren einer Schale das Gewicht liegt, welches die Münze haben soll, es ist sogar noch um ein klein Weniges schwerer, denn man berücksichtigt, daß bei dem nachherigen Weißfieden des Metalles, um das Kupfer von der obersten Fläche der Münze zu entfernen, ein Gewichtsverlust eintritt. Jedes einzelne Stück wird auf die Waage gelegt, und das Leichtere wird sogleich verworfen, dasjenige, was grade das rechte Gewicht hat, kommt in einen dafür bestimmten Kasten, jedes einzelne Stück aber, was zu schwer befunden worden, erhält einen Hobelstrich, wodurch eine geringe Menge des Metalles abgezogen wird, der Arbeiter wiegt nun abermals und nimmt, wenn das Stück noch zu schwer ist, einen zweiten Strich davon und setzt dieses so lange fort, bis genau das richtige Gewicht heraus kommt.

Die nächste Arbeit ist das Rändern. Man giebt dem Rande irgend eine beliebige Verzierung, welche bei kleinen Münzen nur in schräg liegenden Querschnitten, bei größeren aber in einer Schrift besteht, der Randschrift. Die preussischen Thaler haben die Umschrift „Gott mit uns“, die alten französischen entweder „Dieu protégé la France“, oder „Domine salvum fac regem“, die bairischen Doppelthaler haben die Umschrift „Convention vom 30. Juli 1838“ u. s. w. Verzierung oder Umschrift wird dadurch hervorgebracht, daß man die Münze mit ihrer hohen Kante zwischen zwei gehärtete Stahlplatten legt, deren an die Münze stoßende Kante mit der Verzierung versehen ist, die beiden Kanten drücken sehr stark gegen die Kante des Geldstückes, durch ein Zahrad wird eine der Stahlplatten so weit verschoben, als die Hälfte des Umfanges der Münze beträgt, hierdurch wird diese Münze gleichfalls bewegt und sie erhält auf einer Seite den Abdruck der Verzierung oder Schrift, welche die eine Tafel enthält, auf der andern Seite diejenige der zweiten Hälfte. Da die Bewegung sehr kurz ist, so vermag ein Mann in zwölf Arbeitsstunden zehntausend und mehr Stücke zu rändern.

Ist die Verzierung des Randes von einer ebenen Platte begleitet, so daß der Rand, wie es an allen neueren Münzen üblich, ganz grade ist, dergestalt, daß beim Zusammenrollen vieler gleicher Münzen sich ein ganz schöner Cylinder gestaltet, so muß diesem Rändern eine chemische Operation vorhergehen, das Weißsteden nämlich, ist aber die Verzierung des Randes von einer andern krausen Art, so kann das Färben dem Rändern nachfolgen. Jedensfalls muß es aber vor dem Prägen geschehen, denn es macht die Oberfläche matt und schneeweiß, man will sie aber glänzend polirt haben.

Es handelt sich nunmehr noch um Entfernung des Kupfers, welches die Legirung enthält, von der Oberfläche der Münzen, deshalb schüttet man die durchgeschnittenen Stücke in ein Faß, worin verdünnte Schwefelsäure enthalten ist, das Faß wird um seine Aze gedreht, und wenn man glaubt, das vom Ausglühen herrührende, die Oberfläche bedeckende Kupferoxyd sei entfernt, so reibt man die größeren Münzplatten zwischen zwei Bürsten mit Kohlenpulver und Wasser ab. Die kleineren Münzen werden in beträchtlichen Particen mit gepulvertem Weinstein und sehr wenig Wasser in liegende Fässer gebracht und gedreht, wodurch sich die Oberfläche dergestalt reinigt, daß es nur noch des Abwaschens mit Wasser bedarf.

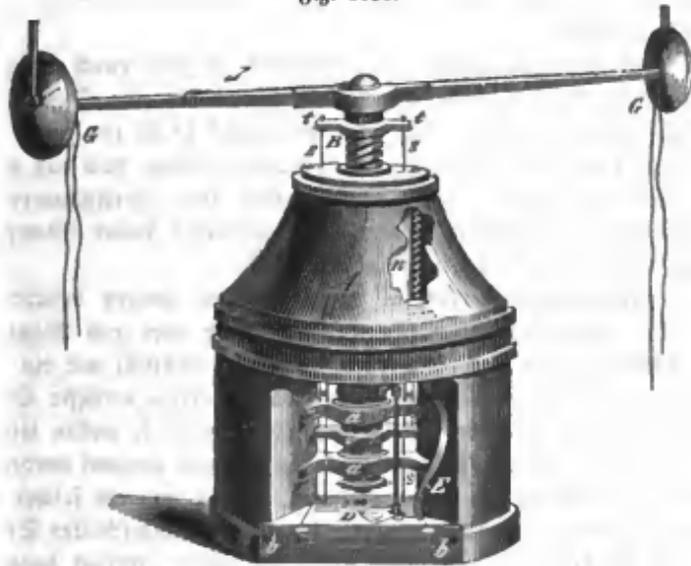
Die Platten zu Goldmünzen kocht man mit verdünnter Schwefelsäure, schüttet sie dann in starke Zwillingsbeutel mit gepulvertem Weinstein, womit sie hin und her gerieben werden, darauf spült man sie mit heißem Wasser ab und trocknet sie mit leinenen Lappen.

Das Prägen besteht höchst einfach darin, daß man die Metallstücke zwischen zwei Stempeln zusammenpreßt, gerade so, wie man ein Stück Wachs oder Siegellack durch den Druck mit dem Petschaft versieht, auch werden die Stempel grade so behandelt, wie ein Petschaft, irgend ein Wappen, gewöhnlich das des Landes worin die Münzen geprägt werden, ferner eine Schrift welche den Werth der Münze bezeichnet, endlich für die andere Seite das Bildniß des Landesherrn werden in Metall geschritten, und diese Petschaste drückt man der Münze auf, allein hier liegt eben die Schwierigkeit. Diese Petschaste, welche man Münzstempel nennt, können nicht von Messing, sie müssen von gehärtetem Stahl sein, in solchen Stahl schneidet man nicht mit einem Grabstichel, es muß daher der Stahl so behandelt werden, wie der Steinschleifer das Glas behandelt, in welches er Figuren schneidet. Die Stempel müssen ferner sowohl außerordentlich hart als auch gewaltig zähe sein, denn sie haben furchtbaren Zumuthungen zu widerstehen. Ein Stück Silber von $\frac{1}{4}$ Zoll Dike nimmt nicht so leicht Eindrücke an wie erwärmter Siegellack, es ist daher alles auf die ungeheuerste Kraft berechnet und eine solche Kraft muß auch angewendet werden um einem Stück Metall, welches vorher durch Ausglühen weich und

durch das Weißsieden matt geworden ist, die größtmögliche Dichtigkeit und Härte zu geben und seine Oberfläche glänzend polirt zu machen.

Hierzu ist, wie gesagt erforderlich ein Stempel von außerordentlicher Härte und von großer Politur auf seiner Oberfläche. Die Stempel sind zwar von der Größe der zu prägenden Münze, so weit sie mit derselben in Berührung kommen, im Uebrigen aber sind sie mehr als zehnmal so dick, denn sie sollen die ganze Last des Schläges ertragen, und dies ist keine Kleinigkeit.

Fig. 1150.



Figur 1150 zeigt uns die Prägemaschine, deren beide Seiten von sehr schwerem massenhaftem Eisenguß sind, und deren oberer Theil A nicht weniger stark und nicht weniger geräumig, dazu dient sowohl die hauptsächlichste mechanische Kraft, die wirkende Schraube mit breiten und flachen Gängen als auch die übrigen Leiter, welche den Balancier zurückschleudern sollen, zu bergen. Zwischen den beiden Seitentheilen sind starke Querriegel a eingeschaltet, welche den unteren cylindrischen Theil des Stempels fehlerlos leiten, so daß er nur auf- und absteigen, sonst auf keine Weise sich bewegen kann.

Ueber dem obersten der 3 Riegel ist der Stempelfloz quer durchschnitten, der untere Theil soll sich nur senkrecht auf- und abbewegen, der obere Theil, die eigentliche Schraubspindel, hat anßerdem auch noch eine Bewegung im Kreise, durch welche sie gerade auf- und abgeführt wird.

Wäre sie nun mit dem unteren Theile, worin der Stempel sitzt, aus einem Stück, so würde der Stempel nicht bloß die senkrechte Bewegung, sondern auch eine schräglauende drehende Bewegung haben, in Folge deren ein Abdruck des Stempels auf dem darunter liegenden Metalle eine Unmöglichkeit würde.

Damit aber dieser untere Theil der Spindel überhaupt keine weitere Bewegung von dem oberen annehmen könne, als die senkrechte, so hat er seine besonderen Leitungen, die ihm keine Bewegungen nach rechts oder links gestatten, dergestalt, daß die sich drehende Spindel in keiner Weise eine andere Bewegung des unteren Stempelhalters als die beabsichtigte, hervorbringen kann.

In dem untersten Theile des Cylinders ist eine durch Niegel sehr wohl bewahrte Vertiefung angebracht, in welche der eine Stempel gesetzt und darin festgehalten wird. In dem Bodestück D ist der zweite Stempel befestigt, beide so, daß sie zwar nicht wanken können, doch daß nirgends harter Stahl auf harten Stahl trifft, damit keine Zertrümmerung des Stempels durch den Schlag erfolge, die Unterlagen beider Stempel sind also nicht harter Stahl, sondern weicher Stahl.

Die Münzstempel werden in neueren Zeiten anders behandelt als früher. Der Münzmedailleur schneidet das Bild oder das Wappen auf weichen Stahl erhaben aus, solchergestalt, daß er aussieht wie ein stählerner Thaler. Ob dieses leichter sei als das sofortige vertiefte Schneiden durch den Schleifapparat des Stein- oder Glaschleifers, wollen wir dahin gestellt sein lassen, zweckmäßig aber muß die Methode genannt werden, denn sie gestattet das Anfertigen vieler Stempel. Wenn nun ein solcher Stempel hohl geschnitten und dann gehärtet durch einen ungeschickten Stoß zerpringt, so ist diese ganze kostbare Arbeit vernichtet, springt dagegen ein Stempel, welcher als Abdruck der erhaben geschnittenen gewonnen ist, so ist der Schaden weiter nicht groß, man setzt einen zweiten an die Stelle des zertrümmerten.

Der Kopf oder das Wappen, die Krone, der Lorbeerkranz, was es sei, sind erhaben ausgearbeitet, darauf glashart gemacht. Mit diesem Stempel wird ein zweiter von ganz weichem Stahl durch Druck gefertigt. Man erhält nunmehr einen vertieften Abdruck auf ebener Grundfläche, welcher die Gestalt eines Petschaftes hat. In diese ebene Grundfläche wird mittelst stählerner Typen die Umschrift eingeschlagen, eine Arbeit, welche die größte Accurateffe fordert, wenn die Schrift nicht sehr unschön werden soll.

Wir haben jetzt einen zweiten vertieften Stempel und könnten denselben schon zum Prägen benutzen, allein in diesem Falle würden wir beim

Zerbrechen wieder ein Unicum zerstören, daher man diesen Stempel härtet und davon in weichem einen Abdruck nimmt.

Jetzt hat man einen vollkommenen stählernen Thaler, einen Stempel welcher mit aller Schrift und allen Verzierungen, welche die eine Seite hat, erscheint. An diesem stählernen Thaler wird nun noch gemodelt und corrigirt, was etwa versehen worden wäre, dann wird derselbe gleichfalls gehärtet, wie alle bisherigen, und nun erst macht man hier von diejenigen vertieften Abdrücke, aus denen der erhabene geprägte silberne Thaler hervorgehen soll. Bei Münzen, welche als Geld coursiren sollen, sieht man darauf, daß das Gepräge flach sei, die Ebene des Münzspiegels, auf der es erscheint, ist unter den Rand des Geldstückes so weit vertieft, daß das darauf erscheinende erhabene Gepräge diesen Rand nicht überragt, sondern um eine Haardicke unter demselben zurückbleibt. Es hat dieses zur Folge, daß durch das Zusammenrollen der Münzstücke den Münzen kein Schade geschieht, ihr Gepräge nicht abgeseuert wird. Die älteren Münzen, welche keinen solchen erhabenen Rand haben, dagegen ein stark hervortretendes Brustbild, zeigen recht deutlich, wie wenig geeignet diese Art von Prägung ist, sie lassen sich nur schlecht zusammenrollen und das Gepräge schleift sich bald bis zur Unkenntlichkeit ab. Bei Münzen dagegen, welche nicht als Geld, sondern als ein Erinnerungszeichen, als eine Belohnung geprägt werden, sieht man im Gegentheil auf ein möglichst erhabenes Gepräge, und findet man besondere Schönheit darin, die Züge der Figuren, Verzierungen *z.* überaus kräftig hervortreten zu lassen, der neuesten Zeit ist es gelungen, auch hierin das Außerordentlichste zu leisten, wie *z.* B. die Medaille zeigt, welche „Zur Einweihung des Denkmals Friedrichs des Großen den 31. Mai 1851“ ausgegeben worden ist, aber auch hier hat man, um das wundervolle Gepräge zu schonen, den Rand bis zur Stärke dieses Gepräges erhöht.

Der obere Theil des Prägewerkes trägt die mächtige breitgängige Mutter-schraube, deren Gewinde auf das Genaueste demjenigen entspricht, welches wir in der Figur an der Spindel unterhalb des Balanciers sehen. Die Prägung wird nunmehr so vorgenommen, daß die beiden Stempel in dem unteren und oberen Theil des Prägestockes einander gegenüber eingesetzt werden. Bei den deutschen Münzen stehen sie so, daß der Kopf und das Wappen auf den beiden verschiedenen Seiten beim Umlehen grade stehen. Die französischen Münzen dagegen sind so geschlagen, daß, wenn man die Münze umkehrt, die gegenüberstehende Prägung auf dem Kopf steht. Hat man ein Fünffrankenstück so zwischen den Fingerspitzen, daß man das Brustbild vor sich aufrecht stehen hat, so ist die Rückseite, wenn man das Geldstück nicht aus der Hand legt, sondern ihm bloß

eine halb seitliche Umdrehung giebt, verkehrt. Diese sonderbare Anordnung rührt lediglich von dem verschiedenen Anfassen desselben Gegenstandes her. Wenn wir Deutschen einen Brief adressirt haben und ihn umkehren, um ihn zu versiegeln, so machen wir dieses so, daß das Siegel gleichfalls aufrecht steht, wie die Schrift, die Franzosen machen das anders. Nach dem Adressiren kehren sie den Brief so um, daß die nunmehr untenliegende Adresse verkehrt liegt. Jetzt wird aufrecht gesiegelt und in Folge dessen stehen Schrift und Siegel auf den entgegengesetzten Seiten umgekehrt da. Ganz so verfahren sie beim Umkehren einer Münze, und da dieses durch das ganze Land so verbreitet ist, so macht auch der Münzmeister ganz unabsichtlich und ohne sich dessen bewußt zu sein, die Mode mit, vermeintlich, das ganz richtige getroffen zu haben. Die andere Art der Behandlung ist aber die bei Weitem allgemeinere, denn auch die russischen, dänischen u. Münzen zeigen sich wie die Deutschen.

Der Druck auf die Silberplatte (Kupfer- oder Goldplatte) wird dadurch bewerkstelligt, daß man die Schraube um $\frac{1}{4}$ eines Ganges senkt, d. h. sie um $\frac{1}{4}$ ihres Umfangs umdreht. Um dieses mit der nöthigen Kraft thun zu können, befindet sich an ihrem oberen viereckigen Ende ein Balancier ST der Fig. 1150 eine lange nach beiden Seiten schwächer werdende Stange, an deren Enden zwei schwere Gewichte, meistens in Kissenform befestigt sind. Je nach der Größe des zu prägenden Stückes sind zwei oder vier Mann beschäftigt, die beiden Enden des Balanciers in gleichem Sinne ruckweise anzuziehen, die im Innern des Pressgehäuses angebrachten starken Federn wirken nach Vollendung des Schläges rückwärts, drehen die Schraube zurück, heben den Stempel in die Höhe. Der Schlag muß dabei so gewaltig sein, daß das weiche Metall mit einem Druck zu der größtmöglichen Dichtigkeit und Härte gebracht wird, hat man jedoch nicht Geld, sondern Medaillen zu prägen, bei denen ein sehr viel weiter vorspringendes Gepräge beliebt wird, so läßt man drei und vier Schläge auf die Münze wirken, wo dann erst der letzte, mit vollster Kraft ausgeübt, der Medaille die Vollendung giebt.

Die Federn allein sind in der Regel nicht kräftig genug, um den Rücklauf der Schraube in kürzester Zeit zu bewerkstelligen, daher bringt man in den mächtig dicken Mauern des Münzgebäudes einander diagonal gegenüber eiserne Ringe an, welche nicht nur inmitten der Mauer, sondern bis zu der Außenseite derselben hin dergestalt verankert sind, daß sie nicht wohl ausgerissen werden können, selbst bei millionenfach wiederholten Schlägen. Von diesen Ringen laufen handbreite Riemen von doppelt zusammengeädertem Sohlenleder aus, deren andere Enden in der Nähe der Kugeln an den Armen des Balanciers befestigt sind. Die Länge dieser Riemen

ist so bemessen, daß sie auf das Vollständigste erschöpft wird, daß der Riemen bis zum äußersten seiner Leistungsfähigkeit gespannt wird, wenn der Schlag auf die Münze vollzogen ist. Bis hierher, aber nicht weiter zu gehen, gestatten die beiden Riemen dem Balancier, und wenn die Prägung vollzogen ist, so wirken sie mit ihrer ganzen Kraft rückziehend und die Feder im Innern des Prägestocks unterstützend, auf den Balancier.

Bei kleinen Geldstücken ist es möglich, in jeder Sekunde eine Prägung zu verursachen, große Geldstücke fordern mehr Zeit, wohl das Dreifache, weil der Weg, den der Balancier zu machen hat, ein sehr viel größerer ist.

Bei dem Prägen wird beim jedesmaligen Steigen des Stempels ein Metallstück auf den unteren Stempel gelegt, der herabsinkende obere Stempel preßt das Stück zwischen sich und seinem Gegner, und das Geldstück ist fertig. Durch das Unterlegen des zweiten Stückes wird das erste fortgestoßen.

Da nun aber wohl der Fall eintreten kann, daß der Arbeiter, welcher mit diesem Geschäfte betraut ist, sich versteht oder versäumt, so ist damit auch die Gewißheit verknüpft, daß einer der beiden Stempel oder wohl gar alle Beide zertrümmert werden. Um diesem Uebelstande auszuweichen, pflegt man eine eigene Vorrichtung anzuwenden, welche beinahe ohne menschliche Beihülfe die Metallstücke entweder zuführt oder wegnimmt.

Neben dem Prägestock in einer geringen Entfernung von den beiden Stempeln steht ein hohler Cylinder, genau von der Weite, daß die zu prägenden Metallstücke darin Platz haben. Der Cylinder wird von oben her gehalten, er steht nicht unten auf, sondern ist von seiner Unterlage gerade um die Thaler- oder Guldenbide entfernt. Zwischen ihm und dieser Unterlage liegt eine eiserne Scheibe, gleichfalls von Thalerbide und mit 5 oder 6 Löchern von Thaler- (Gulden-, Groschen-, Pfennig-) Größe versehen. Der Mittelpunkt dieser runden Scheibe, welcher drehbar ist, liegt gerade so, daß die Löcher sowohl genau unter den Cylinder passen in welchem die Metallstücke liegen, als auch unter den Stempel des Prägestockes, und zwar dergestalt, daß auf das Allergenaueste eine Oeffnung der Scheibe mitten unter dem Stempel steht, während eine andere ebenso mitten unter dem Cylinder steht.

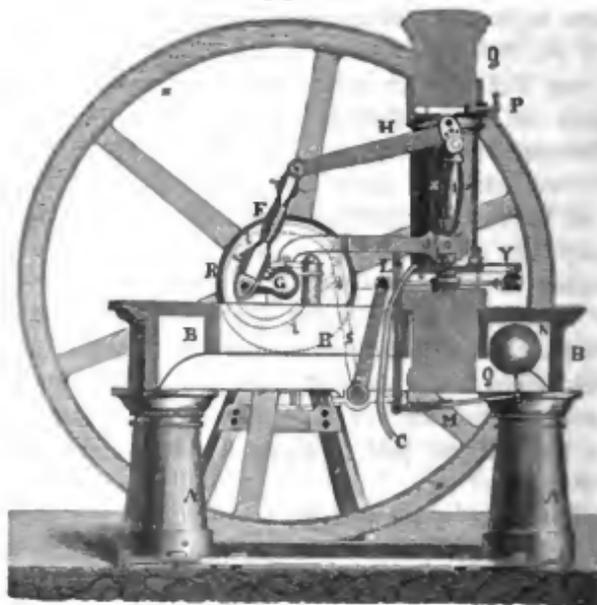
Der Arbeiter hat nichts Anderes zu thun, als den Cylinder immer wieder von Neuem mit runden Metallscheiben zu füllen, das Prägewerk verschiebt sich selbst die Scheibe so, daß bei jedem neuen Schlage eine neue andere Oeffnung dieser Scheibe unter den Stempel kommt, aber in eben dieser Oeffnung, welche unmittelbar vorher unter dem gefüllten Cylinder vorbeipassirte, liegt ein Stück Metall, welches die Scheibe von dem Cylinder nach dem Prägestock führt. Dieselbe Scheibe führt auch das geprägte

Geldstück fort, zwischen dem Cylinder und dem Prägestock ist eine ebene Fläche, auf dieser gleitet das Metallstück vom ersteren zum letzteren, jenseits des Prägestockes aber ist keine ebene Fläche mehr, dort hört die Unterstützung auf und folglich fällt das geprägte Geldstück aus dem Loch in der Kreisplatte in eine untergesetzte Schieblade, deren Inhalt von Zeit zu Zeit ausgeleert wird.

Auf diese Weise ist allen Unannehmlichkeiten ausgewichen, es sei denn, daß der Arbeiter über alle Begriffe nachlässig, das Füllen des Cylinders einmal ganz vergißt, ein Fall, der schwer denkbar ist.

In neuerer Zeit ist man von der Pressung der Münzen durch die Schraube abgegangen und man wendet jetzt lieber die Kniepresse an, welche mit weniger Geräusch, weniger Kraftaufwand und doch mit noch größerer Gewalt wirkt, wie wir an den Buchdruckerpressen sehen können, bei denen die Schraube fast durchgängig aufgehoben worden und der Kniepresse Platz gemacht hat. Die Arbeit wird ferner auch nicht mehr durch Menschenhände, sondern durch eine Dampfmaschine besorgt.

Fig. 1151.



Die Fig. 1151 giebt einen Durchschnitt eines solchen Instrumentes. Die eigentliche Presse zeigt sich in den beiden quer durchgeschnittenen Stücken Q Q und dem sie verbindenden einzeln sichtbaren Säulenschaft X.

Es ist dieses die vom Leser entfernt stehende Säule, eine genau eben solche befindet sich dem Leser zunächst auf der weggeschnittenen Hälfte. Die beiden Säulen und die Widerlagen Q sind von Gußeisen und haben so riesige Dimensionen, daß sie der größten hier angewendeten Gewalt nicht nachgeben, was natürlich bei jeder Presse vorausgesetzt wird, was aber bei dieser in noch höherem Grade stattfinden muß, weil die wirkende Kraft, wie ungeheuer sie auch sei, doch nur in einem äußerst kleinen Spielraum wirkt, hiervon also nicht das Geringste verloren gehen darf durch die Nachgiebigkeit der Widerlagen.

In dem unteren Theile dieser Presse liegt der untere Stempel fest und unbeweglich, der obere Stempel muß dagegen gehoben und gesenkt werden, derselbe befindet sich in einem langen Hebelarme ojc, das letztere ist der Stützpunkt, um den sich der Hebel in sehr beschränkten Grenzen bewegt, o ist dagegen die Stelle, in welcher er befestigt ist. Der Buchstabe Y bezeichnet den Schieber, mittelst dessen die Metallstücke zwischen die beiden Stempel gebracht werden, an seinem Ende befindet sich ein abwärts laufender Kanal C, durch welchen die fertig geprägten Metallstücke herabfallen.

Zwischen der unteren und oberen Widerlage befindet sich das Knie, ein aufrecht stehender sehr starker Stahlkloß I, welcher oben mittelst eines Gelenkes an dem Hebel H hängt. Dieser Hebel dient dazu, um höher oder niedriger gestellt, das Knie zu strecken oder zu beugen. Wird es gebeugt gesehen, wie in der vorliegenden Zeichnung, so befindet sich der untere Stempel von dem oberen so weit entfernt, daß man zwischen beide eine Münze bringen kann. Wird dagegen durch Aufheben des Hebels dieses Knie gestreckt, so stützt es sich oben an die Widerlage, unten aber an die Metallplatte, welche zwischen die beiden Stempel gebracht ist. Diese Bewegung des Streckens und Einbiegens wird durch die Dampfmaschine bewerkstelligt, deren großes Schwungrad ZZ wir im Hintergrunde sehen. An der Achse desselben befindet sich der Krummzapfen G, welcher die Leitstange F im Kreise umherfährt, und dadurch den Hebel H bald herabzieht, bald in die Höhe schiebt, welches letztere die Pressung hervorbringt.

Der Hebel oc, welcher den oberen Stempel trägt, kann nicht mit dem einen Gelenk des Knies I zusammenhängend sein, denn der Stempel muß frei von jeder Möglichkeit einer Verrückung in seiner Lage bleiben. Er muß aber nach jedem Schläge doch gehoben werden, hierzu dient eine ziemlich verwickelte Hebelvorrichtung, welche von L unmittelbar unter dem Haupthebel selbst ausgeht, von hier abwärts steigt nach M und welche ihren Endpunkt findet in der mehrere Centner schweren Kugel N, die in einem Kasten des Gehäuses QB beweglich ist, steigt, wenn der Hebel H

das Knie streckt, und dadurch den Stempel auf die Metallplatte drückt, dagegen sinkt, wenn der Hebel H abwärts geht und dadurch das Knie beugt und mithin die Wirkung auf den Stempel aufhebt. Durch dieses Sinken der Kugel, welche auf M herabdrückt, wird die senkrechte Stange L emporgeschoben, welche unmittelbar unter o c endend, diesen Theil der Pressvorrichtung um so viel in die Höhe hebt, als nöthig ist, um die geprägte Münze fortzuschaffen und ein neues Metallstück an ihre Stelle zu schaffen. Auch dieses wird nicht durch Menschenhand, sondern durch eine Maschinerie sinnreicher Art bewerkstelligt. An den Armen des Schwungrades Z ist eine starke eiserne Scheibe R befestigt, an ihrer einen Seite, den Mittelpunkt kaum überschreitend, befinden sich zwei excentrische Coulißsen, mit i bezeichnet und durch Punktirung angedeutet. Den Zwischenraum zwischen diesen beiden führenden Leisten nimmt eine kleine cylindrische Stange j ein, welche an dem einen Ende der Stange S sitzt. Diese letztere ist mit einer zweiten S' verbunden, dergestalt, daß, wie sich der Winkel zwischen S und S' dadurch verändert, daß der Knopf j die Linie der Coulißsen i durchläuft, sich der ganze Schieber zwischen L und Y einmal hin und einmal her bewegt. Dies geschieht allemal bei der Vollendung einer Umdrehung des Schwungrades, genau in derselben Zeit wird aber auch durch den Hebel H das mit I bezeichnete Knie einmal gestreckt und einmal gebeugt. Während der Beugung geschieht die Verwechslung des geprägten Stückes mit dem ungeprägten, während der Streckung aber bleibt das ungeprägte Stück vermöge der Einbiegung von i unverrückt liegen, bis die Beugung des Knies dem gleichzeitig wirkenden größeren Halbkreise der excentrischen Bahn i Zeit gewährt, eine neue Verwechslung vorzunehmen.

In diesem Apparat liegt, gegenüber der Spindel- oder Schraubendresse, unzweifelhaft eine bedeutende Verbesserung. Vor allen Dingen und hauptsächlich gestattet er eine stets vollständig gleichbleibende Pressung, einen Druck, welcher niemals von der mehr oder minder angewendeten Kraft eines Menschen, welcher niemals von der Müdigkeit desselben abhängig ist. Ferner kann bei dieser Einrichtung der Fall des Zerbrechens eines Stempels nicht eintreten, denn die beiden Stempel nähern sich einander in keinem Falle bis zur Berührung, die Kniebewegung dieser Presse ist genau so bemessen, daß der zur Prägung erforderliche Druck vollständig ausgeübt wird, ohne die Grenzen des Bedarfs der Bewegung zu überschreiten. Hat also der Arbeiter vergessen, eine Metallscheibe in den Schieber, der dieselbe unter den Stempel führt, einzulegen, so wird lediglich dieses der Erfolg sein, daß ein Stück weniger in einer gegebenen Zeit geprägt wird.

Ein neuer Gewinn, den diese Maschinen liefern, ist der, daß ihre Wir-

Kung so ungewöhnlich rasch ist, man vermag damit in einer Minute 60 Stücke der größten Münze, der Doppelthaler, zu prägen, überdies aber kostet die Bedienung der Maschine nicht den sechsten Theil dessen, was Menschen kosten würden, die eine gleiche Arbeit vollziehen sollten, und die Maschine wird auch nicht müde, sondern sie arbeitet Tag und Nacht ununterbrochen fort. Zudem bedürfen solche Prägemaschinen nicht einmal eines Mannes, sondern eines Knaben zu ihrer Bedienung, und da die Maschine nicht durch Stöße und Rucke, nicht durch gewaltsame Schläge wirkt, so unterliegt sie bei weitem weniger Beschädigungen.

Verbindungen des Goldes mit dem Sauerstoff.

Wie die edlen Metalle überhaupt, so hat vorzugsweise das Gold eine sehr geringe Verwandtschaft zum Sauerstoff, woher es auch kommt, daß man das Gold so häufig im gebiegenen Zustande findet; je größere Verwandtschaft die Metalle zu dem Sauerstoff haben, desto seltener ist dieses der Fall.

Mit Sicherheit kennt man nur zwei Oxydationsstufen des Goldes, und die geringe Affinität der letzteren zum Sauerstoff geht noch besonders daraus hervor, daß diese Oxyde nicht in der Natur vorkommen, und daß die künstlichen gar keine Salze mit den Sauerstoffsäuren bilden.

Das Goldoxydul, AuO (nach französischer Schreibart Au_2O), enthält in 100 Theilen 96,02 Gold und 3,98 Sauerstoff. Es wird durchaus nicht durch eigentliche Oxydation des Goldes gewonnen, sondern dadurch, daß man ein Haloidsalz zerlegt, es geschieht, wenn man ein Chlorür desselben mit kalter Kalilauge behandelt, es scheidet sich ein grünes Pulver ab, welches sich aber sehr leicht zerlegt, indem sich Gold metallisch abscheidet und goldsaures Kali in der Lösung bleibt.

Eine zweite Oxydationsstufe, das Goldoxyd, AuO_2 oder, wie die Franzosen schreiben, Au_2O_3 , welches man auch Goldsäure nennt, weil es sich mit den Basen verbindet, kann man darstellen, wenn man eine Auflösung von Goldchlorid mit Magnesia digerirt, den entstandenen Niederschlag von goldsaurer Magnesia auswäscht und ihm die Magnesia durch Salpetersäure entzieht. Man erhält Goldoxyd im Zustande eines röthlichgelben Hydrats, wenn man verdünnte Salpetersäure anwendet, dagegen erhält man wasserfreies Oxyd, wenn man concentrirte Salpetersäure

nimmt. Wenn, wie wir oben gesagt, die beiden Oxydationsstufen des Goldes sich nicht mit Sauerstoffsäuren verbinden, so verbindet sich dagegen das Goldoxyd so lebhaft mit den Alkalien, daß eben daher der Name Goldsäure entstanden, wie wir bereits oben bemerkt. Es giebt daher ein goldsaures Kali, ein goldsaures Ammoniak u. dergleichen. Diese Verbindungen aber sind dennoch sehr locker, weil die Goldsäure eine äußerst schwache ist.

Die Erfindung dieses gefährlichen Präparats stammt aus einer früheren, man kann bald sagen unbekanntem, Zeit. Im 15. Jahrhundert wurde seine Verfertigung durch den Mönch Basilus Valentinus so genau beschrieben, daß man hieraus mit Sicherheit ersehen kann, die Verfertigung sei vollständig bekannt gewesen. Nach ihm bereitet man es durch Fällung einer mit Salmiak versetzten Goldauflösung mittelst zerfloßenen kohlensauren Kalis. Jetzt bereitet man es einfach, indem man eine neutrale Auflösung von Goldchlorid mit Ammoniakflüssigkeit fällt. Dieses Knallgold ist ein gelbbraunes Pulver, dessen eigentliche chemische Zusammensetzung man noch wenig kennt, die muthmaßliche Formel ist $\text{AuO}_3, 2\text{H}_2\text{N}$, d. h. man hält es für Goldoxyd-Ammoniak. Wenn es zersetzt wird, so bildet sich neben Gold und Stickstoffgas auch noch Ammoniak und Wasser. Das Präparat ist durch seine außerordentlich heftigen Explosionen höchst gefährlich, um so mehr, als man kaum einmal weiß, wodurch sie hervorgebracht werden, da die geringfügigste Ursache schon zur Zersetzung genügt. Je reiner es ist, je sorgfältiger es bereitet worden und je trockner es ist, desto leichter entzündet es sich unter gewaltigem Knall und unter einer Wirkung, welche kaum vom Knallsilber übertroffen wird. Da es so sehr gefährlich ist, mit diesem Präparat zu arbeiten, so hat man dessen Eigenschaften bis jetzt noch gar nicht ergründet und es ist noch nicht lange her, daß man z. B. glaubte, es wirke bei dem Schlage nur abwärts, es zertrümmere den Gegenstand, auf welchem es liege, ohne nach oben zu wirken. Dieses wenigstens hat sich mit der Zeit widerlegt, indem man sehr kleine Quantitäten auf einem Löffel mit einem Metallstück bedeckt, erhitzte und dabei bemerkte, daß es sowohl den Löffel zerschlug, als das Metallstück emporschleuderte und verbog.

Auch über das eigentlich Wirksame bei dieser Detonation war man durchaus nicht im Reinen. Die Explosion sollte daher rühren, daß das Wasser in dem Goldsalze durch die Erhitzung plötzlich in Dämpfe aufgelöst und zu ungeheurer Ausdehnung gebracht werde. Nach Anderen sollte sie auf einer plötzlichen Entwickelung von fixer Luft beruhen. Jetzt weiß man allerdings mit ziemlicher Sicherheit, daß das Knallgold Goldoxyd-Ammoniak ist, aber viel weiter geht unsere Kenntniß auch nicht. In der Technik fand es beinahe gar keine Anwendung bis zu der Zeit, da die Daguerre'schen Lichtbilder eine allgemeinere Verbreitung erhielten und man

nach einem Mittel suchte, die überaus zarten Zeichnungen durch eine durchsichtige Vergoldung zu schützen; wir werden von diesem Präparat bei den Verbindungen mit den Halogenen sprechen.

Verbindungen mit dem Schwefel

existiren eben so wenig wie Sauerstoffverbindungen in der Natur. Die allermeisten Metalle haben eine außerordentliche Neigung zu dem Schwefel, mit dem Golde ist dieses so wenig der Fall, daß man es sogar durch Schmelzen mit Schwefel von anderen damit legirten Metallen scheiden kann.

Gold mit den Halogenen.

Mit dem Chlor zeigen sich zwei Verbindungen, das Chlorid, die gewöhnlich vorkommende höhere Chlorstufe $AuCl_3$, und das aus diesem Chlorid abzuschleibende Chlorür $AuCl$.

Das Goldchlorid erhält man durch Auflösung des Goldes in einem Goldscheidewasser, aus 1 Theile Salpeter und 5 Theilen Salzsäure bestehend. In diesem Falle kann bei der Auflösung das Gold vollständig in Chlorid umgesetzt werden und es bleibt sogar noch Salzsäure im Ueberschuß. Die Farbe ist dann hellgelb und liefert beim Abdampfen bis zur Concentration und dem darauf erfolgenden Erkalten, Krystalle von gelber Farbe welche ziemlich lange Nadeln bilden. Sie sind eine Verbindung von Goldchlorid und Salzsäure.

Setzt man die Verdampfung aber weiter fort, so daß das Goldchlorid nicht mehr in der Salzsäure aufgelöst ist, sondern diese zersetzt wird, so färbt sich die Masse immer dunkler, und ist alle Säure verjagt, so erstarrt diese Masse zu blättrigen Krystallen von neutralem Goldchlorid. Diese Krystalle aber halten sich nicht lange, sie nehmen aus der Luft sehr schnell Feuchtigkeit auf und bilden eine gelbrothe, bei größerer Verbindung eine rothgelbe Lösung.

Das Goldchlorid ist sehr leicht im Wasser, im Alkohol und im Aether

löslich. War es im Wasser aufgelöst und gießt man dazu Aether, womit man die Flüssigkeit schüttelt, so nimmt der Aether das Gold auf und steigt damit als hochgelbe Flüssigkeit empor, indessen das Wasser, vom Golde befreit, unten stehen bleibt.

Diese Aetherlösung giebt ein Mittel, polirten Stahl sehr schön, doch leider nicht sehr dauerhaft zu vergolden. Man taucht die polirten Stahlwaaren in diese Lösung, bis sie gelb erscheinen, und spült sie darauf mit lauwarmem Wasser ab. Unmittelbar darauf werden sie in ganz trocken erhitzten Sand gebracht, welcher die Feuchtigkeit aufnimmt. Eine Menge der aus Frankreich zu uns kommenden vergoldeten Stahlwaaren hat ihren Schmuck auf diese Weise erhalten.

Dieses Chlorid wird durch sehr viele Körper aus seinen Lösungen reducirt, dahin gehören alle desoxydirenden Substanzen, wie Phosphor, phosphorige Säure, schweflige Säure u. s. w. Viele Substanzen werden durch die Goldlösung schön roth gefärbt, besonders die Pflanzenfasern, also Leinwand, Baumwolle, Papier und die thierischen Fasern, Seide, Wolle, die Haut &c. Die schönste rothe Farbe erhält man, wenn man den Niederschlag durch Zinn bewerkstelligt. Dieses giebt den sogenannten Goldpurpur.

Eine Verbindung des Goldchlorids mit dem Natriummetall wird als Medicament gebraucht.

Das Goldchlorür, AuCl , wird aus dem Chlorid gewonnen, wenn man dasselbe unter Umrühren bis zur Temperatur von 150 Grad C. erhitzt, so lange in dieser Hitze erhält, bis sich kein Chlor mehr entwickelt und das dunkle Goldchlorid gelblich weiß geworden ist; in diesem Zustande ist es das Chlorür.

Goldbromid, AuBr_2 . Das Brom ist im Wasser leicht löslich und diese Lösung wirkt auf das Gold wie das Königswasser, vorausgesetzt, daß es fein zertheilt gewesen ist, z. B. als Blattgold. Es hat fast alle Eigenschaften des Chlorids.

Goldjodür, AuJ . Dieses bildet sich, wenn man das Goldchlorür mit einer Auflösung von Jodkalium übergießt. Man muß dabei sehr vorsichtig zu Werke gehen und einen Ueberschuß von Jodkalium sorgfältig vermeiden, da dieses letztere zersetzt wird. Das Jodür ist im Wasser unlöslich, wird aber in der Siedhitze davon zersetzt. Die drei stärksten Säuren, Salpeter-, Schwefel- und Salzsäure, wirken in der Kälte nicht darauf, zersetzen es aber bei Erhitzung, auch Aether und Weingeist zerlegen dasselbe in seine Bestandtheile.

Das Goldjodid erhält man durch Zusatz einer Goldchloridlösung zu Jodkalium, es entsteht ein dunkelgrüner Niederschlag, welcher aber so

unbeständig ist, daß man ihn fast noch gar nicht untersucht hat und ihn nur in Verbindung mit Jodalkalien kennt.

Gold mit Cyan. In dieser Verbindung wendet man das Gold gewöhnlich an, wenn man galvanische Vergoldungen machen will. Das Ehlorgold ist das Hülfsmittel, um zu dieser Substanz zu gelangen. Zu einer Auflösung von Goldchlorid setzt man Ammoniak und trägt den erhaltenen Niederschlag in eine sehr concentrirte Auflösung von Cyankalium, welche stark erhitzt ist. Das Gold löst sich hierin sofort auf und scheidet sich beim Erkalten in großen farblosen, an der Luft beständigen Krystallen aus. Es ist dieses das Kaliumgoldcyanür. Will man aus diesem das Cyanür ohne das Kalium haben, so setzt man zu einer Auflösung Ehlwasserstoff zu, womit man die Lösung erhitzt. Es entwickelt sich Cyanwasserstoff und es schlägt sich Goldcyanür als gelbes krystallinisches Pulver nieder.

Wenn man eine Auflösung von Goldchlorid, welche 35 Theile Gold enthält, in eine stark erhitzte Auflösung von Cyankalium, die davon 46 Theile enthält, einträgt, so bildet sich das Goldcyanidkalium, welches beim Erkalten in großen farblosen Krystallen erscheint.

Man kann das Goldcyanid erhalten, wenn man eine Auflösung von Kaliumgoldcyanid mit salpetersaurem Silberoxyd fällt, den im Wasser unlöslichen Niederschlag mit so vieler Salzsäure zersetzt, daß sich das Silber in Ehlorsilber verändert und dann die Auflösung unter einer Glocke mit concentrirter Schwefelsäure eintrocknen läßt. Der trockene Rückstand ist das Goldcyanid. Wenn man dasselbe in sehr wenig Wasser auflöst und es dann unter der Glocke der Luftpumpe abdampft, so erhält man dasselbe Präparat in großen, schönen Blättern krystallisirt.

Das Goldcyanür erscheint dem bloßen Auge als ein schönes, gelbes Pulver, welches im Sonnenlichte mannigfaltige Farben spielt. Unter dem Mikroskop zeigt es sich sehr schön in sechsseitigen Tafeln krystallisirt, das Kaliumgoldcyanür hat aber die Krystallform des Schwefels und es hat eine so große Neigung zu krystallisiren, daß aus seiner sehr concentrirten Lösung in weniger als einer Viertelstunde Zoll lange Krystalle anschießen. Das Goldcyanid krystallisirt in großen Blättern und Tafeln, ebenso erscheint auch das Kaliumgoldcyanid. Die sämmtlichen Salze des Cyans mit dem Gold sind fertig im Handel zu haben, weil sie eine außerordentlich reiche Anwendung sowohl in der Daguerreotypie als bei der Vergoldung auf galvanischem Wege gefunden haben.

Goldpurpur.

Wir haben bereits bei Gelegenheit der Porzellan- und Glasmalerei jenes prachtvollen Purpurs gedacht, welcher unter dem Namen des Cassinischen Goldpurpurs bekannt ist. Er wird erhalten, wenn man einer verdünnten Auflösung von Goldchlorid eine Auflösung von Zinn zusetzt. Diese letztere Lösung muß aber, wenn sie den Niederschlag bewirken soll, sowohl Zinnchlorid als Zinnchlorür enthalten, indem eine von den beiden Verbindungen, ohne die andere angewendet, entweder gar keine Fällung oder einen Niederschlag von Goldzinn hervorbringt, welche man weder wegen ihrer schönen Farbe noch ihrer Beständigkeit wegen brauchen kann.

Mit Uebergangung des Historischen an diesem eigenthümlichen Präparat wollen wir nur anführen, wie dasselbe gegenwärtig bereitet wird. Eine Lösung von Zinnchlorür und Zinnchlorid wird tropfenweise zu einer salpetersäurefreien Goldauflösung geführt, es entsteht dadurch ein flockiger Niederschlag. Merkwürdig ist aber, daß dasselbe Verfahren, zweimal hintereinander mit denselben Substanzen gemacht, nicht vollkommen gleiche Resultate liefert, daher haben sich die größten Chemiker mit der Darstellung dieses Goldpurpurs beschäftigt. Nach Fuchs setzt man eine Lösung von Zinnchlorür zu einer Auflösung von Eisenchlorid so lange, bis die gelbe Farbe des Eisensalzes in eine entschieden grüne übergegangen ist. Diese Flüssigkeit gießt man unter starkem Umrühren in eine Goldauflösung, welche mit 300 bis 400 Theilen Wasser verdünnt ist. In dieser Lösung darf aber durchaus keine Salpetersäure sein. Ob die Verdünnung den richtigen Grad erhalten hat, wird, wie Berzelius angiebt, daran erkannt, daß man ein Glasstäbchen mit der Zinnsalzlösung befeuchtet und in die Goldauflösung bringt. Ist die richtige Verdünnung vorhanden, so muß sich ein brauner Niederschlag bilden, welcher sich jedoch gleich wieder in der Flüssigkeit auflöst und dieselbe weinroth färbt. Wenn eine solche Auflösung nicht stattfindet, so war nicht genug Wasser vorhanden und man muß eine größere Quantität hinzufügen.

Die Ansichten über die Zusammensetzungen des Goldpurpurs sind sehr verschieden, zwei derselben haben sich besonders geltend gemacht. Nach der einen besteht der Goldpurpur eigentlich aus Zinnoxid, welches durch fein zertheiltes Gold roth gefärbt ist, nach der anderen besteht der Purpur aus den Oxiden der beiden vereinigten Metalle. Das Präparat ist darum von großer Wichtigkeit, weil es eine der beständigsten Farben ist, die man kennt, selbst die Glühhitze und die Schmelzhitze des Glases und Porzellans zerstören dieselbe nicht.

Sehr merkwürdig und der Grund der verschiedenen Ansichten darüber, ist das auffallend verschiedene Verhalten, welches dieses Präparat verschiedenen Chemikern gegenüber annimmt, so z. B. behaupten einige, daß Quecksilber aus dem ungeglühten Goldpurpur kein Gold aufnehme, indessen andere behaupten, das Quecksilber entziehe dem Purpur alles Gold und lasse nur Zinnoxid zurück.

Wenn man den Purpur noch im feuchten Zustande mit Ammoniakflüssigkeit übergießt, so färbt sich diese überaus prächtig roth. Man glaubt, daß dieses von einer Auflösung des Purpurs in der Ammoniakflüssigkeit herrühre, und hat hieraus den sehr natürlichen Schluß gezogen, daß der Goldpurpur kein metallisches Gold enthalte. Die Flüssigkeit scheint indessen keine gewöhnliche Auflösung zu sein, denn in der Kälte setzt sich nach längerer Zeit, nach mehreren Tagen, schneller bei starker Erwärmung, die färbende Substanz ab.

Platina.

Was wir als Platina in der Natur finden, ist nicht ein Metall, sondern ein Metallgemisch von 5 bis 6, auch wohl von 7 ganz verschiedenen Körpern.

Es ist kaum 100 Jahre her, seit man das Platina kennt. Es wurde zuerst in dem goldführenden Sande mehrerer amerikanischen Flüsse gefunden, wurde Anfangs von den Spaniern für Silber gehalten und darum auch Plata, Silber, genannt. Bald aber zeigte sich an seiner großen Schwere, daß es kein Silber sei, und nun erging in Spanien an alle Silberarbeiter das uns gewiß sehr sonderbar scheinende Gebot, durch dieses neue Metall das Silber nicht zu verfälschen.

Man unterschied es nunmehr schwerer vom Golde als vom Silber, mit dem ersten hat es die Schwerej vollständig gemein, ja es übertrifft noch das specifische Gewicht des Goldes, indem es 21 Mal schwerer ist als Wasser, Gold aber nur 20 Mal.

Das Platina findet sich in Brasilien, Columbia, Mexiko, St. Domingo, in dem Sande der Flüsse, in dem von den quarzhaltigen goldführenden Gebirgen abgeschwemmten Erdbreich. Am reichsten ist jedoch der Ural daran, obwohl es daselbst erst im Jahre 1822 entdeckt worden ist. Nirgends hat

man so wie dort Stücke von mehreren Pfunden gefunden, bei Nischnei Tagiskel zeigte sich dasselbe aber gar einige Male in Klumpen von 10, 20, ja von 80 Pfunden.

Wenn wir die Gegenden, in denen das Platina vorkommt, näher untersuchen, so finden sich überall nicht unbedeutende Verschiedenheiten in dem Vorkommen. Hier enthält das Platina neben den gewöhnlich mit ihm vorkommenden Metallen auch noch Gold, an einem andern Orte tritt Eisen dazu, an einem dritten findet man Mangan, an einem vierten Chrom u. s. w.

An der Küste der Südsee, an dem nordwestlichen Abhange der Andesletten, zwischen dem zweiten und sechsten Grade nördlicher Breite findet sich das Platina in nicht unbeträchtlicher Menge, viel reicher aber sind die Wäschereien von Santa-Rita und Santa-Lucia. Die Ablagerungen des Goldes und Platinas liegen dort in einer ziemlichen Tiefe in aufgeschwemmtem Boden 20 Fuß unter der Oberfläche, es ist hier immer Gold und Platina vereinigt. Durch Waschen würden diese beiden Körper nicht von einander zu trennen sein, da sie beinahe gleiche Schwere haben. Säuren würden dieses auch nicht bewerkstelligen, da sie beide nur durch Königswasser aufgelöst werden. Man hat aber noch ein Auflösungsmittel des Goldes, dem sich einige andere Metalle nicht unterwerfen. Dieses ist das Quecksilber, welches zwar Gold aufnimmt und ein Amalgam bildet, dagegen das Platina unauflöst zurückläßt.

Fig. 1152.



In Brasilien sind zwei Provinzen als sehr goldreich bekannt. Es sind dieses Matto Grosso und Minas Geraes. Auch hier findet sich Platina

im goldführenden Sande und sonstigem abgeschwemmten Erdreich. Es unterscheidet sich von dem Erz, welches in Peru gewonnen wird, dadurch, daß dieses letztere peruvianischen Magneteisenstein und kleine Zirkone zu Begleitern hat, dagegen das brasilianische faserige Körner von Palladium enthält, ferner in rundlichen Körnern vorkommt und auf der Oberfläche runde Hervorragungen und zwischen diesen scharf glänzende Linien zeigt.

Auf St. Domingo wird gleichfalls Platin gefunden. Es kommt hier in kleinen runden Körnern vor, welche durch Reibung polirt zu sein scheinen. Dieses Platinerz enthält außer den gewöhnlichen Metallen Chrom, Kupfer, Ruthenium und Titan. Obwohl man jetzt, wo der Preis des Platinas dem des Goldes sich nähert, aufmerksam nach dem seltenen Metalle sucht, so beträgt die größte Ausbeute von Südamerika doch nicht mehr als etwa zwischen 8 und 9 Centner jährlich. Es wurden übrigens erst im Jahre 1824 recht eigentliche Platina-Wäschereien errichtet.

Die Kenntniß der Fundorte des Platinas am Ural verdankt man hauptsächlich der Reise drei großer Gelehrten in den Jahren 1829 und 30. Humboldt's, Rose's und Ehrenberg's. Sie muthmaßten das Platina in den Abhängen des Urals, glaubten in der Art der Formation und in dem Vorkommen des Goldes sich berechtigt anzunehmen, daß daneben auch Platina vorkommen müßte, und so wurde denn danach gesucht und es hier gefunden, theils in Serpentinfels eingesprengt, theils in Grünstein, hauptsächlich aber in dem abgeschwemmten Erdreich, welches durch Verwitterung der Felsmassen des Gebirges entstanden, durch Regen abgeseigt und später in Bächen und Flüssen weiter fortgeführt ist. Die wichtigsten Fundorte sind Nischnei-Tagilsk, Goroblagodat, Kuschna, Nischnei-Turinsk. Es sind übrigens noch viele andere Fundorte aufgeschlossen, und von großer Wichtigkeit ist dabei, daß das hier vorkommende Platina beinahe ganz frei von Gold ist. 100 Centner Sand enthalten durchschnittlich $2\frac{1}{2}$ Loth Platina, $\frac{1}{2}$ Loth genügt, um die Kosten zu decken. Wenn man bedenkt, wie viel das Waschen von 100 Centnern kostet, so unterliegt keinem Zweifel, daß dies Geschäft bei Gewinnung von $2\frac{1}{2}$ Loth ein sehr gutes sei. In dem so gewonnenen unreinen Platin, welches man gewöhnlich mit dem Namen Erz bezeichnet, findet sich das Platina im vollkommen reinen Zustande bis zu 70 und 80 Prozent. Auch die Insel Borneo ist in die Reihe derjenigen getreten, welche Platin führen. Auch die Halbinsel jenseits des Ganges, namentlich die Gebirge von Ava sind Platinführend. Was aber früher vielleicht Niemand geahnt, ist, daß selbst der Rhein in seinem goldführenden Sande auch noch Platina enthält, wenn schon nicht in gar großer Menge. Ferner gewinnt man auf der Wolframsbütte im Harz Palladium, ein Metall, welches immer mit dem Platina vorkommt, hier aber vereinzelt

auftritt. Dieses Palladium enthält Platina. Neuere Chemiker fanden es in verschiedenen Mineralien, z. B. im Schwefelkies, in Bleiglanz, in Fahlerz sogar in manchen Kalksteinen, mitunter in Silber und beinahe immer im Gold.

Die Metalle, welche das Platina stets begleiten, heißen Palladium, Rhodium, Iridium und Osmium. Die seltener vorkommenden sind Eisen, Kupfer, Mangan und Ruthenium, dabei ist Sand und Kalk gleichfalls eingeschlossen, so daß das Platinerz also keinesweges nur aus Metallen besteht.

Die Art des Vorkommens ist, wie bereits bemerkt, immer nur in kleinen Körnern, sobald sich ein Stück von Haselnußgröße zeigt, muß es schon als eine Ausnahme betrachtet werden. In Madrid befindet sich ein Stück von beinahe 7 Loth, welches in den Goldgruben von Condotta gefunden wurde. Da es die Größe eines Gänse-Eies haben soll, so muß es noch viel Gestein, vielleicht Manganmassen enthalten, denn eine solche Größe würde wenigstens ein Gewicht von 6 Pfund voraussetzen, wenn es lauter Platin wäre. Von seinen Reisen brachte Humboldt ein Stück Platin mit, welches über 4 Loth wiegt. Es befindet sich in der Mineralien-Sammlung der Berliner Universität. Gewaltige Stücke hat man aber im Ural gefunden, sie betragen 10, 20, 23 und 80 Pfund, Stücke von 3, 4 Pfund sind in nicht unbedeutlicher Menge gefunden worden, und sind von reichen Besitzern der Bergwerke an Mineralien-Sammlungen verschenkt worden, als wären sie nichts weiter, wie Stückchen Kiesel oder Granit.

Das Platinerz, welches aus 5, häufig aber aus 6 oder mehreren Metallen besteht, muß nunmehr erst gesondert werden, was keine kleine Arbeit ist. Da es sich hier jeder Zeit um eine Auflösung in Königswasser und um vereinzelt Niederschlagungen der verschiedenen Metalle als Oxide oder Chlorosalze handelt, was schon eine ungewöhnlich hohe Ausbildung der Chemie voraussetzt, und was am Ende des vorigen Jahrhunderts noch gar nicht möglich gewesen wäre, daher man denn auch zu jener Zeit nicht nur kein reines Platina hatte, sondern auch die dasselbe begleitenden Metalle gar nicht einmal kannte.

Das rohe Platinaerz wird mechanisch so weit als möglich von fremden Beimengungen befreit, man sibt, man sichtet es, man sucht mit der Hand die kleinen Körner aus, und nunmehr behandelt man dasselbe zuerst mit der Pochmühle oder dem Mörser, man zerstampft es zu möglichst feinem Pulver, sucht mit dem Magnet das Eisen und Eisenerz, so weit sie dem Magnete folgen, auszuziehen und behandelt den Rückstand mit Quecksilber, um das Gold auszuziehen. Ist dieses geschehen, so bringt

man 3 bis 4 Pfund des so behandelten Pulvers in kleine Porzellan-Schaalen, um es durch Königswasser (aus 3 Theilen Salzsäure und 3 Theilen Salpetersäure) aufzulösen. Die Auflösung wird durch die Wärme unterstützt, 30 solcher Schaalen mit 3 bis 4 Pfund Platinapulver und 20 Pfund Königswasser stehen auf einem Sandbade, welches mit Glasfenstern sehr dicht umschlossen ist und aus welchen die Dämpfe der Säuren durch einen Ventilator entfernt werden. Diese Operation dauert so lange, bis sich keine Dämpfe mehr entwickeln, dann gießt man die Flüssigkeit in hohe Glasgefäße und übergiebt sie einige Zeit der Ruhe, wodurch die Flüssigkeit sich vollkommen klärt. Wenn dieses geschehen ist, so zieht man sie von dem Bodensatz ab und behandelt diese von Neuem mit Königswasser, ein Theil Erz bedarf 10 bis 15 Theile der Säure.

Es bleibt immerfort ein Rückstand, aber nach 3- bis 4maligem Ausziehen desselben verwendet man den Rückstand nicht mehr allein, sondern setzt ihn zu einer neuen Quantität Erz, erst nachdem Wochenlang dieses Verfahren wiederholt worden ist, legt man den Rückstand für sich bei Seite, um ihn ferner, wenn seine Menge groß genug geworden ist, auf Gewinnung der das Platina begleitenden Metalle anzuwenden.

Die Säureauflösung enthält eigentlich nur Platina, dieses muß man niederschlagen suchen, um aber nichts zu verlieren, wäscht man vor jeder neuen Bearbeitung von Erz den Rückstand mit Wasser aus und benutzt dieses Wasser, was dadurch natürlich gesäuert worden ist und Platina enthält, zur Verdünnung der eigentlichen Lösung.

Das Niederschlagen geschieht durch Ammoniak, welches man der Säure zusetzt, ohne jedoch dieselbe ganz neutral zu machen. Man wendet keinen Ueberschuß von Ammoniak an, damit immer noch etwas Säure vorwaltet.

Es entsteht hierdurch ein starker Niederschlag von Platina-Salmiak, welcher sich bald zu Boden setzt. Die darüber stehende klare Flüssigkeit wird in Glasretorten so lange eingedampft, bis nur noch die Hälfte davon übrig bleibt. In diesem Antheil der Lösung ist hauptsächlich das Iridiummetall enthalten, welches sich als Iridium-Salmiak mit ein wenig Platina-Salmiak vereinnigt, krystallinisch mit schön rother Farbe ausscheidet.

Der erste Niederschlag, welcher Platinasalmiak ist, wird mit Königswasser gewaschen, getrocknet und scharf gegläht, wobei das Metall als Schwamm zurückbleibt. Man bringt dies in einen Mörser, reibt es möglichst fein und bringt es in eine Form, in welcher es durch eine Schraubenschraube möglichst stark zusammengebrückt wird. So bildet dieser Schwamm kleine Barren, welche so viel Festigkeit haben, daß sie bei behutsamer Behandlung nicht zerbrechen. Dieselben werden nunmehr in einen Porzellan-

ofen gebracht und 36 Stunden lang in der furchtbarsten Hitze gelassen. Hierdurch findet zwar keine Schmelzung statt, wohl aber eine solche Sinterung, daß die kleinsten Stückchen sich hinlänglich vereinigen, um sich hämmern und zu allerlei Gegenständen verarbeiten zu lassen. Um dieses vorläufig

Fig. 1153.



möglichst zu befördern, bringt man die glühenden Barren in eine stählerne Form, welche uns die Figur 1153 zeigt. Dieselbe besteht aus einem langen Cylinder $efgh$, in welchen ein stählerner Stempel eben paßt, der untere Theil des hohlen Cylinders ist mit einer sehr starken stählernen Kapsel umgeben. Der glühende Pflock von Platinaschwamm wird in diesen Cylinder gebracht und es wird dann der Stempel darauf gesetzt; mittelst eines schweren Schlagewerks treibt man den Stempel immer tiefer in den Cylinder, bis zuletzt der Block des Schlagewerkes in die Höhe springt, wie der Ladestock in einem gut geladenen Gewehre, nunmehr zieht man den Cylinder aus dem Untersatze und befördert durch einige leichtere Schläge auf den Stempel das Herausgehen des Pflockes aus dem Cylinder. Dieses ist das gereinigte Platina, wie es in Paris zu Gefäßen und überhaupt zu chemischen Apparaten verarbeitet wird.

Descottis scheint eine leichtere Methode der Platiningewinnung erfunden zu haben. Er schmilzt 5 Theile metallischen Zink und trägt, nachdem es geschmolzen ist, einen Theil Platinerz hinein, jedoch in sehr kleiner Quantität. Man läßt das Gemenge eine halbe Stunde lang in der heftigsten Hitze, nach dem darauf erfolgenden Erkalten pulverisirt man die spröde Metallmasse und löst in verdünnter Schwefelsäure auf so viel als thunlich. Was sich nicht auflöst, was als Rückstand übrig bleibt, ist Platina mit seinen eigentlichen Begleitern, den edlen Metallen, alles was sonst an Eisen, Kupfer *ic.* damit gemischt war, wird nebst dem Zink von der Schwefelsäure aufgenommen.

Die edlen Metalle bleiben unverändert zurück, sie werden nicht aufgenommen, sondern bilden einen Bodensatz, ein höchst fein vertheiltes Pulver, welches schon in 4 Theilen Königswasser vollkommen löslich ist, wodurch man demnach das Drei- bis Vierfache an Säure spart.

Das Pulver wird nun entweder auf die Weise behandelt, welche wir oben angeführt haben und welche die in Rußland gebräuchliche ist, oder es wird dieses schwarze Pulver nach Wollaston's Methode behandelt. Man übergießt das Pulver zuerst mit Salpetersäure, erwärmt diese im Sandbade und gießt langsam die erforderliche Salzsäure zu. Es wird hierdurch Alles aufgelöst, bis auf etwas Osmium-Iridium, welches man durch sorg-

fältiges Abgießen von der Lösung trennt, auswäscht, das Waschwasser aber mit der Lösung vereinigt.

Die Flüssigkeit, durch das Waschwasser etwas verdünnt, wird zur Trockenheit abgedampft; war in dem Platinerz Gold vorhanden, so ist nothwendiger Weise in der Lösung Goldoxyd enthalten. Dieses zersetzt sich bei einer Erhitzung und es scheidet sich das Gold im metallischen Zustande aus. Die trockne Masse löst man mit Wasser auf, wobei natürlich das Gold zurückbleibt, zu der Lösung fügt man Cyanquecksilber, wodurch das Palladium als Cyanpalladium gefällt wird, hierdurch wäre das zweite Metall ausgeschieden.

Von dem gefällten Theil trennt man die Lösung, wäscht den Rückstand aus und setzt das Waschwasser der Lösung zu, dann bringt man behutsam in kleinen Mengen kohlensaures Natron in die Lösung, wodurch sich das Eisen, also ein drittes Metall, ausscheidet, während die Flüssigkeit nun eine Spur von Säure zeigt. Durch ein Filtrum wird das dritte Metall abgetrennt und nunmehr wird die Flüssigkeit mit kohlensaurem Natron versetzt bis zu einer vollständigen Sättigung und bis zur Neutralisirung aller Säure. In diesem Zustande erwärmt man sie auf etwa 60 Grad und behält sie längere Zeit darin, bis sich das vierte Metall, das Zrindium, ausscheidet, wovon man die Lösung gleichfalls durch Filtration trennt.

Die Lösung enthält nun fast nur noch Platinchlorid, mit Kochsalz zu einem Doppelsalz verbunden, in diese Lösung bringt man so lange Salzsäure, bis sich deutlich eine saure Wirkung zeigt, alsdann setzt man Salmiak hinzu, wodurch endlich nach den vielen vorhergehenden Operationen, welche nöthig waren, um die fremden Metalle auszuscheiden, Platina gefällt wird in der Form von Platinsalmiak, mit welchem man nachher so verfährt, wie oben beschrieben worden ist.

Eigenschaften des reinen Platina's.

Dieses Metall hat eine Farbe, welche der des Silbers so außerordentlich nahe steht, daß schon einige Kenntniß dazu gehört, um es hierdurch allein vom Silber zu unterscheiden. Das spezifische Gewicht aber macht einen solchen Unterschied, daß auch der Laie nicht mehr zweifelhaft ist, welches Metall er vor sich habe, am einfachsten sieht man dieses bei Münzen von ziemlich gleicher Größe. Die russische Regierung ließ eine Zeit lang

Platinumünzen prägen, welche die Hälfte des Werthes eines Fünfrubelstückes hatten, sie waren ziemlich genau von der Größe und Dicke eines Sechsthalerstückes. Sobald man dieselben in die Hand bekam, war man nicht mehr zweifelhaft über die Art des Metalles denn ein ähnlich großes Silberstück, gleichzeitig mit der rohesten Waage, mit zwei Händen, abgewogen, sagt sofort, welches das Schwerere von beiden Metallen sei. Die Angaben übrigens über die Dichtigkeit, welche es haben soll, sind sehr verschieden, sie schwanken zwischen 20,8 nach Clarke, 21,25 nach Wollaston, und 23,54 nach Cloude. Eine Verschiedenheit, welche nur dadurch erklärlich ist, daß man nicht mit vollkommen reinem Metall gearbeitet hat. Die letzte Angabe rührt wahrscheinlich davon her, daß Cloude mit einer Legirung von Platin und Iridium gearbeitet hat, welches letztere entschieden schwerer ist als Platina.

Das so eben genannte Metall ist in keiner Temperatur, welche unsere gewöhnlichen Brennmaterialien herzugeben vermögen, schmelzbar, wohl aber wird es bei lebhafter Weißglühhitze gleich dem Eisen schweißbar, das heißt viele kleine Stücke desselben können in dieser Temperatur unter dem Hammer vereinigt werden, und so vereinigte Massen lassen sich dann walzen, zu Blech strecken oder zu Draht ziehen und endlich kalt durch Hämmern, wie es der Kupferschmied macht, in jede beliebige Form bringen.

Auch hier sind übrigens die Ansichten verschieden, denn einige Chemiker geben an, Platin lasse sich durch längere Behandlung mit Holzkohle wirklich schmelzen, allein dieses beruht auf einem Irrthum, das so behandelte Platin ist nicht mehr rein. Wenn nämlich Platina in unmittelbarer Berührung mit Holzkohlen längere Zeit erhitzt wird, so nimmt es ungefähr wie das Eisen bei der Stahlbereitung Kohlenstoff auf, aber aus der Asche, zu der die Holzkohle verbrennt, nimmt es auch noch Phosphor und Kiesel auf. So verunreinigt, wird es zuerst spröde, dann aber läßt es sich bei der Weißglühhitze wirklich schmelzen.

Dasjenige Feuer, wodurch aber auch reines Platina geschmolzen werden kann, ist das Elektrische. Nicht allein das, welches die Natur uns in Blitze bietet, sondern auch dasjenige, welches der Mensch erzeugen kann. Zwischen den Kohlen einer kräftigen galvanischen Batterie schmilzt es augenblicklich, man kann es sogar zum Sieden und zum Verdampfen bringen.

Sehr selten und in der Regel nur um des physikalischen Experiments willen leitet man diese Schmelzung ein, sie ist für alle unsere praktischen Anwendungen des Platins ganz überflüssig, die Hämmerbarkeit und Dehnbarkeit des zusammengeschweißten ist so groß, daß man kaum glauben kann, wirklich geschmolzenes vermöge noch mehr auszuhalten. Es läßt sich z. B.

durch einen ganz gewöhnlichen Drahtzug so fein ausziehen, daß zwei Tausend Bindungen dicht neben einander auf einen Cylinder gewickelt, erst einen Zoll Breite ausmachen, was von keinem andern Metall, selbst nicht vom Golde gesagt werden kann. Wenn man aber einen Platindraht in Silber einschließt, wie wir es früher bereits beschrieben haben, so läßt sich die Feinheit des Drahtes so weit treiben, daß dreißig Tausend Bindungen erst die Breite eines Zolles ausmachen. Das hierzu verwendete Platin muß jedoch vollkommen rein sein, denn falls auch nur ein ganz geringer Zusatz von Iridium dabei ist, so zerreißt der Draht sogar noch viel früher, als er nur auf $\frac{1}{2000}$ Zoll gebracht ist.

Das Metall ist so äußerst schwer oxydirbar, daß nicht nur die Luft, die Feuchtigkeit, die Erhitzung und der Zutritt von Sauerstoff keinen Einfluß darauf haben, sondern daß sogar die stärksten Sauerstoffsäuren daran machtlos abprallen. Auch Quecksilber und Schwefel verbinden sich nicht damit, aber die ähnden Alkalien und die salpetersauren Salze der Alkalien oxydiren es in erhöhter Temperatur. Auch die einfache Salzsäure hat keinen Einfluß darauf, aber Salzsäure mit Salpetersäure oder mit Salpeter oder mit Chromsäure oder Kochsalz mit Salpetersäure, Salmial mit Salpetersäure, lösen das Platina auf und machen es zu einem Chlormetall, d. h. zu einem Salz. Auch freies Chlor so gut wie freies Brom verbinden sich in gleicher Weise damit.

Sehr merkwürdig ist, daß dieses so höchst schwere schmelzbare Metall sich schon bei mäßiger Hitze mit Blei oder Zinn, mit Antimon, Wismuth oder Cadmium und Arsen legiren läßt. Bei etwas größerer Hitze schmilzt es auch mit Kupfer oder Silber zusammen, in welchem letzteren Falle es sogar seine Unlöslichkeit in Sauerstoffsäuren verliert. Die Salpetersäure, in welcher man das Silber auflöst, nimmt auch das Platin vollständig auf, so daß es sich der Entdeckung entzieht. Auch mit Phosphor läßt sich Platina zusammenschmelzen.

Unter allen Metallen, welche eigentlich sämmtlich gute Leiter der Wärme sind, ist Platina der schlechteste Wärmeleiter, daher es sich vorzugsweise eignet, um bei elektrischen Versuchen die Wärmeercheinungen zu zeigen. Wenn man zwischen die Pole einer starken galvanischen Batterie einen Kupferdraht von einer gewissen Länge (die natürlich durch Versuche ermittelt werden muß) bringt, dergestalt, daß grade noch das Stück Draht glühend wird, so kann man ein Stück Platindraht von derselben Stärke, aber drei bis drei einhalbmal so großer Länge zum Glühen bringen. Gesezt dies Letztere betrüge zehn Zoll und es würde an dessen Stelle ein Kupferdraht von gleicher Länge gebracht, so würde dieser kaum heiß werden, während der Platindraht hellglühend wurde, denn er setzt dem Durch-

gange der Wärme einen entschiedenen Widerstand entgegen, es ist ungefähr wie mit dem Eisen, welches unter gleichen Verhältnissen zur Verbindung der Pole gebraucht, gleichfalls in ziemlich großer Länge glühend wird.

Noch interessanter als die hier gedachten Eigenschaften des festen, gehämmerten Platins sind die des sehr fein vertheilten. Wir haben bei der Gewinnung eine Substanz kennen gelernt, welche wir Platinsalmiak nannten. Wird diese ausgeglüht, so verflüchtigen sich die übrigen Bestandtheile und es bleibt reines Platinmetall zurück, aber in so feiner Vertheilung, daß wenn nicht Zusammenhang da wäre, man es als Pulver betrachten müßte. Man nennt den so ausgeglühten Körper Platinschwamm. An diesem Schwamm oder Rohr entdeckte Döbereiner die merkwürdige Eigenschaft, daß er im reinen Wasserstoffgase sich erhitzt, zum Glühen komme, und dadurch den Wasserstoff anzünde. Dies hat Veranlassung gegeben, ein längst veraltet gewesenes Instrument das elektrische Feuerzeug wieder hervorzuforschen und es mit dem Platinschwamm in Verbindung zu setzen, den ehemals dabei thätigen elektrischen Funken aber bei Seite zu lassen.

Fig. 1154.



Figur 1154 zeigt ein Instrument dieser alten Art, das untere Glasgefäß enthält das Wasserstoffgas, das obere ist mit sehr verdünnter Schwefel- oder Salzsäure gefüllt, reicht so weit nach unten, daß es mit der verbindenden Säure des unteren Gefäßes in Verbindung steht und dadurch einen Druck auf das Wasserstoffgas hervorbringt, vermöge dessen es gezwungen werden kann, aus einem Hahn auszuströmen, sobald dieser geöffnet wird.

Diese Einrichtung hat vor der noch älteren den Vorzug, daß man keines besonderen Apparates bedarf, um Wasserstoffgas zu erzeugen. Man nimmt den Deckel von dem oberen Gefäße ab, wirft einige Körnchen Zink hinein, welches bis auf den Boden des unteren Gefäßes fällt,

hier mit dem Sauerstoff des Wassers eine Verbindung eingeht und den Wasserstoff desselben frei macht. Dies ist diejenige Gasart, welche den leeren Raum des unteren Gefäßes V erfüllt und späterhin zum Experiment gebraucht wird.

Den Zünder giebt hierbei ein kleiner Elektrophor A her, welcher in der Unterlage B steht und durch ein paar Drahtleitlängen CDEF

so mit dem oberen Theile verbunden ist, daß der Deckel des Elektrophors in dem Augenblick gehoben wird, in welchem man den Hahn öffnet. Dadurch entsteht ein kleiner Funke vor der Oeffnung und dieser zündet das ausströmende Wasserstoffgas an.

Jetzt macht man die Sache durch den Platinschwamm sehr viel einfacher. Der ganze Untersatz und der Elektrophor und die elektrischen Leitungen bleiben fort, man hat nur einen kleinen Ständer unmittelbar vor der Oeffnung des Hahns nöthig, auf welchem ein kleines Drahtnetz mit Platinschwamm bedeckt steht. Sobald nunmehr der Hahn geöffnet wird und das Wasserstoffgas entweicht in der Art, daß es den Platinschwamm trifft, wird dieser heiß, wird er glühend, hellroth und sobald dies der Fall ist, entzündet sich daran der Wasserstoffgasstrom. Die Ursache dieser Erscheinung liegt darin, daß der Platinschwamm in seiner äußerst porösen Masse Gasarten verdichtet, nicht alle, z. B. nicht das Stickstoffgas, wohl aber Sauerstoffgas, Wasserstoffgas u. A., und zwar gleich der Kohle vielfach sein eigenes Volumen. In der atmosphärischen Luft verdichtet er eine Menge Sauerstoff, strömt nun Wasserstoffgas dazu, so wird dasselbe zu Wasser oxydirt und dieser Prozeß erhitzt das Platin so stark, daß es zum Glühen kommt. Ebenso verbrennt der Platinschwamm Weingeist zu Essigsäure, Ammoniak zu Salpetersäure, schwefelige Säure zu Schwefelsäure.

Alle diese Eigenschaften hat der Platinmoör in noch viel höherem Grade, obwohl auch dieser weiter nichts ist, als Platinmetall, nur noch feiner zerkleinert. Nach Liebig's Methode stellt man denselben in folgender Art dar. Man löst Platinchlorür in Aetkali, bringt die Flüssigkeit zum Sieden und fügt dann reinen Alkohol in sehr kleinen Quantitäten zu.

Es ist hierbei die größte Vorsicht nöthig, denn das Ausbrausen, welches bei dieser Vermischung entsteht, ist so stark, daß leicht die ganze Masse aus dem Gefäß geworfen werden kann, wenn dieses nicht geräumig genug ist.

Es ist die Kohlensäure, welche sich in solcher Menge entwickelt. Entweicht solche bei fernerm Zusatz von Alkohol nicht mehr, so läßt man die Flüssigkeit erkalten, wobei sich ein schwarzes Pulver ausscheidet, der Platinmoör, man gießt die Flüssigkeit ab, wäscht das Pulver erst mit reinem Weingeist, dann mit Kali, dann mit Salzsäure und endlich mehrere Male mit Wasser aus. So erhaltener Platinmoör hat die Fähigkeit, Sauerstoff- und Wasserstoffgas zu verdichten in einem Grade, welcher wahrhaft in Erstaunen setzt, nach Otto's Angaben in seiner Umarbeitung des Graham'schen Werkes giebt an, daß ein Kubitzoll Platinmoör 172 bis 253 Kubitzoll Sauerstoffgas aufnimmt. Diese Massen nehmen dabei nur denjenigen Raum ein, welchen das Platina übrig läßt, das ist höchstens ein Viertel.

wahrscheinlich nur ein Fünftheil, denn Platinmoör wiegt sechszehnmal so viel wie Wasser, indeß Platina einundzwanzigmal so viel wiegt, damit nun 172 Kubitzoll auf den Raum von $\frac{1}{4}$ Kubitzoll zusammengedrückt werden, so fordert dieses eine Kraft von 700 Atmosphären. Bei 253 Kubitzoll, welche in denselben Raum gebracht werden sollen, beträgt aber der Druck gar 1000 Atmosphären. Man kann hieran recht deutlich sehen, welche ungeheuren Kräfte den Chemismus begleiten, ähnliches, nur für das Auge nicht so auffallend, zeigt sich bei einer Vermischung zweier flüssiger Körper, welche einen kleineren Raum einnehmen, nachdem sie verbunden sind, als getrennt eingenommen hatten. Die Kraft, welche nöthig ist, eine Flüssigkeit so zusammenzubrücken, daß sie $\frac{1}{100}$ Theil weniger mißt als früher, ist mehreren Tausend Atmosphären gleich.

Platinmoör wird jetzt häufig benutzt, um Essig fabrikmäßig zu bereiten, indem Alkohol durch Platinmoör in Essigsäure verwandelt wird. Auch hier ist Vorsicht sehr nöthig, weil sich dabei eine so hohe Temperatur entwickelt, daß, wenn sie nicht gemäßiget wird, der Alkohol sich entzündet. Die kohlenstoffreiche Ameisensäure und saure Kleeensäure wird durch den Platinmoör zu Kohlenensäure oxydirt.

Beide übrigens, sowohl der Platinschwamm als der Moör verlieren ihre Eigenschaften durch längeres Verweilen in Kohlenoxydgas, in ölbildendem Gas und in Schwefelwasserstoff. Dies Letztere ist der Grund, warum die oben gedachten Platinfeuerzeuge, besonders wenn sie in Schlafzimmern stehen, ihre Wirksamkeit leicht verlieren. Aus leicht begreiflichen Gründen entwickelt sich in solchen Räumen Schwefelwasserstoffgas in nicht geringen Quantitäten manchmal so stark, daß man es sogar riecht, nun ist aber die Nase bei Weitem nicht so empfindlich gegen dieses Gas als Platinmoör, welcher dasselbe verdichtet und alsdann seiner Eigenschaften beraubt erscheint. In der Regel genügt das einfache Ausglühen, sollte dieses aber nicht helfen, so wäscht man den Platinschwamm oder den Platinmoör mit Salzsäure, darauf mit Wasser und glüht sie nunmehr aus.

Wenn wir als eine Haupteigenschaft des Platins die Schweißbarkeit angeben, so müssen wir noch hinzufügen, daß sich diese nicht allein bei dem ausgeglühten Platinsalmiak, also bei der ersten Verdichtung des Platinmetalles zeigt, sondern daß man dasselbe, auch wenn es schon fertig, auch wenn es schon verarbeitet ist, noch zusammenschweißen könne. Es halten sich z. B. Platinessel trotz ihrer außerordentlichen Weichheit sehr lange, sie lassen sich biegen, als ob sie aus ganz dünnem Zinn, aus Staniol gemacht wären, aber wenn man ein paarmal sie überbietet, wenn man das Biegen bis zum Knicken treibt, so brechen sie an solcher Stelle. Dieses pflegt man durch einen aufgelegten Goldstreifen zu heilen, den man mittelst

eines Wasserstoffgasstromes schmilzt, d. h. man löthet das Platina mit Gold. Nöthig ist dieses aber keinesweges, besser und zweckmäßiger erscheint sogar das Schweißen. Man treibt die beiden Theile des gerissenen Kessels durch einen Klemmerhammer etwas aus, so daß die Lappen nicht aneinander stoßen, sondern übereinander stehen, sich gegenseitig decken. Da, wo sie sich berühren sollen, kratzt man sie mit einem Schaber ganz rein, dann bringt man sie zusammen und unterwirft sie dann der hellrothen Glühhitze. In dieser schon kleben sie unter dem Hammer zusammen, ist dieses durch einige Schläge bewirkt, so erhitzt man die Stelle nochmals beinahe bis zur Weißglühhitze, und führt nun den Hammer längs der Naht mit kurzen raschen Schlägen fort, man braucht das Zusammenschlagen gar nicht so weit zu treiben, daß das Metall gestreckt wird, und da dieses Metall sich sehr schlecht erwärmt, da es die darauf gewendete Hitze schlecht durch seine Masse fortleitet, so braucht man gar kein großes Feuer, sondern nur ein so ausgedehnteres, als der Riß selbst erfordert.

Wenn ein Riß solcher Art ist, daß er sich durch Zusammenlegen der beiden Rißflächen nicht heilen läßt, so legt man ein Stückchen Platinblech so darüber, daß es beide Theile vereinigt, die übrige Bearbeitung ist der vorher beschriebenen ganz gleich. Auch ein Loch wird auf dieselbe Art geheilt, ist das Loch jedoch nur klein, so steckt man einen dasselbe ausfüllenden Platindraht hinein, klopft ihn auf beiden Seiten zu einem Kopfe breit und vollendet nun die Vereinigung durch Schweißen. In all den gedachten Fällen kann die Vereinigung so vollständig werden, daß man nichts von der vorhergehenden Beschädigung sieht.

Legirungen des Platins sind ziemlich zahlreich, außer seinen natürlichen Verbindungen mit dem dasselbe stets begleitenden Metall verbindet es sich vollständig mit Eisen, Blei, Zink, mit Kupfer und Silber. Einige dieser Legirungen scheinen sich in den Gewerben einbürgern zu wollen. Faraday hat sich viel mit der Legirung von Stahl und Platina beschäftigt. Nimmt man 4 bis 9 Theile Stahl auf einen Theil Platina, so erhält man eine sehr dichte gleichmäßige Masse, welche sich sehr schön poliren läßt und an der Luft gar nicht anläuft, was sonst beim Stahl sehr leicht geschieht. Eine Legirung von 1 Theil Platin mit 67 Theilen Stahl soll vortrefflich für Scheeren und scharfkantige Werkzeuge sein, 1 Theil Platin zu 200 Theilen Stahl soll vortrefflich für Rasirmesser sein. Das Silber wird, mit dem Platin legirt, beträchtlich härter, als es früher war und auch weniger hämmerbar, es scheint diese Legirung keinen technischen Werth zu haben, das Metall wird viel theurer als reines Silber und es enthält bei dieser Preiserhöhung nicht bessere Eigenschaften. Ein Gleiches kann man von den Legirungen mit Gold sagen, die Farbe ist bei Weitem nicht

so schön, als die des reinen Goldes, der Schmelzpunkt wird sehr hoch, nur eine Legirung, die von fünf Theilen Platin mit einem Theile Gold, hat Werth für den Verfertiger künstlicher Zähne, die Legirung ist nämlich außerordentlich elastisch, daher zu Federn und Klammern sehr gut zu verwenden.

Die Legirung von Platin und Blei ist sehr leicht schmelzbar, hat eine beinahe kupferrothe Farbe, ist aber nicht wohl zu irgend etwas zu gebrauchen, denn so weich die beiden einzelnen Metalle sind, so spröde und brüchig ist ihre Verbindung.

Mit Zink geht Platin leicht Verbindungen ein und zwar in sehr verschiedenen Verhältnissen, das Zink, an sich brüchig, scheint durch einen Platinzusatz noch spröder zu werden. Wenn man zwei Theile Zink mit einem Theile Platinschwamm zusammenreibt und erhitzt, so entsteht, noch ehe die Mengung roth glühet, eine lebhaftere Feuererscheinung, und mit ihr tritt die Vereinigung der beiden Metalle ein.

Das Produkt unterscheidet sich in der Farbe wenig vom Zink und ist auch bedeutend hart. Wenn man die Legirung unter Luftzutritt schmilzt, so verbrennt das Zink.

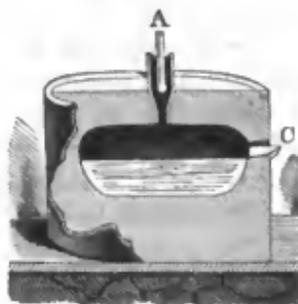
Platina und Eisen verbinden sich erst in sehr hoher Temperatur, die Legirung ist dabei so hart, daß sie sich kaum schmieden läßt und daß, wenn sie kalt geworden ist, gefeilt werden soll, keine Feile darauf steht, sie mehr von der Legirung, als die Legirung von ihr angegriffen wird.

Schmelzung des Platina's.

Die gewöhnliche Art, das Platina zum Schmelzen zu bringen, hat keine praktische Anwendbarkeit. Man hält einen Platindraht mit der Spitze in die Flamme eines Knallgasgebläses und sieht diese Spitze sich abrunden zu einer Kugel vielleicht von Erbsengröße, dies kann von wenigem Interesse und von wenigem Nutzen sein, anders ist es dagegen, wenn es gelingt, Platina in größeren Massen zu schmelzen, und dieses ist durch Saint Claire Deville erreicht worden. Sein Ofen besteht ganz aus gebranntem Kalk, wie die Figur 1155 im Durchschnitt zeigt. Zwei Stücke Kalk, nach auf einander passend, werden so weit ausgehöhlt, daß sich ein tiefer Kessel mit einem weniger vertieften Deckel bildet. Der Ofen ist ganz mit Eisendraht umspounen, damit er nicht auseinander falle. In der Mitte des

Deckels befindet sich eine kegelförmige Oeffnung, welche ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll Querschnitt hat, darin steckt ein doppeltes Rohr, A, das innere bestimmt, um Sauerstoffgas, das äußere und weitere, um Wasserstoffgas zuzuführen. In den unteren Theil des Ofens ist eine Rinne C eingeseilt, wodurch man das geschmolzene Platina ausgießen wird, wodurch aber bis zum Zeitpunkt des Schmelzens die überflüssige Flamme entweicht.

Fig. 1155.



Soll nunmehr das Platina geschmolzen werden, so wärmt man zuerst den Ofen an. Man läßt Leuchtgas oder Wasserstoffgas (dieses letztere ist viel wirksamer, das erstere aber viel wohlfeiler) durch die größere Röhre eintreten, giebt dann durch die engere Röhre auch dem Sauerstoffgas den Zutritt, zündet die Flamme an und läßt sie anfänglich schwach, dann immer stärker und stärker wirken, bis schließlich der Ofen weißleuchtend glüht. Nun bringt man das Platina in Blechstreifen durch die Oeffnung C in den Ofen. Ist das Blech dünn, so kann man kaum so schnell nachschieben, als das eingetragene schmilzt. Die Gase müssen dabei unter dem Druck einer 3 bis 4 Zoll hohen Quecksilbersäule oder einer 4 bis 5 Fuß hohen Wasser säule einströmen. Man wird natürlich sich des Wassers bedienen, weil man, um Gleiches zu bewerkstelligen, ungeheure Massen von Quecksilber verwenden müßte, ohne daß dadurch irgend etwas befördert würde.

Der Kessel oder Ofen (er ist ja beides zugleich) muß so groß sein, daß das geschmolzene Metall höchstens 1 Zoll hoch darin steht. In solchen Platten von Scheibenformen und bis zu 30 Pfund schwer kann man dasselbe jetzt erhalten, sie sind nicht durch Gießen entstanden, sondern dadurch, daß man das geschmolzene Platina im Ofen erkalten ließ, nachdem die Masse vorher vollständig geschmolzen war. Man verringert Behufs der Abkühlung nach und nach, doch sehr langsam, den Zutritt von Sauerstoffgas, später auch den des Wasserstoffgases, bis die Metallmasse ganz erstarrt ist, worauf man beide Gase ganz abschneidet.

Dieses Schmelzen des Platina's hat außer der Gewinnung beträchtlicher Metallmassen noch einen andern Zweck, man will nämlich das Metall affiniren, d. h. man will es durch Feuer von anderen darin enthaltenen Metallen und sonstigen Körpern befreien, deshalb wendet man auch den Kalk zum Schmelztiegel an, weil dieser sich mit dem vorhandenen Kiesel, dem Eisen und dem Kupfer in eine leicht schmelzbare Schlacke verwandelt, welche von den Wänden des Ofens aufgenommen wird. Diese Schlacke

erzeugt sich auf der Oberfläche des Metalles und die Vollendung der Affinirarbeit wird daran erkannt, daß sich kein geschmolzenes Glas mehr auf der Oberfläche zeigt. Es ist alsdann alle Schlacke von den Wänden des Ofens aufgenommen worden und es ist kein Material mehr da, um neue zu bilden.

Gegen das Ende dieses Reinigungsprozesses läßt man das Leuchtgas immer mehr vorwalten, wodurch Sauerstoff, welchen das Platinametal abсорbirt hat, zurückgewonnen wird und eine lebhafteste Kohlen säurebildung (Wasserbildung, wenn man statt des Leuchtgases reinen Wasserstoff anwandte) entsteht. Dadurch, daß der Sauerstoff aus dem Platina entweicht, kommt dieses in eine solche Bewegung, daß man glauben könne, es koche.

Stohmann führt einen Versuch an, wo von Beginn der Operation, d. h. vom ersten Anzünden des Knallgases angefangen, binnen 42 Minuten russische Münzen im Betrage von 23 Pfund zusammenschmolzen wurden. Durch das Affiniren wurde ungefähr ein halbes Prozent verloren, es wurden dabei auf jedes Pfund Platina 50 Maß oder Quart Sauerstoff verbrannt, die Hälfte davon aber mußte auf das Feinbrennen abgerechnet werden, denn zum Schmelzen allein waren nicht mehr als 25 Quart auf 1 Pfund erforderlich.

Es scheint, als ob die Benutzung des Kalkes zum Ofen eine sehr glückliche wäre, denn so viel ist gewiß, daß es nur wenige Körper giebt, welche in gleich geringem Grade die mitgetheilte Wärme abсорbiren, für sich verwenden, wie der Kalk. Ein solcher Kessel oder Ofen hatte nur $\frac{1}{2}$ Zoll Wanddicke an seinem oberen Theile, da wo der Deckel mit ihm zusammentritt und eine elliptische Höhlung bildet und trotz dieser geringen Dicke war während der Zeit, wo im Innern das Platinametal geschmolzen und affinirt wurde, äußerlich doch keine höhere Temperatur als 150 Grad wahrzunehmen. Wenn nun inwendig eine Hitze verbreitet war, welche das Platina schmolz, eine Hitze, welche man sonstmals gar nicht zu tagiren wußte, da man schon einen Porzellanofen in voller Gluth auf 20,000 Grad schätzte (wiewohl sehr übertrieben), die Hitze, vermöge deren Platina schmilzt, aber noch viel größer sein muß, da es im Porzellanofen nicht schmilzt, so geht hieraus hervor, daß die Leitungsfähigkeit des Kalkes für die Wärme eine überaus geringfügige sein müsse. Ein anderer Gegenstand von Wichtigkeit ist, daß beinahe kein Körper so stark Wärme ausstrahlt, als der Kalk. Diese Erfahrung ist durchaus nicht neu, seitdem Drummond die Beleuchtung der Seefläche durch das Kalklicht erfunden hat, weiß man, welsch' ein Leuchtvermögen der Kalk besitzt. Dieses Leuchtvermögen aber rührt lediglich von der ganz ungewöhnlichen Fähigkeit her, Licht und Wärme auszustrahlen. Wenn nun innerhalb eines von Kalk umschlossenen Raumes

nicht nur die gewaltigste Wärme erzeugt wird, sondern diese auch sammengehalten wird durch Mangel an Leitungsfähigkeit und sie auch noch concentrirt wird durch die Ausstrahlung oder die Zurückwerfung der empfangenen Wärme, so ist die Steigerung des Effectes sehr begreiflich.

Das Gießen des Platina's ist sehr einfach und wird ganz so vollzogen, wie das Seite 711 beschriebene Verfahren, nur mit dem Unterschiede, daß man keiner Maschinerie bedarf, weil es sich immer nur um das Gewicht von $\frac{1}{2}$ Centner handelt, den Ofen mit eingeschlossen, und ferner mit dem Unterschiede, daß man nicht den Tiegel aus dem Ofen zu heben braucht, weil Tiegel und Ofen eins ist. Der Ofen steht auf einem metallenen Untersatz, welcher um eine Achse drehbar ist. Ein Gitter schützt ihn vor dem möglichen Heruntergleiten und soll nun gegossen werden, so stellt man die untere Fläche, auf welcher der Ofen steht, nach Bedürfniß immer mehr und mehr schräge, bis der letzte Tropfen Platina ausgeflossen ist.

Es handelt sich bei dieser Operation hauptsächlich um Gewinnung einer beträchtlichen Menge Sauerstoff. Das Wasserstoffgas betreffend, so hat man dasselbe in den mehrsten großen Städten vorrätzig, in denen nämlich überall solche Gasbeleuchtungs-Anstalten zu finden sind. Um Sauerstoff aber zu Tausenden von Kubikfuß zu haben, genügt keinesweges ein Pfund Braunstein oder ein Pfund chlorsaures Kali, man muß große Massen haben und deswegen werden eigene Veranstaltungen getroffen. Retorten von Schmiedeeisen, so groß, daß eine jede etwa 10 Pfund gröblich zerstoßenen Braunsteins aufnehmen kann, werden in einen Flammenofen gelegt, dergestalt, daß sie ganz von der Flamme umspielt werden. Man kann 10, 12 und mehr Retorten anwenden, es kommt immer auf die Menge Gas an, welche man haben will, und auf die Schnelligkeit, mit welcher es erzeugt werden soll. Der Braunstein enthält eine sehr große Menge Sauerstoff (es ist überoxydirtes Manganmetall), wovon er in der Glühhitze wenigstens ein Drittheil in Gasgestalt entläßt. Die Retorten sind alle so beschaffen, wie es Seite 145 Figur 119 des I. Theils bei Gelegenheit der Bereitung des Sauerstoffes beschrieben wurde. Wie etwa eine Retorte in einem Ofen liegt, so kann man begreiflicher Weise in einen anderen Ofen 20 legen, auch brauchen sie nicht gerade die gebogene Retortenform zu haben, wie Figur 119 dieselbe zeigt, sondern es können auch ganz einfach solche Cylinder sein, wie man dieselben gewöhnlich benützt, um das Quecksilber zu transportiren, und wie wir sie bei Gelegenheit der Bereitung des Kaliummetalles Theil III. Seite 386 gesehen haben.

Alle Röhren, welche einzeln aus den eisernen Retorten führen und hier bestimmt sind, um dem Sauerstoffgase Durchgang zu gestatten, werden vereinigt in einem starken Blechrohr, dessen Mündung unter Wasser für

und gestattet, daß man damit große Gasbehälter anfüllt. Für Operationen, wie die hier vorzunehmenden, natürlich nicht so gestaltet, wie wir dieselbe Theil I. Figur 120 gesehen haben, sondern so, wie sie für die Gasbeleuchtung Theil III. Seite 92 angegeben sind, selbstverständlich wiederum nicht von der Ausdehnung, daß sie eine halbe Million Kubikfuß fassen, aber doch immer so, daß sie durch 2000 Kubikfuß noch nicht überfüllt werden. An der Außenwand eines solchen Gasbehälters ist ein Druckmesser angebracht, vermöge dessen man sehen kann, welche Höhe die Wassersäule hat, die auf das Gas wirkt, und welche die Entweichung desselben befördert. Dieser Apparat besteht in einer gekrümmten Glasröhre, 6 bis 8 Zoll lang, wenn man mit Quecksilber messen will, 6 bis 8 Fuß lang, wenn Wasser den Maßstab abgibt.

Ich finde in einigen Werken eine Berechnung der Kosten angegeben, 200 Pfund Braunstein (100 Kilogrammes Braunstein) sollen in Paris 26 Franks kosten und sich nach dem Verbrauch in Glashütten absetzen lassen, etwa zum Preise von 10 Franks, so daß der Gebrauch derselben einem Jeden, der Sauerstoff daraus erzeugen will, etwa 17 Franks kostet. Mit diesen 100 Kilogrammes erhält man 6 Kubikmetres, d. h. etwa 180 Kubikfuß Sauerstoff, woraus hervorgehen soll, daß 1000 Kubikfuß Sauerstoff höchstens 4 Franks kosten, den Braunstein mit eingerechnet. Da 120 Kubikfuß schon 17 Franks für den Braunstein fordern, so läßt sich leicht einsehen, daß 10 Mal so viel mehr Kosten verursacht werden, als 4 Franks. Es ist der gewöhnliche französische Leichtsin, der sich in solchen Angaben ausdrückt.

Es ist interessant zu sehen, wie die Fortschritte der Chemie einen so wesentlichen Einfluß auf die Metallurgie haben, auf die technischen Gewerbe überhaupt, könnte man sagen, hier aber liegt uns unmittelbar die Gewinnung eines Metalles vor und bei diesem sieht man solche Fortschritte um so auffallender, weil sich viele Techniker gerade damit vorzugsweise beschäftigt haben. So ist versucht worden, ob man nicht mit den gewöhnlichen Hüttenapparaten zur Ausscheidung des Platina's aus seinen Erzen gelangen könne, und dieses ist auf eine ganz unerwartete Weise gelungen. Blei vereinigt sich mit dem Platina sehr leicht. Das Eisen verzögert die Einwirkung, ist aber Schwefel dabei, so wird wiederum das Eisen leicht aufgenommen. So wendet man denn statt des reinen Bleies gleich Schwefelblei an, d. h. Bleiglanz. Nunmehr wirkt aber das Blei gar nicht auf die beiden stets mit Platina verbundenen Metalle Osmium und Iridium. Beim Zusammenschmelzen des Platinaerzes mit dem Blei werden also die beiden Metalle gar nicht aufgenommen, sondern sie bleiben

am Boden der geschmolzenen Bleimasse so gesondert liegen, daß man sie ganz leicht davon absondern kann.

Der Ofen, in welchem die Arbeit vorgenommen wird, hat große Aehnlichkeit mit dem zur Abtreibung des Bleies gebräuchlichen (siehe Figur 1056 Seite 293 dieses Theils). Die Sohle des Ofens ist nicht rund, sondern oval, im Uebrigen aber auch schüsselförmig vertieft. Um auf einmal 200 Pfund Platinerz zu gewinnen, giebt man gewöhnlich der Sohle die Länge von 3 Fuß, die Breite von $1\frac{1}{2}$ Fuß und eine Tiefe von etwa 5 Zoll. Als Brennmaterial wendet man Holz oder Steinkohle, aber niemals Coaks an, damit stets eine genügende Menge unverbrannten Kohlenstoffes über das Metall streiche und nicht zu rasch die Oxydation des Bleies verhindere. Die Sohle des Ofens ist gerade wie zur Gewinnung der Bleiglätte geschlagen. Wenn der Ofen abgeheizt und glühend geworden ist, bringt man kleine Theile der beiden Erze (Bleiglanz und Erz des Platinmetalles, das bekannte Gemisch aus 5, 6 und mehr Metallen) hinein, schüttet nur kleine Quantitäten auf einmal ein und bringt durch einiges Umrühren dieselben nach und nach zum Schmelzen. Es bildet sich sehr bald die Bleilegierung, zu welcher man nun etwas leicht schmelzbares Glas und dann nach und nach so viel Bleiglätte bringt, als man an Erz der beiden Metalle genommen hat. Die Bleiglätte in solcher Menge ist erforderlich, um den Schwefel aufzunehmen. Es bilden sich zwei auffallend verschiedene Schichten, den Boden bedeckt die Platina-Bleilegierung, auf dieser stehen die Schlacken, welche leicht flüchtig sind und entweder abgeschöpft werden, oder in die Masse des Herdes einziehen.

Man läßt die Legierung ruhig stehen, damit aus derselben sich die Quantität von Osmium und Iridium, welche im Platina enthalten ist, absetzen könne. Wenn dieses geschehen ist, schöpft man den oberen reinen Theil der metallischen Flüssigkeit mit einem eisernen Rößel ab, oder man hat den ganzen Ofen so eingerichtet, daß er sich ein Wenig neigen läßt, da alsdann die Platin-Bleimasse von selbst in untergesetzte Formen abläuft. Es bleibt nunmehr ein Bodensatz zurück, welchen man sehr schonen muß, d. h. von welchem man das Platin-Blei nicht mit allzugroßer Sorgfalt abschöpft oder abfließen läßt, dann würde dieses Platin gerade dadurch verunreinigt werden, der Bodensatz enthält die ganze Masse von Osmium und Iridium.

Das abgeforderte Platin-Blei wird nun weiter gereinigt, der Bodensatz aber keinesweges, obschon er in dem umgebenden Blei noch sehr viel Platina enthält. Dieser Bodensatz wird benutzt, um als Zuschlag zu der neuen Schmelzung genommen zu werden. Auf diese Weise vermehrt sich die Menge des Iridium und Osmium, bis man zuletzt zusammenbekommt,

was in 10 bis 15 Schmelzungen von Platinaerz enthalten gewesen ist, da es sich dann der Mühe lohnt, die beiden Metalle zu sondern und für sich darzustellen.

Es handelt sich nunmehr um die Scheidung des Bleies vom Platina, was dadurch geschieht, daß man die Legirung genau ebenso behandelt, als ob Blei von Silber abgetrieben werden soll. Durch Zufließen von atmosphärischer Luft bei hinlänglicher Hitze wird das Blei oxydirt und als Glätte abgezogen. Es bleibt immer weniger Masse auf dem Herde zurück, und diese ist immer reicher an Platina. Schließlich kühlt man dieselbe durch bespritzen mit Wasser ab, hebt sie als Metallkuchen aus dem Treibherde und bringt sie nunmehr in einen andern Ofen, worin sie aufrecht gestellt, von der starken Flamme umflossen, das Blei zum Theil ausfidern läßt, zum Theil aber es in Glätte verwandelt, bis der Kuchen nach und nach so porös wird, daß er wie ein Schwamm, man könnte sagen an seiner Oberfläche wie Blumenkohl aussieht, es braucht nunmehr weiter nichts vorgenommen zu werden, als ein Zusammenschmelzen zu einer kompakten Masse, womit gleichzeitig das Affiniren verbunden ist.

Das Schmelzen geschieht nun in einem Ofen, welcher bis gegen 40 Pfund fassen kann, auf dieselbe Art, wie wir es vorhin beschrieben haben, in welchem Falle man aber nicht bloß eine Knallgasflamme, sondern zwei oder mehrere gleichzeitig wirken läßt. Welche Größe aber der Ofen auch habe, niemals darf er so tief sein, daß die geschmolzene Masse mehr als einen Zoll hoch darin stände, denn bei der schlechten Leitungsfähigkeit des Platinas für die Wärme könnte es leicht unten erstarren, während es oben auf der Oberfläche geschmolzen würde.

Wir sehen, daß die ganze Darstellung des Platinas aus dem Bereich des chemischen Laboratoriums gerückt ist, und daß der Hüttenman dieselbe übernehmen kann, denn es handelt sich nicht mehr um Säuren und Alkalien, Gegenstände, welche ihm sehr fern liegen, sondern um Ofen und Feuer.

Es ist aber das Platina noch einfacher zu gewinnen, falls man nicht auf dessen Befreiung von Iridium und Rhodium sieht. Man hat alsdann zwar statt des reinen Metalls eine Legirung, aber eine solche, welche eben so werthvoll ist als das reine Metall, dabei eine große Härte besitzt und von der Hitze noch weniger angegriffen wird. Wenn die Erze des Platinas einem sehr starken Feuer ausgesetzt werden, so schmelzen sie als Metall zusammen. In solchem Feuer aber wird das Gold und das Palladium-Metall verflüchtigt, beide Metalle können gewonnen werden, wenn man die Dämpfe derselben condensirt. Das Osmium wird in dieser Hitze auch verflüchtigt, aber es verbindet sich mit dem Sauerstoff der Luft zu einer Säure, der Osmium-Säure. Es bleibt nun noch Kupfer und Eisen

übrig, die beiden Metalle werden oxydirt, und wenn man etwas Kalk in den Ofen bringt, so bilden sie damit eine leicht schmelzbare Schlacke, in welchem Falle nun überhaupt nur das Iridium und das Rhodium bei dem Platina zurückbleibt. Die Erze sind sehr verschieden, der Antheil der fremden Metalle ist also gleichfalls sehr verschieden, er geht von 2 Prozent Iridium bis zu 7 Prozent, und von 1 Prozent Rhodium bis zu 3 Prozent. Die ganze Operation wird in einem solchen Ofen dargestellt, wie derjenige ist, welchen wir Seite 745 beschrieben haben. Der Unterschied zwischen diesem und jenem Ofen besteht lediglich darin, daß der Ofen zum Erzschnmelzen zwei Oeffnungen im Deckel statt einer hat. Durch die eine dieser Oeffnungen geht der Knallgasstrom in das Innere, durch die andere Oeffnung, welche mit einem Stöpsel von Kalkstein zu verschließen ist, trägt man das Erz in den Ofen, so daß er gerade von der stärksten Flamme getroffen wird. Man pflegt nicht früher neues Erz einzutragen, bis das vorhandene geschmolzen ist, allein dieses geschieht so schnell, daß dadurch keine bemerkbare Verzögerung eintritt. Es wird zu dem gepulverten Erz immer etwas Kalkstein gesetzt, wodurch sich jeder Zeit Schlacken bilden, welche in den heißen Ofen einziehen, und denselben nach und nach zerstören. Erst wenn dieses der Fall ist, hört man mit dem Gebrauch auf, das geschmolzene Platina wird ausgegossen, und die Stücke des Ofens, in denen man Platinkörner mutmaßt, werden in Salzsäure gelegt, um den Kalk aufzulösen und das Platina zurückzuerhalten. Der Rückstand wird mit Wasser aufgeschwemmt, wobei die Kieselsäure mit fortgerissen wird, und schließlich nur die Metallkörner zurückbleiben.

Der sogenannte Regulus, das Platina mit allen begleitenden Metallen, wird nun in einen andern Ofen gebracht, welcher dieselbe Einrichtung hat, aber nur bestimmt ist, das Metall zu affiniren. Das Metall wird hier geschmolzen und so lange in möglichster Hitze erhalten, bis das Osmium verbrannt ist, was sich daran zu erkennen giebt, daß sich nicht mehr sauer riechende Dämpfe entwickeln.

Die Dämpfe alle werden durch ein Rohr nach einer Schale geführt, in welcher Ammoniakflüssigkeit befindlich ist. Dieses verbindet sich mit der Osmiumsäure zu einem Ammoniaksalz und das Osmium kann aus diesem Salz leicht reducirt werden.

Ist die Reinigung so weit gebiechen, so pflegt man nur noch Platina mit Rhodium und Iridium verbunden zu haben.

Man war in früheren Zeiten der Ansicht, daß das Platina sich höchst brüchig zeige, wenn es auch nur eine ganz geringe Quantität Iridium enthalte. Die Praxis hat gezeigt, daß dieses irrig sei, daß es im Gegentheil

eine sehr brauchbare und leicht zu verarbeitende Legirung bilde, welche jetzt sogar schon im Handel zu haben ist.

Unter den Fundorten von Platinerz muß auch Borneo aufgeführt werden, woselbst es durch Bleekerode entdeckt und analysirt wurde. Das Erz enthält 71 Prozent Platina, 8 Prozent Iridium, 9 Prozent Osmium, $1\frac{1}{2}$ Prozent Palladium und Rhodium, 5 Prozent Eisen, demnächst aber auch noch Quecksilber, Eisenoxyd, Kupfer, im Ganzen $2\frac{1}{2}$ Prozent magnetische Antheile, aber kein Gold, was eine Seltenheit ist, da die Platinerze sonst immer Gold führen. Die Angabe, daß über $2\frac{1}{2}$ Prozent magnetische Antheile vorhanden wären, stimmt mit der, daß 5 Prozent Eisen und $\frac{1}{2}$ Prozent Eisenoxyd vorkommen, nicht zusammen.

Auch das Platinerz aus Californien unterscheidet sich von dem in Südamerika und Asien vorkommenden durch seinen Mangel an Gold, demnächst aber auch durch seinen großen Ueberschuß an den sonst das Platina begleitenden Metallen. Solches Erz zeigt nur 57 Prozent Platina, Iridium 8, Rhodium $2\frac{1}{2}$ und Palladium 2 Prozent, Osmium 3 Prozent, Osmium-Iridium aber $27\frac{1}{2}$ Prozent, so daß dieser Platinmetalle 43 Prozent in den Erzen enthalten waren.

Es hat sich durch die Untersuchungen von Desmontis und Ed. Newton ergeben, daß Platinalegirungen, in denen das ebengedachte Metall die Hauptsache, Iridium, Palladium und Rhodium in verschiedenen Prozentverhältnissen vorhanden, für die Chemie von größter Wichtigkeit sind, weil sie Eigenschaften besitzen, welche ihnen den offenbarsten Vorzug vor dem reinen Platina gewähren.

Um diese Legirungen darzustellen, wird das Platinerz in möglichst fein vertheiltem Zustande mit Kalk gemischt und an der Luft geröstet, wodurch sie von dem größten Theil des in dem Erze enthaltenen Osmium befreit werden. Das Erz wird sodann in solchen Oefen geschmolzen, wie wir deren Seite 745 beschrieben haben, indem man Leuchtgas mit Sauerstoffgas gemengt darüber gehen läßt. Auf die Form des Ofens kommt es natürlich nicht an, man kann also auch die Flammöfen nachahmen und die beiden Gase von einander geschieden, durch Gebläse zu den Erzen führen und sie daselbst im Augenblick des Verbrennens zusammentreten lassen. Der Kalk ist hierbei von großer Wichtigkeit, indem er eine Reinigung des Platinas bewerkstelligt, daher man solche Oefen auch anwenden kann, um alles unbrauchbar gewordene Platina durch Schmelzung zu reinigen.

Auf die gedachte Weise gewährt das Platinerz eine durch vollständige Schmelzung bewerkstelligte Vereinigung von Iridium, Rhodium und Palladium mit den Platinmetallen, und diese Legirung kann sofort benutzt werden, um daraus Bleche zu walzen, Kessel zu treiben u. Es ist dieses

durchaus nicht gleichgültig, denn es wird eine außerordentlich beschwerliche Arbeit, die chemische Trennung der Metalle vom Platina unnöthig gemacht, und in Folge dieser sehr bedeutenden Zeit- und Kostenersparniß können aus solcher Legirung dargestellte Gefäße beträchtlich wohlfeiler werden, als wenn sie aus reinem Platina gemacht werden. Zugleich ist diese Legirung bei Weitem nicht so leicht biegsam, viel widerstandsfähiger und kann also sogar schwächer gemacht werden, als reines Platina gehalten sein muß, wenn es den verlangten Zwecken entsprechen soll.

Wenn man die Platinerze auf die bisher gewöhnliche Weise durch Säure behandelt (Königswasser), so bleiben die Metalle des Platinerzes übrig. Nach dem Abdampfen werden dieselben mit Kalk vermischt und in dem gedachten Ofen von Kalk geschmolzen, wobei das Osmium durch den Kalk oxydirt und verflüchtigt wird, indessen Iridium, Palladium und Rhodium zu einem Metallklumpen zusammenfließen. Wenn Chrom und andere Verunreinigungen dabei sind, so bilden diese mit dem Kalk eine Schlacke, die sehr leicht von dem übrigen Metall zu trennen ist.

Der auf diese Weise erhaltene Metallklumpen läßt sich nunmehr in bestimmten Verhältnissen mit dem Platin zusammenschmelzen und Legirungen darstellen, welche genau bestimmte Eigenschaften besitzen.

Diese Metalle, welche dem Platin angehören, haben eigentlich nur eine äußere Aehnlichkeit unter sich und mit dem Platin. Die chemischen Eigenschaften betreffend, so weichen sie stark von einander ab. Osmium z. B. soll nach Deville mehr ein Metalloid als ein Metall sein, und die anderen zeigen die verschiedensten Analogien mit anderen Elementen der Chemie, Rhodium ist edler als Gold. Allen gemein ist die Eigenschaft, daß sie aus ihren Verbindungen mit dem Sauerstoff, dem Schwefel, den Halogenen leicht reducirt werden können.

Das Palladium ist das am leichtesten schmelzbare Metall in der ganzen Gruppe, aber es verflüchtigt sich doch erst bei einer außerordentlich hohen Temperatur, wobei sich grünliche Dämpfe entwickeln, die sich an weniger warmen Körpern als dunkelbraunes Pulver niederschlagen, und dieses Pulver ist ein Gemenge von Oxyd und von Metall im fein vertheilten Zustande. Wenn es höher erhitzt wird, als sein Schmelzpunkt, so scheint es Sauerstoff aufzunehmen, was man jedoch erst bei der Abkühlung bemerkt. Es zeigt nämlich die Erscheinung des Spragens, aber erst im Augenblick wo nach dem beginnenden Erkalten, die oberste Metallschicht, die Oberfläche fest geworden ist. Es reißt dann diese auf und wenn es gespragt hat, sinkt dieselbe wieder zusammen und ebnet sich, indessen das Innere des Metallkörpers mit vielen kleinen Höhlungen versehen ist. Bringt man dasselbe in Jodwasserstoffsäure, so wird es aufgelöst und es entwickelt

sich dabei Wasserstoff. Zu Draht gezogen und zu einem lockeren Knäuel gewickelt, zeigt es die Erscheinung des Glühlämpchens, gerade wie Platindraht.

Das Platina ist nächst dem Palladium am leichtesten schmelzbar in dieser Gruppe. Wenn man es weit über den Schmelzpunkt erhitzt, so verflüchtigt es sich, wenn es nachher erkaltet, erstarrt, so zeigt es die Erscheinung des Spragens grade wie Palladium oder Silber. Läßt man es langsam erkalten, so zeigt sich allerdings diese Erscheinung nicht, wenn man es jedoch lange Zeit im geschmolzenen Zustande erhalten hat und dann plötzlich den Deckel von dem Schmelzofen abhebt, so tritt das Spragen sehr lebhaft ein. Das Schmelzen in Kalk macht das Platina äußerst fein und weich, so daß es jede beliebige Ausarbeitung erträgt.

Osmium schmilzt nicht bei gewöhnlichem atmosphärischem Druck, aber es verflüchtigt bei sehr hoher Temperatur, ohne einen Rückstand zu hinterlassen, und diese Temperatur ist so hoch, daß das Platin dabei verdampft.

Rhodium schmilzt viel schwerer als Platin, eine Hitze verbunden mit einer Zeit, welche genügt, um 300 Theile Platina zum Schmelzen zu bringen, ist kaum ausreichend, um 40 Theile von Rhodium in flüssigen Zustand zu versetzen. Verflüchtigt scheint es nicht zu werden, aber es zeigt Spuren von Oxydation, auch spritzt es wie das Palladium. Die Oberfläche der gegossenen Rhodiumstücke ist oft bläulich. Durch die Berührung mit dem Kalk, in welchem man es schmilzt, ist es von dem beigemengten Silicium und Osmium vollständig befreit und zeigt alsdann sehr merkwürdige physikalische Eigenschaften, es ist ebenso dehnbar und streckbar wie das Silber und auch beinahe eben so weiß und hat die schätzbare Eigenschaft, dem Platina eine Widerstandsfähigkeit zu geben, die dasselbe allein, d. h. im reinen Zustande nicht hat. Wenn man 70 Prozent Platin mit 30 Prozent Rhodium zusammenschmilzt, so zeigt sich diese Legirung zuerst viel leichter schmelzbar als jedes einzelne Metall, demnächst läßt es sich schmieden, sowohl im glühenden als im kalten Zustande, hauptsächlich aber hat diese Legirung eine völlige Unangreifbarkeit. Bekanntlich wird Platina von Königswasser aufgelöst. In einem Kessel aus der gedachten Legirung kann man das Königswasser so lange kochen, bis der letzte Tropfen verschwunden ist, ohne daß eins der Metalle für sich oder beide angegriffen werden. Es ist dieses eine ganz eigenthümliche Erscheinung. Wenn man z. B. Gold und Silber oder Gold und Kupfer mit einander legirt hat, so kann man durch Salpetersäure die Legirung trennen. Das auflöseliche Metall wird aufgelöst, das unauflöseliche bleibt als Rückstand in der Flüssigkeit, nicht so hier, wo vielleicht durch einen elektrischen Vorgang beide Metalle unangreifbar werden.

Iridium ist von allen Platinmetallen das am schwersten schmelzbare. Eine Hitze, welche ausreicht, 150 Theile Platina in Fluß zu bringen, ist kaum ausreichend, um 10 Theile Iridium zu schmelzen. Das Metall ist sehr spröde und zeigt keine Spur von Dehnbarkeit. Es verdichtet die Gase an seiner Oberfläche, wie das Platina. Trotz seiner Sprödigkeit, ist es doch ein wenig hämmerbar. Die Legirung von Platin mit diesem Metall wird wegen der Härte desselben gleichfalls hart und erlangt dadurch eine jener schätzbaren Eigenschaften, die Widerstandsfähigkeit nämlich, welche Platin allein nicht hat. Ein Blech aus einer solchen Legirung leistet viel mehr, als reines Platin, verbiegt sich nicht so leicht etc.

Will man Platin aus verdorbenen Geräthschaften, aus unbrauchbar gewordenen Blasen zur Concentration der Schwefelsäure, oder aus aufgesammelten Abgängen von Grove'schen Batterien, von Platin-Feuerzeugen wieder herstellen, so bringt man solche Massen in einen aus Kalkstein gedrehten Tiegel, stellt denselben in den schon vorhin beschriebenen Ofen von Kalk, läßt das Gebläse von Leuchtgas und Sauerstoffgas darauf wirken und gießt nunmehr die geschmolzene Masse in Stangen.

Um das Gold daraus zu scheiden, wird das Platin sehr dünn gestreckt, ausgeglüht und dann in schwaches Königswasser gebracht, welches das Gold sehr schnell, von dem Platin aber äußerst wenig auflöst.

Die gewöhnlichen Metalle, welche möglicher Weise in der zusammengeschmolzenen Masse vorhanden waren, ferner die oxydirbaren Metalle und die Metalloide, sind sämmtlich durch das Schmelzen in Kalk vertilgt, sie sind verflüchtigt, wie das Blei und das Silber, oder oxydirt, wie das Silicium, oder sie sind durch beide Thätigkeiten fortgegangen, wie Kupfer, Blei, Silber, Palladium. Auch das Osmium verschwindet vollständig, dergestalt, daß so gewonnenes Platin reiner und besser ist, als es ursprünglich in den Geschirren war. Es ist weich wie Kupfer, und eignet sich daher vortrefflich für zu prägende Gegenstände, wie Medaillen und Münzen.

Die Erfindung der Kalktiegel und der Leuchtgasöfen hat es möglich gemacht, das Platina in Massen zusammenzuschmelzen, von denen man sonst keinen Begriff hatte, 5 bis 10 Pfund Platina in einem Stück zu bereiten, nennt man das Verfahren im Kleinen. Es geschieht in folgender Art.

Man schmilzt 10 bis 12 Pfund Plattnerz mit einem gleichen Gewichte Bleiglanz und einem Gemenge Glas und Borax zusammen. Es ist dieses ein Kunstgriff, welcher der Chemie alle Ehre macht. Die Verbindung von Platina mit Blei ist nicht leicht, wendet man aber Bleiglanz an, so findet sie gar nicht statt. Dies könnte man keinen Vortheil nennen, man weiß jedoch, daß Eisen, zu geschmolzenem Bleiglanz gesetzt, den Schwefel auf-

nimmt, daß dadurch das darin enthaltene Blei befreit wird. Wenn nunmehr das Platin mit dem Blei im Augenblicke seiner Entstehung unter geeigneten Verhältnissen (Schmelzhitze) zusammentritt, so findet eine Verbindung statt.

Dieses wissend, erhitzt man nun das Metallgemenge zur lebhaftesten Rothgluth und rührt dasselbe von Zeit zu Zeit mit einer gußeisernen Stange um. Bei dieser Operation liefert nun der Bleiglanz in der gedachten Weise das Blei zum Auflösen des Platins, der Schwefel desselben tritt dagegen an das Eisen der Rührstange sowohl, als an dasjenige Eisen, welches in dem Platinergz enthalten ist.

Zulezt blieben nur noch einige Körner von Osmium-Iridium ungelöst übrig, welche auch am Boden des Schmelztiegels unverändert gefunden werden.

Hat man es so weit gebracht, so wird die Hitze noch mehr gesteigert, während man zugleich Bleiglätte auf die Oberfläche der geschmolzenen Masse schüttet, so lange, bis alle Entbindung von schwefliger Säure aufgehört und die Schlacke oxydirt worden ist. Es wird dabei das Umrühren mit der eisernen Stange nicht unterlassen und die Erhitzung darf nicht aufhören, bevor dem Blei aller Schwefel entzogen ist.

Nach dem Abkühlen nimmt man das Metall aus dem Tiegel, trennt die Schlacke von demselben und sägt das untere Zehnthheil des Klumpens, in welchem alles Osmium-Iridium enthalten ist, ab, um dasselbe für künftige Fälle aufzubewahren, dem neuen Schmelzprodukte zuzusetzen und auf diese Weise schließlich einen Metallsaß von großem Reichthum zu erhalten.

Man hat jetzt eine Masse, in der dem Gewichte nach das Blei vorwaltet, das Platin aber in ganz reinem Zustande enthalten ist. Man bringt die Legirung auf einen kleinen Treibherd oder eine sogenannte Capelle, vertreibt das Blei durch Oxydation desselben und es bleibt ein Klumpen Platina übrig, der so wenig mit Blei versetzt ist, daß er schon in diesem Zustande für die mehrsten chemischen Operationen vollkommen brauchbar wäre, dem man jedoch auch diesen Antheil noch entzieht dadurch, daß die Platinmasse im Kalkofen unter Gas geschmolzen wird. Das reine Platina wird nunmehr in Stangen- oder Plattenform gegossen und der weiteren mechanischen Bearbeitung übergeben, eine Gefahr ist bei diesen sämtlichen Prozessen nur schließlich vorhanden darin, daß sich bei dem Zusammenschmelzen in dem Gasofen Blei verflüchtigt, also Bleidämpfe möglicher Weise den Arbeitern beschwerlich fallen können. Leitet man die von dem Ofen abgehenden Gase aber in eine stark ziehende Esse, so ist hiermit alle Gefahr beseitigt.

Die Darstellung im Großen unterscheidet sich von dieser im Kleinen vorgenommenen nur wenig. Man wendet auch hier das Schmelzen mit Bleiglanz an, nimmt es aber in einem Ofen vor, welcher Aehnlichkeit mit den gewöhnlichen Treibherden für das Blei hat, er ist von Ziegeln gebaut, hat ungefähr 3 Fuß Durchmesser und seine Sohle bildet eine Schüssel von Kreisform und von etwa 6 Zoll Tiefe. In einem solchen Ofen kann man 2 Centner Erz auf einmal schmelzen. Man bringt dazu eben so viel Bleiglanz (dem Gewichte nach) und läßt eine starke Flamme von möglichster Breite darüber streichen, um die Reduktion des Bleiglances zu bewerkstelligen; wenn beides, Blei und Erz, zusammengeschmolzen ist, und sich unter beständigem Umrühren die Legirung gebildet hat, wirft man etwas schwer schmelzbares Glas auf die Masse, wodurch die Verdampfung gehindert wird, steigert nunmehr die Hitze und bringt nach und nach 4 Centner Bleiglätte dazu, welche erforderlich sind, um den Schwefel vollständig auszutreiben.

Nunmehr läßt man das Metall in vollständiger Ruhe, wodurch sich Osmium-Iridium am Boden ansammelt, die bleihaltige Schlacke aber auf der Oberfläche erscheint. Man entfernt diese und schöpft nun die Legirung von Platina und Blei mittelst eines gußeisernen Löffels ab, um dieselbe in Formen gießen zu können, der unterste Theil wird geschont, weil er das Osmium-Iridium enthält, er wird bei einer folgenden Schmelzung zugefetzt, wodurch man eine stets reicher werdende Verbindung von solchem Metall erhält.

Auch hier wird das Blei abgetrieben durch Capellation, gerade wie beim Abtreiben des Silbers auf dem Treibherd. Gegen das Ende der Operation fängt natürlich das Platina an zu überwiegen, und wenn dieses der Fall ist, muß die Hitze immer stärker werden, weil sonst das Platina aufhören würde, flüssig zu sein, aber wie sehr man die Hitze auch steigern mag, schließlich tritt der Zeitpunkt doch ein, wo es unmöglich ist, Platina durch unser gewöhnliches Holz- oder Kohlenfeuer im flüssigen Zustande zu erhalten, dann erstarrt die an Platina sehr reiche Legirung und nachdem man sie mit Wasser übergossen hat, nimmt man sie fort, um sie zu salgen. Zu diesem Behuf kann man auch schon früher, als die Erhärtung eintritt, das Metall ausschöpfen und in flache Formen gießen, um daraus solche Kuchen zu bilden, wie man sie aus Kupfer gießt, wenn dasselbe Behufs der Abgabe des Silbers mit Blei zusammengeschmolzen worden ist.

Der Apparat ist ähnlich demjenigen, welchen man zum Ausfaisern des Kupfers anwendet, nur stehen die bleihaltigen Platinstücke viel mehr in einer stark oxydirenden und zugleich sehr heißen Flamme, als jene Kupferscheiben, bei denen die Hitze nur das Schmelzen des Bleies und ein Aus-

stern desselben bewerkstelligen soll. Die hier wirkende oxydierende Flamme schmilzt weniger das Blei aus, als sie es in Oxyd, in Bleiglätte verwandelt. Diese schmilzt und fließt aus und läßt einen Kuchen zurück, welcher äußerst porös ist und an der Oberfläche ungefähr einem Blumenkohlkopf ähnelt.

Nachdem die stärkste Erhöhung der Flamme keine fernere Oxydation mehr bewerkstelligen kann, ist das Platina rein und braucht nunmehr nur noch zusammengeschnolzen zu werden. Zu diesem Behufe bedient man sich des oben gedachten Gasofens. In demselben läßt sich kaum eine größere Masse, als von 30 bis 40 Pfund, schmelzen, da aber diese Oefen nichts eben sehr kostbares sind, so kann man $\frac{1}{2}$ Dugend gleichzeitig im Gange haben, und aus diesen, wenn alle Ziegel mit der geflossenen Masse gefüllt sind, einen Klumpen gießen, welcher 2 Centner und allenfalls auch mehr an Gewicht hat. Dies ist eine Masse von solcher Größe, daß man sich davon in früherer Zeit wohl nichts hat träumen lassen, besonders wenn sich's um eigentlich geschmolzenes Platinmetall handelt. Man war sonst sogleich mit der Behauptung fertig, „Platina hat man nur in kleinen Körnern zusammengeschnolzen“ oder „Platina läßt sich in größerer Masse, wenigstens mit unseren Mitteln, nicht schmelzen.“ Nunmehr reichen unsere Mittel dazu, 200pfündige Klumpen geflossenen Metalles in einem Stücke zu haben. Es ist doch etwas Schönes um die mächtigen Fortschritte der Naturwissenschaft in unserer Zeit.

Hüttenmännische Behandlung des Platinerzes.

Da, wo die Chemie noch nicht auf dem Standpunkte steht, den sie in Europa einnimmt, wie z. B. in Californien selbst, kann man sich auf diese der gedachten Operationen nicht einlassen, es muß daher von Wichtigkeit sein, ein Verfahren zu finden, mittelst dessen man die Platinerze zu Gut machen kann, ohne weitere Hülfe als die des Feuers, und dies ist in der That gelungen. Nur erhält man das Metall nicht vollkommen rein, sondern als eine Legirung desselben mit Iridium und Rhodium, welche aber gegenwärtig eigentlich höher geschätzt wird, als Platina selbst, da sie den Säuren und sonstigen Reagentien und der Hitze besser widersteht und auch härter ist, als das reine Platinmetall.

Zur Beschaffung einer solchen von fremden Bestandtheilen freien Legirung muß man dem Platinerz sowohl die flüchtigen als die oxydirbaren

Beimengungen entziehen können. Das Gold kann man von demselben noch vor der ferneren Verarbeitung scheiden, das Palladium ist flüchtig. Bleibt dieses und selbst auch das Gold in den zu schmelzenden Erzen, so findet man dieselben wieder, wenn man die entweichenden Dämpfe durch Abkühlung verdichtet, das Osmium geht mit dem Sauerstoff eine Verbindung ein, es verwandelt sich in ein Oxyd, die Osmiumsäure, und verflüchtigt sich als solche. Auch das Kupfer und das Eisen werden oxydirt. Das Eisen geht mit dem Kalk eine schmelzbare Verbindung ein, das Kupfer entweicht in den Flammen.

Die hüttenmännische Gewinnung geht nun darauf aus, das Platinerz, nachdem es gepöcht, gepulvert und gesiebt worden, lediglich durch das Feuer unter Beihülfe eines Schmelzmittels zu gewinnen. Dieses Schmelzmittel ist nichts weiter als der Kalk, mit welchem man es gemengt hat, und mit welchem man es auf die ausgehöhlte Fläche eines aus Kalk gebildeten Ofens bringt, um Leuchtgas oder Wasserstoffgas mit Sauerstoff gemengt darüber verbrennen zu lassen, so daß der Strom desselben kräftig auf das gemengte Erz wirkt.

Von dem Kalk wird dem Erze so viel zugesetzt, als dasselbe Eisen enthält, dies muß daher durch eine vorläufige Probe ermittelt worden sein. Die Schmelzung wird nicht mit der ganzen Masse, sondern immer nur mit Abtheilungen derselben vorgenommen. Sobald die erste Quantität des eingebrachten Erzes vollkommen geschmolzen ist, bringt man eine zweite Portion dazu, dann eine dritte und so fort. Man schöpft von dem vollkommen geflossenen und lange genug erhitzten Platina einen Antheil aus und gießt denselben in Formen. Man setzt neues Erz zu und fährt so fort bald zuzugeben, bald auszus schöpfen, bis die Sohle des Ofens durch die Schlacke ganz zerstört ist, indem das Eisenoxyd mit dem zugegebenen Kalk eine schmelzbare Substanz bildet, die in den Kalk des Ofens eindringt und ihn auf solche Weise nach und nach zerstört.

Nachdem die Sache so weit geziehen und nun schließlich nichts mehr von Erzen zugesetzt, wohl aber das Platina ganz ausgeschöpft ist, zertrümmert man die Sohle des Ofens und digerirt sie mit Salzsäure. Es bildet sich eine gallertartige Substanz von der im Kalk und im Erz vorhandenen Kieselerde, welche vom Wasser abgeschlemmt und fortgerissen wird, indessen die Platinkörner als sehr schwer zurückbleiben.

Noch ist das Platina keinesweges von allen oxydirbaren Substanzen befreit, man muß dasselbe daher noch einmal umschmelzen, und wenn hierbei kein Osmiumgeruch mehr wahrgenommen und der Kalk, aus welchem der Ofen besteht, nicht mehr angegriffen wird, so hält man das Platina für

vollkommen gereinigt, d. h. in dem oben angegebenen Sinne, denn es ist immer nicht reines Platina, sondern eine Legirung.

Mit dieser Arbeit ist dasjenige vollbracht, was der Hüttenmeister bezweckt, er hat das Erz in Metall verwandelt und er überläßt nunmehr dem Chemiker, für die vollkommene Reinheit desselben zu sorgen, die dem Hüttenmeister ganz gleichgültig ist, und so befindet sich das Platinerz in demselben Stadium, in welchem sich Gold- und Silbererze seit langer Zeit befinden, es bedarf nur noch des Feuers, um dasselbe zur Handelswaare zu machen. Hätte man dieses Verfahren vor 30 oder 20 Jahren in Rußland gekannt, so würde man höchst wahrscheinlich auf die Gewinnung des Platina's viel mehr Mühe verwendet haben und es würde dann ein dem Physiker und Chemiker bei weitem zugänglicheres Metall sein, als es jetzt ist. Zu jener Zeit, wo es russische Platinmünzen in Menge gab, konnte man das Loth Platina für 2 Thaler kaufen, jetzt kostet es 8 Thaler.

Das Platina kann auch mit Iridium allein legirt werden, Deville und Debray vermengten russisches Platina, welches nur sehr wenig Rhodium enthielt, mit Osmium-Iridium in sehr verschiedenen Verhältnissen. Dieses Doppelmetall war mit Zink zusammengeschmolzen, vertheilt und dann geröstet worden, wodurch der größte Theil des Osmiums oxydirt und verflüchtigt war. Das gepulverte Zinkmetall wurde zu dem Platina gesetzt, mit gepulvertem Kalk vermengt und dann im Knallgasgebläse innerhalb eines Kalkofens geschmolzen.

Der hier erhaltene Klumpen enthielt 15 Prozent mehr Iridium als sich vorher im Erze befand, das Platina betrug 78,7, das Iridium 21,3 Prozent. Die Legirung war ganz ungewöhnlich hart und doch vollkommen hämmerbar. Man schlug ein Stückchen von etwa $\frac{1}{10}$ Loth ab, hämmerte dasselbe zu einem sehr dünnen Blättchen aus und brachte es dann in Königswasser. Es mußte vier Monate lang in demselben liegen, und die Doppelsäure mußte alle 2 Tage erneuert werden, um es dahin zu bringen, daß von diesem Metallgemisch die Hälfte aufgelöst würde. In der gewöhnlichen Sprache würde das heißen, eine solche Legirung wird von Säuren gar nicht mehr angegriffen.

Manche Arten von Osmium-Iridium enthalten viel Rhodium, es war fraglich, ob man das Platinmetall nicht hiermit und mit dem Iridium würde verbinden können, indessen man das Osmium verjage, und es geschah in der That, sie schmelzen unter den vorhin angegebenen Vorsichtsmaßregeln die einzelnen Substanzen in einem solchen Verhältniß zusammen, daß, nachdem sich das Osmium verflüchtigt hatte, die Legirung 75 Theile Platina, 5 Theile Rhodium und 20 Theile Iridium enthielt. Bei dieser war neben

der äußersten Widerstandsfähigkeit gegen Säuren besonders die seltene Geschmeidigkeit hervorzuheben.

Um die Legirungen in jedem beliebigen Verhältniß darzustellen, macht man sich zuerst mit der Zusammensetzung des Erzes, welches man anwenden will, bekannt, dann setzt man von dem gerösteten Osmium-Iridium so viel zu, daß die Legirung die gewünschten Verhältnisse und die verlangte Geschmeidigkeit und Härte erhält. Die Behandlung einer solchen Mischung ist genau dieselbe, wie wir sie bei dem Zusammenschmelzen der Erze gesehen haben.

Weil das Osmium-Iridium schwierig zu rösten ist, so schmilzt man es, wie wir bereits wissen, mit Zink zusammen, wodurch es ungemein aufgeschlossen wird, das Zink entfernt man nun entweder durch Verdampfen oder durch Auflösen in Salzsäure. Die Röstung wird dadurch bewerkstelligt, daß man das zerkleinerte Metallgemenge in Muffeln stark erhitzt und immerfort atmosphärische Luft Zutreten läßt, damit dieses in genügendem Maße geschehe, giebt man der Muffel ein Rohr, welches nach einem gut ziehenden Schornstein führt, dadurch verbrennt in der immer neu zuströmenden Luft das Zink größtentheils, Osmium beinahe ganz und gar. Will man aber vollkommen sicher sein, so darf man das so geröstete Produkt nur mit Salzsäure digeriren, wodurch Alles entfernt wird, außer Rhodium und Iridium. Man schlägt dieses nun entweder mit dem Hammer zusammen oder man sintert es in einem mit Kohlen bedeckten Tiegel so weit zusammen, daß es dem Strom weißglühender Gase, die man in den Kallofen leitet, widerstehen könne.

Diese vortrefflichen Iridiumlegirungen widersprechen den früheren Angaben der chemischen Lehrbücher, es sei das Iridium der Güte des Platina's sehr nachtheilig, auf das Bestimmteste.

Anwendung des Platina's.

Seitdem man dasselbe in größerer Menge und in ziemlicher Reinheit erhalten hat, ist man bemüht gewesen, es zu allen denjenigen Gegenständen zu verarbeiten, von welchen man eine besondere Widerstandsfähigkeit gegen hohe Temperatur und gegen chemische Prüfungsmittel verlangt. Man kann sich denken, wie außerordentlich mannigfaltig die Anwendung des Platina's dadurch geworden ist. Keine Säure greift dasselbe an, es wird von Queck-

silber nicht aufgelöst, es giebt keinen Hitzegrad, den man durch Kohlen oder Coaks auf dem Herde erzeugen könnte, groß genug, um dieses Metall zu schmelzen, es wäre daher unschätzbar, wenn es nicht so hoch geschätzt würde, daß es kaum zu bezahlen ist. Um Schwefelsäure so weit zu concentriren, daß sie rauchend wird, daß also ein Antheil wasserfreier Schwefelsäure darin enthalten ist, würde man sich gern eines Platinaleffels bedienen. Recht reiche Fabrikanten thun es auch, aber so ein Kessel kostet 8000 bis 10,000 Thaler, es ist demnach durchaus keine Kleinigkeit. So geht es in vielen anderen Sachen, wie groß kann ein Platinapparat sein, wenn das Loth dieses Metalles nicht verarbeitet, sondern in Form von Blech oder Draht 8 Thaler kostet, denn es kostet demnach ein Kessel von einem Pfund Gewicht 250 Thaler und wie klein ist dieser Kessel. Man möge nur bedenken, was ein kupferner Kessel für eine geringfügige Ausdehnung hat, wenn er ein so kleines Gewicht umfaßt, und man möge nicht vergessen, daß Platina beinahe dreimal so schwer ist als Kupfer, und nun muß noch in Betracht gezogen werden, daß erstens hierbei das Arbeitslohn gar nicht mitberechnet worden ist, zweitens aber in dem Pfund Platina nicht ein Werth von 250 Thalern repräsentirt ist, sondern kaum der vierte Theil dieser Summe, indem der Verkäufer nun wohl das Metall zu solch' enormem Preise berechnet, durchaus aber nicht geneigt ist, es zu eben diesem Preise wieder anzunehmen.

Dies Alles hat auf den Gedanken geführt, das Platinmetall nicht massiv, sondern nur als Ueberzug anzuwenden, z. B. einen kupfernen Kessel inwendig mit Platina zu überziehen, wie man einen anderen Gegenstand auswendig mit Gold oder mit Silber überzieht.

In dieser Hinsicht sind die Arbeiten von Böttiger, Fehling, Mellis, Elsner, Jewsinoff sehr verdienstvoll, jedoch nur negativ, sie alle haben gezeigt, daß man Platina gleich dem Silber oder Golde auf galvanischem Wege niederschlagen könne, sie haben aber auch zu gleicher Zeit nicht angestanden, zuzugestehen, daß der Ueberzug schwach, nicht widerstandsfähig sei, und so ist denn der ganze Weg der Verplatinirung als ein unpraktischer verlassen worden. Ist schon ein Ueberzug von Gold oder Silber nicht vollkommen zusammenhängend, so ist es ein Ueberzug von Platina noch weniger, weil dieses weniger Zusammenhang hat, da es überhaupt in der Regel nicht zusammengeschmolzen ist, sondern nur durch Druck vereinigt wurde, wie wir aus dem Obigen wissen.

Will man nun dennoch an Platin ersparen und die Gegenstände nicht davon machen, sondern nur damit zu überziehen suchen, so bleibt nur ein Weg übrig, das ist die Plattirung.

Auf eine Kupferplatte von $\frac{1}{2}$ Zoll Stärke legt man eine Platin tafel

von $\frac{1}{10}$ Zoll Stärke, macht beide glühend und verbindet sie durch Walzen genau auf dieselbe Weise, wie man Kupfer mit Silber plattirt. Es findet eine gleichmäßige Streckung beider Metalle statt, und wenn z. B. das Kupfer bis auf $\frac{1}{10}$ Zoll Dicke ausgewalzt worden ist, so wird das gleichzeitig mitausgeplattete Platina nur die Dicke von $\frac{1}{100}$ Zoll haben und doch eine zusammenhängende durchaus ununterbrochene Schicht bilden.

Die Gegenstände, welche aus solchem plattirten Kupfer gemacht werden sollen, müssen nun aber durchaus getrieben sein, sie dürfen nicht, wie der Klempner es macht, aus verschiedenen Stücken zusammengesetzt und gelötet werden, denn die Lötstellen, die Näthe würden sich so wenig gegen den Angriff der Säuren schützen lassen, wie sich eine Kaffeekanne von Blech gegen den Angriff des Wassers, gegen das Verrosten schützen läßt. Die ebenen Flächen sind zwar mit Zinn bedeckt, sie rosten daher auch nicht, die Näthe aber entbehren eines solchen Schutzes und dort wird das Eisen unter dem Zinn zerfressen.

Es ist bekannt, daß das Platinmetall zur Anfertigung von hydroelektrischen Apparaten angewendet wird, weil es in der Spannungsreihe so ganz außerordentlich weit vom Zink, weil es unter allen Metallen das negativste ist. Es ist auch bekannt, daß zu dieser Wirkung nur eine Oberfläche nicht eine Masse nöthig ist, könnte man demnach Cylinder von Platina machen, welche nur Fläche, aber nicht Dicke hätten, so würde ein beträchtlicher Kostenaufwand zu sparen sein. Ohne Unterlage läßt sich das freilich nicht machen und streng genommen, auch mit einer solchen nicht, denn selbst der dünnste Ueberzug einer Porzellanvergoldung hat doch noch immer eine gewisse Dicke, aber etwas zu gewinnen wäre jedenfalls und so hat man denn versucht, statt der Platin-Cylinder für Grove'sche Batterien, solche von Porzellan zu machen, welches auf der Glasur platinirt ist.

Es geht — warum sollte es auch nicht, da es ja mit Gold, Silber, Kupfer und anderen Metallen geht und ein solcher Cylinder von Porzellan mit beiderseitigem Platinüberzug kostet nur einen halben Thaler, indessen ein Platinblech-Cylinder von gleicher Größe drei Thaler kostet, auch wenn das Blech noch nicht einmal halb so dick ist, wie das feinste Briefpapier; aber sonderbar genug haben diese Porzellan-Cylinder eine so geringe Wirkung, daß sie nicht einmal im Verhältniß zu dem Preise steht.

Da es so wenig vom Feuer angegriffen wird, hat man es mit Vortheil zum Verbohren der Zündlöcher bei den kostbaren Schießgewehren angewendet, da es sich durch die Wärme sehr wenig ausdehnt, hat man sich dessen zu besonders fein getheilten Maasstäben, zu Normal-Maasstäben bedient, es ist ferner auch bei den Auslösungen der Chronometer angewendet worden, alles Dieses ist aber unbedeutend im Vergleich zu dem un-

gehuren Verbrauch in Rußland am Ende der zwanziger Jahre und am Anfange der dreißiger zu Münzen. Da der Prägschlag aber 33 Prozent betrug (in Preußen beträgt er von Silbermünzen $1\frac{1}{5}$, von Gold $\frac{1}{2}$ Prozent), so hatten die Platinmünzen nur in Rußland Cours, und wurden im Auslande nur nach dem Gewichtwerth angenommen, aber nicht nach ihrem vollen Gewichte, denn sie hatten eine so starke Legirung von Silber, daß das specifische Gewicht nicht 21, sondern nur $17\frac{1}{2}$ war. Zu jener Zeit, wo diese Platinmünzen aus den Händen der reichen Russen in Strömen flossen, konnte man gereinigtes Platinmetall zu 2 Thaler das Loth bekommen, also zum vierten Theile dessen, was es jetzt kostet. Seitdem aber diese Münzen nicht mehr geprägt werden, ist das Platin so theuer geworden, daß man beinahe glauben möchte, es werde auch gar nicht mehr gesucht.

Die das Platina begleitenden Metalle

bilden eine Gruppe, welche nicht getrennt werden kann, selbst wenn man recht systematisch darauf ausgehen wollte, jedem Element eine bestimmte Stelle anzuweisen. Vier derselben sind schon längere Zeit bekannt, ein fünftes Ruthenium wurde erst vor Kurzem entdeckt durch Claus und Frémy, die anderen heißen Rhodium, Iridium, Osmium und Palladium. Eine vortreffliche Arbeit ausschließlich diesen fünf Metallen gewidmet, findet sich im 56. Bande der *Annales de Chimie et de Physique* von Sainte-Claire-Deville und Debray, wir führen diese Arbeit im Auszuge an, da es das Vollständigste ist, was bis jetzt darüber erschienen.

Die Bearbeitung des Platins ist eine ganz neue Kunst. Die Einführung desselben im chemischen Laboratorium geschah erst vor wenigen Jahren *). Alles was sich auf die Metallurgie des Platins und der ihm verwandten Körper bezieht, ist im Allgemeinen wenig bekannt, obschon es der Beachtung der Chemiker wohl werth wäre, da ihr Interesse dabei vorzugsweise in Betracht kommt, weil sie es fast allein sind, welche es brauchen. Diesem Metalle verdanken sie die Mittel bei einer großen Zahl chemischer Arbeiten mit Sicherheit verfahren zu können. Bis jetzt hat man außer in den chemischen Laboratorien noch keine irgend wichtige Anwendung von

*) D. h. vor 50 und mehr Jahren, denn in Hermbstädt's Laboratorium waren schon Kessel von 10 Pfund, Löffel, Rührstäbchen und Schmelztiegel zu sehen.

dem Platina gemacht *). Das Metall wird, sobald man es besser zu finden versteht, wahrscheinlich nicht seltener sein als das Gold, es handelt sich nur darum, neue Lagerstätten zu suchen und die bereits bekannten besser auszubeuten als bisher. Da das Platina fast unzerstörbar und durch seinen bedeutenden Werth gegen das Verlieren geschützt ist, so muß es sich immer mehr anhäufen, und nach und nach wohlfeiler werden. (Bisher war es umgekehrt). Vielleicht wird man es dann zu allen den Geräthschaften verwenden können, bei welchen seine große Dichtigkeit vortheilhaft und bei welchem seine schlechte Farbe kein Hinderniß ist. Diese Fragen sämmtlich können nur dadurch zur Lösung kommen, daß der Preis dieses Metalles möglichst niedrig sei, den Chemiker aber interessirt gerade dieses und er hat ein Interesse dazu mitzuwirken, damit er im Stande sei, es zu immer mehr und mehr Utensilien seines Laboratoriums zu verwenden.

Bis zu unseren Mittheilungen hatte man nicht daran gedacht, diejenigen Metalle, welche das Platin in seinem Erz begleiten, irgendwie zu verwertzen. Das Platin wurde ausgeschieden, das Palladium und Osmium zwar auch, aber sie und die übrigen Metalle häuften sich in der Petersburger Münzwerkstätte und in denjenigen Laboratorien, in denen man Platina reinigte zu immer größeren Massen.

Wir sind so glücklich gewesen, zu zeigen, daß das in den Rückständen enthaltene Rhodium und Iridium den Werth und die Dauerhaftigkeit des Platinmetalles bedeutend erhöht und uns ist es gelungen, aus dem Erze die sämmtlichen werthvollen Metalle auf leichte und billige Weise in Form verschiedener Legirungen zu gewinnen. („Viel Selbstbewußtsein — doch stolz will ich den Spanier.“)

Um die Behandlung des rohen Erzes mit Sicherheit zu leiten, war es nöthig, seine Zusammensetzung genau zu kennen und die Analyse sämmtlicher Erze, welche wir bearbeitet haben, werden wir später mittheilen, so wie auch eine neue von uns erfundene, auf trockenen Wege auszuführende Methode der Untersuchung.

Wir haben zugleich die wichtigsten physikalischen Eigenschaften der Legirungen studirt (aprofondirt würde Hr. Payen sagen), welche man durch Verbindung sehr reiner Erze mit Iridium oder Rhodium erhält, wobei dreifache Legirungen gewonnen werden, die darin von großer Wichtigkeit

*) Der Verfasser weiß allerdings nicht, wie es damit in Frankreich steht, in Deutschland aber und in England findet man in allen großen Fabriken von Chemikalien allerdings Kessel und Destillirapparate für concentrirte Säuren, welche 5000 bis 10,000 Thaler kosten, schwerlich haben die Laboratorien der Professoren der Chemie in Frankreich noch mehr Platina zu ihrer Verfügung.

sind, daß sie eine mannigfaltige Anwendung zulassen. Um zu diesen Resultaten zu gelangen, mußten wir neue Untersuchungsmethoden erfinden, mußten wir die Zusammensetzung der Platinrückstände, ferner auch die Zusammensetzung der verschiedenen Sorten von Osmium-Iridium kennen. Unsere Mittheilungen wollen wir in zwei Abschnitte theilen, um in dem ersten von den beobachteten Eigenschaften, in dem anderen aber von der Darstellungsweise dieser Metalle zu handeln.

Die Platinmetalle haben sämmtlich einen besonderen Charakter, der sie fast ganz von den übrigen Metallgruppen trennt. Die Metalle kommen nie vereinzelt vor, das Palladium vielleicht ausgenommen, und gerade dieses nähert sich den anderen Metallen mehr als irgend eines dieser Gruppe. Sie stehen einander nahe durch die Leichtigkeit, mit der ihre Sauerstoff- und Chlorverbindungen durch Reduktionsmittel zerlegt werden, sie haben vorzugsweise Neigung, sich mit den Halogenen zu verbinden (bis hierher sind nur noch Analogien mit den übrigen edlen Metallen und nicht Besonderheiten zu finden), und sie bilden sämmtlich Doppelsalze, in denen Salmiak oder Chlorcalcium mit einem Metallchlorid verbunden ist und welche im Ueberschuß von Salmiak unlöslich sind.

Es haben ferner die Metalle dieser Gruppe die wunderbare Eigenschaft, durch ihre bloße Berührung Reaktionen zu bedingen, deren man sich zur Ausführung der wichtigsten chemischen Versuche bedienen kann. Man muß nicht glauben, daß diese Erscheinung nur abhängig sei von dem porösen Zustand der Metalle, welche man nur als Schwamm kennt (Platinchwamm, Iridiumschwamm), im Gegentheil ist das geschmolzene und mit dem Hammer bearbeitete Platina eben so wirksam, wie dasjenige, welches man durch Zusammenschweißung erhalten hat.

Die einzelnen Metalle haben jedoch auch bemerkenswerthe Verschiedenheiten. So verbrennt das Osmium an der Luft zu einer dampfförmigen Säure, deshalb Berzelius es mit dem Arsen verglichen hat. In neuester Zeit wollte Dumas es an die Seite des Tellur stellen, aber es ist sicherlich ein Metallloid, das Metallloid der Platinreihe.

Das Ruthenium nähert sich durch seine chemischen Eigenschaften und durch die Krystallisationsform seines Oxydes, dem Zinn. Trémp hat das krystallisirte Oxyd dieses Metalles darzustellen gewußt.

Das Palladium hat viele Eigenschaften mit dem Silber gemein, aber es ist flüchtig, es ist bei sorgfältig regulirter Temperatur oxydirbar und nähert sich dadurch dem Quecksilber.

Das Rhodium ist keinem andern Metalle vergleichbar, es steht dem Silber nahe, indem es sich wie dieses, in der Wärme oxydirt, indem es gleiche Eigenschaften des Oxydes mit demselben hat, indem ferner das

schwefelsaure Kali ganz ähnlich darauf wirkt. Dem Golde dagegen steht es nahe wegen der Reaktion seiner Chlorverbindungen, es ist kaum weniger edel als das Gold, indem es dem Königswasser ganz gleichen Widerstand bietet.

Das Platin endlich ist in Allem dem Golde gleich und kann eher wie dieses der König der Metalle genannt werden *).

Osmium hat man bis jetzt noch nicht genau studiren können, denn es ist nur in einem solchen Zustande darstellbar, daß seine physikalischen Eigenschaften nicht zu ermitteln sind, und weil diese, je nach der Art seiner Darstellung gänzlich verschieden sind, so haben wir es zu den Metalloiden gerechnet. Das gewöhnliche Osmium ist eine schwammige halbmetallische Masse, hat einen deutlichen Geruch nach Osmiumsäure und deutet dadurch an, daß es bei gewöhnlicher Temperatur der Luft durch den Sauerstoff derselben Veränderungen erleide, seine Dichtigkeit ist siebenmal so groß als die des Wassers, sie kann jedoch zehnmal so groß werden, wenn man das Osmium aus seinen sauren Dämpfen durch Wasserstoff reducirt, man erhält jedoch noch ein ganz anderes Produkt, wenn man seine Darstellung folgendermaßen leitet:

Man nimmt pulverförmiges durch ein Haarsieb getriebenes Osmium-Iridium, welches man gewöhnlich natürlich vorkommend findet, welches man sich aber auch darstellen kann, indem man es mit Zink zusammenschmilzt und dieses dann in der Weißglühhitze verdampfen läßt. Es bleibt ein poröser Schwamm zurück, welcher sich sehr gut pulverisiren läßt. Ein Theil von diesem gepulverten Osmium-Iridium wird mit $\frac{1}{2}$ Theile Bariumsuperoxyd gemischt. Es muß auf das Sorgfältigste gewogen werden, damit man es später durch ein bekanntes Gewicht Schwefelsäure fällen kann.

Dieses Gemenge reibt man im Porzellanmörser so lange, bis es auf das Genaueste vereint worden ist, dann bringt man es in einen irdenen Schmelztiegel, dessen Deckel man mit Thon befestigt, erhitzt es, und hält dasselbe gegen 2 Stunden auf dem Schmelzpunkte des Silbers.

Man läßt den Tiegel nunmehr erkalten und findet darin eine gleichförmige, spröde, schwarze Masse. Man pulvert dieselbe gröblich, bringt sie in eine tubulirte Retorte, befeuchtet sie mit etwas Wasser und gießt dann

*) Wenn der Verfasser gefragt würde, welches Metall er für den König der Abri-gen erklären würde, so müßte er dem Eisen den Preis geben, denn ohne Gold und ohne Platina, allenfalls auch ohne Silber, können wir ganz gut leben, ohne Eisen aber und ohne den daraus hervorgegangenen Stahl keinesweges. Das Eisen nährt, das Gold schadet; am Golde sind die Perser, die Römer und die Spanier untergegangen, und das Gold ist es nicht, was England groß macht, denn dasselbe hat entsetzliche Schulden, aber das Eisen hält trotz dieser Schulden das Land vorläufig noch aufrecht.

8 Theile gewöhnliche Salzsäure und 1 Theil Salpetersäure darauf. Nach dem nöthigen Umschwenken, damit Alles gleichmäßig benetzt werde, bringt

Fig. 1156.



man eine Vorlage an die Retorte, gewöhnlich aber mit einem Zwischenstück B. Um die Retorte A von der Vorlage C in so weit zu trennen, daß nicht der Ofen erwärmend auf die Vorlage wirke, denn es ist von Wichtigkeit, daß diese gut abgekühlt werde, daher wir auch hier eine Voranstellung dazu in dem darüber stehenden Wassergefäß sehen, vermöge deren immerfort ein Strom kalten Wassers auf die Vorlage fließen kann. Die sämtlichen Verbindungen müssen sehr gut gedichtet sein, damit kein Verlust von Osmiumsäure eintrete, deshalb man auch die Vorlage, welche eine Röhre hat, verstopft, wie es auch mit dem Tubulus der Retorte selbst geschieht.

Die Operation ist beendet, wenn man beim Oeffnen dieses letztgedachten Tubulus keinen Geruch nach Osmiumsäure mehr wahrnimmt.

Was nunmehr im Tubulus niedergeschlagen ist, wird zum zweiten Male destillirt, in die Vorlage aber bringt man verdünntes Ammonial, wodurch ein Produkt entsteht, das als osmiumsaures Ammonial bezeichnet werden muß.

Diese Flüssigkeit wird nun mit Schwefelwasserstoff versetzt und übersättigt, wodurch sich Schwefel-osmium bildet, welches in der Flüssigkeit vertheilt ist. Man erhitzt diese Flüssigkeit nunmehr bis zum Sieden und filtrirt dieselbe alsdann. Das Filtrum wird getrocknet, es enthält das Schwefel-osmium. Da sich dieses aber entzünden würde, wenn die Temperatur beim Trocknen hoch wäre, so muß man alle Hitze vermeiden.

Das Schwefel-osmium soll nunmehr reducirt werden, deshalb bringt man dasselbe in einen irdenen Tiegel, welcher inwendig mit Gasohle ge-

fälttert ist, oder man stellt einen aus solcher Kohle bereiteten Tiegel in einem nahezu gleich großen irdenen Schmelztiegel und füllt den Zwischenraum zwischen beiden mit trockenem Sande aus. Die Tiegel werden mit einem genau passenden Deckel verschlossen und dann 4 bis 5 Stunden lang bis zur Schmelzhitze des Nickels gebracht und darin erhalten. Auf diese Weise verflüchtigt sich der Schwefel und es bleibt ein reiner Metalkönig zurück, glänzend von solcher Farbe, wie das Zink und sehr hart. Wird dasselbe noch höher erhitzt, so erhält es eine Dichtigkeit, welche eben so groß, wie die des Platins ist.

Dieses Osmium kann bis zur Schmelzhitze des Zinks gebracht werden, ohne daß es Dämpfe verbreitet, ohne daß es sich zu Osmiumsäure oxydirt, bei einer höheren Temperatur aber verbrennt es.

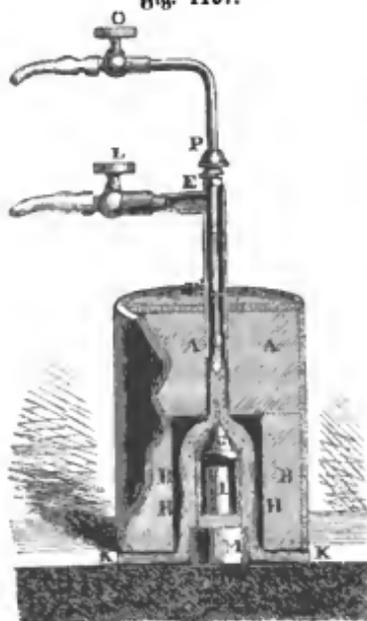
Wenn man das Osmium mit dem sieben- bis achtfachen seines Gewichts Zinn zusammenschmilzt und dieses bis zum lebhaften Rothglühen bringt, dann aber in dem Schmelztiegel selbst langsam erkalten läßt, so scheidet sich das Osmium im Augenblicke der Erstarrung krystallinisch ab. Will man diese Krystalle für sich haben, so löst man die Legirung in Salzsäure auf, welche das Zinn wegnimmt und die kleinen Osmiumkrystalle zurüchläßt.

Die Krystallform hat noch nicht bestimmt werden können und gemessen kann sie gar nicht werden, da die Krystalle zu klein sind. Unter dem Mikroskop bemerkt man aber rhombische und quadratische Flächen, so daß man die Krystalle für Rhombendodekaëder mit Würfelflächen halten kann. Das Osmium ist so hart, daß es Glas ritzt.

Wir (d. h. Saint Claire Deville und Debray) haben versucht, das Osmium zu schmelzen, der Apparat, dessen wir uns hierzu bedienten, ist in Figur 1157 gezeichnet. Derselbe besteht in einem Ofen aus drei cylindrischen Kalksteinen A, B und D. Der letzte ist der größte, breiteste und dient zur Unterlage der anderen, B ist der eigentliche Ofen, ein kleinerer Cylinder mit cylindrischer Aushöhlung H und zwei unten angebrachten Kanälen K, welche dazu dienen, die Produkte der Verbrennung von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, d. h. den Wasserdampf entweichen zu lassen. Der oberste Cylinder A ist gleichfalls durchbohrt, doch nur so weit, als erforderlich ist, um das doppelte Gasrohr EE' hindurchgehen zu lassen. Dieses Gasrohr besteht aus zwei in einander liegenden Metallröhren, welche bestimmt sind, die beiden Gase gesondert von einander in den Ofen zu führen, wo sie sich erst im Augenblicke der Verbrennung vereinigen sollen. Zu dem Wasserstoffgasgefäß führt der Hahn L, dagegen zu dem Sauerstoffgasgefäß der Hahn O. Das Rohr, welches dieses letztere zur Verbrennung leitet, befindet sich in der Mitte des Wasserstoffgasrohres E

und durch die Stellung der beiden Hähne kann der Strom der beiden Gase so geregelt werden, daß die vollkommenste Verbrennung und damit die größtmögliche Hitze erzeugt wird.

Fig. 1157.



Diese letztere wird man aber nur erreichen, wenn neben dem Sauerstoff reines Wasserstoffgas angewendet wird. Wendet man Leuchtgas an, so ist die Temperatur beträchtlich geringer und die entweichenden Produkte sind nicht so einfach bloße Wasserdämpfe, sondern auch Kohle in verschiedenen Oxydationsstufen. Je nach der Größe dieses Apparats muß auch die Weite der Röhren verschieden sein. Um nur einigermaßen bedeutende Wirkungen zu erzielen, muß der Querschnitt der Wasserstoffgasröhre wenigstens den dritten Theil eines Quadratzolles haben (12 Millimetre im Quadrat).

Der Schmelzraum, welchen wir in der nebenstehenden Figur durch H bezeichnet sehen, enthält einen Untersatz von Kalkstein M, darauf einen Schmelztiiegel

und innerhalb dieses einen zweiten von Gaskohle I. Der Zwischenraum zwischen beiden muß so gering wie möglich fein und muß durch Sand ausgefüllt werden. Auf dem Schmelztiiegel liegt ein kegelförmiger Deckel G, dessen Spitze sich genau unter der Mitte des Gasstromes und etwa einen Zoll weit von der Mündung der Röhre befindet. Diese Form des Deckels ist von Wichtigkeit, weil dadurch der Strom der beiden Gase auf das Allergleichmäßigste rund um den Schmelztiiegel vertheilt ist.

Der Schmelzofen ist gleich dem oben beschriebenen, Fig. 1157, aus gebranntem Kalk gefertigt. Stücke von angemessener Größe und hinlänglicher Dichtigkeit, jedenfalls von dichtem nicht blättrigen Gefüge werden auf der Drehbank in der Art bearbeitet, daß sie äußerlich Cylinderrform und inwendig cylindrische Höhlungen enthalten, die Flächen müssen gut eben sein, damit sie sich ohne Zwischenraum decken, alles dieses läßt sich ganz leicht bewerkstelligen, da der gebrannte Kalk dem Meißel des Drehschlers keinen beträchtlichen Widerstand entgegensetzt. Um ihm jedoch eine Haltbarkeit zu geben, welche ohne äußere Stütze nicht groß sein würde, umwickelt man diese Stücke des Ofens sehr fest und dicht mit ausgeglühtem Eisendraht.

Um die Schmelzung zu bewerkstelligen, bringt man das Osmiummetall in den Kohlentiegel, deckt denselben zu und setzt, nachdem man die Flamme geregelt hat, das Kopfstück A auf den eigentlichen Ofen B. Da die Gasströme durch Röhren von elastischem Gummi laufen, kann man dieses obere Stück beliebig entfernen, ab- und aufdecken; aus demselben Grunde auch kann man die Gase in jeder Lage des Steines A ausströmen lassen, und ihr Verhältniß so regeln, wie man es für das Geeignenste hält. Um zu wissen, was man thut, wenn man die Flamme nicht mehr sieht, wenn sie innerhalb des Ofens verändert werden soll, muß man sich die Stellung der Hähne und die mit derselben correspondirende Wirkung genau merken.

Hat man nunmehr bei dem liegenden Stein A diejenige Wirkung hervorgebracht, welche für den Anfang der Operation nöthig ist (es darf nicht die stärkste sein), so setzt man den Stein auf, wodurch entstehen wird, was die Figur veranschaulicht, ein Strom von Feuer, welcher den Tiegel von oben nach unten gehend, umspielt. Allmählig verstärkt man den Strom der beiden Gase, bis man die höchste Temperatur erreicht hat, wovon man allenfalls auch durch die Spalten des Ofens (zwischen A und B, oder zwischen B und D) Kenntniß nehmen kann. Auch das Geräusch, welches das Gebläse hervorbringt, giebt einen Fingerzeig, je größer dieses ist, desto geringer ist die Verbrennung der Gase; je vollständiger also dieselben verbrennen, und je größer demnach die Hitze wird, desto geringer macht sich das Geräusch bemerklich; das Sicherste ist immer die vorher bekannt gewordene Stellung der Hähne, vorausgesetzt, daß der Druck auf das Gas immer gleich groß bleibt.

Ist Alles regelmäßig verlaufen, so wird der Tiegel ungefähr nach 8 Minuten in seinem Innern bis zum Schmelzpunkte des Rhodiums erhitzt sein; dauert die Einwirkung der Schmelzoperation beträchtlich länger, so werden die beiden Tiegel, der äußere von Kalk, der innere von Kohle, sich unter Bildung von Kohlenoxydgas und metallischem Calcium gegenseitig zerstören. Dauert die Operation jedoch nicht beträchtlich länger, so erhält man das so behandelte Osmium als ein deutlich metallglänzendes Produkt von bläulicher Färbung, doch keinesweges eigentlich selbst geschmolzen, es ist daher bei der Temperatur, in welcher das Rhodium schmilzt, keinesweges schmelzbar und obwohl es eine Dichtigkeit von 21,4 hat, ist es doch noch nicht zu einem metallischen Korn zusammengelassen, dieses gelingt erst, wenn es direkt der Knallgasflamme ausgesetzt wird. Man bringt das Osmiumpulver oder die Krystalle in die Höhlung eines Kalkstückes und läßt den Knallgasstrom darauf wirken, in wenigen Augenblicken fließt Alles zu einem Korn zusammen.

Das Ruthenium ist beinahe eben so schwer schmelzbar, als das Osmium, und läßt sich auch nur in sehr geringen Quantitäten und unter Anwendung der stärksten Hitze des Knallgasgebläses schmelzen. Es bildet sich dabei ein Oxyd, welches sich verflüchtigt und auf kalten Körpern einen braunen Beschlag bildet. Das Metall ist so spröde und so hart, wie das Iridium, und hat, wenn es rein ist, ein specifisches Gewicht, fast ganz genau gleich dem des geprägten Silbers (11 bis 11,4), wodurch es sich am Auffallendsten von den übrigen Platinmetallen unterscheidet.*)

Das in kleinen Blättchen vorkommende natürliche Osmium-Iridium wird mit etwa fünfmal so viel Zink zusammengesmolzen, dann wird die Erhitzung bis zur Weißgluth fortgesetzt und diese so lange unterhalten, bis das Zink abgedampft ist. Im Tiegel bleibt eine sehr poröse, schwammartige Masse zurück, welche man zerreibt und siebt, wodurch die größeren einzelnen Blättchen zurückgehalten werden.

Ein Theil dieser fein gepulverten Masse wird mit drei Theilen Bariumsuperoxyd und einem Theile salpetersaurem Baryt gemengt, in einen irdenen Tiegel gebracht, und eine Stunde lang bei der Temperatur des schmelzenden Silbers erhalten.

Nach dem Erkalten pulvert man diese Substanz sehr sorgfältig und bringt sie in ein Fläschchen mit eingeschlifffenem Stöpsel, welche mit Salzsäure durch ihr doppeltes Gewicht Wasser verdünnt, angefüllt ist. Die Flasche steht in kaltem Wasser, um die Lebhaftigkeit der Einwirkung zu verringern; aus demselben Grunde wird die schwarze, gepulverte Substanz auch nur in kleinen Quantitäten in die Säure geschüttet. Die Operation ist der Gesundheit sehr gefährlich, weil eine Menge Chlorgas entweicht, welches die Dämpfe der Osmiumsäure mit sich fortreibt; man muß daher Alles unter einem sehr gut ziehenden Schornstein, welcher wo möglich mit Glasthüren verschlossen ist, vornehmen.

Wenn die Einwirkung beendet ist, so gießt man eine Mischung von einem Theile Salpetersäure und zwei Theilen concentrirter Schwefelsäure hinzu, schließt die Flasche, schüttelt sie sehr stark, um die Bildung von schwefelsaurem Baryt zu begünstigen, und läßt sie darauf ruhig stehen, damit der Niederschlag sich bilden könne. Nach einiger Zeit wird die klar gewordene Flüssigkeit abgegossen und der Bodensatz geschüttelt, mit Wasser verbunden und auf diese Weise gewaschen, so daß nun Alles, was noch in dem Niederschlag von der Lösung enthalten war, gewonnen wird. Man bringt nunmehr die Lösung in eine Retorte und destillirt davon ein Viertel

*) Dieses ist übrigens keinesweges der Fall, denn das geschmolzene Palladium hat gerade dasselbe Gewicht.

des Inhalts ab, das übergangene enthält eine beträchtliche Quantität Osmiumsäure, es muß daher durch Ammoniak neutralisirt und hierauf mit Schwefelammonium gefällt werden, wodurch sich das Osmium abscheidet.

In der Retorte bleibt eine rothe Flüssigkeit, welche so weit abgedampft wird, daß nur noch eine geringe Menge davon übrig bleibt, zu welcher man nunmehr Salmiak in Bröckeln und etwas Salpetersäure thut, diese Mischung aber im Wasserbade zur Trockenheit abdampft.

In dem Abdampfgefäß bleibt ein kristallinischer, dunkler, violetter Niederschlag, welchen man mit Salmiakwasser wäscht und immer von Neuem wäscht, als die abgegossene Flüssigkeit noch gefärbt wird.

Das schwarze Salz, welches auf dem Filtrum zurückbleibt, ist Iridiumsalmiak, welcher viel Ruthenium enthält. Dieses Salz wird in einem Porzellantiegel so lange schwach geglühet, bis die schwarze Masse eine rothe Farbe angenommen hat. (Ist das Porzellan nicht außerordentlich gut geglühet, wie es ein Fehler des französischen ist, so springt der Tiegel leicht, darum schreibt auch die hier angeführte Mittheilung vor, daß man den Porzellantiegel in einen irdenen setze und den Zwischenraum mit Gasohle fülle, bei unserem norddeutschen Porzellan ist diese Vorsicht überflüssig, wenn nur das Feuer im Laboratorium vernünftig geleitet wird.)

Die rothe Masse, welche in dem Tiegel zurückbleibt, ist ruthenhaltiges Iridium; um die beiden Metalle zu scheiden, wird die Masse in einen silbernen Tiegel gebracht und darin geschmolzen, welches jedoch nur möglich ist, indem man zwei Theile Kalisalpeter und einen Theil Kalihydrat dazu setzt. Die nach dem Schmelzen übrig bleibende Masse wird in kaltem Wasser aufgenommen und filtrirt, welches jedoch nicht durch ein leinenes Filtrum, sondern dadurch geschieht, daß man einen gewöhnlichen Glasrichter an der Verbindungsstelle des Trichterfiegels mit dem Glasrohr durch einen Korkstopf verstopft.

Die hindurchgehende Flüssigkeit von gelber Farbe enthält ruthensaures Kali, man versetzt dieselbe mit Kohensäure oder mit Salpetersäure so lange, bis die gelbe Farbe verschwunden ist. Es scheidet sich ein Niederschlag aus, welcher aus Ruthenoxyd mit ein wenig Kieselsäure besteht. Um das Oxyd in ein Metallkorn umzuwandeln, glüht man es in einem Stückchen gebrannten Kalkes in der Flamme des Knallgasgebißes, wodurch es zu einem Metallkorn zusammenschmilzt.

Das Ruthenium kann leicht mit dem Iridium verwechselt werden und man kann annehmen, daß man in früheren Zeiten immer beide Metalle mit einander vermischt, dargestellt hat. Zur Kontrolle hat man daher das specifische Gewicht zu bestimmen, welches bei dem Ruthenium 11 Mal so groß ist, als das des Wassers.

Palladium ist unter den Platinmetallen das am leichtesten schmelzbare, es kann auch verflüchtigt werden, wenn man es in einen solchen Schmelzofen bringt, wie er oben zur Behandlung des Platins oder des Osmiums beschrieben worden ist. Wenn die Quantität nicht groß ist, so genügt es, dieselbe in ein Stückchen gebrannten Kalkes zu bringen und den Strom von Knallgas unmittelbar darauf wirken zu lassen. Das Palladium kommt dabei förmlich in's Kochen, ein kleines Kügelchen springt in der Kalksteinhöhle umher, wie ein Wassertropfen auf einen heißen Stein, es entwickeln sich dabei grüne Dämpfe.

War das Palladium im Oxydationsfeuer geschmolzen, so nimmt es Sauerstoff auf, in Folge dessen es beim Erkalten spritzt, wie das Silber, die Erscheinung ist aber dadurch auffallender, daß sie erst eintritt, wenn die oberste Schicht des Metalles schon erstarrt ist, daher sich der Sauerstoff Seitenwege bahnt, und während die Oberfläche ganz eben bleibt, das Innere doch von Höhlungen und Gängen durchzogen ist.

Das Palladiummetall zeigt die Erscheinungen der Verbindung von Gasen an seiner Oberfläche gerade wie das Platinmetall, um dieses zu zeigen, nimmt man ein Stückchen Palladiumblech so dünn wie möglich, rollt es zu einer Spirale zusammen, deren Gänge dem Gase gestatten, mit Bequemlichkeit hindurch zu streichen, man glüht dieses Blechstückchen über dem oxydirenden Theil einer Gas- oder Spirituslampe und bläst diese dann plötzlich aus, ohne zugleich mit dem Hauch des Mundes das Blech abzukühlen. Sobald der Gasstrom sich wieder regelt, erhitzt sich das Palladium in demselben bis zur Glühhitze und behält diese Temperatur so lange, als der Gasstrom dauert.

Das specifische Gewicht des Ruthens ist 11,4.

Das Rhodium ist ein leicht darstellbares Metall. Es wird vorzugsweise in den Rückständen gefunden, welche von der Gewinnung des Platins die Flüssigkeit erfüllen, aus welcher der Platinsalmiak durch Reduktion mit Eisen gewonnen ist. Diese Rückstände werden durch Abdampfen der Flüssigkeit gewonnen, dann zuerst mit ihrem gleichen Gewicht Blei und zwei Theilen Bleiglätte geschmolzen, hierauf aber, wenn der Tiegel vollkommen rothglühend und die Glätte geflossen ist, einige Male umgerührt und dann im Tiegel abgekühlt.

Wenn dieses langsam geschehen ist, so zerschlägt man den Tiegel und befreit die Bleimasse von allen anhaftenden Stücken. Das Blei enthält die sämmtlichen edlen Metalle des Rückstandes, um zu ihnen zu gelangen, muß man das Blei durch Salpetersäure fortschaffen, welche auch zugleich das Kupfer und das Palladium auflöst.

Es bleibt ein unlösliches Metallpulver zurück, welches sorgfältig ge-

waschen und eben so sorgfältig mit seinem fünf- bis sechsfachen, aber höchst genau bestimmten Gewicht Bariumsuperoxyd gemischt wird. Man glüht diese Masse zwei Stunden lang in einem Schmelztiegel, löst sie dann im Wasser auf, versetzt sie mit Königswasser und destillirt diese Lösung so lange, als noch der Geruch das Uebergehen von Osmiumsäure verräth. Wenn dieses nicht mehr geschieht, bringt man zu dem flüssigen Rückstande so viel Schwefelsäure, als zur Abscheidung des Barpts erforderlich ist, dieses ist der Grund, warum man genau bestimmen muß, wieviel Barpt zugegeben werden soll.

Man kocht die Lösung und filtrirt sie von dem schwefelsauren Barpt ab. Die so gereinigte Flüssigkeit wird in eine Schale zum Abdampfen im Wasserbade gegossen und durch eine untergestellte Lampe oder bei größeren Massen durch eine Gasflamme oder einen Ofen erhitzt. Man setzt etwas Salpetersäure, später aber einen großen Ueberschuß von Salmiak zu, dampft Alles bis zur Trockenheit ab, und wäscht den Rückstand so lange mit einer concentrirten Salmiaklösung, bis das Filtrat nicht mehr rosenroth gefärbt abläuft.

Diese Flüssigkeit wird nun mit einem großen Ueberschuß von Salpetersäure abgedampft, wodurch der Salmiak zersetzt wird. Den trockenen Rückstand bringt man in einen Porzellantiegel, mischt ihn mit 4 bis 5 Theilen Schwefel, befeuchtet die Masse mit etwas Schwefelammonium, verschließt den Tiegel mit einem Deckel, fülltert denselben vermittlest Kohle in einem irdenen Tiegel fest und erhitzt das Ganze bis zum lebhaftesten Rothglühen, wobei Rhodium zurückbleibt, welches man nunmehr mit concentrirtem Königswasser, darauf aber mit Schwefelsäure kocht, wodurch es beinahe vollkommen rein erscheint.*)

Um das Metall chemisch rein zu erhalten, schmilzt man es, so wie es durch den vorigen Prozeß dargestellt wurde, mit 3 bis 4 Theilen Zink zusammen. Hierbei darf die Temperatur kaum die Rothglühhöhe erreichen, denn indem sich die beiden Metalle verbinden, steigert sich die Hitze so sehr,



*) Es will dem Verfasser bedünken, als wenn die Darstellung dieses Metalles in keiner Weise leichter und einfacher wäre, als die der anderen Platinmetalle, und dies um so weniger, als das Rhodium jetzt noch gar nicht rein ist, sondern noch einer Pürerung bedarf.

daß ein Theil des Zinks sich verflüchtigt, deshalb muß man, nachdem die Schmelzung eingetreten, das Metall zwar einige Male umrühren, aber es auch sofort sorgfältig zudecken, um keinen Verlust zu erleiden.

Nach dem Erkalten bringt man den Regulus in Salzsäure, welche das überflüssige Zink auflöst und eine Legirung von Zink und Rhodium krystallisirt zurückläßt.

Man bringt diese Masse in Königswasser. Wenn die Lösung vollständig erfolgt ist, so wird die Flüssigkeit mit so viel Ammoniak versetzt, daß der Niederschlag, welcher dadurch entsteht, sich von selbst wieder löst.

Man verdampft nunmehr diese Flüssigkeit bis zur möglichsten Concentration. Nach dem Erkalten scheidet sich daraus ein Salz in gelben Krystallen, welche Rhodium und Chloramibär sind. Man löst die Krystalle auf und krystallisirt sie um, wodurch man sie in immer wachsender Reinheit erhält, indem die Verunreinigungen in der Mutterlange zurückbleiben. Endlich glüht man diese Krystalle mit etwas Schwefel und erhält dadurch chemisch reines Rhodium.

Das Metall kann nur im Knallgasgebläse geschmolzen werden, es schmilzt viel schwerer als Platina. Mit demselben Knallgasapparat schmilzt man in derselben Zeit 6 Mal so viel Platina als Rhodium. Bei dieser anhaltenden Hitze findet noch keine Spur von Verflüchtigung statt, doch nimmt es im Schmelzen Sauerstoff auf, wie das Palladium, und spritzt daher auch beim Erstarren, wie dieses. Die Oberfläche des geschmolzenen Metalles ist oft bläulich, ähnlich der des Aluminiums, es ist schmiebbar, weich und gut zu bearbeiten, dies letztere jedoch nur, wenn es durch Schweißen des Schwammes, nicht durch Schmelzen kompakt geworden ist. Das specifische Gewicht ist 12.

Iridium wird aus dem Osmium-Iridium dargestellt, indem man dasselbe mit 5 Theilen Zink zusammenschmilzt, das Zink durch mehrständiges Erhitzen in Dampfform verjagt und den porösen Rückstand fein zerreibt und mit Bariumsuperoxyd und salpetersaurem Baryt mischt, im Schmelztiegel glüht und nach dem Erkalten pulvert, genau so wie dieses Seite 772 bei der Gewinnung des Rutheniums beschrieben worden ist.

Die hieraus hervorgehende schwarze Masse, fein gepulvert, wird durch anhaltendes Kochen mit Königswasser von der Osmiumsäure befreit. Aus der Flüssigkeit wird der Baryt durch eine genau berechnete Menge Schwefelsäure gefällt. In der abfiltrirten Flüssigkeit sind die übrigen Metalle im Zustande von Chloriden enthalten, die Flüssigkeit hat eine tiefe rothgelbe Farbe. Man bringt nunmehr Salzsäure dazu, dampft die Flüssigkeit stark ab und setzt alsdann Salmiak in solcher Menge zu, daß die Lösung reichlich übersättigt wird.

Die Lösung wird im Wasserbade bis zur Trockenheit abgedampft, wodurch alle freie Säure verjagt wird. Man bringt den trocknen Rückstand auf ein Filtrum und wäscht ihn mit Salmiaklösung aus. Man hat nunmehr auf dem Filtrum schwarzen Iridiumsalmiak gemengt mit einer kleinen Quantität Ruthensalz. Man trocknet dieses und bringt es dann in einem Tiegel so lange zum Glühen, bis die Ammonialsalze zerstört werden, es sind nunmehr noch die Chloride übrig, diese werden durch Wasserstoff gänzlich fortgenommen und man erhält einen unreinen Metallschwamm, aus welchem mit Behandlung von Königswasser man wohl etwas Platin gewinnen kann.

Der getrocknete Rückstand wird mit einer Mischung von Kalihydrat und Salpeter geschmolzen, sorgfältig gewaschen und dann im Kohlentiegel zum Weißglühen erhitzt.

Hierdurch entsteht zwar eine Zusammensinterung, aber noch keine Schmelzung; um diese zu erlangen, muß man den Schwamm in einen Kallofen bringen, wie derselbe Seite 770 beschrieben worden ist, wobei man Anfangs den Sauerstoff vorkalten läßt. Es kann dieses daran wahrgenommen werden, daß der Gasstrom, welcher aus den unteren Oeffnungen entweicht, einen Eisendraht unter heftigem Funkensprühen schmilzt und verbrennt. Es ist dieses nöthig, um das vorhandene Osmium zu oxydiren, in Osmiumsäure zu verwandeln. Sobald man den Geruch derselben nicht mehr wahrnimmt, wird die Flamme gesteigert bis zu der äußersten Höhe, welche man geben kann, dabei schmilzt endlich das Iridium und kann so flüssig werden, wie Quecksilber; allein um 2 Loth Iridium so weit zu bringen, braucht man von da, wo der Ofen schon in Weißgluth steht, wenigstens 10 Kubikfuß Sauerstoffgas und 20 Kubikfuß Wasserstoffgas. Leuchtgas darf man nie anwenden, denn es bringt die erforderliche Hitze nicht hervor.

Das geschmolzene Metall ist rein weiß von Farbe, es sieht dem polirten Stahle ähnlich und ist so glänzend, wie dieser, es würde daher ein vortreffliches Spiegelmetall für optische Instrumente sein, um so mehr, als es keinen Veränderungen durch die atmosphärische Luft ausgesetzt ist. Da es krystallinisch ist, so plattet es sich unter dem Hammer nur sehr wenig, bricht bei wiederholten Schlägen und zersplittert in kleine Stücke, weißglühend läßt es sich jedoch bearbeiten. —

So weit Deville's specielle Angaben. Das Nachfolgende enthält die gewöhnlichen Darstellungsweisen.

Darstellung der einzelnen Platinmetalle im reinen Zustande.

Osmium. Um dieses Metall für sich darzustellen, wird Osmium-Iridium pulverisirt und 2 Theile davon mit 11 Theilen Bariumsuperoxyd gemengt. Es muß dieses auf das Genaueste abgewogen werden, damit man im Stande sei, dasselbe späterhin durch ein bekanntes und bestimmtes Gewicht Schwefelsäure vollständig auszuscheiden.

Das Ganze der beiden gedachten Substanzen zerreibt man in einem Porzellanmörser sehr anhaltend, um ein Gemenge zu bilden, welches so innig ist, wie man es nur irgend darstellen kann. Nunmehr bringt man dasselbe in einen heftigen Schmelztiegel, welcher mit seinem Deckel gut verschlossen und durch Lehm lutirt worden ist. Der Tiegel wird stark erhitzt und gegen 2 Stunden lang auf den Schmelzpunkt des Silbers erhalten. Wenn diese Zeit vorüber ist, nimmt man den Tiegel aus dem Feuer, läßt ihn erkalten und findet darin eine schwarze Masse, welche größlich zertheilt in eine Glasretorte gebracht, mit Wasser angeneht und dann mit 8 Theilen Salzsäure und 1 Theil Salpetersäure übergossen wird.

Man rührt diese Mischung um und destillirt dieselbe, wobei man die Vorlage der Retorte mit der größten Sorgfalt abkühlen muß, damit nicht Dämpfe von Osmiumsäure verloren gehen. Man kann die Operation als beendet ansehen, wenn nach Oeffnen des Tubulus der Retorte der charakteristische Geruch der Osmiumsäure sich nicht mehr zeigt.

Die Flüssigkeit, welche man in der Vorlage erhalten hat, bringt man in eine neue Retorte und destillirt dieselbe nochmals, wobei man in die Vorlage eine verdünnte Ammoniaklösung bringt. Ist die Operation des Destillirens vorüber, so enthält die Vorlage osmiumsaures Ammoniak, welches man nunmehr mit Schwefelwasserstoff übersättigt. Dadurch wird die Flüssigkeit so verwandelt, daß sie nunmehr eine Auflösung von Schwefel-osmium ist. Man erhält die Flüssigkeit lange Zeit im Sieden, filtrirt sie darauf und trocknet den Rückstand auf dem Filtrum, doch nicht bei zu hoher Temperatur, weil sonst das Schwefel-osmium sich entzündet und in Osmiumsäure und schwefelige Säure verwandelt, wodurch die ganze Operation vernichtet wäre, denn nicht die Säure, sondern das Schwefelmetall ist das Ziel dieser Arbeit.

Man bringt nunmehr das Schwefel-osmium in einen Kohlentiegel, welcher mit einem genau passenden Deckel versehen ist. Dieser Kohlentiegel wird in einen feuerfesten Thontiegel gestellt. Die Zwischenräume werden mit Sand ausgefüllt, der Deckel wird aufgesetzt und mit Lehm befestigt, dann bringt man diesen Doppeliegel in das Feuer, giebt ihm

nach und nach die Temperatur des schmelzenden Silbers und erhält ihn darauf 4 bis 5 Stunden lang.

Unter Mitwirkung der Kohle wird das Schwefelosmium bei dieser lange dauernben und großen Hitze reducirt und man erhält ein glühendes Metall, welches eine bläuliche Farbe hat wie das Zink, doch etwas heller.

Dieses metallische Osmium hat keinen Geruch und man kann es bis zum Schmelzpunkt des Zinks erhitzen, ohne daß es sich verflüchtigt. Bei höherer Temperatur aber wird dasselbe brennbar. Das Metall ist hart und kann leicht zerkleinert, ja pulverisirt werden.

Es ist auch möglich, dieses Metall krystallisirt zu erhalten. Zu diesem Behufe verfährt man damit, wie vorhin beschrieben, indem man es in einem Kohlentiegel schmilzt, nachdem man ihn vorher sein 7 bis 8 faches Gewicht Zinn zugesetzt hat. In solcher Menge angewendet, löst dieses Metall das Osmium auf. Man läßt man das Feuer ausgehen und die Metallmasse langsam abkühlen. Im Moment des Erstarrens trennt sich das Osmium von dem Zinn, indem es krystallisirt. Um nun die Krystalle für sich zu haben, legt man den Metallklumpen in Salzsäure, welche das Zinn auflöst, ohne das Osmium zu berühren. Dieses bleibt in Gestalt kleiner Krystallkörner zurück.

Um das Ruthenium darzustellen, bedarf man einer sehr verwickelten und vielfältig abwechselnden Reihe von Operationen. Man legirt Osmium-Iridium, welches man durch die chemische Analyse als rutheniumhaltig gefunden hat, mit seinem 4 bis 5 fachen Gewicht Zink. Ist dieses geschehen, so bringt man die so zusammengeschmolzenen Materialien auf die oben beschriebene Art in einen Kohlentiegel, welcher durch einen Thontiegel geschützt ist, erhält die Legirung hierin eine Stunde lang in der Rothglühhitze, dann aber 2 Stunden lang in der lebhaftesten Weißglühhitze, bis die Flamme keine Spur jener schneeweißen Färbung zeigt, die durch das verbrennende Zink verursacht werden.

Man läßt den Tiegel erkalten und wenn die Operation geschickt ausgeführt worden ist, so findet man darin eine zerreibliche poröse Masse, welche genau so viel wiegt, als man ursprünglich an Osmium-Iridium mit dem Zink verbunden hatte. Man pulverisirt diese Masse sehr fein und mengt dieselbe mit dem dreifachen Gewicht Bariumsuperoxyd und ein gleiches Gewicht salpetersaurem Baryt. Dieses Gemenge, aus 5 Theilen bestehend, bringt man in einen hessischen Tiegel, den man 1 Stunde lang rothglühend erhält.

Es bildet sich hierdurch eine schwarze zerreibliche Masse, welche sorgfältig pulverisirt und dann in eine Flasche mit eingeschlifsenem Stöpsel geschüttet wird, in welche man gewöhnliche Salzsäure mit ihrem doppelten Gewicht Wasser verdünnt gebracht hat.

Es entsteht hierdurch eine sehr lebhaftere Reaction, eine starke Temperaturerhöhung, welche man dadurch zu dämpfen sucht, daß man die Flasche mit der Säure in kaltes Wasser stellt und dann die erhaltene Schmelzmasse in kleine Portionen hineinbringt. Es ist hierbei nöthig, daß die Arbeiten unter einem gut ziehenden Rauchsauge vorgenommen werden. Es entwickelt sich nämlich beträchtlich viel Chlor und Sauerstoff, welche der Lunge höchst beschwerlich sind, überdies aber führen diese Gase ein wenig Osmiumsäure mit sich.

Ist die Operation ganz beendigt, so setzt man 1 Theil Salpetersäure und 2 Theile gewöhnliche concentrirte Schwefelsäure zu. Man verschließt die Flasche, schüttelt sie stark und läßt sie darauf in Ruhe stehen. Der Baryt verbindet sich mit der Schwefelsäure zu einem unauslösllichen Körper und fällt als solcher zu Boden.

Hat die Flüssigkeit sich vollkommen geklärt, so gießt man sie ab, wäscht den Niederschlag wiederholt aus, indem man das gebrauchte Wasser nach jedesmaligem Absetzen und vollkommenen Klären wieder abgießt, mit der zuerst abgetrennten Flüssigkeit vereinigt und so fortführt, bis das schwefelsaure Baryt von allen anhängenden Spuren einer Metalllösung befreit ist.

Die Flüssigkeit bringt man in eine tubulirte Retorte, und destillirt dieselbe so lange, bis der vierte Theil in die Vorlage übergegangen ist. Dieses Destillat ist sehr reich an Osmium, welches man durch Ammoniak und dann durch Schwefelwasserstoff ausfällt.

In der Retorte zurückgeblieben ist eine rothe Flüssigkeit, welche man nunmehr in einer offenen Schale abdampft, bis nur noch wenig davon übrig ist, sie dann mit Salmiak in Stücken und dann mit etwas Salpetersäure versetzt, gut durchrührt und bei der Temperatur des siedenden Wassers bis zur Trockenheit abdampft.

In der Abdampfschale findet man einen krystallinischen Niederschlag von bläulich-schwarzer Farbe, welchen man mit Wasser, in dem Salmiak aufgelöst ist, so lange wäscht, bis die Flüssigkeit sich nicht mehr färbt. Das zurückbleibende Salz ist Chlorwasserstoffsaures und Iridiumsaures Ammoniak, welches Ruthenium enthält. Um es auf dies letztere Metall zu reduciren, muß es in einem Porzellantiegel so lange calcinirt werden, bis es sich lebhaft roth zeigt. Da dieses große Hitze erfordert, so ist von Wichtigkeit, den Porzellantiegel in einen hessischen Schmelztiegel zu setzen und den Zwischenraum fest mit Kohle auszufüllen.

Nach der Ausglühung hat man Iridium mit Ruthenium gemengt, welches nun mit seinem doppelten Gewicht Salpeter und seinem gleichen Gewicht Kali zusammengebracht, in einen Silbertiegel gelegt und 1½ Stunden lang in dunkler Rothglühhitze gehalten wird. Nunmehr löst man die

Substanz mit kaltem Wasser auf. Die Flüssigkeit ist hochorangegeil und enthält rutheniumsaures Kali, man filtrirt dieselbe nicht durch Papier, sondern durch Asbest. Hierauf thut man zu demselben Salpetersäure oder man läßt Kohlensäure hindurchgehen so lange, bis sich salpetrige Säure entwickelt, oder Kohlensäure in Blasen durch die Flüssigkeit streicht und bis die gelbe Farbe gänzlich verschieden ist.

Die Flüssigkeit setzt nun Rutheniumoxyd als Niederschlag ab, man glüht dasselbe sehr lange in einem Kohlentiegel, wodurch es etwas zusammensintert, dann höhlt man in einem Stück Kalk eine Vertiefung aus, wohin man das so zusammengesinterte Oxyd bringt, und leitet dann den Knallgasstrom angezündet darauf, es muß die Reduktionsflamme, es muß die Stelle der allerhöchsten Hitze angewendet werden, wenn das Ruthenium schmelzen soll, aber es fließt dann auch zu einem wirklichen Korn zusammen, und wenn etwa noch Chrom oder Kieselerde oder Osmium darin enthalten sein sollte, so entweichen diese bei der furchtbaren Hitze ganz und gar.

Das hier erhaltene Metallkorn ist das Ruthenium, das feuerbeständigste unter den Metallen, die mit dem Platina verbunden sind, es hat eine Dichtigkeit von 11,0 bis 11,5 und ist so spröde und so hart, wie das Iridium. Es hat bis jetzt noch wenig oder gar keine Anwendung gefunden.

Palladium ist in dem entgegengesetzten Falle, es ist von allen Platinmetallen das am leichtesten schmelzende und es kommt in denjenigen Ofen, in welchen man jetzt so bedeutende Massen von Platin schmelzen kann, so leicht in Fluß, als ob es Blei wäre.

Wenn man dieses Metall in Knallgasgebläse der Schmelzhitze des Iridiums aussetzt, so verschwindet es, indem es sich mit Sauerstoff verbindet und in grüne Dämpfe übergeht. Macht man dieses Experiment im Kleinen, so sieht es wunderbar genug aus, das Kügelchen des geschmolzenen Metalles sich außerordentlich schnell drehen, mit grünen Dämpfen umgeben, sich verkleinern und nach und nach verschwinden zu sehen. Die Dämpfe verdichten sich zu einem schwarzbraunen Pulver und sind ein Gemenge von dem Metall und den Oxyden desselben. Auch an freier Luft oxydirt dasselbe, wenn schon schwach, so doch leichter als Silber. Sein spezifisches Gewicht ist gleich dem des Rutheniums.

Rhodium wird hauptsächlich in den Rückständen gefunden, welche die Platinfabriken in ziemlicher Menge abgeben. Das Platina wurde sonst immer durch Säuren aus seinen Erzen gelöst und mittelst metallischen Eisens gefällt. In dieser Mutterlauge befindet sich nun das Rhodium, und um dasselbe darzustellen, wird die Mutterlauge bis zur Trockenheit abgedampft, dann mit ihrem gleichen Gewicht Blei und dann mit dem

doppelten Gewicht Bleiglätte zusammengeschmolzen. Die ganz rothglühende recht flüssige Masse rührt man einige Male um und läßt sie dann erkalten.

Der so gewonnene Bleikörper enthält alle die in diesen Rückständen befindlichen Metalle, so weit dieselben weniger leicht oxydirbar sind als das Blei. Wenn man diese Masse zerkleinert und in Salpetersäure bringt, die mit ihrem gleichen Gewicht Wasser reducirt ist, so löst diese sowohl das Blei als auch das Kupfer und das Palladium, und sie läßt eine pulverförmige metallische Substanz zurück.

Man wäscht diese sehr sorgfältig aus, wägt sie höchst genau ab, und mengt sie mit ihrem 5fachen Gewicht Bariumsuperoxyd, worauf das Gemenge in einem hessischen Schmelztiegel nahezu 2 Stunden lang der Rothglühhitze ausgesetzt wird.

Der so gewonnene Körper wird zerkleinert und mit Wasser ausgezogen; was nun als Rückstand übrig bleibt, wird mit Königswasser übergossen, wodurch eine Menge Osmium ausgetrieben wird. Man kann dasselbe durch Destillation als Osmiumsäure sammeln, man kann dasselbe aber auch frei entweichen lassen. Zeigt die Flüssigkeit keine Spur des charakteristischen Geruchs mehr an, so setzt man ihr genau so viel Schwefelsäure zu, als erforderlich ist, um den Baryt ganz auszuscheiden.

Man kocht, filtrirt die Flüssigkeit und dampft sie dann ab, wobei man ihr zuerst ein Wenig Salpetersäure und darauf einen großen Ueberschuß von Salmiak zusetzt.

In diesem Zustande wird sie bei der Temperatur des siedenden Wassers bis zur Trockenheit eingedampft, der Rückstand aber wird mit einer concentrirten Salmiaklösung so lange gewaschen, bis das Waschwasser nicht mehr bemerkbar rosenroth gefärbt erscheint. Hierdurch wird alles Rhodium ausgezogen.

Die filtrirte Flüssigkeit wird mit einem großen Ueberschuß von Salpetersäure zerfetzt, welche den Salmiak zerstört. Wenn nun nur noch der Rhodiumsah übrig ist, so dampft man die Flüssigkeit in einem Porzellantiegel ab, befeuchtet den Rückstand mit ein Wenig Schwefelammonium und vermengt ihn mit seinem 3 bis 4fachen Gewicht Schwefel.

Der Porzellantiegel wird nun mit seinem Deckel versehen, in einen hessischen Tiegel gestellt, die Zwischenräume füllt man fest mit Kohle aus und bringt dann Alles zum lebhaften Rothglühen. Im Tiegel bleibt nun metallisches Rhodium, welches man als vollkommen rein betrachten kann. Sollte es jedoch auf die geringfügige Beimengung ankommen und sollte man dasselbe im wirklich chemisch reinen Zustande haben wollen, so vermengt man es mit seinem 4fachen Gewicht Zink und schmilzt es bei schwacher Rothglühhitze, rührt Alles sehr wohl um und läßt es kurze Zeit

in Ruhe, jedoch sehr gut und sorgfältig bedeckt, denn in dem Augenblicke der eigentlichen Verbindung beider Metalle entwickelt sich eine solche Hitze, daß ein Theil des Zinks verflüchtigt werden kann, was man aber durch das Zudecken zu verhindern im Stande ist.

Die Legirung, welche man hier erhalten hat, muß nun zerlegt werden. Dies geschieht vorläufig, indem man durch concentrirte Salzsäure einen großen Theil des Zinkmetalles hinwegnimmt, wodurch eine krystallisirte Masse zurückbleibt, welche, wie es scheint, eine chemische Verbindung ist, da sie jederzeit in demselben Zahlenverhältniß, in einem sogenannten stöchiometrischen Verhältniß auftritt, nämlich ein Äquivalent mit zwei Äquivalenten Zink, daher sich auch eine Formel dafür geben läßt. $RhZn_2$. Man löst diese Verbindung in Königswasser auf, worin sie nach und nach gänzlich verschwindet, dann setzt man der Lösung Ammoniak so im Ueberschuß zu, daß sich der Niederschlag, welcher dadurch entsteht, vollständig wieder auflöst.

Man hält die Flüssigkeit einige Zeit im Sieden und dampft sie hierauf bei geringerer Hitze ab. Nach dem Erkalten krystallisirt daraus eine Verbindung von Rhodium, Chlor und Ammoniak ($2Rh, 3Cl, 5NH_3$).

Wenn dieses Salz nunmehr umkrystallisirt, dann mit ein klein wenig Schwefel in einem Kohlentiegel bei sehr hoher Temperatur geschmolzen wird, so erhält man sehr reines zusammenhängendes Rhodium, welches zwar noch nicht ein eigentlich geflossenes Metall ist, aber bei den jetzigen Veranstaltungen zur Schmelzung durch Leuchtgas und Sauerstoffgas in einem Kalktiegel geschmolzen werden kann.

Das Metall ist übrigens viel schwerer schmelzbar, als das Platin. Die Temperatur und die Zeit, welche ausreicht, um 300 Theile Platina zu schmelzen, ist gerade genügend, um 40 bis 50 Theile Rhodium in Fluß zu bringen. Es scheint zwar gar nicht flüchtig, doch nimmt es auf der Oberfläche Spuren der Oxydation an, wie es das Palladium thut. Zu dem Osmium hat es eine so starke Verwandtschaft, daß die letzten Spuren desselben erst gegen das Ende der Schmelzung bei Anwendung des allerstärksten Feuers entweichen. Vom Silicium, dessen es gewöhnlich auch einen Theil einschließt, wird es durch den Kalk befreit.

Das Metall hat einen bläulichen Ton, ungefähr ähnlich dem Aluminium. Es ist weniger weiß, als das Silber, ist aber im Zustande großer Reinheit ebenso hämmerbar und dehnbar als dieses, sein specifisches Gewicht ist größer als 12.

Iridium. Um dieses Metall zu gewinnen, verwendet man Osmium-Iridium, welches mit Zink zusammengesmolzen und dann pulverisirt wird. Man versetzt dasselbe nach dieser Operation mit seinem 5fachen Gewicht

Bariumsuperoxyd und glüht es nunmehr in derselben Weise, wie wir dieses zur Darstellung des Rutheniums angegeben haben. Man erhält eine schwarze Masse, die man in Königswasser bringt und darin kocht. Nach längerer Dauer dieses Kochens wird die Osmiumsäure ausgeschieden. Man versetzt nunmehr die Auflösung mit so viel Schwefelsäure, als genau erforderlich ist zur Fällung des in der Flüssigkeit vorhandenen Baryts. Es darf kein Ueberschuß vorhanden sein, und es darf auch nicht zu wenig genommen werden, deshalb muß die Quantität des angewendeten Baryts durch das Gewicht sehr genau bestimmt gewesen sein. In der Lösung sind nunmehr die Metalle mit dem Chlor aus der Salzsäure des Königswassers verbunden, sie haben eine sehr dunkel gelbrothe Farbe. Um sicher zu gehen, setzt man noch einen kleinen Ueberschuß von Salzsäure zu und dampft dann die Flüssigkeit bei mäßiger Wärme ab und setzt ihr gegen das Ende der Operation so viel Salmiak in Stücken zu, als sich auflösen will, also immer mehr, als zur Fällung des Iridiums erforderlich ist.

Man bringt nun die abzubampfende Lösung in ein Wasserbad, dessen Temperatur man auf 60 Grad zu erhalten sucht, setzt aber das Verdampfen bei dieser Temperatur so lange fort, bis nicht nur die Substanz trocken, sondern auch aller saure Geruch verschwunden ist.

Nunmehr wäscht man den Rückstand mit einer concentrirten Salmiaklösung, bis die Flüssigkeit ohne alle Farbe abläuft, wodurch dann alle Metalle, welche dem Platin fremdartig sind, aber auch das Rhodium entzogen wird. Wenn die Flüssigkeit farblos ist, so fährt man mit dem Waschen zwar noch fort, nimmt aber die Lösung viel schwächer.

Die Flüssigkeit wird filtrirt und es bleibt auf dem Filtrum Iridiumsalmiak zurück, zugleich aber auch ein rosenrothes Rutheniumsalz. Den Niederschlag trocknet man und calcinirt ihn dann bei beginnender Rothglühhitze, wodurch die Ammonialsalze vollständig und die Chlormetalle theilweise zersetzt werden. Nachdem dieses geschehen, setzt man das Glühen in einem Strom von Wasserstoffgas fort, wodurch die letzten Spuren von Sauerstoff oder von Chlor entfernt werden und ein lockerer Metallschwamm übrig bleibt, welcher eine zwar etwas zusammenhängende Mengung verschiedener Metalle, aber keinesweges eine Legirung ist.

In Königswasser gebracht, wird demselben mitunter noch ein wenig von dem nicht zerstörten Osmium entzogen, war noch Platin damit verbunden, so entweicht auch dieses bis auf die letzte Spur.

Man hat nunmehr ein Pulver, welches mit einem Gemisch von Salpeter und Kalihydrat geschmolzen, darauf sorgfältig gewaschen und in einem Kohlentiegel zum Weißglühen gebracht wird. Hierdurch erhält es Zusammenhang, aber es ist noch keinesweges geschmolzen, dies erreicht man

erst, wenn man es in einen Kalkofen bringt und bei der eigentlichen Knallgasflamme schmelzen läßt.

Zuerst richtet man die ganze oxydirende Kraft gegen das Metall. Es ist also hier erforderlich, daß man die Quantität des zuströmenden Sauerstoffgases möglichst verstärkt. Hierdurch wird die letzte Spur des Osmiums verbrannt. Wenn der letzte Hauch des Osmiumgeruchs verschwunden ist, verstärkt man die Gewalt der Flamme so sehr als irgend möglich. Man läßt die Gasbehälter ^{im} Waße unter dem stärksten Druck ausströmen, erst bei solcher Hitze fängt das Iridium an zu schmelzen und es wird endlich wie Quecksilber, aber der Verbrauch von Gasen ist sehr bedeutend. Um 2 Loth Iridium zu schmelzen, braucht man, nachdem der Ofen seine volle Hitze erlangt hat, wenigstens 150 Maß (300 Litre Sauerstoffgas und also 300 Maß Wasserstoffgas).

Das erhaltene Iridiummetall ist weiß, dem Stahl ähnlich, und nimmt den Glanz desselben an. Es ist nur wenig dehnbar, giebt zwar den Schlägen des Hammers ein wenig nach, zerbricht aber bald in der Art, wie kaltbrüchiges Eisen. Wird es weißglühend gemacht, so nimmt es den Eindruck des Hammers an und man muthmaßt, daß sich alsdann die krystallinische Textur desselben würde zerstören lassen, wodurch vielleicht seine Streckbarkeit bedingt werden würde, wie man ja auch im Stande ist, dem krystallinischen Zink eine solche Dehnbarkeit zu geben, daß es sich nicht nur zu sehr dünnen Blechen, sondern sogar zu Draht ziehen läßt, woraus Goldberger vermöge der galvanischen Kette $\frac{1}{2}$ Million Thaler gemacht hat.

Wir sehen aus dieser Mittheilung über die Darstellungsweise der Platinmetalle, daß die deutschen Chemiker die Sache wenigstens eben so tief aprofondirt haben als Mr. Deville, der uns in seinem ganzen Aufsatz über diesen Gegenstand nichts Neues sagt.

Legirungen der Platinmetalle.

Die hier angeführten Metalle, mit Ausnahme des Osmiums, legiren sich unter einander und mit anderen Metallen sehr leicht, und die Verbindungen, welche sie unter sich eingehen, sind aus ihren Erzen bekannt und werden in der Regel nicht künstlich dargestellt.

Das Ruthenium verbindet sich mit dem Zink zu einer Masse, welche in Form sechseckiger Säulen krystallisirt, sie wird durch Schmelzen mit Zink und durch Abdampfen des überflüssig Zugesezten erhalten. Wenn

man diese Legirung unter Zutritt der Luft erhitzt, so entzündet sie sich und verbrennt mit schwacher Explosion. Ruthén vereinigt sich auch mit dem Zink, indem man 15 Theile dieses letzteren mit 1 Theile Ruthén im Kohlentiegel bis zum Erglühen erhitzt. Will man hiervon die eigentliche Legirung ausscheiden, so übergießt man nach dem langsamen Erkalten die Masse der Auflösung mit Salzsäure, nur das Zink wird aufgenommen, die Legirung bleibt als eine schön krystallisirte Masse zurück, die Krystalle sind an Größe und Schönheit den besten Exemplaren von krystallisirtem Wismuth gleich.

Das Palladium läßt sich zwar in Zink auflösen, aber es verbindet sich nicht damit, denn wenn man die zusammengeschmolzene Masse in Salzsäure auflöst, so wird alles Zink fortgenommen und es bleibt nur das reine Palladium zurück. Wenn man es dagegen mit 5 bis 6 Theilen Zinn zusammenschmilzt, nach dem Erkalten die Masse durch Salzsäure auszieht, so bleibt eine in glänzenden Blättern krystallisirte Verbindung zurück.

Das Rhodium verbindet sich mit den beiden gedachten Metallen und die eigentliche Legirung kann von den Ueberschüssen der beiden anderen Metalle getrennt werden, wie vorhin beschrieben. Die Legirung mit Zink löst sich in Salzsäure nicht auf, wenn man den Zutritt der Luft verhindert, geschieht dieses jedoch nicht, so ist die Verbindung auflöslich. Die Legirung mit dem Zinn bildet merkwürdiger Weise ganz schwarze Krystalle, welche nur in sehr hoher Temperatur schmelzbar sind.

Iridium läßt sich mit dem Zink zwar verbinden, krystallisirt aber nicht, mit dem Zinn dagegen giebt das Iridium eine schöne krystallisirende Verbindung, welche von dem Königswasser selbst nicht angegriffen wird.

Die Legirungen dieses Metalles mit den übrigen der Platinagruppe sind genauer bekannt geworden. Es vereinigt sich mit dem Platina und macht dasselbe brauchbarer, als es ohne diesen Zusatz ist. Das chemisch reine Platin ist so weich wie Silber (so weich wie Zinn, Silber ist beträchtlich härter) und so dehnbar, wie Gold. Spuren von Iridium geben ihm eine nützliche Festigkeit. Größere Mengen machen zwar das Platin brüchig, aber nur das aus dem Schwamm zusammengescheißte, nicht das geschmolzene, dieses im Gegentheil wird durch die Anwesenheit des Iridiums sehr fest und hämmerbar.

Wenn man das Platina lediglich durch Schmelzen seines Erzes darstellt, so ist es natürlich mit allen dasselbe begleitenden edlen Metallen beladen, aber gerade solch' ein Metall ist vortrefflich zu bearbeiten, selbst wenn nachweislich 20 Prozent Iridium darin enthalten sind, auch widerstehen diese Legirungen sowohl der Hitze als der Einwirkung des Königswassers viel besser, als das reine Platin.

Man hat zuerst eine dreifache Verbindung von Platin 75,2, Iridium

23,3 und Rhodium 1,5 dargestellt entweder durch Schmelzung der rohen Erze oder durch Zusammenschmelzen der drei Metalle und übergab ein sehr dünnes Blech von nur 18 Gran Gewicht einem guten Königswasser, erneuerte die Flüssigkeit einen Tag um den andern und demnach war nach einem vollen Monat erst die Hälfte dieses Bleches aufgelöst. Zur Concentration der Schwefelsäure hat man sich solcher Legirungen bedient und hat sie bei weitem widerstandsfähiger gefunden, als das reine Platin.

Osmium-Iridium kommt in der Natur häufig vor, ist jedoch kein homogener Körper, man kann es daher nicht als eine mineralogische Species betrachten. Es erscheint entweder in dünnen glänzenden Blättern oder in runden festen zum Theil abgeplatteten Körnern oder in unregelmäßigen Klümpchen, welche kleine Löcher enthalten, die nicht selten mit Magnet Eisen oder Chron Eisen angefüllt sind, endlich zeigt es sich auch noch in außerordentlich dünnen Plättchen, welche in Wasser geschüttet, sich lange Zeit darin schwebend erhalten. So verschieden dieses Aeußere, so verschieden ist auch die Dichtigkeit. Man kann diese Legirung aber dadurch erhalten, daß man sie in einem irdenen Tiegel mit Borax erhitzt, und wenn dieses im Weißglühen ist, granulirtes Silber im Betrage des Gewichtes der Legirung von Osmium und Iridium hinzusetzt. Das Silber verbindet sich mit den beiden Metallen, und da eben dieses Silber in Salpetersäure löslich ist, die beiden anderen Metalle aber nicht, so kann man sie durch die gebachte Säure von dem Silber trennen. Die unlösliche Masse wird in salpetersäurehaltigem Wasser und dann mit reinem kochendem Wasser gewaschen.

Was nunmehr vorhanden ist, wird mit Königswasser behandelt, welches sehr bald alles Platin, etwas Rhodium und auch etwas Iridium auflöst. Der gewaschene und getrocknete Rückstand ist das reine Osmium-Iridium.

Auch das Platin verbindet sich mit dem Zink sowohl, als mit dem Zinn, mit dem Letzteren bildet es schöne Krystalle in Würzelform, man erhält dieselben, indem man Platina mit dem 6fachen Gewicht Zinn zusammenschmilzt, langsam erkalten läßt und den Ueberschuß von Zinn durch Salzsäure fortnimmt, es bleibt eine sehr schöne Krystalldruse zurück. Aehnlich verhält sich das Zink.

Das specifische Gewicht der Platinmetalle unterscheidet sie in zwei Klassen. Ruthenium, Palladium und Rhodium haben ein specifisches Gewicht von 11,5, das Letztere von 12,0, die drei andern, Osmium, Iridium und Platina haben sämmtlich ein specifisches Gewicht von mehr als 21.

Alle Metalle sind äußerst schwer schmelzbar, das Osmium ist es gar nicht, dann folgt Ruthenium, Iridium, Rhodium, Platina, und am leichtesten schmelzbar von allen sechs ist das Palladium.

Die Abfälle von Platin gelten bei uns beinahe für werthlos, wenigstens muß man, um ihnen einigen Werth abzugewinnen, dieselben nach Paris schicken, wo sie dann kaum mit dem 6. Theil dessen bezahlt werden, was die Franzosen uns dafür abnehmen, wenn sie eingeschmolzen wieder zurückkommen, wir bedürfen aber der guten Leute hierzu gar nicht, denn aus geglühtem Kalkstein kann man hier so gut wie dort Cylinder drehen und ausschöpfeln, aus Braunstein kann man hier so gut wie dort Sauerstoffgas bereiten, es handelt sich also nur darum, daß Jemand lähn genug ist, 10 Thaler an den erforderlichen Schmelzofen und an die Gasschläuche zu wenden.

Man legt die Stücke des gebrachten Platins in sehr schwaches Königswasser, wodurch das Gold, mit welchem eben das Platina gelötet worden war, sich vollständig auflöst, indessen das schwieriger angreifende Platina unzerstörbar zurückbleibt. Nachdem diese sehr einfache Operation vollbracht und das Platin mit Wasser gewaschen und getrocknet ist, bringt man es in einen solchen Ofen, wie derselbe Seite 770 gezeichnet und beschrieben worden, es wird nunmehr die Erhitzung ganz auf dieselbe Weise eingeleitet und zur vollständigen Schmelzung gebracht, wie dort angeführt worden. Alles was an fremden Substanzen, an gewöhnlichen Metallen, wie Kupfer oder Eisen, welche wohl zu dem Platin gebracht worden sein können, oder an Phosphor, an Arsenik u. s. w. in dem zur Schmelzung gebrachten Platin vorhanden war (wie es bei dem sehr verschiedenen Gebrauch, welchen man in den verschiedenen Fabriken von den Platingeräthschaften macht, gar nicht anders sein kann) verbrennt in der fürchtbaren Hitze des Platinschmelzofens, verschwindet so ganz und gar, daß nicht eine Spur davon zurückbleibt, und selbst der Kalk, aus welchem der Ofen besteht, hilft sehr zur Reinigung des Platins, indem er das vorhandene Silicium oder indem er metallisches Oxyd mit dem Silicium in seine Masse aufnimmt, auch das Osmium verschwindet durch diesen Prozeß ganz und gar, so daß aus dem Feuer hervorgehendes Platin in der Regel beträchtlich reiner ist, als es ursprünglich bei seiner ersten Anwendung war, das Platin ist daher auch so weich, wie das reinste Kupfer, und läßt sich vollkommen zu allen Apparaten verarbeiten, läßt sich durch die Walze oder das Treiben mittelst des Hammers ganz bequem strecken und beliebig formen.

Ein Jeder, der etwas von der Technologie versteht, wird zugeben, daß es nicht leicht eine einfachere Operation gebe, als die der Zusammenschmelzung von Platinabfällen, falls man nur nicht zu träge ist, um aus seinem gewohnten, festgetretenen Geleise zu schreiten.

Register zum sechsten Bande.

A.

Abbrücke von Münzen 455.
 Amalgamschwefelstein 265.
 Aethiops martialis Lemery 262.
 Aethiops mineralis 522.
 Amalgam 392, 512.
 Amalgam als Zahntitt 517.
 — zum Versüßern und Vergolden 516.
 Amalgamation der Silbererze 552, 557, 561, 564.
 Ammoniumeisenchlorid 272.
 Anterbaltschwefelstein 265.
 Anode 198.
 Appelbaum 429.
 Arbor martis 279.
 Archimedisches Goldprobe 667.
 Arcot 398.
 Argentan 432.
 Argentum nitricum fassum 600.

B.

Balea 622.
 Batterie, constante 207, 208.
 Becher 9.
 Bequerel's Elemente 205.
 Bertholet 589.
 Verdrängungselektricität 209.
 Bessmer's Methode der Stahlbereitung 136.
 — — Ausführung in Schweden 139.
 Blattgold 680.
 — Verbrauch 615.
 — Verfertigung 680.
 — die Form 681.
 — der Schlitten 683.
 — Verwendung 684.
 Blaueisenerde 279.
 Bleischere 107.
 Blei 283.
 — Distriktisches 305.
 — Eigenschaften 305.
 — Verbindungen mit Sauerstoff 307.
 — Euborpd 307.
 — Ueberorpd 308.
 — Verbindungen mit Schwefel 312.
 — mit Salzbildern 312.
 — Salze der Dryde 313.
 Bleigewinnung, Scheidung 284.
 — Schmelzprozeß 286.

Bleigewinnung, Niederschlagarbeit 287.
 — der Stein 287.
 — Reductionsarbeit 289.
 — Röstarbeit 290.
 — Röstofen 290.
 — Schottischer Ofen 292.
 — Abtreiben 293.
 — Treibherd 293.
 — die Abfärbung 295.
 — Silberblech 295.
 — Glätte 296.
 — Ausbeute an Glätte und Metall 297.
 — Frischblei 297.
 — Hartblei 297.
 — Concentriren des Silbers 298.
 — Verwendung 299.
 Bleiglanz 283, 312, 545.
 Bleiorpd 307.
 — schwefelsaures 328.
 — chromsaures 329.
 Bleiplatten 303.
 Bleirohren 304.
 Bleischmelzofen 284, 286, 288.
 Bleisessquiorpd 309.
 Bleisuperorpd 309.
 Bleiweiß 313.
 — Fabrication 314.
 — — Ofen 315.
 — Vermahlen 318.
 — Franz. Fabrication 319.
 — Englische Fabrication 322.
 — Verfälschungen 323.
 — Anwendung 325.
 — Gelbwerden 326.
 — zu Farben 327.
 Bleisablenleiterstangen 236.
 Blutlaugensalz, gelbes 280.
 Blutstein 36.
 Brandstüber 644.
 Brauneisenstein 37.
 Bremerblau 482.
 Bremergrün 482.
 — Darstellung 483.
 Britanniametall 346.
 Bromblei 313.
 Bronze 400.
 — Verwendung 401, 404.
 — Eigenthümlichkeiten 402.
 — Vereitung 402.
 — zu Gold u. Weibaillen 404.
 Bronziren 475.
 Buchbindervergoldung 688.

Bunsen's Elemente 205.
 Buntkupfererz 360.

C.

Californische Goldsucher 614.
 Calomel 519, 530.
 — Fabrikmäßige Darstellung 531.
 — Sublimation in Pulvergestalt 533.
 Calorimotor 204.
 Capellen 571, 641.
 Caput mortuum 267.
 Casseler Gels 312.
 Cementstahl 125.
 Cementwasser 360.
 Chinastüber 431.
 Chlorblei 312.
 Chromgelb 329.
 Chromgrün 330.
 Chromorange 329.
 Chromroth 329.
 Cluqué's 454.
 Colecthar vitrioli 257.
 Commutator 228.
 — Anwendung 230.
 Condensator 193.
 Crocus mortis adstr. 268.
 Cyaneisen 280.
 Cyaneisentalium 282.
 Cyanid 273.
 Cyankupferlösung 461.
 Cyanür 273.

D.

Daguerre 593.
 Damascenerstahl 144.
 Dampfhammer 117.
 Daniell's Elemente 206.
 Danemoraefen 124.
 Davy's Batterie 203.
 Dinte, unauslöschliche 601.
 Doppelnadel 218.
 Draht 159.
 — Apparat zum Ziehen 162.
 — Ziebbank 160.
 — Ziehen durch die Zange 161.
 — — Walzen 163.
 — astronomischer 164.
 Dynamiden 179.

E.

Einschmelzflußmittel 534.
 Eisen 34.
 — catalonische Gße 41.

Eisen-Hammer 45.
 — Hochofen 47.
 — Roheisen 62.
 — blumiges 70.
 — Beimengungen 70.
 — verschiedene Arten des
 Roheisens 71.
 — reines 166.
 — — Eigenschaften 167. 238.
 — aus seinem Oxyde reducirt
 168.
 — magnetisches 170.
 — Magnetisiren 175.
 — Veränderungen in der
 Textur 239.
 — Röhren 240.
 — Fuchschwanz 240.
 — Verbrennen 241.
 — Hammer Schlag 241.
 — innere Structur 242.
 — krystallisch 242.
 — Schmelzarbeit 243.
 — Analyse 244.
 — Bestimmung der Kohlen-
 menge 245.
 — Analyse nach Regnault 249.
 — Bestimmung d. Kiesels 250.
 — — Phosphors 251.
 — — Schwefels 252.
 — Verhalten zu Säuren 253.
 — passives 254.
 — Verbindungen 255.
 — und Sauerstoff 256.
 — Verbindung mit Schwefel
 264.
 — — — Selén 267.
 — — — Phosphor 267.
 — — — Kohlenstoff 268.
 — — — Kiesel 269.
 — — — Stickstoff 270.
 — — — Chlor 271.
 — und Cyan 273.
 Eisenachtersulfuret 265.
 Eisensulfuret 265.
 Eisensulfuret 265.
 Eisenbisulfuret 265.
 Eisenchlorid 271.
 Eisenchlorid 271.
 Eisensalmia 272.
 Eisenbromür 272.
 Eisenbromid 272.
 Eisenjodür 272.
 Eisenfluorid 272.
 Eisenfluorid 273.
 Eisensalmia 277.
 Eisenbaum 279.
 Eisenblau 279.
 Eisenblausäure 283.
 Eisenerze 36.

Eisensabration, Röhren des
 Erzes 33.
 — Reduciren des Erzes 44.
 — Hochofenprozeß 47.
 — Beschickung des Hochofens
 56.
 — Flußmittel 57.
 — Brennmaterial 58.
 — Hochofen in Thätigkeit 60.
 — Roheisen 62.
 — Ablassen der Schlacke 63.
 — — — Metallmasse 64.
 — Flotten oder Gänse 66.
 — Formen 66.
 — der rohe Gang 67.
 — der gahre Gang 68.
 — der hihige Gang 68.
 — graues Roheisen 69.
 — Hochofenbetrieb mit war-
 mer Gebläseluft 73.
 — Erhitzung der Gebläseluft
 74.
 — Benutzung brennbarer
 Gase 75.
 — Umschmelzen des Ro-
 eisens 76.
 — Röstofen 82.
 — Gußeisen 85.
 — Raffiniröfen 86.
 — Raffiniren 87.
 — Reduciröfen 90.
 — das Puddeln 92. 94.
 — Puddelöfen 92.
 — der Hammer 96.
 — das Balzwert 97.
 — Zängewalzen 98.
 — Präparirwalzen 99.
 — Reckwalzen 99.
 — Walzen des Eisens 100.
 — — der Eisenplatten 102.
 — Weißblech 103.
 — — Verzinnen 104.
 — — Einbrennen 106.
 — — Abbrennen 106.
 — — Durchlöhren 106.
 — Blechschere 107.
 — Frischen 111.
 — Frischheerd 111.
 — Luppe 113.
 — Schmiedeeisen 114.
 — Schrot 115.
 — Strecken 116.
 — Schwarzhammer 116.
 — Dampfhammer 117.
 — Glühöfen 119.
 — Stahl 121.
 — Leberhählen 154.
 Eisengewinnung in England
 78.
 Eisenlies 266.

Eisenoxyd 257.
 — kiesel saures 279.
 — schwefel saures 276.
 Eisenoxydhydrat 258.
 Eisenoxydul, kohlensaures 277.
 — kiesel saures 279.
 — phosphor saures 279.
 — schwefel saures 273.
 Eisenoxyduloxyd 260.
 Eisensäure 262.
 Eisenvitriol 273.
 — fahrbmäßige Darstellung 275.
 Elektrifirmaschine 183. 184.
 — Verstärkungsflasche 186.
 — Laden 186.
 — elektrische Batterie 189.
 — Anbrantelektrometer 189.
 — Ansladerlektrometer 190.
 — Anslader 187.
 — d. allgemeine Anslader 188.
 Electricität 177.
 — bewegte 225.
 — negative und positive 182.
 — Leistungswiderstand 214.
 — Wirkung auf den thieri-
 schen Körper 210.
 — gegen Krankheiten 211.
 — Wirkung des feuchten Lei-
 ters 212.
 Elektroden 188.
 Electromagnetismus 215. 274.
 Elektrometer 181.
 Elemente, Verbindung 209.
 Entgoldung 663.
 Erdmagnetismus 235.
 Erze 18.
 — Bochen 19.
 — Röhren 19.
 — Schlämmen 20. 23.
 — Zerkleinern 21.
 — Sortiren 24.
 — Waschen 25.
 — Stampfen 27.
 — Schlich 28.
 — Schlamm 28.
 — Sürge 29.
 — ruhende Tische 30.
 — Stoßtische 31.
 — Sieben 33.
 Esse, catalonische 41.
 Experimente, elektrische 180.

F.

Fahlerze 360. 546.
 Färben v. Schmutzfachen 701.
 Ferrum carbonicum 278.
 — oxydatum rubrum 255.
 Feuermaterie der Alten 1.
 Feuerzeug, elektrisches 740.
 Filletten 689.

Fisketten-Bergsolung 689.
Frühscheer 111.

G.

Galen 497.
Galvani 192. 437.
Galvanismus 192.
Galvanische Niederschläge 440.
Galvanographie 453.
Galvanoplastik 441. 454.
— Formen 449.
Galvanotechnik 444.
Ganggestein 19.
Geber 8.
Gewicht, spezifisches 666.
Gießöffel 77.
Glaselektricität 182.
Glaserz 545.
— sprödes 546.
Glocken, Guß 423.
Glockengul 400. 422. 426.
Glockenhosen 119.
Glockenbrach 697.
Gold 607.
— Historisches 607.
— Fundorte 602.
— in Californien 612.
— Verlorenegehen 616.
— Entdeckung in Australien 616.
— Lagerstätte 618.
— Trennung vom Silber 603. 645.
— Affinitäten 645.
— Anwendung 677.
— Scheidung des Silbers auf trockenem Wege 649.
— b. Pfannenschmiedische Prozesse 649.
— Scheidung durch Guß und Fluß 649.
— — Cementation 650.
— Trennung vom Domium-Tribium 651.
— Quaration 652.
— Legirungen 654.
— weiße Legirung 655.
— rote Legirung 655.
— gemischte Legirung 655.
— Karate 655.
— Farben 656.
— rote Färbung 657.
— Probiren 658.
— vollkommen reines 662.
— Entgoldung 662.
— Verbindungen mit Sauerstoff 725.
— — Schwefel 727.
— — den Halogenen 727.
— — mit Cyan 729.

Goldbromid 728.
Goldchlorid 727.
Goldchlorür 728.
Goldcyanid 729.
Goldcyanür 729.
Goldberze, Probiren 665.
— — auf trockenem Wege 670.
Goldberze, Probirtiegel 670.
— Probirösen 671. 673.
— Probiren auf nassem Wege 675.
Goldgewinnung, Bearbeitung der Geschiebe 620.
— Untersuchung des Sandes 620.
— Waschapparate 622.
— Fochen des Erzes 627.
— Pochwerk 627.
— Amalgamation 629.
— Mühle zur Amalgamation 629.
— Amalgamation in Südamerika 632.
— Anschmelzen des Erzes 634. 636.
— Waschen in Südamerika 635.
— Behandlung der Erze mit Chlor 637.
— — von den Galden 639.
— Reinigung 640.
— Capellen oder Tasse 641.
— Testosen 642.
— Feilbrennen 644.
Goldjobid 728.
Goldjobür 728.
Goldmacher 11.
— Betrügereien 11.
Goldoxyd 725.
Goldoxydul 725.
Goldprobe, archimedische 667.
Goldpulver 684.
Goldpurpur 728. 730.
Goldsäure 725.
Goldschlägerhämchen 682.
Goldsucher, californische 614.
Goldwäsche mit der Batea 622.
— am Ural 624.
Graphit 243.
Grove's Elemente 205.
Guß von Kunstwerken 406.
Gußeisen 85.
Gußstahl 130.
G.,
Gaare'sche Spirale 204.
Galbmetalle 1.
Galbchlorquecksilber 530.

Galbschwefeleisen 265.
Galbschwefelkupfer 487.
Galbschwefelquecksilber 521.
Gartguß 400.
Gartloth 431.
Gartelektricität 182.
Gelmont 11.
Gelvetins 11.
Gisingerit 279.
Gochosen 47. 64.
— Fundament 48.
— der Kof 49.
— Schacht 49.
— Kohlenfad 49.
— die Sicht 49.
— Wallstein 50.
— Däse 51.
— Cylindergebläse 53.
— Centrifugalgebläse 54.
— Manometer 55.
— Anwärmen 55.
— in Thätigkeit 60.
— Dauer 72.
Gochsen, englische 79.
Gochstein 598.
Gochschutte, galvanische Ver-
vielfältigung 464.
Goldvergoldung 685.
Gornblei 313.
Gornsilber 546. 692.
— Färbung durch Licht 593.
Hydrargyrum oxydulatum
nigrum 538.
— — purum 518.
Hydroelektrifirmaschine 185.

J.

Jacobi's Batterie 207.
Imponderabilien 179.
Induktion, elektrische 468.
— magnetoelektrische 469.
— thermoelektrische 473.
Induktionselektricität 211.
Tribium 764. 776.
— Darstellung 783.
Jungfernequecksilber 499.

K.

Kalifeisenoxyd, schwefelsaures 277.
Kanonengießerei, französische 412.
— Gießosen 413.
— Formen 414.
— Beschickung des Ofens 415.
— Schmelzen der Bronze 417.
— Guß der Canons 418.
— Bohrung der Canons 420.
— Fehler der Canons 421.
Kanonengut 400. 408.

Karat 655.
 Kaffiters 331.
 Kathode 198.
 Kieseisen 289.
 Knallgold 726.
 Knallqued Silber 539.
 Knallsilber 539.
 Kniepresse 742.
 Koblen Silber 592.
 Kornzinn 338.
 Kremerweiß 323.
 Kupfentamp 484.
 Kupfer 358.
 — Historisches 358.
 — Eigenschaften 361.
 — Gewinnung 363.
 — Rosten des Erzes 364.
 — Schmelzofen 365.
 — wiederholtes Rosten des Kupfersteins 367.
 — Schwarzkupfer 368.
 — Gahrherd 369.
 — Reiben 369.
 — Reißofen 370.
 — Hammergahr machen 371.
 — Ungländ. Verfahren 372.
 — — Rosten 373.
 — Anthrazit als Brennmaterial 374.
 — Kupferschmelzofen 377.
 — Umschmelzen 379.
 — Gewinnung, englisches u. deutsches Verfahren 380.
 — das Saigern 382.
 — Saigeröfen 383, 385.
 — zweite Saigerung 385.
 — auf nassem Wege 386.
 — Däner's Verfahren 387.
 — Scheidung des Goldes 388.
 — — Silbers 389.
 — aus sehr armen Erzen 389.
 — Verwendung 391.
 — Legirungen 392.
 — Umwandlung von Legirungen 435.
 — Bronziren 475.
 — Entsilbern von versilbertem 475.
 — Verbindungen mit Sauerstoff 479.
 — — Schwefel 487.
 — — Wasserstoff 487.
 — — Koblenstoff 487.
 — — Phosphor 487.
 — — Selen 488.
 — — Ammonium 489.
 Kupferchlorid 489.
 Kupferchlorür 488.
 Kupfererze 359.
 Kupferglanz 360.

Kupferkies 265, 300.
 Kupferlasur 359.
 Kupferoxyd 480.
 — Anwendung als Farbmateriale 482.
 Kupferoxyd, kohlensaures 494.
 — schwefelsaures 489.
 Kupferoxydul 479.
 Kupferoxydsalze 481.
 Kupferpulver 478.
 Kupferschiefer 300.
 Kupferschwärze 480.
 Kupfersublimat 487.
 Kupfersulfuret 488.
 Kupfersuperoxyd 486.
 Kupfervitriol 489.
 — fabrikmäßige Darstell. 491.
 — Fabriken 493.

U.

Lapis Hämatites 258.
 Ueberetz 504.
 Legirungen 392.
 Lenoir 438.
 Liqueur ferri muriatici 510.
 — hydrargyri nitrici 538.

M.

Magnes 237.
 Magnet, armirter 172.
 Magnetberg 237.
 Magneteisenerz 36.
 Magneteisenstein 171.
 Magnetsiren 173.
 — Erfolg 174.
 — des Eisens 175.
 — des Stahls 176.
 — durch ben. elect. Strom 223.
 Magnetismus 170.
 — bewegter 225.
 — der Lage 226.
 — der Erde 237.
 Magnellies 267.
 Magnetoelectricität 224.
 — Apparate 226.
 Magnetstein 172.
 Malachit 359, 494.
 Mark Silber 568.
 Martini 13.
 Masticot 308, 310.
 Medaillen, Guß 404.
 Rennige 309.
 Mercurius dulcis 530.
 — solubilis Hahnemann's 538.
 Messing 393.
 — Historisches 393.
 — Darstellung 395.
 — Mischungen 397.
 — Englische Darstellungsweise 398.
 — Darstellung im Kleinen 399.

Metalle 1.
 — Kennzeichen 2.
 — Eigenschaften 3.
 — Geschichtliches 4.
 — Samen 6.
 — Wachsen und Reifen 8.
 — Umwandlung 9.
 Metallinsäure 353.
 Meteorstein 35.
 Metalluide 1.
 Mineralturpeth 537.
 Multiplikator 216, 217.
 — mit Doppelnadel 220.
 Mägen 705.
 Münzmetall, chinesisches 429.
 Münzstempel 716, 718.
 Münzverfabren, älteres 707.
 — Legirung 709.
 — Schmelztiegel 709.
 — Gußform 710.
 — Sieben der Barren 711.
 — Das Streckwerk 712.
 — Ausschneiden der Münzstücke 713.
 — Wägen 715.
 — Wäbern 716.
 — Weisfieben 716.
 — Entfernung d. Kupfers 716.
 — Prägen 716.
 — Prägestoß 717.
 — Kniepresse 722.

N.

Nabel, asiatische 218.
 Nees'sche Hammer 232.
 Neufilber 431.
 Niello 591.
 Nobilitische Nabel 218.

O.

Oelm 214.
 Oleum martis 272.
 Oolitherg 37.
 Opbir 609.
 Oersted 214, 439.
 Osmium 766, 767.
 — Schmelzofen 770.
 — Darstellung 778.
 Osmium-Iridium 651, 779, 787.
 Oxyd 257.
 Oxydul 257.

P.

Padfong 420.
 Palladium 766, 774.
 — Darstellung 781.
 Papier, photographisches 655.
 Pariser Roth 258.
 Platinsions-Weiß 318.
 Pecunia 877.

Phosphoreisen 267.
Phosphorsilber 521.
Photographie 524.
 — Vorbereitung des Papiers 595.
 — Hervorrufen d. Bildes 526.
 — Fixiren des Bildes 596.
 — das positive Bild 527.
Phosph 356.
Phosphfarben 356.
Platina 731.
 — Fundorte 731.
 — Eigenschaften 737.
 — Schmelzbarkeit 738.
 — Schweißbarkeit 742.
 — Legirungen 743. 752.
 — Schmelzung 744.
 — — Ofen 745.
 — Gießen 747.
 — Scheidung des Bleies 750.
 — Darstellung im Kleinen 755.
 — — — Großen 757.
 — Anwendung 761.
 — zur Plattirung 763.
 — zu Röhren 764.
Platinabfälle, Zusammenschmelzung 788.
Platindrath 185.
Platinerg, hüttenmännische Behandlung 758.
Platingewinnung 734.
Platinmetalle 764.
 — Darstellung 778.
 — Legirungen 785.
Platinmohr 740.
Platinschwamm 740.
Polarität 171.
Poliment 686.
Preßergoldung 689.
Puddelöfen 92.

P.

Quecksilber, Verbindungen
 mit Sauerstoff 518.
 — — — Schwefel 521.
 — — — b. Salzbildern 530.
 — Sauerstoffsalze dess. 536.
 — verflüchtigt 530.
Quecksilberchlorid 534.
Quecksilberchlorür 530.
Quecksilberoxyd 502.
Quecksilberoxyd 519.
 — Destillation 520.
 — salpetersaures 528.
Quecksilberoxydul 518.
 — schwefelsaures 536.
 — salpetersaures 537.
Quecksilberoxydulsalz, neutrales 536.
 — basisches 537.
Quecksilbersublimat, ätheures 534.
 — Darstellung 535.
Quickwasser 691.

Q.

Quarz 426.
Raffiniröfen 86.
Raseneisenstein 38.
Reuterzölze 498.
Reverberiröfen 76. 90.
Rheinst 221.
Rhodium 766. 774.
 — Darstellung 781.
Rotheisen 62.
 — graues 69.
 — weißes 70.
Roßstahl 122.
Rösten für Erze 82.
Rotheisenstein 36.
Rotthälliger, dunkles 546.
 — lichtet 545.
Rotthaus 400.
Rotthupfererz 359.
Rotthmessing 394.
Rosettenkupfer 370.
Ruthenium 766. 772.
 — Darstellung 779.

R.

Salze der Pleiocyde 313.
Schafheitsth. Gießenguß 425.
Schlageloth 431.
Schmiebeeisen 90. 114.
Schnellloth 347.
Schriftmetall 297.
Schrot, Politur 302.
 — Fabrikation 300.
 — Gießen 301.
Schwamm, metallischer 40.
Schwanzhammer 116.
Schwartzkupfer 364. 368.

Schwefelblei 312.
Schwefeleisen, einfach 265.
 — zweifaches 265.
Schwefellös 266.
Schwefelkupfer, einfaches 488.
Schwefelmetalle 360.
Schwefelquecksilber, einf. 521.
Schwefelsilber 545. 530.
Schwefelwasserstoffgas 267.
Schwefelzinn, einf. u. dopp. 357.
Seebeck's Apparat 216.
Seeschiff, überklupfert 452.
Selenblei 312.
Selönisen 287.
Siegelerde 179.
Silber 541.
 — Eigenschaften 542.
 — Vorkommen 544.
 — Lagerstätten der Erze 545.
 — Legirungen 568.
 — Weißbleien 569.
 — Plattiren 569.
 — Probirprobe 570.
 — Strichprobe 571.
 — Capellation 571.
 — Capellen 571.
 — Capellenofen 572.
 — Vorsichtsmaßregeln bei der Capellation 575.
 — Untersuchung 577.
 — — franz. Methode 577.
 — — Apparat 580.
 — Pipette zur Normalsalz-lösung 581.
 — Untersuchung, der Schüttelapparat 582.
 — — Anwendung des Apparats 583.
 — Verbindungen mit Sauerstoff 587.
 — — — Schwefel 590.
 — Scheid. v. Golde 603. 645.
 — Verbindungen mit den Salzbildern 592.
Silberchlorid 592.
Silberchlorür 592.
Silbererze 545.
 — Untersuchungen 586.
Silbergewinnung, Bearbeitung der Erze 547.
 — Rosten der Erze 549.
 — Röstofen 549.
 — Amalgamation d. Erze 552.
 — Amalgamirgefäße 552.
 — Fällung der Tonnen 554.
 — Reinigen d. Amalgams 556.
 — Amalgamationverfahren im Mansfeldischen 557.
 — Röstföden im Mansfeldischen 558.

- Silbergewinnung, Kistprozeß 559.
 — in Südamerika 661.
 — Peruvian. Pochwerk 562.
 — Erzmühle 563.
 — Amalgamiren in den Lorta's 564.
 — Abtreiben des Quecksilbers 566.
 — Schmelzen 567.
 Silberglanz 545.
 Silberkupferglanz 545.
 Silberloth 431.
 Silberoxyd 588.
 — Verbindungen mit Säuren 598.
 — salpetersaures 598.
 — kohlensaures 602.
 Silberoxydnl 587.
 Silberproduktion, jährl. 604.
 Silbersuperoxyd 589.
 Silberzeug, Schutz gegen Anlaufen 590.
 Spaltstein 37. 277.
 Spiegeleisen 70.
 Spiegelmetall 424. 427.
 Stahl, indischer 140.
 — damaecener 144.
 — damaecirter 145.
 — Eigenschaften 149.
 — Härten 150.
 — Herstell. verbrannten 151.
 — Anlassen 155.
 — Grade des Anlassens durch die Farbe bezeichnet 157.
 — Farben 158.
 — Ursachen der Farben 158.
 — Magnetisiren 178.
 Stahlböder 279.
 Stahleisen 70.
 Stahlerz 504.
 Stahlfabrikation 121.
 — Kohlstahl 122.
 — Stahlschrei 122.
 — aus Spiegeleisen 123.
 — — Stabeisen 123.
 — Cementstahl 125.
 — Cementstahlöfen 125.
 — Stahlbildungsprozeß 127.
 — Gußstahl 130.
 — Temperofen 130.
 — denische Temperöfen 133.
 — Schmelztiegel 134.
 — Bessemer's Methode 136.
 — indische 140.
 — Ueberstählen 154.
 Stampwerk für Erze 27.
 Stanniol 350.
 Statuen, Guß 405.
 — galvanisch erzeugte 458.
 Stempelvergoldung 689.
 Stirnhammer 96.
 Stockwerke (bei Erzen) 332.
 Stöbel 475.
 Strahlentke 266.
 Stromjian 338.
 Stützlehre 408.
 — Formen 410.
 — Ofen 411. 413.
 Zumpferz 38.
 T. **T.**
 Taisfer 461.
 Talbot'sche Bilder 594.
 Tamtam 424.
 Telegraph, elektrischer 213.
 Temperofen 130.
 Telle 641.
 Testofen 642.
 Thermoelctricität 471.
 — Anwendung 475.
 Thermoelctrische Säule 474.
 Tinctura ferri muriatici oxydulati 271.
 Tombac 394.
 Transversalmagnet 215.
 Trogapparate 200.
 Trogbatterie 438. 442.
 Tschu 430.
 U. **U.**
 Vergolden 516. 685.
 — auf Leimgrund 686.
 — Poliment 687.
 — von Papier, Leder sc. 687.
 Vergoldung, chemische 690.
 — im Feuer 691.
 — — — Abkochen 692.
 — — — Verquiden 692.
 — — — Amalgamiren 693.
 — — — Abbrauchen u. Berreiben 694.
 — — — Politur 695.
 — — — Mattfärben 695.
 — trockene 697.
 — auf nassem Wege 699.
 — Härten der Schmuckstücken 701.
 — Untersuchung 701.
 — galvanische 702.
 Verkupferung von Eisen 461.
 — im Feuer 463.
 Vermillon 526.
 Versilbern 516.
 Versilberung, autogene 605.
 Verzinnung von Gefäßen 340.
 — unter Eisenzusatz 342.
 Verzinnung gußeiserner Gefäße 343.
 — kleiner Gegenstände 343.
 Verzinnung, galvanische 346.
 Volta 193.
 Volta'sche Säule 196.
 W. **W.**
 Wasser, Zersetzung durch Electricität 192.
 Wasserfest 266.
 Weißblech 103.
 Weißbleiden 344.
 Werkblei 292.
 Wiedemann'sche Figuren 35.
 Wollaston'sches Element 201.
 Woody 140.
 Z. **Z.**
 Zahnstift 517.
 Ziegelerz 504.
 Ziehbant für Draht 160.
 Zinn 330.
 — Oxydirt 331.
 — Eigenschaften 331.
 — Darstellung 332.
 — — Arbeit 334.
 — — Aufschmelzen 334.
 — — Ofen dazu 335.
 — — Läutern 336.
 — Verwendung 332. 343.
 — Legirungen 347.
 — — mit Blei 347.
 — — — u. Bismuth 348.
 — — — Zink 348.
 — Verbindungen mit Sauerstoff 351.
 — — mit d. Salzbildern 354.
 — Verbindungen mit Schwefel 356.
 Zinnasche 351.
 Zinnblumen 106.
 Zinnchlorid 355.
 Zinnchlorür 354.
 Zinnerze 332.
 Zinnerschrei 331.
 Zinnober 499. 523.
 — fabrikmäßige Bereit. 524.
 — gelber 330.
 — chinesischer 627.
 — Darstellung auf nassem Wege 527.
 — Anwendung 528.
 — Verflüchtung 529.
 Zinnoxid 352.
 Zinnsäure 352.
 Zinnseifen 333.
 Zündhütchen 640.
 Z. **Z.**



JUN 14 1934





JUN 14 1934

