

MAX VON PETTENKOFER.

Max Pettenkofer stammt aus Niederbayern, wie dem Kenner schon die beiden letzten Silben seines Namens verrathen. Denn wie anderswo die -hofen und -hofer, sind in Niederbayern die -kofen und -kofer zu Hause. In der Nähe von Landshut giebt es einen Weiler Pettenkofen, und im 18. Jahrhundert war ein Michael Pettenkofer Bürgermeister von Landshut. Es lässt sich jedoch nicht entscheiden, ob diese Verwandtschaft der Namen auf Blutsverwandtschaft beruht. Sichere Daten gehen nur bis auf Pettenkofer's Grossvater zurück. Dieser sass ursprünglich als Mauthner in der »Einöde« Lichtenheim im jetzigen Gerichtsbezirke Neuburg a. D. Bis zum Ende des 18. Jahrhunderts lief nämlich da eine der unzähligen Grenzen, durch welche Deutsche von Deutschen getrennt waren; hier die Grenze zwischen dem Herzogthume Neuburg und dem Kurfürstenthume Bayern. Lichtenheim war Zollstation. Als Neuburg an Bayern fiel und die Mauth aufgehoben wurde, kaufte der bisherige Mauthner das Anwesen vom Staate. Die eben begonnene Rodung des hart angrenzenden Donaumooses schien reiche Ernten zu versprechen.

Der alte Mauthner hatte vier Söhne, von denen die drei älteren studirten; zwei wurden Rentbeamte, der dritte, Franz Xaver, Apotheker. Der jüngste Sohn, Johann Baptist, wurde Landwirth und übernahm das väterliche Anwesen. Der Anbau des Donaumooses brachte nicht den gehofften Erfolg, sodass es dem jungen Bauern und seiner Frau trotz allen Fleisses sehr schwer wurde, ihre acht Kinder aufzuziehen, zu denen auch unser Max gehörte, der am 3. December 1818 geboren worden war. Zu Hause herrschte grösste Sparsamkeit und Einfachheit, aber der Knabe fühlte sich darum nicht weniger glücklich bei seinem ungebundenen Naturleben mit seiner Heerde im einsamen Moos. Tiefes Empfinden für die Schönheit der Natur und schwärmerische Sehnsucht nach ihr blieben ihm aus jener Zeit her für sein ganzes Leben eingepflanzt.

Nur zu bald ging dieses Leben in goldener Freiheit zu Ende; Max wurde nach München versetzt und sah die Heimath nur in kurzen Ferienzeiten wieder. Wie theuer sie seinem Herzen war, zeigt eines seiner schönsten Sonette:

»Erblick ich deinen stillen, öden Grund,
Wo ich geboren, weit gedehntes Moor!
Dann drängen sel't'ne Bilder sich hervor,
Wie ich als Knab' auf deinen Steppen stund.

Oft trat ich mir die nackten Füße wund,
Wenn ich der Heerde nach durch tiefes Rohr
Mich in Nomadeneinsamkeit verlor,
Doch heiter klang das Lied aus meinem Mund.

Arm und genügsam wie das Haidekraut,
Das blühend sich dem kargen Land entringt,
Hab' damals ich zum Himmel aufgeschaut.

Warum mir jetzt kein frohes Lied gelingt?
Sehnsucht und fromme Wünsche werden laut,
So oft ein Nachhall jener Zeit erklingt.«

Pettenkofer's Vater hätte nicht die Mittel aufbieten können, um seinen Söhnen eine höhere Bildung zu verschaffen. Da sprang sein älterer Bruder, der Apotheker, ein. Er hatte sich im russischen Feldzuge 1812 ausgezeichnet und war 1823 Kgl. Hof- und Leib-Apotheker in München geworden. Seine Ehe war kinderlos geblieben, und nun nahm er nach und nach vier Kinder seines Bruders in sein Haus. Für den aufgeweckten, talentvollen Neffen Max, der an demselben Monatstage, wie er selbst, geboren war, hatte er von jeher eine besondere Vorliebe. Im Herbste 1827 berief er den noch nicht ganz neun Jahre alten Knaben zu sich nach München, wo er in der Königl. Residenz eine geräumige Dienstwohnung innehatte; dieselbe, in der Pettenkofer selber später durch mehr als 50 Jahre leben und sein Leben beschliessen sollte.

Noch in seinem hohen Alter konnte Pettenkofer nicht ohne tiefe Bewegung davon erzählen, wie furchtbar feindlich ihm das Stadtleben anfangs erschienen sei; wie elend er sich zwischen diesen Manern, in diesem Menschengedränge befunden habe; wie inbrünstig er zur Mutter Gottes gebetet habe, sie möchte ihn durch ein Wunder wieder hinaus versetzen in sein geliebtes Moos.

Nicht wenig trug zur Verschüchterung des kleinen Bürschchens ein aufregendes Erlebniss bei: die erste Begegnung mit seinem Könige, die sehr unglücklich verlief. Da Onkel Xaver im Residenzschlosse

wobnte, war es sehr wahrscheinlich, dass Max dem Könige bald begegnen würde. Eine der ersten Sorgen des loyalen Hofapothekers war deshalb, seinem Neffen das Bild des Königs einzuprägen, ihm die gehörige Ehrfurcht einzuflössen und ihm einzuschärfen, wie er sich zu benehmen habe, falls er dem Könige begegnen sollte: er müsse sogleich Front machen und in Habtachtstellung stehen bleiben, bis der König vorüber sei. Richtig dauerte es nicht lange, und Max sah sich plötzlich auf wenige Schritte dem Könige gegenüber, als er auf seinem Schulwege um die Ecke der Residenz bog, dort wo eine schmale Brücke über den Stadtbach führte. Der König war im Begriffe sein Reitpferd zu besteigen. Auf's tiefste erschüttert durch die Nähe der erhabenen Person, durch die Grösse des Augenblicks raffte sich der Knabe mühsam zusammen und stellte sich, wie ihm befohlen war, habtacht. Wie hypnotisirt starrte er den König an! Diesem wollte das Aufsteigen nicht recht gelingen; das Pferd war störrisch und der König — wie man erzählt — nicht gerade der beste Reiter. Irritirt blickte er um sich und sein Blick blieb an seinem kleinen Unterthanen hängen, der ihn — wie ihm jetzt zum Bewusstsein kam — seit Minuten aus nächster Nähe unverwandt angaffte. Was Erstarrung aus Ehrfurcht war, dächte ihm respectlose Neugierde zu sein — und plötzlich fuhr ein grimmiges: »Du Maulaffe, wirst Du schauen, dass Du fortkommst!« dem entsetzten Knaben in's Ohr. Man kann sich vorstellen, mit welcher Beschleunigung der kleine Max das Weite suchte! Durch Wochen verfolgte ihn die drohende Gestalt mit der erhobenen Reitgerte in Schlaf und Wachen, und wie der Indianer die Spur der Feinde mied er ängstlich auf weiten Umwegen die Pfade seines königlichen Herrn.

Der weltfremde Knabe musste erst städtische Manieren lernen. Er hatte anfangs auch grosse Schwierigkeiten wegen seines mangelhaften Unterrichts in der kleinen Dorfschule in Lichtenau, mit seinen Kameraden aus der Stadt Schritt zu halten.

Aber sein Eifer und Fleiss überwand dieses Stadium bald, und Volksschule, Lateinschule und humanistisches Gymnasium wurden nach einander mit Auszeichnung absolvirt. Neben der Schönheit der Natur lernte der Jüngling allmählich die Schönheit der Poesie kennen und empfinden. Mit Begeisterung las er die römischen und griechischen Klassiker, und voll von tiefem natürlichem Verständnisse für die Kunst der Sprache, die er später mit solcher Meisterschaft zu handhaben lernen sollte, wäre er Philologe geworden, als er im Jahre 1837 die Universität bezog, wenn es nach seinem Wunsche gegangen wäre. Aber Pettenkofer war arm und musste sich dem Willen seines väterlichen Wohlthäters fügen, der ihn zum Apotheker ausbilden lassen wollte.

Damit begann für Pettenkofer eine Periode von Wechselfällen des Geschickes und jähen Veränderungen des äusseren Lebenszieles, wie sie wenige bedeutende Männer durchgemacht haben. Dies lag zunächst daran, dass Pettenkofer arm war, vor allem für sein tägliches Brot sorgen musste und von fremdem Willen abhing. Zum Theile lag es, wie wir bald sehen werden, an jugendlicher Heftigkeit und daran, dass frühzeitig die Liebe anfang, seine Entschlüsse mitzubestimmen. Zum nicht geringen Theile beruhte diese Unstetigkeit der Entschlüsse auch auf der universellen Richtung seines Geistes. Mit seinen offenen Sinnen, mit seinem empfänglichen Gemüthe suchte er die ganze Welt zu umfassen. Nichts Menschliches dünkte ihm fremd zu sein. Mit Goethe sprach er zu sich selbst: »Greif' nur hinein in's volle Menschenleben und, wo du's packst, da ist es interessant.« Unbesorgt liess er sich daher auch in der Wissenschaft zunächst vom Zufall treiben. Durch viele Jahre sehen wir ihn, auf äussere Anstösse hin, das Allerverschiedenartigste angreifen. Diese Bestimmbarkeit durch äussere Einflüsse war bei ihm nicht, wie sonst wohl, das Kennzeichen eines mittelmässigen, unselbstständigen Kopfes. Dass dies nicht zutraf, zeigte sich schon frühzeitig darin, mit wie intensiver und zäh ausdauernder Energie er die einzelne Aufgabe, die ihm gestellt worden war, anfasste, wie exact seine Fragestellung und Beobachtung war, wie streng methodisch er vorging und wie rasch er es daher fast stets zu Leistungen brachte, die über das Durchschnittsmaass hinausgingen. Offenbar hat er auch schon in jungen Jahren den starken Eindruck einer ganz ungewöhnlichen Individualität gemacht; denn bedeutende Männer, wie der berühmte Mineraloge Prof. Joh. Nep. v. Fuchs, nahmen sofort den grössten Antheil an ihm und wurden niemals an ihm irre.

Wenn ihn die wissenschaftliche Beschäftigung mit dem Verschiedenartigsten interessirte und befriedigte, so lag dies daran, dass sein Geist, sein Talent durchaus auf das Praktische, auf das Nützliche angelegt war; eine Eigenschaft, die ihn geradezu für die Entwicklung, die er später nehmen sollte, prädestinirte. Folgende Stelle aus einem am 30. September 1849 an Liebig gerichteten Briefe¹⁾ ist für seine Denkweise ungemein charakteristisch! »Ein paar meiner Freunde äusserten mir schon öfter die Befürchtung, Sie möchten mit meiner Wirksamkeit, die sich seit einigen Jahren vorzüglich auf technische Dinge erstreckt hat, nicht wohl zufrieden sein. Ich für meine Person bin übrigens ganz unbesorgt. Ich glaube als getreuer Schüler nach Ihrem Worte zu handeln, wenn ich jede Aufgabe, zu deren Lösung die Chemie als Wissenschaft beitragen kann, für wichtig halte, gleichviel, ob

¹⁾ Concept im Besitze Dr. Moriz v. Pettenkofer's.

ich sie mir selbst stelle, oder ob sie mir von wo anders her gestellt wird. Es wird mir nicht zum Vorwurfe gereichen, wenn ich mich von den allerdings oft zufälligen Bedürfnissen meiner lebendigen Umgebung viel bestimmen lasse.« In diesem Briefe ist auf den Einfluss Liebig's hingewiesen. Es ist klar, dass Liebig's Wendung von der reinen zur angewandten Chemie auf einen jungen Mann von Pettenkofer's Anlagen begeisternd wirken musste.

Doch, es ist Zeit, dass wir zu den Ereignissen zurückkehren!

Während der Jahre 1837 und 1838 betrieb Pettenkofer an der Universität München philosophische und naturwissenschaftliche Studien, besonders Mineralogie bei Fuchs und technische Chemie bei Kaiser. 1839 trat er als Lehrling in die königl. Hofapotheke ein. Da er durch das Universitätsstudium und den langjährigen Umgang mit seinem Onkel in Chemie und Pharmazie vortrefflich ausgebildet war, schenkte man ihm zwei von den drei Lehrjahren, und er wurde im Jahre 1840 zum Gehilfen mit 1 Gulden Taggeld befördert. Die Hofapotheke war trefflich geleitet und bot die beste Gelegenheit zur Ausbildung in der chemischen Analyse wie in der Darstellung chemischer Präparate. Bei der einflussreichen Stellung seines Onkels schien eine glatte, ehrenvolle Laufbahn als Apotheker mit dem schliesslichen Ziele der Nachfolgerschaft seines Onkels völlig gesichert vor Pettenkofer zu liegen.

Allein plötzlich trat ein Ereigniss ein, das Pettenkofer in ganz andere Bahnen werfen sollte. Der »Hr. Onkel« Hofapotheker war ein sehr wohlwollender und gerechter, aber äusserst strenger Mann, der von jedem Lehrling und Gehülfen Ehrfurcht und peinlichste Pflichterfüllung verlangte — von seinem Neffen noch viel strenger als von jedem anderen. Eines kleinen Versehens wegen versetzte er ihm eines Tages eine Ohrfeige. Dies schien Pettenkofer eine zu grosse Schmach zu sein, und er verliess sofort des Onkels Haus. Von seiner Begeisterung für die schöne Literatur geleitet, beschloss er Schauspieler zu werden. Der Anfang war sehr bescheiden als Statist am Theater zu Regensburg. Dann folgte das Debut am Stadttheater in Augsburg unter dem Künstlernamen »Tenkof« als Brackenburg in Goethe's »Egmont« und als Astolf in Calderon's »Leben ein Traum«. Mit der ihm eigenen melancholischen Selbstironie pflegte er zu erzählen, dass sich die Zeitungen über seine Eignung zum Schauspieler »sehr reservirt« ausgesprochen hätten. Doch liess er sich dadurch nicht abschrecken und wies auch zwei Freunde, die sein Onkel als Friedensboten gesendet hatte, zurück. Wer weiss, wie es weiter gegangen wäre, wenn nicht die Liebe ihre mächtige Stimme erhoben hätte. In der freien Zeit wanderte Pettenkofer häufig nach dem nahen Städt-

chen Friedberg, wo sein Onkel Josef Pettenkofer als Rentamtman lebte. Dieser war über seines Neffen Schauspielerberuf auf's höchste entrüstet. Mehr als daraus machte sich Max, wie er selbst erzählte, aus des Onkels schöner, liebenswürdiger Tochter Helene. Da sie ihm versprach, die Seinige werden zu wollen, wenn er wieder ein »ordentlicher Mensch« werden wolle und zum Onkel nach München zurückkehre, verliess er die Bretter, verlobte sich mit Helene und kehrte wieder zu den Studien nach München zurück, wo ihn sein Onkel mit offenen Armen aufnahm. Aber aus der Hofapotheke blieb er verbannt. Sein Onkel erklärte, »einen Menschen, der Comödiant geworden sei, könne man unmöglich mehr für eine Anstellung in der königl. Hof- und Leib-Apotheke empfehlen; ein solcher Mensch eigne sich höchstens noch zum Mediciner!«

Nach fast einjähriger Unterbrechung wurden im Herbste 1841 die Universitätsstudien wieder aufgenommen. Pettenkofer hätte sich jetzt am liebsten ganz der Chemie gewidmet. Diese erschien jedoch damals noch als eine brodlose Kunst, wenn es nicht gelang, in der akademischen Laufbahn vorwärts zu kommen. Auf einen solchen Glücksfall wagte der Mittellose nicht zu hoffen. So wurde denn das Studium der Pharmacie wieder aufgenommen und gleichzeitig das Studium der Medicin begonnen. Sein väterlicher Freund und Gönner, Joh. N. v. Fuchs, tröstete ihn damit, dass er selbst, ebenso wie Wöhler, Scherer u. A. zuerst Mediciner gewesen sei; so könne auch Pettenkofer später noch immer Chemiker werden.

Der eisernen Arbeitskraft Pettenkofer's gelang es, seine Studien binnen 2 Jahren zu absolviren. Bereits im März 1843 wurde die Approbationsprüfung als Apotheker und bald darauf die ärztliche Staatsprüfung, beide mit der Note »ausgezeichnet«, bestanden. Am 3. Juni 1843 wurde Pettenkofer zum Doctor der Medicin, Chirurgie und Geburtshilfe promovirt.

Als Dissertation liess er (1844) eine Studie »über *Micania Guaco*«, eine in Columbien und Mexico heimische Composite, erscheinen. Diese Pflanze erweckte Interesse, da ihr Saft von den Eingeborenen als Heilmittel gegen Schlangengift, Lyssa und Cholera angewendet wurde. Als wirksamer Bestandtheil wurde aus ihr ein in Alkohol lösliches Bitterharz, das Guacin, gewonnen, das mit Säuren einen eigenthümlichen, starken Geruch zeigt und beim Menschen Erbrechen, Pulsbeschleunigung und profusen Schweiss hervorruft. Am reichlichsten wird es gewonnen, wenn man die frische Pflanze auspresst und den Saft sofort mit Alkohol versetzt.

Die Inauguraldissertation war übrigens nicht die erste wissenschaftliche Arbeit, welche Pettenkofer veröffentlichte. Bereits im Jahre 1842 als Candidat der Medicin machte er eine neue Methode

bekannt, »den mittels des Marsh'schen Apparates entwickelten Arsenik von allen anderen ähnlichen Stoffen augenfällig zu unterscheiden«. Er empfahl, den Arsenik von den seinen Nachweis hindernden organischen Stoffen dadurch zu trennen, dass man die Massen mit Alkalilauge behandelt und aus der alkalischen Lösung die organischen Stoffe mit Salzsäure und Gerbsäure ausfällt. Diese Trennungsmethode hat sich jedoch nicht eingebürgert, da die Lösung stets noch reich an organischen Stoffen ist und das Arsen in Folge der Bildung von Schwefelkalium beim Kochen der organischen Substanzen mit Kalilauge beim Ansäuern als Schwefelarsen ausgefällt werden und so der Beobachtung entgehen kann. Den letzteren Uebelstand kann man allerdings vermeiden, wie Pettenkofer später angegeben hat, indem man am Schlusse des Kochens der alkalischen Flüssigkeit etwas Bleicarbonat zusetzt. Mehr Werth hat das von Pettenkofer empfohlene Mittel zur Unterscheidung von Arsen und Antimon, die Behandlung der im Marsh'schen Apparate erhaltenen Spiegel mit trockenem Schwefelwasserstoff, behauptet: Arsen wird zu gelbem Schwefelarsen, das durch Ammoniumcarbonat aufgelöst werden kann; Antimon giebt orangerotheres Schwefelantimon, das in Ammoniumcarbonat unlöslich ist.

Nur um seinem Onkel gehorsam zu sein, hatte Pettenkofer Medicin studirt; zum praktischen Arzte hatte er nicht die geringste Neigung. Noch immer drängte es ihn, sich in seinem Lieblingsfache, der Chemie, auszubilden. Aber in München war damals keine Gelegenheit dazu gegeben. Die Chemie, wie so manche andere grundlegende Theile der Naturwissenschaft und der Medicin lagen vollständig darnieder. Die Sehnsucht aller jungen Chemiker war damals, bei Liebig in Giessen arbeiten zu dürfen. Auch Pettenkofer war von ihr erfüllt. Aber wie hingelangen? Sein treuer Förderer Fuchs ebnete ihm die Wege. Er rieth ihm, sich der sogenannten medicinischen Chemie zuzuwenden, für welche vor kurzem in Würzburg ein Lehrstuhl errichtet worden war und für welche nach seiner Meinung auch in München ein solcher in Bälde errichtet werden würde. Als sich Pettenkofer dazu bereit erklärte, verschaffte er ihm auch ein medicinisches Reisestipendium vom königlichen Obermedicinalausschusse mit dem ausdrücklichen Auftrage, sich vorzüglich in der organischen Chemie umzuthun.

Da Liebig's Laboratorium so überfüllt war, dass er keinen Platz erhalten konnte, ging Pettenkofer mit Empfehlungen von Fuchs zunächst nach Würzburg, wo der verdienstvolle Professor Scherer, ein Schüler Liebig's, das neu errichtete klinisch-chemische Laboratorium leitete. Die Arbeit des Wintersemesters 1843/44, das Pettenkofer in Würzburg verbrachte, war vom Glück begünstigt, indem sie zu mehreren Funden führte, welche alsbald die allgemeine Aufmerk-

samkeit auf den jungen Forscher lenkten. Im Harn eines an Veitstanz leidenden Mädchens fand Pettenkofer reichliche Mengen von Hippursäure, die man bis dahin beim Menschen nur in Spuren nachgewiesen hatte. Es zeigte sich, dass dieser abnorme Befund nicht mit der Erkrankung, sondern ausschliesslich mit der rein vegetabilischen, aus Brot und Aepfeln bestehenden Nahrung der Patientin zusammenhing; ein damals Aufsehen erregendes Beispiel des Einflusses der Nahrung auf die Zusammensetzung der Excrete.

Bei Versuchen, die wie Voit¹⁾ erzählt, darauf abzielten, Fett aus Kohlehydrat herzustellen, und durch Liebig's Lehre über die Bildung des Fettes im Thierkörper angeregt waren, mischte Pettenkofer concentrirte Schwefelsäure mit rohrzuckerhaltiger Galle zusammen. Er bekam dadurch zwar kein Fett, aber die bekannte, nach ihm benannte Reaction auf Gallensäure, die später von Mylius als Reaction der Cholsäuren mit Furfurol erkannt wurde.

Endlich glückte es Pettenkofer, durch Behandlung des alkoholischen Auszuges aus dem Abdampfrückstande von menschlichem Harn mit weingeistiger Chlorzinklösung die Chlorzinkverbindung eines stickstoffhaltigen Körpers zu isoliren, den Berzelius und Liebig bei ihren Untersuchungen des Harnes übersehen hatten, obwohl er ein normaler Harnbestandtheil ist. Die Untersuchung dieses Körpers wurde in Giessen fortgesetzt, wohin Pettenkofer im Sommersemester 1844 übergesiedelt war. Sie erregte Liebig's höchstes Interesse, was Pettenkofer trotz seines kurzen Aufenthaltes in Giessen in engere Beziehungen zu dem grossen Forscher brachte. Zunächst sollte Pettenkofer die Substanz in grösseren Mengen darstellen. Mit Humor pflegte Pettenkofer einen höchst aufregenden Vorfall zu erzählen, der dabei passirte. Eine ziemlich grosse Menge der kostbaren Substanz war zusammengebracht und ihre Lösung behufs Umkrystallisirens auf's Wasserbad gestellt worden. Pettenkofer begab sich während des Eindampfens in Liebig's Vorlesung. Als er zurückkam, war das Wasserbad leergedampft, der Rückstand in der Abdampfschale verkohlt. Liebig, der den neuen Körper auf der Jahresversammlung der British Association zeigen wollte, war wüthend. »Wie kann man wegen einer solchen albernem Vorlesung seine Arbeit verlassen!« rief er. Nun musste das ganze Laboratorium zusammen helfen, und es gelang so noch im letzten Augenblicke, eine neue Portion fertig zu stellen.

Leider reichte Pettenkofer's Zeit nicht aus, die aus der Doppelverbindung mit Chlorzink abgeschiedene Substanz völlig rein darzustellen und ihre Constitution zu ermitteln. Er vermochte nicht, die

¹⁾ »Max v. Pettenkofer zum Gedächtniss«, Rede in der Sitzung der königl. bayer. Akad. der Wissensch. am 16. Nov. 1901. München 1902.

Mittel aufzutreiben, um noch ein Semester in Giessen zu bleiben, und musste im Herbst 1844 nach München zurückkehren. Erst im Jahre 1847 erkannte Liebig, dass die von Pettenkofer aus dem Harne isolirte Substanz identisch sei mit dem Kreatinin, das er gelegentlich seiner berühmten »Chemischen Untersuchung über das Fleisch« aus dem Kreatin gewonnen hatte.

Der Aufenthalt in Giessen war für Pettenkofer wie für Jeden, der damals in den Bannkreis des grossen Mannes trat, eine der anregendsten und glücklichsten Zeiten seines Lebens. Man fühlte, dass man mit Riesenschritten vorwärts kam, und das Feuer der gemeinsamen Bestrebungen schweisste die Schüler zu Freunden auf Lebenszeit aneinander. So blieb Pettenkofer dauernd mit Kopp, Fresenius, A. W. Hofmann, namentlich aber mit H. Will verbunden.

Pettenkofer stand in der Blüthe seiner Jugendkraft und nahm ebenso wie durch sein Aeusseres durch den Wohlklang seiner Stimme alle Welt von vornherein für sich ein. Im Giessener Laboratorium sprach man von ihm noch lange nach seinem Abgange unter der von Stenhouse mit seinem mangelhaften Deutsch aufgebrachten Bezeichnung: »der angenehme Person«¹⁾. Liebig selbst schildert Pettenkofer zu dieser Giessener Zeit als »schönen, kräftigen Jüngling mit feurigem Auge und schwärmerischem Blick«²⁾. Pettenkofer hatte dunkle Hautfarbe, dunkelbraune Augen, starke, schwarze Augenbrauen und reiches, rabenschwarzes, glänzendes Haupthaar, sodass er häufig für einen Italiener oder Spanier gehalten wurde. Seinem Aeusseren nach gehörte er also jenem in Süddeutschland und ganz besonders in Altbayern so häufigen brünetten Typus an, der so auffallend vom historisch überlieferten germanischen Typus abweicht. Seiner Schädelform nach war er aber ein echter dolichocephaler Germane. Nach gültiger Mitteilung des Bildhauers Prof. von Ruemann betrug am Lebenden gemessen die grösste Länge seines Schädels 200 mm, die grösste Breite 145 mm, woraus sich ein Index von 72.5 ergäbe.

Auf die sonnigen Tage in Giessen folgten trübe Zeiten. Seine Hoffnung, bald eine Stellung ähnlich der Scherer's in Würzburg zu erhalten, zerschlug sich. Zwar stellte der Obermedicinalausschuss auf Veranlassung seiner Mitglieder Walther und Fuchs einen entsprechenden Antrag, aber das Ministerium Abel legte ihn zu den Acten.

¹⁾ Briefe H. Will's an Pettenkofer, im Besitze Dr. Moriz v. Pettenkofer's.

²⁾ Emmerich, »Erinnerungen an Pettenkofer«, Deutsche Revue, Januar 1902.

Auf Einladung des Kliniker Gietl machte er ein halbes Jahr lang ohne Entgelt die chemischen Untersuchungen im Krankenhause; aber auch hier fehlte es ihm vollständig an Hilfsmitteln für eingehendere chemische Studien. Seiner Begeisterung für die Chemie machte er, da er sie nicht anders ausdrücken konnte, in »Chemischen Sonetten« Luft, deren beste er 40 Jahre später zum Geschenk für seine Freunde als Manuscript drucken liess. Als Probe möge hier die »Widmung« (an Liebig) folgen:

»Mein Haupt gedankenschwer zurückgelehnt,
Hing fest mein Augenstern an Deinem Munde.
Da gab von Dingen es so sich're Kunde.
Wonach sich heimlich längst mein Herz gesehnt.

Mein Geist hat seinen Umfang ausgedehnt,
Seit er sich weiss mit Dir in eng'rem Bunde,
Und wenn er etwas schafft mit seinem Pfunde,
Von Deiner Kraft hat er den Muth entlehnt.

Du warst der Ulmbaum, ich 'ne schwache Rebe,
Du liessest sie empor an Dir sich ranken,
Und freutest Dich, dass sie nach aufwärts strebe.

Verschmähe nicht! Die Rebe will Dir danken.
Lass dieses Zweigs phantastisches Gewebe
Dir schmeichelnd um die hohe Schläfe schwanken.«

Aber für Pettenkofer handelte es sich damals nicht allein um die Mittel zum Betrieb der Wissenschaft. Er hatte Mühe, für sich selbst das tägliche Brod zu gewinnen; an das Heimführen seiner Braut war gar nicht zu denken, solange er nicht eine gesicherte bürgerliche Lebensstellung gewonnen hatte.

Das Einschlagen der akademischen Laufbahn auf's Gerathewohl war unter diesen Umständen ausgeschlossen. Auch die ärztliche Praxis hätte er, selbst wenn er gewollt hätte, nicht sofort ergreifen können, denn sie war damals in Bayern noch nicht freigegeben; man musste abwarten, ob man und wohin man von der Regierung als Arzt ver setzt wurde.

Es ist daher nicht verwunderlich, dass, als eine Assistentenstelle am Königl. Hauptmünzamt in München frei wurde, Pettenkofer sich lebhaft darum bewarb und sich glücklich schätzte, als er sie, dank den guten Zeugnissen von Fuchs und Liebig, wirklich erhielt (1845). Obwohl der Posten nur ein Taggeld von 1 Gulden 30 Kreuzern einbrachte, gab der Onkel Rentamtman doch die Einwilligung zur Ver heirathung seiner Tochter, weil ein baldiges Vorrücken zu prag matischer Besoldung gesichert zu sein schien.

Man kann sich denken, wie verwundert die Münzbeamten über den Doctor der Medicin, Chirurgie und Geburtshilfe als neuen Kollegen waren und wie wenig sie ihm zutrauten. Als ihn bald nach seiner Ernennung der berühmte Chemiker Wöhler in der Münze besuchte, meinte man, dieser müsse die Thüre des Directors verfehlt haben. Aber bald zeigte es sich, wie nützlich der neue Assistent der Münze war, dass in dem jungen Arzte ein technologisches Genie steckte. Die Münze war damals sehr stark beschäftigt. Es wurde eben der deutsche Münzfuss regulirt und infolgedessen im Münchener Hauptmünzamt jährlich für mehrere Millionen Brabanter Thaler auf Feinsilber und Kupfervitriol verarbeitet. Dabei fiel stets auch etwas Gold ab. Aber es war nicht möglich, auf dem damals eingeschlagenen Wege der Behandlung des Silbers mit Schwefelsäure das Gold frei von Silber darzustellen. Das silberhaltige Gold war auch auffallend spröde. Es gelang nicht, Feingold von jener Geschmeidigkeit zu gewinnen, wie es die Goldschläger brauchten. Pettenkofer entdeckte, dass beide Erscheinungen auf den bis dahin unerkannt gebliebenen Gehalt der Münzen an Platin, einem Metalle, dass nach seinen Versuchen überhaupt in sehr grosser Verbreitung vorkommt, zurückzuführen seien, und er lehrte alle drei Metalle glatt von einander scheiden, indem er die Masse zuerst mit Natriumbisulfat schmolz und so das Silber vollständig in schwefelsaures Silber überführte, dieses dann durch Kochen mit Schwefelsäure auflöste und das zurückbleibende Gold durch Schmelzen mit Salpeter vom Platin befreite. In den Salpeterschlacken wies er auch noch Palladium und Osmiumsäure nach. Auch eine andere Untersuchung lieferte ein praktisch wichtiges Ergebniss. Beim Probiren von Kiesen auf Silber und Gold mit Bleiglätte hatte man sehr unsichere Resultate erhalten und manchmal Gold und Silber in Erzen zu finden geglaubt, die sich hinterher als ganz frei von diesen edlen Metallen erwiesen. Pettenkofer zeigte, dass dies davon herrührte, dass die gewöhnliche Glätte selbst Gold und Silber in wechselnden Mengen enthält, und dass man die Probe ganz sicher machen könne, wenn man statt Bleiglätte reinen Bleizucker verwendet.

Neben diesen Untersuchungen für die Münze gingen manche andere nebenher. So stellte er sicher, dass die Rothfärbung, welche Speichel mit Eisenchloridlösung giebt, wirklich auf dessen Gehalt an Schwefelcyansäure und nicht auf Essigsäure oder Ameisensäure zu beziehen sei.

Für seine spätere Laufbahn entscheidend sollte werden, dass es ihm glückte, einen antiken Glasfluss, das vom jüngeren Plinius beschriebene Hämatinon oder Porporino antico, neu herzustellen (1847). Eine von König Ludwig I nach Pompeji entsendete Commission von

Gelehrten und Künstlern hatte ein Stück davon mitgebracht, das dem Könige wegen seines hohen Glanzes mit metallglänzenden Punkten ausnehmend gefiel. Er wollte wissen, wie es gemacht werde, um es bei seinen Bauten zu verwenden. Prof. Schafhäufl machte die Analyse und fand, dass es sich um ein Bleioxyd und Kupferoxydul enthaltendes Glas handle. Als aber die Bestandtheile in den durch die Analyse vorgeschriebenen Mengen zusammengeschmolzen wurden, erhielt man eine grüschwarze Masse. Nun wandte man sich an Pettenkofer. Auch er kam zunächst zu keinem anderen Ergebnisse, bis ihm einfiel, dass es sich darum handeln dürfte, das kieselsaure Kupferoxydul in krystallinischem Zustande zur Ausscheidung zu bringen. Wirklich gelang es ihm, unter Ueberwindung mancher Schwierigkeiten, endlich mit Sicherheit ein an Schönheit dem alten nicht nachstehendes Product zu erhalten; in der Hauptsache dadurch, dass er für langsame Abkühlung der Schmelze sorgte.

Als Pettenkofer nach einigen Jahren die Versuche mit Unterstützung der Akademie der Wissenschaften in grösserem Umfange wieder aufnahm, gelang ihm auch noch die Herstellung des venetianischen Aventuringlases durch Zusatz von Eisenfeile zum Hämatinon und die Herstellung eines Boraxflusses von prachtvолlem Aussehen, den er wegen seiner wie Sterne auf dunklem Grunde glitzernden Kryställchen »Astralit« nannte.

Pettenkofer's Hoffnung, seine Entdeckung industriell verwerthet zu sehen, erfüllte sich nicht, sein Fund brachte ihm aber trotzdem grossen Nutzen! In demselben Jahre 1847 stürzte das Ministerium Abel in Folge des bekannten Zwischenfalles mit der Lola Montez. Unter dem neuen Ministerium Graf zu Rhein, dem sogenannten »Ministerium der Morgenröthe«, wurden die alten Acten durchstöbert und darunter auch der Antrag des Obermedicinalausschusses auf Errichtung einer ausserordentlichen Professur für medicinische Chemie entdeckt. Das Ministerium forderte den Akademischen Senat auf, darüber zu berichten, und Pettenkofer sah sich unerwartet vor die Frage gestellt, ob er auch jetzt noch bereit sei, eine solche Stelle anzunehmen. Pettenkofer zögerte. Die Thätigkeit in der Münze befriedigte ihn vollkommen. Er hatte das Gefühl, am richtigen Platze zu sein. Man begegnete ihm mit Anerkennung und Zuneigung; er hatte Aussicht, bald Münzscheider mit einem pragmatischen Gehalte von 2000 fl. und freier Wohnung zu werden und durfte wohl hoffen, mit der Zeit Vorstand der Münze zu werden. Dagegen brachte die ausserordentliche Professur nur 700 fl. Gehalt und den Werth von zwei Scheffeln Weizen und 7 Scheffeln Roggen. Endlich folgte er aber doch, wenn auch widerstrebend, dem Zureden seines alten

Gönners Fuchs, der ihn offenbar zu Höherem geboren hielt, und sagte zu. Nochmals wurde es zweifelhaft, ob sich ihm die akademische Laufbahn eröffnen werde; denn auf Antrag der staatswirthschaftlichen Facultät empfahl der akademische Senat dem Ministerium, neben der Professur für medicinische Chemie auch die Errichtung einer ausserordentlichen Professur für landwirthschaftliche Chemie unter dem Beifügen, dass nur für eine der beiden Professuren Mittel verfügbar seien. Beide Vorschläge wurden dem Könige unterbreitet. Als er den Namen Pettenkofer las, erinnerte er sich des Porporino antico. Als er erfuhr, dass der Vorgeschlagene derselbe sei, der das Hämatinon gemacht hatte, entschied er sogleich: »Pettenkofer muss Professor werden, der hat das Porporino antico erfunden!« Und so wurde Pettenkofer am 27. November 1847 zum ausserordentlichen Professor der medicinischen Chemie ernannt. Er erhielt im Universitätsgebäude ebener Erde drei Räume zugewiesen und hatte hauptsächlich pathologisch-chemische Untersuchungen für die Kliniken auszuführen.

Wie wenig ihn diese Thätigkeit befriedigte, geht aus dem schon früher citirten Briefe an Liebig vom 30. September 1849 hervor. Es heisst dort über seine akademische Stellung: »Meine Obliegenheit ist, sogenannte physiologische und pathologische Chemie jährlich einmal zu lesen, und für die Kliniken die wohlbekannten trostlosen Angaben über Harn, Blut u. s. w. zu machen. Die Kliniker wünschen die Beihülfe der Chemie etwa nicht deswegen, um ihre eigene Erkenntniss weiter zu fördern, sondern meist nur als luxuriosen Beischmuck zum klinischen Vortrage — der Symmetrie wegen ein gemaltes Fenster am künstlichen Gebäude. Der Reagentienkasten vertritt jetzt in den Kliniken die nämliche Stelle, die einst in den Buden der wandernden Aesculape Krokodyl und Basilisk eingenommen hatten. Man muss sie haben, aber man kann sie zu nichts gebrauchen.«

Auch an der Lehrthätigkeit scheint Pettenkofer zunächst keine rechte Freude gehabt zu haben. Vorläufig hatte er offenbar nur sehr kühle Beziehungen zur Medicin, mit der er lediglich eine Vernunfthe geschlossen hatte. Er las auch nicht über medicinische Chemie, wie Scherer in Würzburg mit grossem Erfolge, sondern zunächst mehrmals organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie in enger Anlehnung an Liebig, dann einmal über allgemeine und organische Chemie; alles vor wenigen Zuhörern. Erst später schuf er sich allmählich ein Thema, das ihn und seine Zuhörer interessirte. Auch im Laboratorium meldeten sich nur einzelne Schüler, und darunter waren keine Mediciner. Pettenkofer war es damals auch ganz lieb, durch den Unterricht nicht in Anspruch ge-

nommen zu sein, wie Voit¹⁾ erzählt. Eine einzige kleine Untersuchung aus jener Zeit betrifft ein Thema aus der physiologischen Chemie. Im Jahre 1849 veröffentlichte er eine »Vorläufige Notiz über einen neuen Körper, welcher im sogenannten Harnextractivstoff enthalten ist«. In dem Niederschlage, der durch Quecksilberchlorid im Harn hervorgerufen werden kann, wies er neben Phosphorsäure, Schwefelsäure und Harnsäure eine sehr geringe Menge einer sehr stickstoffreichen, intensiv sauren, organischen Verbindung nach, die er weiter zu untersuchen versprach. Er scheint aber nie dazu gekommen zu sein.

Seine ganze Aufmerksamkeit gehörte damals, wie früher an der Münze, technischen Problemen, zu denen ihn Neigung und Begabung zogen. Es wurden ihm auch immer neue derartige Fragen gestellt, nachdem man einmal erkannt hatte, was für einen findigen Kopf man an ihm hatte.

Der berühmte Architekt Leo v. Klenze hatte bei seinen Bauten beobachtet, dass der englische Portland-Cement viel rascher und vollständiger erhärtete als der deutsche. Pettenkofer sollte herausbringen, woran dies liege, und wirklich sehen wir ihn (1849) sofort daran gehen. Bald hatte er die Aufgabe gelöst. Sein Lehrer Fuchs hatte bewiesen, dass die Erhärtung des Cementes darauf beruht, dass sich »aufgeschlossene«, in Salzsäure löslich gewordene Kieselsäure und Kalkhydrat unter dem Einflusse des Wassers allmählich mit einander verbinden. Um Cement zu erhalten, muss thoniger Kalkstein oder ein entsprechendes Gemisch von Kalkstein und Mergel gebrannt werden, wobei das Calciumcarbonat in Aetzkalk übergeht und die Kieselsäure unter Bildung von saurem Calciumsilicat (?), wie man zu sagen pflegt, »aufgeschlossen« wird. Pettenkofer zeigte nun, dass die Höhe und die Dauer der Erbitzung für die Güte des Cements entscheidend sind, und dass die Erbitzung je nach der verschiedenen Zusammensetzung des »Thones«, d. h. des in verdünnten Säuren unlöslichen Theiles des Mergels in verschiedener Weise geleitet werden müsse. Man darf nicht so hoch erhitzen, dass bereits in der Glühhitze basisches Calciumsilicat entsteht, und andererseits muss so hoch erhitzt werden, dass der Thon zu sintern beginnt. Der gesinterte Cement liefert nämlich wegen der veränderten Gestalt seiner Partikelchen, die zu scharfen, krystallinischen Plättchen werden, einen weit festeren Mörtel als der nicht gesinterte. Diese Abhandlung, zu welcher Pettenkofer's erster Schüler, Anton Hopfgartner aus Wien, die Analysen geliefert hatte, brachte der deutschen Fabrication von hydraulischen Kalken grossen Nutzen.

¹⁾ loc. cit. S. 22.

Eine andere Arbeit, welche Pettenkofer um diese Zeit ausführte, wurde sogar die Grundlage eines ganz neuen Industriezweiges, der Jahrzehnte lang blühte. Schon zu Anfang des 19. Jahrhunderts hatte man versucht, Leuchtgas aus Holz zu gewinnen, stets hatte man aber Gasgemenge erhalten, die fast ausschliesslich aus Kohlensäure, Kohlenoxyd und Methan bestanden und fast keine Leuchtkraft hatten. Bau-rath Ruland in München kam nun auf den Gedanken, dass harzreiches Holz vielleicht stärker leuchtendes Gas geben könnte, und er forderte Pettenkofer auf, darüber Versuche zu machen. Aber zu des Letzteren grossem Erstaunen lieferte auch Holz mit 25 pCt. Harz, auf die Verkohlungs-temperatur des Holzes erhitzt, kein Leuchtgas. Da fiel Pettenkofer ein, dass die Steinkohle bei der Leuchtgas-erzeugung auf viel höhere Temperatur erhitzt werde als zur Verkohlung des Holzes genügt. Er versuchte nun, ob er nicht Leuchtgas erhalten könne, wenn er die bei der Verkohlung des Holzes auftretenden Gase höher erhitzte. Damit hatte er gewonnen! Bei der höheren Temperatur dissociirt sich das Sumpfgas zu Wasserstoff und schweren Kohlenwasserstoffen. Pettenkofer erhielt jetzt ein viel grösseres Volumen Gas und ein leuchtendes Gas, dem man nur die Kohlensäure durch Calciumhydroxyd zu entziehen brauchte, um seine Leuchtkraft der des Steinkohlengases mindestens gleich zu machen.

Freilich war bei seiner Anwendung noch ein Kunstgriff nothwendig, wie Pettenkofer durch ein sehr schmerzliches Erlebniss erfahren sollte. Die Stadt Basel hatte sich auf Pettenkofer's Empfehlung zu Holzgasbeleuchtung entschlossen. Als aber bei der feierlichen Eröffnung, zu welcher Pettenkofer eingeladen worden war, das Gas entzündet wurde, leuchtete es nur ganz schwach. Die Feier wurde sofort abgebrochen; auf das tiefste beschämt, kehrte Pettenkofer heim. Er eilte in's Laboratorium und ruhte nicht, bis er binnen 48 Stunden die Ursache des Misserfolges entdeckt hatte: das Holzgas hat ein höheres specifisches Gewicht als das Steinkohlengas und strömt daher unter gleichem Drucke träger aus den Ausströmungsöffnungen aus. In Folge dessen durchschneidet der Gasstrahl die umgebende Luft nicht so scharf, sondern mischt sich rascher mit ihr, sodass er durch sie fast vollständig entleuchtet wird, wenn man ihn aus den schmalen Schlitzten und engen Löchern der gewöhnlichen Steinkohlengasbrenner ausströmen lässt. Dadurch, dass Pettenkofer das Gas in dickerem Strahle aus breiteren Oeffnungen ausströmen liess, konnte er den Uebelstand beseitigen.

Nachdem die probeweise Beleuchtung des neuen Bahnhofes in München günstig ausgefallen war, bildete Pettenkofer zur Verwerthung seines Verfahrens ein grösseres Consortium, dem auch der Maschinenfabricant L. A. Riedinger in Augsburg beitrug. Dem tech-

nischen und industriellen Geschicke dieses Mannes war es namentlich zu verdanken, dass die Holzgasbeleuchtung rasch in vielen Orten zur Anwendung kam. Im Laufe der Zeit ist sie wieder ausser Gebrauch gekommen; nicht wegen innerer Mängel, sondern weil die Eisenbahn in den Holzgegenden das Holz theurer, die Steinkohle billiger gemacht hat.

Sehen wir so Pettenkofer als eifrigen und erfolgreichen Technologen auf verschiedenen Gebieten der angewandten Chemie thätig, so lernen wir ihn nun auch als weitblickenden Theoretiker kennen durch seine am 12. Januar 1850 in der mathematisch-physikalischen Klasse der Akademie der Wissenschaften, der er seit 1846 als ausserordentliches Mitglied angehörte, vorgelesene Abhandlung »Ueber die regelmässigen Abstände der Aequivalentzahlen der sogenannten einfachen Radicale«. Diese Arbeit ist zugleich, soviel wir sehen können, die erste Untersuchung, die aus seiner eigenen Initiative hervorgegangen ist. Im Jahre 1815 hatte der Engländer Prout die Hypothese ausgesprochen, dass die Aequivalentzahlen aller Elemente rationale Vielfache des Aequivalentgewichtes des Wasserstoffs seien, und hatte dementsprechend die experimentell gefundenen Aequivalentzahlen corrigirt. So verlockend dieses Unternehmen war, trat ihm Berzelius doch mit vollem Rechte auf das Entschiedenste entgegen und forderte vor allem Achtung vor den exact ermittelten Thatsachen. Trotzdem wollte der Gedanke an gesetzmässige Beziehungen der Aequivalentgewichte zu einander nicht erlöschen. Im Jahre 1829 machte Döbereiner darauf aufmerksam, dass es natürliche Gruppen von je drei einander ähnlichen Elementen gäbe, deren Atomgewichte entweder nahezu gleich oder in der Weise von einander verschieden seien, dass das Atomgewicht des einen nahezu genau das arithmetische Mittel von denen der beiden anderen bildet. Als Beispiele solcher »Triaden« führt er unter anderen an für den ersteren Fall Platin, Iridium und Osmium, für den letzteren Fall Chlor, Brom, Jod; Calcium, Strontium, Baryum; Lithium, Natrium, Kalium; Schwefel, Selen, Tellur. Diese Darlegungen hatten anfangs wenig Beachtung gefunden, waren aber von Gmelin in sein Handbuch der Chemie, von der 4. Auflage (1843) an, aufgenommen worden. Gmelin hielt schon nicht mehr daran fest, dass es gerade immer nur drei Elemente sein müssten, die eine Verwandtschaftsgruppe bilden.

Pettenkofer erweiterte nun diese Betrachtungen. Der wichtigste Schritt vorwärts, den er dabei that, war, dass er als Erster darauf hinwies, dass in verschiedenen natürlichen Gruppen die Differenzen zwischen den Aequivalentgewichten der nach ihren Eigenschaften geordneten Elemente nahezu gleich gross seien. Freilich war sein Versuch noch recht unvollkommen und weit entfernt von unserem heuti-

gen periodischen System der Elemente; aber dies konnte nicht anders sein zur damaligen Zeit, wo die Aequivalentzahlen vieler Elemente nur sehr ungenau bestimmt waren und noch volle Unklarheit darüber herrschte, wie man in jedem einzelnen Falle die Atomgewichte aus den stöchiometrischen Bestimmungen abzuleiten habe. Den ersteren Mangel fühlte Pettenkofer selbst sehr lebhaft, und er richtete daher an die Akademie die Bitte um eine Subvention von 200 fl, um genaueste Bestimmungen der Aequivalentzahlen durchführen zu können. Die Akademie erklärte aber, diese im Verhältniss zur Aufgabe lächerlich geringe Summe nicht aufbringen zu können.

Es scheint, dass Pettenkofer's Abhandlung vollkommen unbeachtet geblieben ist. Im folgenden Jahre (1851) hielt Dumas vor der British Association in Ipswich einen Vortrag, in welchem er nahezu dieselben Gedanken aussprach wie Pettenkofer, ohne diesen zu nennen. An diesen Vortrag knüpften sich in rascher Folge die weiteren Arbeiten von Kremers, Gladstone, Cooke, Odling und Dumas selbst¹⁾. Ob Dumas Pettenkofer's Abhandlung gekannt hat, bleibt ungewiss. Jedenfalls kannten sie die anderen genannten Forscher nicht. Trotzdem bleibt Pettenkofer der Ruhm, mit einer gedankenreichen Abhandlung einer der ersten Vorläufer unserer Systematik der Elemente gewesen zu sein. Weder Dumas noch seine anderen nächsten Nachfolger gelangten über Pettenkofer's Gesichtspunkte erheblich hinaus. Erst nachdem Cannizzaro Ordnung in die Atomgewichte gebracht hatte, konnte das grosse Ziel erreicht werden, alle Elemente nach den Zahlenwerthen ihrer Atomgewichte einheitlich zu gruppieren.

Im gleichen Jahre 1850 vollzog sich eine wichtige Veränderung in der äusseren Stellung Pettenkofer's. Sein Onkel, der Hofapotheker Dr. Franz Xaver Pettenkofer, starb, und König Max II. ernannte auf Wunsch der Leibärzte v. Breslau und v. Gietl den Neffen zu seinem Nachfolger. Der Fehltritt auf die Bühne hatte Pettenkofer also doch nicht der Pharmacie so ganz unwürdig gemacht — wie der gute Onkel geglaubt hatte! Binnen wenigen Jahren war aus dem armen Assistenten ein wohlbestallter, einflussreicher Mann geworden. Pettenkofer konnte die neue Stellung zur Professur hinzunehmen, ohne in seiner Lehrer- und Forscher-Thätigkeit allzu sehr behindert zu sein, da ihm in der Person seines Bruders Michael ein geschäftsführender Oberapotheker beigegeben wurde. Trotzdem war die neue Stellung keine Sinecure, und man darf Pettenkofer

¹⁾ Lothar Meyer, Die Anfänge des natürlichen Systemes der chemischen Elemente. Leipzig, Engelmann, 1895.

wohl einen wesentlichen Antheil daran zuschreiben, dass sich die Hofapotheke fortschreitend zu einer Musteranstalt entwickelt hat.

Seine Stellung als Hofapothecker brachte Pettenkofer in engere Beziehungen zum Hofe und zu dem für die Wissenschaft begeisterten Könige Max selbst. Dieses Verhältniss sollte wiederholt äusserst nützlich für die Wissenschaft wie für die Entwicklung der Universität und des wissenschaftlichen Lebens in München werden. Es sei sogleich das Wichtigste in letzterer Beziehung erwähnt: die Berufung Liebig's nach München! Pettenkofer hat die Vorgänge, welche dazu führten, in seiner anmuthigen Weise selbst erzählt; allerdings nicht ganz richtig; offenbar aus dem Gedächtnisse¹⁾. Der Vorgang war folgender: Pettenkofer stand bereits seit Mai 1851 im Auftrage des Königs mit Liebig in Briefwechsel über einen gross gedachten Plan, den wir wohl auf Pettenkofer's eigene Anregung zurückführen dürfen, so sehr entspricht er dessen damaliger Thätigkeit und ganzen Neigung. Liebig sollte sein Urtheil abgeben über den Plan der Gründung einer »Akademie« (oder »Königlichen Gesellschaft«) »für technische Wissenschaften«. Ihre Aufgabe sollte sein, einerseits die ganze Technik, die zum grössten Theil auf Empirie beruhte, gewissermaassen wissenschaftlich zu revidiren und dadurch zu vervollkommen, andererseits neue wissenschaftliche Errungenschaften sofort in's praktische Leben zu übertragen, für die Allgemeinheit nutzbar zu machen.

Pettenkofer's für den König bestimmter Entwurf dieser Gesellschaft liegt im Concepte vor. Der erste Abschnitt ist überschrieben: »Allgemeine leitende Grundsätze« und lautet:

»Unsere ganze Technik vermag nichts, als das von der Natur gegebene Material entweder physikalisch (mechanisch) oder chemisch zu verändern und auf diese Weise die Herrschaft des Menschen über die Natur und hiermit, wenn er es versteht, seine Unabhängigkeit und Freiheit zu vermehren. Physik und Chemie sind die einzig richtigen Grundlagen für wissenschaftliche Begründung jeder Technik.«

»Die bedeutenderen Fortschritte der Technik, die noch zu erwarten stehen, werden von nun an mehr von der wissenschaftlichen Sphäre erfolgen; denn was für jene Empirie, womit sich einstens unsere technischen Zweige erhoben und vervollkommeten, auf der Oberfläche der Dinge von einer gütigen Vorsehung nahe gelegt worden war, das ist bereits so ziemlich ausgebeutet. Die Zukunft unserer Technik liegt in der Tiefe, und es bedarf complicirterer Geistesoperationen als bisher, um zu einem Fortschritte zu gelangen.«

¹⁾ Deutsche Revue, November 1898.

»Diese Geistesoperationen sind Gegenstand der Wissenschaft, Physik und Chemie, welche sich neben der Technik langsam entwickelt, und anfangs wenig oder keinen Zusammenhang mit dieser gezeigt haben, nun aber bereits in vielen Stücken eine entschiedene Herrschaft ausüben.«

»Alle Gebiete der Technik müssen von den beiden Wissenschaften ganz und gar erobert und beherrscht werden.«

»Die richtige, principielle Anschauungsweise der Proceduren ist für ein Gewerbe ebenso viel werth, als das völlige Selbstbewusstsein für den Menschen. In diesem Falle wird er sich wie ein Mann, im anderen Falle wie ein Kind verhalten.«

»Die Wissenschaft ist bereits soweit erstarkt und in sich selbst praktisch geworden, dass sie auf das praktische Leben einen directen Einfluss zu äussern vermag. Als Beweis dienen die grossen Industriezweige, welche lediglich aus chemischen Forschungen hervorgegangen sind, z. B. Soda-, Chlorkalk-, Ultramarin Fabriken, Bereitung von hydraulischem Kalke, Bearbeitung des Platins, Darstellung der organischen Alkaloide (Chinin etc.) u. s. w.«

Wir glaubten, diese Sätze hier wörtlich anführen zu sollen, weil sie uns die ganze Gedankenrichtung Pettenkofer's so deutlich darlegen. Man braucht nur überall an Stelle des Wortes »Technik« das Wort »Gesundheitspflege« zu setzen, und man hat das Programm vor sich, das Pettenkofer einige Jahre später zu verwirklichen begann.

Liebig äusserte gewichtige Bedenken gegen die Durchführbarkeit des Planes, der schliesslich in der bescheidenen Form der »naturwissenschaftlich-technischen Commission bei der Akademie der Wissenschaften« am 15. März 1852 in's Leben trat.

Im Laufe dieser Verhandlungen muss es gewesen sein, dass Pettenkofer, wie er erzählt, einen Brief Liebig's empfang, in welchem dieser eine gewisse Verstimmung darüber äusserte, dass die Erfüllung der Versprechungen, welche ihm die hessische Regierung anlässlich seiner Berufung nach Heidelberg gemacht hatte, auf sich warten lasse. Bald darauf hatte Pettenkofer ein Gespräch mit dem Könige, in dem dieser darüber klagte, Liebig nicht für München gewinnen zu können, und Pettenkofer sofort beauftragte, als Werber nach Giessen zu fahren, nachdem er gehört hatte, dass eine solche Werbung vielleicht doch nicht ganz aussichtslos sein würde. Dieses Gespräch des Königs mit Pettenkofer muss Ende October 1851 stattgefunden haben (nicht April 1852, wie Pettenkofer erzählt); denn bereits am 2. November 1851 betrat Pettenkofer Liebig's Zimmer als Gesandter. Dieser war durch den Antrag des Königs nicht wenig überrascht. Der Ruf nach München lockte ihn sofort sehr stark, nachdem ihm Pettenkofer das dortige Leben und die Persönlichkeit des Königs

geschildert hatte; aber er erklärte, dass er erst dann seinen Entschluss fassen könne, wenn die hessische Kammer über seine Forderungen entschieden haben werde. Nur dann, wenn die Kammer seine Forderungen ablehne, halte er sich für berechtigt, Giessen zu verlassen. So kam es, dass sich die Entscheidung viele Monate hinauszog und erst im Juni 1852 erfolgte. Liebig war bereits so gut wie entschlossen, dem Rufe zu folgen, als er am 28. Mai in München ankam, um noch einige seiner Bedingungen mündlich festzusetzen. Der gnädige Empfang durch König und Königin in Schloss Berg am Starnberger See mag aber dann immerhin noch mitgewirkt haben, um Liebig den Entschluss, die Heimath und die Stätte seines Ruhmes zu verlassen, wesentlich leichter zu machen¹⁾.

Man kann sich vorstellen, wie gross der Triumph Pettenkofer's war und wie sehr seine diplomatische Geschicklichkeit und seine Uneigennützigkeit — er hätte wohl selbst Aussichten gehabt, Professor der Chemie zu werden — sein Ansehen beim Könige wie bei seinen Mitbürgern hoben. Noch im Laufe des Jahres 1852 erfolgte Pettenkofer's Ernennung zum ordentlichen Professor der medicinischen Chemie, für die auch Liebig seinen neu gewonnenen Einfluss in die Wagschale geworfen hatte. Wenige Jahre später (1855) konnte Pettenkofer sein Laboratorium in der Universität mit einem anderen vertauschen, das wenigstens besser, in der Nähe der übrigen medicinischen Anstalten gelegen war. Der Vorstand des neu erbauten physiologischen Institutes, Prof. v. Siebold, überliess ihm nämlich vier alle dings sehr kleine Arbeitsräume. In ihnen behalf er sich nun durch mehr als zwei Jahrzehnte in recht kümmerlicher Weise.

In die ersten Jahre seiner Professur fallen noch einige kleinere technisch-chemische und analytisch-chemische Untersuchungen, welche kurz erwähnt werden sollen.

Auf Wunsch der Eisenbahn- und Telegraphen-Baudirection arbeitete er eine einfache Methode aus, um Telegraphendrähte auf die Stärke ihrer Verzinkung zu prüfen, die darin besteht, dass die Drähte so oftmals für eine kurz bemessene Zeit in Kupfervitriollösung getaucht werden, bis sie nach jedesmaligem Abwischen nicht mehr schwarz, sondern kupferroth werden. Ebenso untersuchte er auf Anregung des Baudirectors v. Pauli das Verhalten des Zinks unter dem Einflusse der Atmosphären und die erforderliche Dicke der Verzinkung, um Eisenblech dauernd gegen Oxydation zu schützen.

¹⁾ Die vorstehende Darstellung stützt sich auf Briefe zwischen Pettenkofer und Liebig, die sich theils im Besitze der kgl. Hof- und Staatsbibliothek in München, theils in dem des Enkels Pettenkofer's, Hrn. Dr. Moriz v. Pettenkofer, befinden.

An die Untersuchung eines von den Zahnärzten zum Plombiren cariöser Zähne verwendeten Kupferamalgams knüpft er interessante Erörterungen über das dabei beobachtete Auftreten von Metallen in zwei Formen, in amorpher und krystallinischer Form, bei gleicher Temperatur und über das Festwerden des Quecksilbers in der Legierung, die er für eine Mischung der beiden Metalle hält.

Eine weitere Mittheilung betrifft eine neue Methode der Trennung der Phosphorsäure von den alkalischen Erden. Die salzsaure Lösung wird nach Entfernung von Baryt und Strontian durch Schwefelsäure mit essigsaurem Alkali versetzt, zwecks Bindung der freien Mineral-säuren. Hierauf wird das Calcium durch oxalsaures Ammoniak gefällt, aus dem Filtrate vom oxalsauren Calcium durch Zusatz von Ammoniak im Ueberschuss das Magnesium als phosphorsaure Ammoniakmagnesia. Um die mit den anderen alkalischen Erden verbunden gewesene Phosphorsäure zu fällen, wird zum Filtrate Magnesiumsalz zuge-setzt und so neuerdings Ammoniummagnesiumphosphat erhalten. Falls Eisenoxyd und Thonerde in der salzsauren Lösung der Erdphosphate vorhanden sind, soll vor Ausfällen des Magnesiums durch Ammoniak weinsteinsaures Alkali zugefügt werden, welches die beiden Stoffe in Lösung hält.

Pettenkofer untersucht die Adelheidsquelle zu Hei bronn in Oberbayern und die Heilquellen von Krankenheil bei Tölz und constatirt, dass die wider-sprechenden Angaben über den Jodgehalt der Letzteren davon herrühren, dass die aus Chilisalpeter gewonnene, als Reagens verwendete Salpetersäure Jodsäure enthält, welche durch den in den Quellen vorhandenen Schwefelwasserstoff zu Jod reducirt wird.

Aus dem bei der Holzgasgewinnung als Nebenproduct abfallenden Holzessig gewinnt er Brenzcatechin¹⁾ und weist nach, dass dasselbe in naher Beziehung zur Gerbsäure und zu den die Cellulose inkrustierenden Bestandtheilen des Holzes steht.

Bisher war Pettenkofer nur in chemischen Fragen als Sachverständiger herangezogen worden. 1851 wurde ihm eine Frage ganz anderer Art vorgelegt, welche zum ersten Male seine Aufmerksamkeit auf das Gebiet seines späteren Schaffens lenkte.

König Max fühlte sich in den mit Luftheizung versehenen Räumen der Residenz äusserst unbehaglich und befragte den Ober-medicalausschuss, ob die Heizung mit heisser Luft die Luft der Wohn-räume anders beeinflusse als die Heizung mit Oefen. Pettenkofer, seit 1849 als Chemiker Mitglied des Obermedicinalausschusses wurde mit der Er-stattung des Gutachtens betraut. Da keine exacten Grund-

¹⁾ Zuerst für Pyrogallol gehalten.

lagen für die Beantwortung vorhanden waren, machte sich Pettenkofer an die experimentelle Untersuchung. Er stellte fest, dass die durch die Heizcanäle zugeführte heisse Luft in der Regel eine höhere absolute Feuchtigkeit besitzt als die Aussenluft, weil aus dem hygroskopischen Mauerwerke Wasser in sie hinein verdunstet, dass dagegen die relative Feuchtigkeit der durch Luftheizung erwärmten Zimmerluft sehr häufig erheblich niedriger ist als in Zimmern mit Ofenheizung. Mit vollem Rechte sucht er den Grund für die stärker austrocknende Wirkung der Luftheizung in dem starken Luftwechsel, den er als fünf Mal so gross schätzt als den bei Ofenheizung. Er empfiehlt Wasser von möglichst grossen Oberflächen weg zur Verdunstung zu bringen und so die Luft anzufeuchten.

Gelegentlich dieser Untersuchung wird Pettenkofer zum ersten Male auf die Porosität der Wände und auf den durch ihre Poren hindurchgehenden Luftwechsel aufmerksam. Er erkennt die nachtheilige Wirkung einer zu grossen Wandfeuchtigkeit durch Verstopfung dieser dem Luftaustausche dienenden natürlichen Canäle.

Bald ergab sich ein neuer, äusserer Anstoss für Pettenkofer, der Frage der Lüftung der Wohnungen näher zu treten. Von der Akademie der Wissenschaften wurde 1857 eine Commission für Ventilation der Spitäler in München eingesetzt mit der Aufgabe, die Ventilationseinrichtung, welche seiner Zeit vom Director Häberl in dem 1813 erbauten allgemeinen Krankenhause l. J. eingeführt und, da sie von den Praktikern als sehr wirksam erklärt worden war, auch im neuen Gebärhause zur Anwendung gekommen war, einer Prüfung zu unterziehen. Die Commission bestand aus den Professoren Jolly, Kaiser, Alexander und Pettenkofer. Dem Letzteren fiel die ganze experimentelle Arbeit zu.

Die Untersuchung der Einrichtung mit Hülfe von Kerzenflammen und Papierfächchen ergab bald, dass die ganze kostspielige Anlage völlig unbrauchbar war, sodass sie gesperrt werden musste. Die Luftbewegung in den Ventilationscanälen war nämlich äusserst unregelmässig und ging nicht selten geradezu in verkehrter Richtung.

Bei diesen ersten Versuchen wurde aber auch sofort erkannt, dass die Bewegung der Luft im Hause ein höchst verwickelter Vorgang sei, der ein sehr eingehendes Studium erfordere. Auf Antrag der Commission wurde daher Pettenkofer Ende April 1857 nach Paris gesendet¹⁾, wo in dem grossen, 1848 erbauten Spitale La Riboisière und im Spitale Beaujon verschiedene Systeme mechanischer Ventilation mit Aufwand grosser Mittel eingerichtet worden waren, und wo Grassi

¹⁾ Pettenkofer benutzte die dreimonatliche Reise auch zu einem Abstecher nach London.

soeben eine ausgezeichnete vergleichende Untersuchung über die Leistung dieser Lüftungseinrichtungen veröffentlicht hatte (Thèse 1856).

Wie auf so manchen anderen Gebieten der Naturwissenschaft waren damals die Franzosen auch auf dem der Heizung und Lüftung uns um ein gutes Stück voraus. Bereits im Jahre 1843 war dort die Frage der Lüftung durch eigene Ventilationscanäle Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchung geworden. Mit Rücksicht auf den Bau des Zellengefängnisses von Mazas ernannte der Seinepräfect eine Commission aus ersten Fachmännern: Andral, Boussingault, Dumas, Leblanc und Pécllet, um die Pläne bezüglich der Heizung, Lüftung und Entfernung der Abfallstoffe zu prüfen. Leblanc und Pécllet, welchen das Studium der Lüftung oblag, suchten zunächst darüber klar zu werden, ob die Zufuhr von 6 cbm Luft pro Kopf und Stunde, die man damals als genügend betrachtete, wirklich für einen dauernden Aufenthalt in geschlossenem Raume ausreiche. Sie maassen zu diesem Behufe die Luft-Zufuhr und -Abfuhr durch die Ventilationscanäle mit Hilfe des zu Ende der dreissiger Jahre erfundenen Anemometers von Combes und bestimmten zugleich die Veränderung des Kohlensäuregehaltes der Luft, der durch die Athmung Leblanc's in der gelüfteten, wie in der nicht gelüfteten Zelle hervorgebracht wurde. Sie benutzten also bereits damals den Kohlensäuregehalt der Luft als Maassstab für die Güte der Ventilation; allerdings ohne zu ahnen, dass man auf diesem Wege geradezu die Grösse des Luftwechsels exact ermitteln könne. Ausserdem wurde auch festgestellt, welche Luftmengen zugeführt werden mussten, um die Diffusion der üblen Gerüche aus den in den Zellen aufgestellten Nachtsüßeln zu verhindern. Es würde zu weit führen, wenn wir diese Untersuchungen näher besprechen wollten, die sich durch Jahre hinzogen. Es sei nur noch erwähnt, dass, als das Zellengefängniss fertig gebaut war, festgestellt wurde, dass der stündliche Luftwechsel jeder Zelle, der durch einen grossen Saugkamin bewerkstelligt wurde, 25 cbm betrug und der Kohlensäuregehalt der Zell-nluft dabei 1 pro mille nicht überstieg.

Besonders wichtig wurde dann das in grossartigem Maassstabe angestellte, vergleichende Experiment im Spitale La Ribosière, das zur Hälfte durch Aspiration mit Hilfe eines Lockkamines, zur Hälfte bei grundsätzlicher Scheidung der Heizung von der Lüftung durch Pulsion mittels eines Centrifugalventilators gelüftet wurde. Eine Commission, an deren Spitze General Morin stand, hatte einen Luftwechsel von 60 cbm pro Krankenbett und Stunde als Erforderniss hingestellt.

Die Untersuchungen von Grassi ergaben nun mit voller Sicherheit die Ueberlegenheit der mechanischen Pulsion über die Aspiration, sowohl was die Bürgschaft für die stetige Zufuhr der Luft von den ge-

wählten Bezugsstellen her, als was die Reinheit der Luft betrifft. Besonders wichtig war die Feststellung Grassi's, dass bei der Aspiration nur ungefähr ein Drittel der abgesaugten Luft durch die gebahnten Zuluftkanäle, zwei Drittel aber durch Spalten und Ritzen sowie auf capillaren Wegen eintraten und dass ebenso bei Pulsion ein grosser Theil der Luft auf uncontrolierbaren Wegen die Räume verliess.

Mit grösstem Eifer nahm nun Pettenkofer diese Erfahrungen in sich auf, und bald hatte er bei gemeinsamen Versuchen mit Grassi seinen Lehrmeister übertroffen. Das Ergebniss seiner Studien, die in München weitergeführt wurden, waren drei treffliche Abhandlungen, welche er 1858 der naturwissenschaftlich-technischen Commission der Akademie vorlegte, und welche auch unter dem gemeinsamen Titel »Ueber den Luftwechsel in Wohnräumen« gesondert veröffentlicht worden sind. In diesem Werke wurden nicht nur die im Auslande gemachten Erfahrungen dem deutschen wissenschaftlichen Publicum vermittelt, sondern auch gar manches Neue geboten. In Fortführung des Gedankens, den Kohlensäuregehalt als Maassstab zur Beurtheilung der Beschaffenheit der Wohnungsluft zu verwenden, wird auf Grund zahlreicher Experimente der Gehalt von 1 pro Mille Kohlensäure als das Maximum zulässiger Verunreinigungen der Luft durch Respiration und Perspiration von Menschen festgestellt. Es wird gezeigt, wie man mit Hülfe einer von Seydel angegebenen Formel aus der Veränderung des Kohlensäuregehaltes eines abgeschlossenen Lufruumes innerhalb einer gemessenen Frist die Grösse des Luftaustausches, der in dieser Zeit stattgefunden hat, berechnen könne. Durch überraschende Versuche (z. B. Ausblasen eines Lichtes durch eine Mauer hindurch) wird die Permeabilität der gebräuchlichen Haus- und Zimmerwände für Luft bewiesen. Es werden die Bedingungen und die Triebkräfte der sog. natürlichen, d. h. ohne besondere Vorkehrungen vor sich gehenden Ventilation klargelegt und ihre praktische Bedeutung gewürdigt. Endlich wird eine Methode zur Bestimmung der Kohlensäure in der Luft angegeben, welche so einfach und exact ist, dass sie alsbald alle bisherigen verdrängt und mit geringfügiger, von Pettenkofer selbst angegebener Modification (Verwendung von Barytwasser statt Kalkwasser) noch heute fast ausschliesslich angewendet wird, wenn eine ganz genaue Ermittlung des Kohlensäuregehaltes erforderlich ist: Absorption der Kohlensäure aus einem gemessenen Luftvolumen durch titrirtes Barytwasser und Rücktitrirung des überschüssigen Baryumhydroxyds durch Oxalsäure.

Pettenkofer hat von damals an die Fragen der Luftbeschaffenheit in den Wohnräumen und der Lüftung nicht mehr aus den Augen verloren. Zahlreiche spätere Arbeiten von ihm selbst wie von seinen Schülern Lang, Erismann, Wolffhügel, Lehmann u. A.

legen davon Zeugniß ab. Als besonders wichtig seien die Studien über die Permeabilität der Baumaterialien, über die Mauerfeuchtigkeit, über die Lüftung von Eisenbahnwagen, über die Verunreinigung der Luft durch künstliche Beleuchtung und Heizung, über die bei Gewerbebetrieben auftretenden Gase und Dämpfe genannt.

Zunächst aber wurde seine Beschäftigung mit der Ventilation in einer anderen Richtung folgenreich.

Bekanntlich hat Liebig seine Theorien über den Stoffwechsel von Thier und Pflanze aufgestellt, ohne jemals selbst darüber auch nur ein einziges Experiment gemacht zu haben. Es war höchst verlockend, die Richtigkeit seiner Anschauungen durch den Versuch zu prüfen. Dieser Aufgabe widmete sich bekanntlich neben Anderen von der Mitte der fünfziger Jahre an hauptsächlich Carl Voit. Voit war aus einem der ersten Schüler (1852) bald Pettenkofer's trauester Freund geworden. Mit wachsendem Antheile begleitete Pettenkofer die Untersuchungen seines Freundes über den Eiweissstoffwechsel, die in so manchen wichtigen Punkten der Liebig'schen Lehre widersprachen. Immer dringender fühlte Voit das Bedürfniss, die Beobachtungen auf den Gesamtstoffwechsel auszudehnen, unter Bedingungen für das Versuchsindividuum, welche als völlig normal angesehen werden durften. Und nun verwerthete Pettenkofer seine Kenntnisse über Ventilation und schuf mit grossmüthiger Unterstützung des Königs-Max seinen Respirationsapparat, der es zum ersten Male ermöglichte, tagelange Versuche am Menschen anzustellen. Dieser Apparat ist ohne Zweifel die grösste und wissenschaftlich fruchtbarste experimentelle Leistung Pettenkofer's. Hier ist er geradezu schöpferisch. Der Apparat war völlig neuartig sowohl in seinem Principe als in seinen Einzelheiten und hat Untersuchungen ermöglicht, welche die Grundlage unserer heutigen Ernährungslehre bilden.

Der kühne Grundplan der Vorrichtung ist bekanntlich folgender: Das Versuchsindividuum befindet sich in einer geräumigen Kammer, durch welche ununterbrochen und gleichmässig ein Luftstrom gesogen wird, der so ausgiebig ist, dass das Individuum durch seine eigenen Respirations- und Perspirations-Producte nicht belästigt oder geschädigt werden kann, stets normale Luft athmet. Die gesammte durchgesogene Luftmenge wird gemessen, aber sie ist viel zu gross, um in toto analysirt zu werden. Nur ein kleiner Bruchtheil von ihr wird, nachdem sie die Athmungskammer durchwandert hat, entnommen und der Analyse unterworfen. Wenn es möglich sein soll, vom Theile auf das Ganze zu rechnen, dann muss die angewendete analytische Methode absolut verlässlich sein und die Luftprobe zur Analyse ununterbrochen so entnommen werden, dass sie stets einen gleich grossen Theil der in der Zeiteinheit durchgehenden Gesamtluftmenge bildet

Ganz ebenso wird ununterbrochen ein aliquoter Theil der in den Apparat einströmenden Luft analysirt. Man bestimmt in der einströmenden und in der ausströmenden Luft die Menge der Kohlensäure und des Wasserdampfes (eventuell auch unter Zuhülfenahme der Verbrennung die Producte der Darmfäulniss, Sumpfgas und Wasserstoff) und findet dann durch Berechnung der Differenz der in den Apparat eingeführten und der aus ihm ausgeführten Mengen von Kohlensäure und Wasserdampf die Mengen dieser beiden Stoffe, welche das Individuum in der Versuchszeit ausgeschieden hat. Sammelt man nun auch und analysirt Harn und Koth, so kann man berechnen, wieviel Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Aschenbestandtheile das Individuum im Ganzen ausgeschieden hat und daraus die Grösse seiner Zersetzung von Eiweiss, Fett u. s. w. Weiss man, wieviel und welche Nahrung gleichzeitig aufgenommen wurde, so gewinnt man vollständigen Einblick in die stoffliche Gesamtbilanz des Körpers und in die Leistungen der Nahrung.

Auch im Einzelnen ist der Apparat ohne Vorbild. Zur Messung der Luftmengen wird zum ersten Male bei wissenschaftlichen Versuchen die von dem genialen Clegg erfundene Gasuhr benutzt; zur Bestimmung der Kohlensäure Pettenkofer's neue Methode in zweckmässiger Abänderung; zur Lenkung des Luftstromes in der gewollten Richtung neuartige Quecksilberventile, welche bei sehr geringem Widerstande dauernd sicher arbeiten.

Nach Ueberwindung zahlloser Schwierigkeiten war das grossartige Werkzeug fertig. Nun machten sich die beiden Freunde an seine Ausnutzung. Eine lange Reihe wichtiger Abhandlungen, die sich über einen Zeitraum von mehr als 10 Jahren vertheilt, über den Stoffumsatz beim Hunde, beim normalen und beim kranken Menschen trägt die Namen der beiden Freunde vereinigt. Den Hauptantheil an diesen Arbeiten hatte allerdings Voit. Von ihm stammten die Versuchspläne. Pettenkofer selbst hat einmal in seiner bescheidenen Weise erklärt, er sei nur der »folgsame Hilfsarbeiter Voit's« gewesen. Allmählich erlahmte auch seine Mitarbeit. Andere Aufgaben beschäftigten ihn ganz und gar. Nachdem Voit nach dem Principe des grossen einen kleineren Apparat ausschliesslich für Thiere gebaut hatte, zog sich Pettenkofer ganz von diesen Untersuchungen zurück. Indessen blieb er auch später noch mit der Ernährungslehre in Zusammenhang. Als er Vorstand der staatlichen Lebensmitteluntersuchungsstation geworden war, liess er mancherlei über die gesundheitliche Bedeutung der Nahrungs- und Genuss-Mittel arbeiten.

Im Zusammenhange damit sei auch gleich Pettenkofer's Antheil an der Erzeugung des Fleischextractes im Grossen zur Sprache gebracht.

Das Fleischextract ist keine Erfindung Liebig's. Fleischextract, d. i. im wesentlichen eingedickte Fleischbrühe, wurde schon während des Feldzuges Bonaparte's in Aegypten benutzt und 1821 wieder von Proust und Parmentier empfohlen. Liebig empfahl es neuerdings mit besonderem Nachdrucke in seiner Abhandlung über das Fleisch (1847) und wies auf die Rinderheerden Südamerikas zu seiner Gewinnung hin. Durch Liebig's Abhandlung angeregt, rieth Pettenkofer seinem Onkel, Fleischextract in der Hofapotheke herzustellen, und er vervollkommnete später das Verfahren allmählich, nachdem er selbst Hofapotheker geworden war. Nachdem Liebig nach München übersiedelt war, besprach Pettenkofer mit ihm die Sache und bat ihn, das Product der Hofapotheke »Liebig's Fleischextract« nennen zu dürfen. Als 1862 der Ingenieur Giebert nach München kam, um die Fleischextractfabrication in Südamerika in Fluss zu bringen, wies ihn Liebig an Pettenkofer, und es war im wesentlichen das in der Münchener Hofapotheke ausgearbeitete Verfahren, nach dem bald darauf die Fabrication des trefflichen Genussmittels zu Fray Bentos begonnen wurde. Dieser Antheil Pettenkofer's erklärt, warum die Erzeugung des Extractes der gemeinsamen Controlle von ihm und Liebig unterstellt wurde.

Hatten schon die Versuche über die Heizung 1851 Pettenkofer auf die Probleme der Gesundheitspflege hingelenkt, so geschah dies noch in viel höherem Maasse dadurch, dass er, seit 1849 Mitglied der vom Ministerium eingesetzten Commission zum Studium der Cholera, durch den Ausbruch der Cholera in Bayern 1854 gezwungen wurde, sich eingehend mit der Verbreitungsweise dieser Krankheit zu beschäftigen. Als bald erwachte in ihm das Verlangen, Mittel zu finden, um den furchtbaren Feind unschädlich zu machen. Die Räthsel der Epidemiologie fesselten ihn mehr und mehr; ihrer Lösung widmete er von nun an den besten Theil seiner Zeit und seiner Kraft. Die Gesetzmässigkeiten im Auftreten der Krankheit, die sich ihm bald enthüllten, schienen ihm eine unvergleichlich bessere Handhabe zu ihrer Bekämpfung zu bieten, als die damaligen Quarantaine-, Contumaz- und Desinfections-Maassregeln, die er sofort in ihrer ganzen Stumpferhaftigkeit durchschaut hatte. Wir kommen darauf zurück.

Die zweite Hälfte der fünfziger Jahre bildet so den entscheidenden Wendepunkt in Pettenkofer's wissenschaftlicher Thätigkeit. Fast vierzig Jahre war er alt geworden, ohne einem selbst gestellten Ziele sich zu widmen. Sorglos und verschwenderisch hatte er seine ungeheure Arbeitskraft in den Dienst irgend welcher Aufgaben gestellt, wenn sie ihm nur Gelegenheit gaben, sich nützlich zu machen und das Herrschaftsgebiet der wissenschaftlichen Methodik auszudehnen. Aber nun kam ihm immer klarer zum Bewusstsein, dass der grösste

Theil der scheinbar so zerstückten Thätigkeit seiner letzten 10 Jahre sich unter einem einheitlichen Gesichtspunkte zusammenfassen lasse: unter dem der Verwerthung der naturwissenschaftlichen Erkenntniss und Methodik für die Gesundheitspflege.

Die ungeheure Bedeutung der Aussenwelt für die Vorgänge in unserem Körper, die Abhängigkeit unseres Gesundheitszustandes von der Beschaffenheit unserer Umgebung leuchtete ihm immer mehr ein, und er erkannte, dass hier der exacten Wissenschaft ein Feld eröffnet werden könne, das bisher von der Forschung nur hie und da beackert worden war, das aber reiche Früchte versprach.

Der Gedanke, welcher Segen durch eine systematische Fundirung der Gesundheitspflege auf exactes Wissen gestiftet werden könne, erfüllte den ideal gesinnten Mann mit einer Begeisterung, die bis an sein Lebensende nicht erlöschten sollte und allmählich den Widerstand der stumpfen Welt besiegte! So im grossen Stile Nutzen stiften zu können, war offenbar stets der Gegenstand seiner stillen Sehnsucht gewesen. Sie schimmert aus den schönen Worten hervor, die er 1848 gesprochen hat:

»Ein Mann der echten Wissenschaft kümmert sich jederzeit zuerst um Wahrheiten. Aber wer ist so durch und durch Philosoph, dass er nicht als Bürger eines Staates, als Haupt oder Glied einer Familie zu dem Gedanken gezwungen werden könnte: Was lässt sich aus dem Schatze meiner Erfahrungen und von den Resultaten meines angestrengten Nachdenkens dazu verwenden, denen, mit welchen wir so kurz auf Erden zusammen sind, das Herz zu erfreuen, ihre Leiden zu stillen oder ihnen dankbar zu sein für so vieles, was wir von ihnen empfangen? Als Mensch ist der Gelehrte sogar hierzu verpflichtet und er ist entweder ein Schwächling oder ein herzloser Unmensch, wenn er anders denkt oder handelt.«¹⁾

Ein Mann von der erfinderischen Begabung Pettenkofer's hätte, ausschliesslich industriellen Untersuchungen zugewandt, ohne Zweifel Millionen verdienen können. Pettenkofer war ein viel zu gewissenhafter Familienvater, um redlich verdientes Geld zurückzuweisen; aber sich ein Vermögen zu machen, schien diesem vornehmen Geiste kein ausreichender Lebenszweck zu sein. Sein edler Ehrgeiz war auf Höheres gerichtet. Sein von Nächstenliebe erfülltes Herz trieb ihn an, seinen Mitmenschen zu dienen.

Nun sieht er ein Ziel vor sich, das ihm beharrlicher Anstrengung werth zu sein scheint. Seine Thätigkeit, so vielseitig sie bleibt, dient nun dem einen grossen Zwecke, die wissenschaftliche Hygiene,

¹⁾ Die Chemie in ihrem Verhältnisse zur Physiologie und Pathologie. Festsrede. München bei Georg Weiss, 1848.

wie sie seinem Geiste vorschwebt, in's Leben zu rufen und seinem Geschöpfe den erforderlichen Lebensraum sicherzustellen.

Aus dem Technologen Pettenkofer ist der Hygieniker geworden!

Ganz ohne Störungen und Ablenkungen ging es allerdings auch in der Zukunft nicht ab. Pettenkofer hatte zu lockende Proben davon gegeben, wie vielseitig verwendbar und erfindungsreich er sei. Es ist charakteristisch, was Emmerich¹⁾ in seinen »Erinnerungen an Pettenkofer« erzählt, dass Prof. v. Nussbaum in seiner Vorlesung über Chirurgie zu sagen pflegte: »Wenn wir alle nichts mehr wissen, dann wenden wir uns an unsern Pettenkofer. Der weiss immer Rath und das Richtige zu treffen.« Es dürfte kaum etwas geben zwischen Himmel und Erde, worüber Pettenkofer im Laufe der Jahre nicht um Rath gefragt worden wäre. Sogar den Schlangengebändiger musste er einmal machen, als in Gassner's zoologischem Museum eine grosse Brillenschlange aus dem Käfig entkommen war, irgendwo im Museum einen sicheren Unterschlupf gefunden hatte und nun die Polizei wegen der den Besuchern drohenden Gefahr das Museum schloss. Niemand wusste Rath, wie dem giftigen Thiere beizukommen wäre. Als an den letzten Nothhelfer wandte man sich an Pettenkofer; und richtig, wie so manches andere, gelang ihm auch dies. Er liess sich ein zweites vorhandenes Exemplar der Brillenschlange geben und versuchte sie mit den Dämpfen der schwefligen Säure zu tödten. Aber die Schlange starb nicht. Pettenkofer stutzte über diesen Misserfolg. Wie war das möglich? Bald sagte er sich: Offenbar nur deshalb, weil der Versuch bei zu niederer Temperatur gemacht worden war, bei der das regungslos daliegende Thier kaum geathmet hatte. Nun wurde der Versuch im warmen Zimmer wiederholt. Die Schlange starb in kurzer Zeit. Jetzt liess Pettenkofer das Museum stark heizen und mit schwefliger Säure austrüchern. Es dauerte nicht lange, so wurde es dem Flüchtling in seinem Versteck zu eng. Eilig schoss die Schlange hervor und verendete vor den Augen der Zuschauer.

Eine der glänzendsten Leistungen Pettenkofer's auf technischem Gebiete ist seine Erfindung der Regeneration der Oelgemälde. 1863 hatte der Kunstschriftsteller Friedrich Pecht ein grosses Donnerwetter gegen die übliche Bilderconservirung und gegen die damaligen Conservatoren gemacht. Eine Commission wurde eingesetzt, um die Sache auf ihre Richtigkeit zu prüfen, und eines Tages sah sich Pettenkofer zu seinem höchsten Erstaunen zum Mitgliede dieser Commission ernannt. Er protestirte: er sei weder Maler, noch Kunstkritiker.

¹⁾ Deutsche Revue, Januar 1892.

Aber es half ihm nichts; er musste hinein. Viele Bilder waren trüb und abgestorben. Man behauptete, dies käme davon her, dass sie verschimmelt seien. Er und der Botaniker Radtkofer würden schon herausbringen, wie man die Schimmel vertreiben könne.

Aber es war nicht Schimmel, was die Bilder trüb machte. Was war aber dann die Ursache? Pettenkofer ruhte nicht bis er herausgefunden hatte, dass es sich um physikalische Veränderungen handelte, um zahllose feinste Risschen und Bläschen im Firnissüberzuge der Bilder, und dass diese Risschen und Bläschen dadurch entstehen, dass sich bei Kälte die Bilder mit Condenswasser beschlagen, das bei nachfolgender Erwärmung wieder verdunstet. Diese Risschen und Bläschen füllen sich dann mit Luft und machen die Firnissdecke undurchsichtig, gerade so, wie pulverisirtes Glas wegen der zwischen den Glastheilchen befindlichen Luft undurchsichtig ist.

Es handelte sich um denselben Vorgang, wie bei dem Auftreten des weissen Fleckes auf einer gefirnissten Fläche, auf die man einen Tropfen Wasser gebracht hat.

Nun fragte die Commission, wie man dies verhindern, bzw. wie man den Schaden heilen könne? Bald wusste Pettenkofer auch dies zu sagen.

Die Entstehung der Krankheit verhütet man, indem man das Beschlagen der Bilder mit Wasser unmöglich macht, also durch richtiges Heizen. Die Heilung der schon bestehenden Krankheit muss auf verschiedene Weise bewerkstelligt werden.

Bilder, die mit Harzfirniss überzogen sind, setzt man einer mit Alkoholdämpfen gesättigten Luft aus. Der Harzfirniss nimmt Weingeist auf, wird weich und fliesst wieder zu einer homogenen, vollkommen klaren Schicht zusammen. Oelfirnisse werden mit der Ammoniakseife des Copaivabalsams behandelt. Nachdem das Ammoniak verflüchtigt ist, hat der klare Balsam alle Risse ausgefüllt.

Dies ist Pettenkofer's berühmtes Verfahren. In der schonendsten Weise giebt es den Bildern ihren Farbenglanz wieder. Viele Schätze der alten Kunst sind so gewissermassen neu gewonnen worden.

Doch kehren wir zur Entfaltung Pettenkofer's als Hygieniker zurück! Wir haben gesehen, wie im Laufe der fünfziger Jahre der Entwurf der Hygiene als selbstständiger Wissenschaft allmählich in seinem Kopfe entstanden ist.

Oeffentliche und private Gesundheitspflege hat es zu allen Zeiten und bei allen Völkern gegeben, und Versuche, die verstreuten Gesundheitsregeln in einheitlicher Darstellung zusammenzufassen, sind schon vor Pettenkofer gemacht worden. Es ist da vor allem das »System einer vollständigen medicinischen Polizei« zu nennen, das der grosse

Arzt und Professor der Wiener Universität, Johann Peter Frank, 1779—1789 herausgegeben hat. Wir finden auch schon lange vor Pettenkofer Versuche, einzelne hygienische Einrichtungen auf streng wissenschaftliche Basis zu stellen. Eines der hervorragendsten Beispiele dafür ist der berühmte Bericht über Krankenhausbau, den Laplace, Coulomb, Lavoisier und Ténon der Pariser Akademie im Jahre 1768 erstattet haben. Der große Gedanke der Prophylaxe: dass es wichtiger sei, Krankheiten zu verhüten als sie zu heilen, war in England schon in den dreissiger Jahren zum Durchbruch gekommen, und die Assanirung der Städte durch Wasserversorgung und Reinigung vom Beginne der vierziger Jahre an in dem gewaltigen Maassstabe begonnen worden, in welchem das reiche Inselvolk alles anzugreifen pflegt.

Aber niemand vor Pettenkofer hat den ganzen Umfang des Gebietes erfasst. Niemand hat das Ungenügende und Kostspielige der Empirie, die Nothwendigkeit, das ganze Gesundheitswesen ununterbrochener, systematischer und exacter Beobachtung und Messung zu unterstellen, an unser ganzes Thun und Lassen in dieser Richtung den Maassstab der modernen Naturforschung anzulegen, so wie er erkannt. Niemand war auch so wie er mit seinem umfassenden Wissen und Können befähigt, den neuen Bau in seinen Hauptzügen zu entwerfen, das Wissen seiner Zeit in so erschöpfender Weise für die Zwecke einer rationellen Gesundheitspflege auszubeuten und mit dem Wust von unbrauchbaren Kenntnissen, kritiklosem Meinen, Halbwahrheit und Unsinn aufzuräumen, der sich als Medicinalpolizei breit gemacht hatte.

Es lässt sich aus den Titeln der Vorlesungen, welche Pettenkofer ankündigte, erkennen, wie sich allmählich sein Gesichtskreis erweiterte. Im Sommersemester 1853 kündigte er eine Vorlesung mit dem sonderbaren Titel: »Vorträge über diätetisch-physikalische Chemie« an. C. Voit war einer der wenigen Hörer. Er berichtet, dass Pettenkofer u. a. über die Zusammensetzung der uns umgebenden Luft, des Wassers, der gebräuchlichen Nahrungsmittel, wie Fleisch, Milch, Brod, sprach. Die Hörer hatten bereits damals den Eindruck von etwas Neuartigem und waren durch den Stoff gefesselt.

Diese Vorlesung wiederholte sich jedes Jahr, aber unter beständiger Aenderung des Namens: »physikalische und chemische Grundsätze der Diätetik und der öffentlichen Gesundheitspflege«, »physikalische und chemische Grundsätze der Diätetik als Theil der Medicinalpolizei«, »medizinische Polizei«, »Medicinalpolizei mit Berücksichtigung der physikalischen und chemischen Grundlagen der Gesundheitslehre«, bis es 1858 zum ersten Male heisst: »öffentliche Gesundheitspflege mit besonderer Berücksichtigung der Medicinalpolizei«, ein Name, der nach mancherlei weiteren Wandlungen vom Sommersemester

1865 ab der endgültigen Bezeichnung: »Vorträge über Hygiene« Platz macht. Der Veränderung des Titels entsprach jedes Mal eine Erweiterung des Stoffes.

Pettenkofer erzählte, dass er 1858, als er zum ersten Male über öffentliche Gesundheitspflege im allgemeinen las, nur drei Hörer hatte. Aber im nächsten Jahre waren bereits zwölf Hörer eingeschrieben und nach ein paar Jahren war der ganze Hörsaal des physiologischen Institutes gefüllt, obwohl die Hygiene noch kein obligates Fach war. Die Hörer hatten eben gefühlt, dass ihnen hier etwas geboten werde, was ihnen in der Praxis von Nutzen sein würde.

Auf diesen Lehrerfolg gestützt, konnte Pettenkofer den Antrag stellen, die Hygiene zum obligatorischen Fach und zum Prüfungsgegenstande zu machen. Auf's erste wurde dieser Antrag von der Facultät abgelehnt, aber bereits 1862 angenommen. Jetzt war noch der Widerstand der Regierung zu überwinden. Dies gelang erst 1864. Im März 1864 hatte König Ludwig II. den Thron bestiegen. Pettenkofer musste ihm als Rector der Universität für 1864/65 im Herbst seine Aufwartung machen. In lebenswürdiger Weise erkundigte sich der König beim Abschiede, ob Pettenkofer nicht einen persönlichen Wunsch habe. Da ergriff Pettenkofer die Gelegenheit, dem Könige die Nützlichkeit der Hygiene für die Heilkunde wie für die Staatsverwaltung darzulegen. Der jugendliche König begriff sofort und beauftragte Pettenkofer *brevi manu*, mit dem Cultusminister zu sprechen und ihm zu sagen, er solle dem Könige Bericht erstatten. Gegenüber diesem königlichen Auftrage gab es keinen Widerspruch mehr, und so kam es zum Ruhme Bayerns, dass bereits 1865 an seinen drei Landesuniversitäten lange vor allen anderen Ordinariate für Hygiene errichtet und die Hygiene Gegenstand der ärztlichen Prüfung wurde. Pettenkofer erhielt das Ordinariat in München, Scherer das in Würzburg, Gorup-Besanez das in Erlangen. Alle drei Männer waren Chemiker.

Dieser Erfolg Pettenkofer's war ungeheuer gross. Binnen etwa eines Jahrzehnts hatte er der Hygiene, von der man bis dahin kaum gesprochen hatte, wenigstens an den bayrischen Universitäten einen gesicherten Platz neben den altehrwürdigen Disciplinen verschafft.

An den Bedingungen, unter denen Pettenkofer und seine Schüler ihre Forschungen anstellen mussten, war freilich auch jetzt noch nichts geändert. Erst 1872, nachdem Pettenkofer einen Ruf an die Universität in Wien erhalten hatte und ihm dort ein allen Wünschen entsprechendes Institut in Aussicht gestellt worden war, konnte er die Errichtung eines seiner würdigen Institutes in München durchsetzen. 1878 wurde es als das erste seiner Art eröffnet; kaum 25 Jahre, seitdem Pettenkofer sich zur Hygiene zu bekennen begonnen hatte.

Wie rastlos war er aber auch in diesem Vierteljahrhundert als Forscher, Schriftsteller und Redner thätig gewesen! Fast kein Gebiet der Hygiene hat Pettenkofer unbearbeitet gelassen. Soweit er nicht selbst zur Bearbeitung im Stande war, liess er es durch seine Schüler in Angriff nehmen. Der Kern seiner Bestrebungen war stets, quantitative Vorstellungen zu gewinnen, die Vorgänge und Einflüsse zu messen, die Menge oder die Intensität des die Gesundheit mitbestimmenden Factors zu ermitteln; denn darin allein erblickt er mit Recht den Compass, um durch die Fluth widersprechender Meinungen in den Hafen sicherer Erkenntniss zu steuern. Mit erstaunlichem Spürsinn wusste er binnen kurzem zahlreiche Stellen ausfindig zu machen, von denen aus man versuchend und messend in das fast unbekanntes Gebiet eindringen konnte. Pettenkofer war in der Zeit seiner Vollkraft im wahrsten Sinne das, was die Franzosen »Initiateur« nennen: ein Einführer, ein Beginner. Ich muss mich mit Andeutungen über die hauptsächlichsten hygienischen Forschungen und Leistungen Pettenkofer's, soweit sie nicht schon besprochen worden sind, begnügen, da ich dem Publicum der »Berichte« nicht zumuthen kann, sich mit so fernliegenden Dingen eingehender zu beschäftigen. Der Leser findet ein Verzeichniss der Veröffentlichungen Pettenkofer's, das ich so vollständig als möglich zu machen gesucht habe, am Schlusse dieser Biographie.

In nahem Zusammenhange mit den Untersuchungen über den Luftwechsel in Wohngebäuden und die Porosität der Baumaterialien stehen Pettenkofer's Studien über die Kleidung. Abgesehen von einigen Versuchen des Grafen v. Rumford über das Wärmehaltungsvermögen der verschiedenen Kleidungsstoffe aus dem Ende des 18. Jahrhunderts und von Percy über die Geschwindigkeit der Wasserverdunstung aus durchnässten Kleidungsstoffen war sie bis dahin eingehenderer wissenschaftlicher Behandlung anscheinend entgangen. Schon in der Abhandlung über Luftheizung und Ofenheizung aus dem Jahre 1851 hatte Pettenkofer auf Analogien im Verhalten des weiten Kleides, als das wir das Haus auffassen können, und der eigentlichen Kleidung hingewiesen. In höchst anziehender Weise werden jetzt (1865) auf Grund von verhältnissmässig wenigen Versuchen mit Hilfe sehr einfacher Vorrichtungen die hygienisch wichtigsten Momente der Kleidung aufgedeckt und die verschiedenen Kleidungsstoffe in der Hauptsache richtig gewerthet. Wenn man auch schon im allgemeinen die Leistung der Kleidung als Mittel zur Wärmeregulirung und zur Verlegung des Wärmeaustausches von der nervenreichen Haut weg in eine unempfindliche Hülle begriffen hatte und die Verschiedenheiten des Luftgehaltes, der Hygroskopicität, der Benetzbarkeit und des Wasserverdunstungsvermögens der verschiedenen Kleidungsstoffe zu würdigen wusste,

wie z. B. der *Traité d'hygiène publique et privée* von Michel Lévy, 3^{me} Ed., Paris 1857, lehrt, so wurden doch erst durch die Pettenkofer'sche Arbeit zahlenmässige Ausdrücke und damit auch ein tieferes Verständniss für alle diese Dinge gewonnen. Pettenkofer's Schüler, Krieger, Erismann, Linroth, Schuster u. A. setzten seine Untersuchungen fort, und auch die neueren gründlichen Forschungen Rubner's haben Pettenkofer's Experimente zur Grundlage.

Durch die epidemiologischen Forschungen über die Cholera war Pettenkofer auf die Vorgänge im Erdboden aufmerksam geworden. Der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens schien von Bedeutung zu sein, und unter gewissen Bedingungen liess sich dieser nach dem Stande des Grundwassers im Boden beurtheilen. Daher wurden von 1856 ab systematische Messungen des Grundwasserstandes, deren Technik von Pettenkofer wesentlich verbessert worden ist, zunächst in München vorgenommen. Eingehendes Studium wurde dem Verhalten des Erdbodens zu der Luft und dem Wasser in seinen Poren zugewendet. Trotzdem die Geologen und Agriculturchemiker auf diesem Felde seit langem thätig waren, gelang es Pettenkofer und seinen Schülern, namentlich Renk, doch, bedeutende neue Beiträge zur Physik des Bodens zu liefern. Insbesondere wurde der Einfluss seiner Korngrösse (Porengrösse) auf die Durchgängigkeit für Luft und Wasser in volles Licht gerückt; der Einfluss der Benetzung und des Gefrierens auf die Durchlässigkeit des Bodens klargestellt und wichtige Beobachtungen über den Luftaustausch zwischen dem Erdboden und den auf ihm stehenden Häusern gemacht.

Da Pettenkofer gefunden zu haben glaubte, dass die Verunreinigung des Bodens mit zersetzungsfähigen organischen Stoffen, menschlichen Excrementen und dergl. eine wesentliche Bedingung für das epidemische Auftreten von Cholera und Typhus sei, strebte er besonders eifrig danach, ein besseres Verständniss der Zersetzungs Vorgänge im Boden, der Verwesung und der Fäulniss, und ein Maass für ihre wachsende Intensität zu gewinnen. In diesem Sinne liess er unter anderem Jahre lang Analysen des Münchener Grundwassers vornehmen und den Kohlensäuregehalt der Grundluft bestimmen. Dabei wurde die Technik der Wasseruntersuchung durch einige Methoden bereichert, z. B. durch die Bestimmung der freien und der halbgebundenen Kohlensäure im Wasser. Die Technik der Grundluftuntersuchung wurde neu geschaffen.

Die neu gewonnenen Kenntnisse über das Verhalten der organischen Stoffe im Boden und den Einfluss, welchen der Luftgehalt des Bodens auf ihre Zersetzung hat, befähigten ihn bald zu einem richti-

geren Urtheile über die Bedeutung der Friedhöfe, die man seit 100 Jahren für unter allen Umständen gefährliche Seuchenherde ansah, mit ebenso wenig Recht, als man früher bei der Beerdigung der Leichen mit grösster Sorglosigkeit verfahren war.

Er zeigte, wie bei günstiger Bodenbeschaffenheit, entsprechender Entwässerung und Durchlüftung des Bodens und bei geordnetem Friedhofsbetriebe die Zersetzung der Leichen so geleitet werden könne, dass weder der Boden selbst, noch das Grundwasser oder die Bodenluft in irgend erheblicher Weise verunreinigt werden. Bei genügendem Sauerstoffzutritte verläuft die Zersetzung als Verwesung, d. i. als langsame Verbrennung; dagegen bei ungenügender Luftzufuhr als Fäulniss mit ihren unerwünschten Producten.

Noch grössere praktische Wichtigkeit erlangten Pettenkofer's Studien über die zweckmässigste Art der Entfernung der Abfallstoffe. Mit grösster Energie setzte er sich für sorgfältigste Sammlung aller Abfälle, für vollständige Reinhaltung des Hauses und des Bodens ein. Von diesem Gesichtspunkte aus trat er z. B. auch für die Beseitigung der Hausschlächtereien und für den Schlachthauszwang ein.

Auf Grund eigener Beobachtungen in England und experimenteller Studien seiner Schüler Feichtinger, Erismann und Wolffhügel wurde er bald ein überzeugter Anhänger der sogenannten Schwemmcanalisation, d. h. der gemeinsamen Ableitung der Fäcalien, der Hauschmutz- und Niederschlags-Wässer in dichten, gut gelüfteten und gut durchspülten Canälen.

Ein wichtiger Theil seiner Thätigkeit auf diesem Gebiete erstreckte sich auf das Studium der Bedingungen für das Eindringen der Fäulnissgase aus Gruben und Canälen in die Wohnungen und auf die Vorkehrungen zur Reinhaltung des Hauses von ihnen. Sein hervorragendes technisches Geschick bewährte sich auch hier.

Auf die Nothwendigkeit der strengsten Reinhaltung von Strasse, Haus und Hof, der raschesten Abschwemmung aller zersetzungs-fähigen Stoffe durch die Canäle begründete er die Forderung der Versorgung der Ortschaften mit möglichst reichlichen Mengen reinen Wassers. Die Frage nach dem schliesslichen Schicksale der Canalwässer führte zu werthvollen Studien über die Flussverunreinigung und über die sogenannte Selbstreinigung der Flüsse, die namentlich von Emmerich und Brunner, Prausnitz, Pfeiffer u. A. gepflogen wurden.

Diese Arbeiten über Entfernung der Abfallstoffe wurden zum Segen für die deutschen Städte, vor allen für München, das durch Pettenkofer, der bei den städtischen Behörden und namentlich bei dem ausgezeichneten Bürgermeister v. Ehrhardt volles Verständniss und Unterstützung fand, aus einer der ungesundesten zu einer der ge-

sundesten Städte gemacht worden ist. Mit Recht verehrt ihn München neben König Ludwig I. als seinen grössten Wohltäter.

Wir wissen, welch' hohes Interesse Pettenkofer von Anfang an für alle Art von Technik hatte. Es ist daher begreiflich, dass er nicht allein die Vorkehrungen zur Sammlung und Entfernung der Abfallstoffe, zur Wasserversorgung, zur Lüftung, sondern auch die Gesamtheit der technischen Einrichtungen des Hauses der hygienischen Betrachtung und Prüfung unterzog.

Wiederholt beschäftigten ihn insbesondere die Heizapparate und das Beleuchtungswesen. Bald nach der Einführung der elektrischen Beleuchtung stellte er werthvolle, vergleichende Versuche über Gas- und Bogen-Licht an.

Aber Pettenkofer verlor sich nicht in die Einzelheiten der Gesundheitstechnik. Dazu ging sein Blick zu sehr in's Grosse und Weite. Von seinem hohen Standpunkte aus überblickte er die Gesamtheit der Existenzbedingungen des Menschen. Er erkannte, wie eng verknüpft die Gesundheitspflege mit dem gesammten Zustande unserer Civilisation und Cultur ist. Es blieb ihm ihre Abhängigkeit von den wirtschaftlichen und socialen Verhältnissen ebenso wenig verborgen als die von unseren Sitten und Gewohnheiten. Ich möchte in dieser Hinsicht nur hervorheben, mit welcher Wärme und Kraft er im höchsten Alter den Missbrauch des Alkohols und den Trinkunfug unter der akademischen Jugend bekämpfte.

Von vornherein verwarf er auch die Auffassung, dass es die Aufgabe der Hygiene lediglich sei, Schädlichkeiten fernzuhalten. Er wies der Hygiene das höhere Ziel, die Widerstandsfähigkeit, die Tüchtigkeit und Leistungsfähigkeit der Menschen zu steigern; ein vollkommeneres Geschlecht soll aus ihren Händen hervorgehen.

Pettenkofer bezeichnete die Hygiene darum gerne als Gesundheitswirthschaft, in Analogie zur Volkswirthschaft.

Aus dieser Analogie gewann er einen der bedeutungsvollsten Gesichtspunkte. Wie die Güterproduction stets unvollkommen bleibt, so lange jeder Einzelne für sich wirthschaftet, wie eine höhere Entwicklung nur dadurch zu erreichen ist, dass Alle für einander und mit einander arbeiten, wie auf einer höheren wirtschaftlichen Stufe das wirtschaftliche Gedeihen des Einzelnen ganz und gar abhängt von dem Gedeihen der Gesamtheit, so besteht auch die engste Abhängigkeit des Gesundheitszustandes des Einzelnen — ob arm oder reich — von dem Gesundheitszustande aller Anderen, besteht in der menschlichen Gesellschaft eine Gemeinsamkeit der Gesundheitsgefahren, die nur durch solidarische Abwehr beseitigt werden können.

In dieser grossartigen Auffassung liegt zum nicht geringen Theile Pettenkofer's Bedeutung. Durch sie hat er die Erhebung der Hy-

giene zur Wissenschaft erst völlig fruchtbringend gemacht. Als Forscher ist er von manchen seiner Zeitgenossen überflügelt worden — ich nenne nur den gewaltigen Pasteur, der wie Pettenkofer seinen Ausgang von der Chemie genommen hat —; aber keiner hat wie er in die Culturentwicklung eingegriffen, indem er die Hygiene zur Triebfeder socialer Reformen machen half.

Es bleibt uns noch übrig, von den epidemiologischen Forschungen Pettenkofer's zu erzählen. Nichts hat ihm in der zweiten Hälfte seines Lebens mehr am Herzen gelegen; nichts hat ihm mehr Arbeit und mehr Sorge und Kampf gekostet!

Seit dem ersten Auftreten der Cholera in Europa zu Anfang der dreissiger Jahre des vorigen Jahrhunderts wogte der Streit um die Aetiologie der merkwürdigen Krankheit. Die Mehrzahl der Aerzte erklärte sie für schlechtweg contagiös und nahm an, dass sie ohne weiteres entstehe, sobald der in den Entleerungen der Kranken enthaltene Krankheitsstoff in den Gesunden hineingelangt. Die Anhänger dieser Meinung suchten daher alles Heil in der Desinfection, die man so gut man es verstand, zu bewerkstelligen suchte. So wurde die Berliner Cholerazeitung nur geräuchert ausgegeben.

Im Gegensatze dazu leugneten Andere die Contagiosität der Krankheit durchaus. Der Kranke war nach ihrer Meinung ganz unschädlich, und sie gingen sogar so weit, zu behaupten, dass die Cholera überhaupt garnicht von aussen eingeschleppt werde, sondern unter gewissen, unbekanntem Bedingungen, dem »Genius epidemicus«, im Lande selbst entstehe. Die Dritten erkannten zwar an, dass die Cholera durch den menschlichen Verkehr, durch die Kranken verschleppt werde; sie wiesen aber darauf hin, dass noch andere Umstände beim Entstehen der Epidemien im Spiele sein müssten, da das räumlich und zeitlich sprunghafte Auftreten der Krankheit mit der einfachen Annahme der Contagiosität ganz unvereinbar sei. Es fiel bald auf, dass hochgelegene Orte und solche mit felsigem Boden im allgemeinen verschont bleiben, solche in Niederungen auf durchlässigem Boden in der Regel stark ergriffen werden, dass die Cholera mit Vorliebe den Flüssen entlang wandere. Boubée (1832) war wohl der Erste, der in der in verschiedenem Maasse zur Verwitterung und Durchfeuchtung neigenden geologischen Beschaffenheit des Bodens eine wesentliche Bedingung für das Entstehen von Cholera-Epidemien suchte.

Zur Zeit als Pettenkofer seine Studien begann, schien es noch ganz unmöglich zu sein, durch mikroskopische oder experimentelle Forschung erfolgreich an das Cholera-Problem heranzutreten. Jedenfalls lag ihm mit seiner Vorbildung, an der die Medicin so geringen Antheil hatte, pathologische oder mikroskopische Forschung gänzlich fern. Dagegen hoffte er, vorwärts zu kommen durch möglichst ge-

treue Beobachtung der Verbreitungsweise der Krankheit, durch möglichst umfassende statistische Erhebung der Cholerafälle, durch streng wissenschaftliche Kritik der Thatsachen der Epidemiologie. Pettenkofer erwies sich sofort auch auf diesem Gebiete als Meister. Der »Hauptbericht über die Verbreitungsart der Cholera-Epidemie von 1854 in Bayern«, dessen wichtigster Theil von Pettenkofer verfasst ist, wird durch seine Planmässigkeit, durch seine Objectivität und durch seine Ausdehnung über das gesammte Beobachtungsmaterial alle Zeit ein Muster bleiben.

Die Beobachtungen, die darin zusammengestellt sind, führten Pettenkofer zu der Ueberzeugung, dass diejenigen Recht hätten, welche einen zeitlich wechselnden Einfluss der Oertlichkeit annahmen (»Localisten«). Nach seiner, damals schon in den Hauptzügen festgelegten Anschauung sind zum Entstehen einer Cholera-Epidemie drei gleichwerthige Factoren unbedingt nothwendig, der von aussen eingeschleppte Krankheitsstoff (x), den er von Anfang an als einen parasitischen Keim betrachtete, die persönliche Empfänglichkeit des inficirten Individuums (y) und gewisse örtliche und zeitliche Bedingungen, die er örtliche und zeitliche Disposition (z) nannte.

Unermüdlich trug Pettenkofer immer neues Material aus der ganzen Welt zusammen, um diese Auffassung zu stützen. Durch Vergleich der von Cholera befallenen und verschonten Gegenden, Orte und Ortstheile glaubte Pettenkofer die Luft und auch das Trinkwasser als ausschlaggebenden, örtlichen Factor ausschliessen zu können; dagegen glaubte er, in der physikalischen Bodenbeschaffenheit einen durchgreifenden Unterschied gefunden zu haben. Nur auf einem für Luft und Wasser durchgängigen, mit organischen Substanzen verunreinigten Boden von einem gewissen Feuchtigkeitsgrade könne es zu Cholera-Epidemien kommen. Nicht zu jeder Zeit sei im empfänglichen, »siechhaften« Boden der zur Entstehung der Epidemie erforderliche Zustand vorhanden. Der Wassergehalt der obersten Bodenschichten sei hier das Maassgebende. Diese dürfen weder zu trocken, noch zu nass sein; beginnende Austrocknung nach vorhergehender, starker Durchfeuchtung begünstige die Cholera am meisten. So erklärte er die auffällige Abhängigkeit der Cholera von Jahreszeit und Witterung.

Als bequemes Maass für die Feuchtigkeit der obersten Bodenschichten wurde der Höhenstand des Grundwassers, wie er z. B. in den Brunnen gemessen werden kann, hingestellt. Steigen des Grundwassers soll das Zeichen der Durchfeuchtung, sein Sinken das der Austrocknung der darüber liegenden Bodenschichten sein.

Sinken des Grundwassers nach vorhergegangenem Steigen bezeichnet also den Zustand der Gefährlichkeit des Bodens, das Zusammentreffen der örtlichen und der zeitlichen Disposition für Cholera.

Ganz ähnliche Verhältnisse nahm Pettenkofer für die Ausbreitung des Abdominaltyphus an.

Was die Deutung anbelangt, so stellte sich Pettenkofer anfänglich vor, dass der Krankheitskeim, den er immer für ein lebendiges Wesen angesehen hat, allerdings in den Entleerungen des Kranken enthalten sei und durch den Kranken von Ort zu Ort verbreitet werde, dass er aber nicht in unmittelbar ansteckungsfähigem Zustande in den Dejecten vorkomme, sondern dass er erst in einen empfänglichen Boden gelangen müsse, um hier entweder Gift zu erzeugen oder sich in eine ansteckende Modification zu metamorphosiren, etwa so, wie die Keime des Getreiderostes eine Entwicklung auf den Blättern von Berberis durchmachen müssen, um wieder für Getreide ansteckend zu werden.

Später änderte Pettenkofer seine Ansicht dahin ab, dass der Cholera- oder Typhus Kranke die Krankheitskeime überhaupt nicht ausscheide, ebensowenig wie der Malariakranke dies thue, sondern dass die durch den Verkehr verschleppten Cholera- und Typhus-Keime durchaus von der inficirten Localität, aus dem inficirten Boden herkommen und von da ebensowohl durch Gesunde, wie durch Kranke verschleppt werden. Gesunde wie Kranke können gelegentlich so viel fertigen Krankheitsstoff an ihren Kleidern, Geräthen u. s. w. mit forttragen, als genügend ist, um eine oder einige wenige Personen unmittelbar zu inficiren. Damit es aber zu einer Epidemie kommen könne, müsse der verschleppte Keim erst im empfänglichen Boden Gelegenheit zur Vermehrung finden.

Nach der Entdeckung des Cholera-vibrio neigte er dann wieder mehr seiner ersten Deutung zu.

Was die Aufnahme des Keimes in den Körper anbelangt, so wurde von ihm für das Wahrscheinlichste gehalten, dass die Infection durch Einathmung erfolge. Auf alle Fälle wurde die Möglichkeit der Uebertragung durch das Trinkwasser für Cholera und Typhus (Gelbfieber und Pest) immer entschiedener in Abrede gestellt. Dagegen wurde später die Möglichkeit zugegeben, dass mit organischen Substanzen verunreinigtes Wasser, wenn es zum Waschen und Reinigen im Hause verwendet wird, hier dem Keime bessere Entwicklungsbedingungen schaffe.

Pettenkofer hat von Anfang an mit diesen Lehren heftigsten Widerstand erregt. Anfänglich erschienen seine Ansichten den Meisten geradezu abenteuerlich.

Im Jahre 1865 wies aber Buhl nach, dass in München in der That eine gesetzmässige Coincidenz von sinkendem Grundwasser und steigender Typhusfrequenz, steigendem Grundwasser und sinkender Typhushäufigkeit stattfinde. Von Jahr zu Jahr kehrte dieser Befund

wieder; Virchow stellte für Berlin, wo die Jahrescurve des Typhus gänzlich anders verlief, als in München, dasselbe Zusammentreffen fest, und noch an vielen anderen Orten wurden dieselben oder ähnliche Bezüge ermittelt. Pettenkofer dehnte seine Untersuchungen auf immer weitere Gebiete aus und brachte immer mehr Beispiele für auffälligste örtliche und zeitliche Disposition und Immunität bei. Es gelang ihm, zahlreiche Einwände seiner Gegner bezüglich der disponirenden Bodenbeschaffenheit durch Untersuchungen an Ort und Stelle zu entkräften. So konnte er z. B. auf Reisen, die er eigens zu diesem Zwecke angetreten hatte, glücklich constatiren, dass das Karstgebirge in Krain und der Felsen der für Cholera sehr empfänglichen Insel Malta nicht compact und undurchlässig, sondern in höchstem Maasse porös seien. Die Forschungen der englischen Aerzte in Ostindien enthüllten die merkwürdigsten Thatsachen über den streng gesetzmässigen, aber in den verschiedenen Gebieten total verschiedenen Rhythmus der Cholerafrequenz und deren Abhängigkeit von der Menge und der Vertheilung der Niederschläge, was Pettenkofer in dem Werke »Die Verbreitungsart der Cholera in Indien«, 1871, allgemein bekannt machte. Das Studium der Cholera-Epidemie des Jahres 1873/74 im Deutschen Reiche und in München selbst deckte die auffälligsten Erscheinungen auf, die bei der Annahme einfacher Contagiosität ganz unverständlich bleiben mussten. Da stieg das Ansehen der Pettenkofer'schen Lehre immer höher und höher, und etwa um die Mitte der siebziger Jahre schien ihr voller Sieg nur mehr die Frage einer ganz kurzen Zeit zu sein.

Um diese Zeit hatte Pettenkofer überhaupt die Höhe seines Lebens erreicht. Immer weiter hatte sich sein Ruhm in aller Welt verbreitet. Er war unbestritten zur obersten Autorität in allen hygienischen Dingen geworden. Als 1876 das kaiserliche Gesundheitsamt gegründet wurde, war es ganz selbstverständlich, dass man ihm zuerst die Directorstelle anbot. Immer inniger wurden seine Beziehungen zur Praxis. Private, Gemeinden und Staaten erholten sich bei ihm Rath, und niemand hatte diesen Schritt zu bereuen. Dadurch und durch seine musterhaften populären Vorträge und Schriften — unvergängliche Muster des Stils, wie die deutsche populärwissenschaftliche Literatur nur wenige anzuweisen hat — gewann er eine Volksthümlichkeit, wie sie, vielleicht mit Ausnahme Humboldt's, kein deutscher Naturforscher je besessen hatte. Nichts aber hatte mehr beigetragen, seinen Namen in der ganzen civilisirten Welt zu verbreiten, als die Kämpfe um seine Seuchenlehre. Denn das war keine rein wissenschaftliche Streitfrage für Gelehrte, sondern etwas, dessen Ausgang nicht allein die hygienischen, sondern auch die wirthschaftlichen Inter-

essen von Tausenden in der ganzen Welt auf's tiefste berührte, an der daher auch die ganze Welt Antheil nahm.

Die Lehre von der Contagiosität der Cholera bedrohte den Handelsverkehr mit Grenzsperrern, Land- und See-Quarantänen, Einfuhrverboten, Desinfectionen, während Pettenkofer dies alles nicht allein als undurchführbar, sondern auch in kühner Consequenz aus seiner Theorie als überflüssig bezeichnete, wenn man nur durch dauernde hygienische Verbesserungen die persönliche und die örtliche Disposition beseitigt. Denn da drei Dinge zusammentreffen müssen, um Cholera (Typhus u. s. w.) zu erzeugen, genügt es zur Verhütung derselben vollständig, wenn auch nur eines davon — gleichgültig welches — beseitigt wird. Wenn z. B. die Cholera oder der Typhus nur dort gedeihen können, wo der im übrigen geeignete Boden durch organische Substanzen, menschliche und thierische Fäcalien, Hausschmutzwässer u. dergl. verunreinigt ist, so genügt es zur Immunisirung einer Stadt, eines Landes vollständig, wenn man diese Verunreinigung des Bodens beseitigt, dafür sorgt, dass beständig die gesammten Abfälle so vollständig als möglich gesammelt, jede Verunreinigung vom Boden (und von den Zwischenböden in den Häusern) dauernd ferngehalten, der ganze Unrath so rasch als möglich aus dem Hause, aus der Ansiedlung entfernt wird. Darum dicke Gruben und Tonnen, oder, noch besser, dicke Canäle, viel Wasser und möglichst reines Wasser zur Reinigung von Haus und Ortschaft. Ist dann auf diese Weise das y weggeschafft, dann mag der Keim x eingeschleppt werden, so oft und in welchen Mengen immer, er kann nicht mehr schaden. Entseuchung, Assanirung des siechhaften Bodens, das sei die wahre Aufgabe; das praktisch einzig anwendbare Mittel der Seuchenbekämpfung. Es genüge vollständig, wie der Erfolg der grossen »Sanitary works« der Engländer beweise, die mit ihrem Mutterwitz längst diesen Weg eingeschlagen haben und nun alle anticontagionistischen Maassregeln der Absperrung, Desinfection u. s. w., die doch nur immer Stück- und Flick-Werk bleiben müssten, über Bord geworfen hätten. In diesen Lehren lag ein grosser und kühner Zug, und kläglich nahm sich dagegen der kleinliche Hocuspocus aus, in welchem sich die im Dunkel tappenden Contagionisten von damals gefielen!

Und nun nehme man diese Abhandlungen zur Hand und bewundere den Reichthum an in der ganzen Welt gesammelten Beobachtungen, an geistreichen Einfällen, überraschenden Wendungen, verblüffenden Vergleichen, diese ganze glänzende und dabei doch sich einschmeichelnde, mit Spott, Witz und Humor durchwürzte Sprache, und man wird begreifen, dass diese Meisterwerke der Schriftstellerei wie amüsante Romane verschlungen wurden. Nichts hat mehr dazu

beigetragen, die hygienische Denkweise populär zu machen, als die glänzenden wissenschaftlichen Feuilletons Pettenkofer's über Cholera und Typhus, die sich Liebig's chemischen Briefen als Muster volkstümlicher und dabei echt wissenschaftlicher Darstellung anreihen.

Aber der Schein des Sieges war trügerisch gewesen. Der härteste Streit seines Lebens stand Pettenkofer noch bevor. Es war nur ein Vorspiel dessen, was kommen sollte, als im Winter 1876/77 Nägeli, der grosse Botaniker, seine berühmt gewordenen Vorträge über die niederen Pilze in der Münchener morphologisch-physiologischen Gesellschaft hielt und darin auf Grund seiner Studien über die Spaltpilze mit rücksichtsloser Schärfe Sätze formulirte, welche trotz mannigfacher Uebereinstimmung im Einzelnen die Grundmauern von Pettenkofer's Bodentheorie bedrohten. So paradox manche seiner Behauptungen waren, wie z. B. das begeisterte Lob des Schmutzes, das Nägeli, wie zum Hohne auf Pettenkofer's Autorität, anstimmte, hinter diesen keck hingeworfenen Hypothesen steckte doch eine grosse Summe ganz neuartigen Wissens; diese Strahlen aus Nägeli's durchdringendem Geiste beleuchteten doch blitzartig grell die Lage, zeigten, wie unsicher Pettenkofer's Theorie mit ihren drei (und noch viel mehr) Unbekannten war, und wiesen schon auf die bacteriologische Forschung als auf die Beherrscherin der nächsten Zukunft hin. Pettenkofer fühlte sich zu alt, um eine neue Methodik anwenden zu lernen. Er blieb bei seinen alten Waffen und wählte von nun an die Defensive; aber seine Gegner sollten erfahren, wie stark seine Festungen, wie ungebrosen sein Muth war.

Es kam die Entdeckung des Choleravibrio durch Koch 1883. An die Stelle von Möglichkeiten traten bezüglich des x Gewissheiten. Das Vorkommen, die Eigenschaften des Vibrio stimmten nicht mit dem, was Pettenkofer von seinem x vorausgesetzt hatte.

Manging mit den Behauptungen über die bacteriologisch sichergestellten Thatsachen hinaus. Der crasseste Contagionismus schien eine Zeit lang aufleben zu wollen; Pettenkofer's ganze Seuchenforschung schien zu nichte gemacht; der ganze Chor schrie, seine Sache sei verloren. Aber der alte Mann verlor den Glauben an sich selbst nicht. Mit Zähigkeit behauptete er bei den Choleraconferenzen im Reichsgesundheitsamte seinen Standpunkt, mit erstaunlicher Ausdauer verfasste er, fast siebzigjährig, einen dickleibigen Generalbericht über die Gesammtheit seiner Ermittlungen und Anschauungen: »Zum gegenwärtigen Stande der Cholerafrage« (1887) — gewissermaassen sein Testament —; mit der Zuversicht des Unschuldigen beim Gottesgericht stellte er am 7. October 1892 den berühmten Selbstinfections-

versuch an, der die Unrichtigkeit der Koch'schen Lehre unwiderleglich beweisen sollte.

Bei nüchternem Magen trank er eine grosse Menge einer frischen Cultur des Cholera-vibrio, nachdem er vorher die Säure des Magens durch kohlen-saures Natrium abgestumpft hatte.

Der Erfolg entsprach seiner Erwartung. Obwohl Cholera-vibrionen in seinen Stuhlgängen nachzuweisen waren, blieb Pettenkofer völlig gesund. In der That war damit bewiesen, dass der platte Contagionismus, der annimmt, es komme nur darauf an, dass die Krankheitskeime in den Körper gelangen, verfehlt ist. Die bacteriologische Forschung der neuesten Zeit selbst hat für die von Pettenkofer angenommene Nothwendigkeit der persönlichen Disposition immer zahlreichere, immer überraschendere Belege beigebracht. Wir wissen heute, dass es garnicht selten vorkommt, dass ein Mensch ganz gesund bleibt, in dessen Darne Typhus- oder Cholera-Bacterien reichlich wuchern. Für Pettenkofer's Theorie aber, dass der Krankheitskeim vom Kranken garnicht in ansteckungsfähigem Zustande ausgeschieden werde, war allerdings durch Pettenkofer's heroischen Versuch nichts gewonnen, denn als Emmerich bald darauf den Versuch seines Meisters an sich selbst wiederholte, erkrankte er an einer ziemlich schweren Cholera-diarrhoë. Seitdem sind mehrere, leider sogar tödtlich verlaufene zufällige Laboratoriums-infectionen mit dem Cholera-vibrio vorgekommen, sodass an dessen unmittelbarer Ansteckungsfähigkeit nicht zu zweifeln ist.

Durch diese Thatsache ist aber die Mitwirkung einer örtlichen und zeitlichen Disposition auch noch keineswegs widerlegt, denn diese kommt nicht für vereinzelte Erkrankungs-fälle, sondern für das Entstehen von Epidemien, von Massenerkrankungen in Betracht. Das ungeheuere Thatsachenmaterial, das Pettenkofer für das Bestehen einer örtlichen und zeitlichen Disposition beigebracht hat, ist nicht aus der Welt zu schaffen. Ich will hier nur auf zwei Thatsachen hinweisen, die auf etwas Drittes, für die Ausbreitung der Cholera Maassgebendes neben Keim und rein individueller Disposition hinweisen. 1. So oft die Cholera sich über die Erde als Epidemie ausgebreitet hat, ist sie nach kurzer Zeit überall wieder vollständig erloschen; im Gangesdelta aber herrscht sie seit mindestens einem Jahrhundert ununterbrochen jahraus jahrein. 2. In Indien selbst wie ausserhalb zeigt sie die auffälligste Abhängigkeit von Jahreszeit und Witterung. Bei uns kommt sie fast ausschliesslich im Sommer und Herbste vor. Es giebt viele Städte, die durch längere Zeit Jahr für Jahr von der Cholera heimgesucht waren, in denen aber immer die Krankheit im Winter erlosch und erst im Sommer wieder aufloderte.

Die Statistik ist unfähig, die Regelmässigkeiten, die sie aufdeckt, causal aufzuklären, das haben uns die Forschungen der letzten Jahrzehnte deutlich zum Bewusstsein gebracht. Aber trotzdem ist sie unschätzbar, da die von ihr aufgedeckten Regelmässigkeiten selbst wichtige Thatsachen sind, die auf keinem anderen Wege aufgefunden werden können. Diese Thatsachen dürfen nicht ignorirt werden, wenn man sie nicht zu erklären vermag. Sie sind Probleme, die gelöst werden müssen, bevor man mit Recht behaupten darf, man verstände das Zustandekommen der betreffenden Vorgänge. In diesem Sinne ist das, was Pettenkofer epidemiologisch-statistisch sichergestellt hat, nicht verloren.

Pettenkofer selbst ist mit der Zuversicht in's Grab gestiegen, dass die Richtigkeit seiner Lehre in allen ihren Einzelheiten über kurz oder lang auch dem Verblendeten klar werden würde. Es ist schmerzlich zu sagen, dass er mit dieser Zuversicht allein stand. So wie er die Dinge in der vorbacteriologischen Zeit aufgefasst hatte, können sie unmöglich mehr gedeutet werden.

Darüber, was das örtlich und zeitlich Wirksame sei, sind wir mehr als je im Dunklen. Der für Wasser und Luft durchgängige, verunreinigte Boden von bestimmter Feuchtigkeit ist nicht unentbehrlich, wie Pettenkofer festgestellt zu haben geglaubt hatte; denn es hat sich gezeigt, dass trotz aller seiner Bemühungen das von ihm zusammengetragene Beobachtungsmaterial noch nicht gross genug gewesen war, um diese Behauptung zu einer unumstösslichen zu machen. Es hat sich herausgestellt, dass — wenn auch selten — Epidemien auf ganz compactem Felsboden und ebenso auf Schiffen vorkommen. Ein einziger sichergestellter Fall dieser Art ist natürlich entscheidend. Dazu kommt, dass alles, was die Bacteriologie über die Eigenschaften und die Lebensbedingungen der Mikroben und über das Verhalten des Erdbodens zu ihnen bisher ermittelt hat, es fast als unmöglich erscheinen lassen, dass Lebensvorgänge in der Bodentiefe die örtlich-zeitliche Disposition bewirken könnten. Die Coincidenzen von Grundwasserstand und Typhusfrequenz, von Regenmenge und Cholera-Häufigkeit sind allerdings endgültig festgestellte Thatsachen, aber sie müssen auf andere Vorgänge hindeuten, als auf solche unter der Bodenoberfläche. Höchstens die obersten paar Centimeter des Bodens können allenfalls im Spiele sein.

Ebensowenig kann aber auch die Beschaffenheit des Trink- und Hausbrauch-Wassers als das örtlich und zeitlich Entscheidende angesehen werden, wie heute von vielen blindlings geglaubt wird. Pettenkofer hat die Bedeutung des Wassers als Infectionsträger ohne Zweifel arg unterschätzt, wie die furchtbare Cholera-Epidemie in Ham-

burg 1892 oder die Typhus-Epidemie in Gelsenkirchen 1902 bewiesen haben. Aber diesen Fällen stehen zahlreiche andere, genau erforschte gegenüber, in denen das Wasser völlig bedeutungslos war. Gerade das Verhalten des Typhus und der Cholera in München macht es unmöglich, im Wasser allein die örtlich-zeitliche Disposition zu suchen. Vielleicht handelt es sich bei der örtlich-zeitlichen Disposition gar nicht um eine Beeinflussung des Krankheitskeimes, sondern um eine solche des menschlichen Organismus? Die Zukunft muss Aufklärung bringen. Es giebt leider noch mehr Dinge zwischen Himmel und Erde, bezüglich deren wir uns mit dieser Hoffnung trösten müssen!

So gering, wie wir zugestehen müssen, die bleibende Ausbeute Pettenkofer's in theoretischer Hinsicht war, so bedeutungsvoll waren seine mühevollen Forschungen für die Praxis.

In der Praxis hat Pettenkofer insofern gesiegt, als heute die Unzulänglichkeit der alten Maassregeln der Seuchenbekämpfung, ja die Unmöglichkeit, durch Sperrmaassregeln, Kranken-Isolirung, Desinfection allein das Auftreten der Epidemien zu verhindern, klar eingesehen wird. Wenn man ihm auch nicht bis zu dem Extrem gefolgt ist, alle anticontagionistischen Maassregeln aufzugeben, sondern sie im Gegentheile dort, wo man die Keime sicher zu treffen hoffen darf, so energisch als möglich in's Werk setzt, so ist doch eine weise Beschränkung in ihrer Anwendung zur Regel geworden. Sein energischer Widerstand hat da sehr segensreich gewirkt. Englands grosses Princip, dessen begeisterter Apostel Pettenkofer war, den Epidemien durch die dauernde Verbesserung der hygienischen Zustände, durch die Assanirung vorzubeugen, hat sich immer deutlicher als die Hauptsache herausgestellt, wenn wir uns auch heute ihren Nutzen etwas anders als er erklären. Rationeller Wohnungsbau, Wasserversorgung, Canalisation, Schlachthausbau, Lebensmittelcontrolle, Kehrlichebeseitigung, Ungeziefervertilgung u. s. w., das sind die Maassregeln, die unsere Städte gesund machen. Gegenüber Krankheiten, welche dem Lande ganz fremd sind, wird man allerdings mit anticontagionistischen Maassregeln allein in einzelnen Fällen vollen Erfolg erzielen können; dann, wenn es gelingt, den ersten Krankheitsfall rechtzeitig zu erkennen und die Keime abzufangen und zu vernichten, bevor sie verstreut werden konnten. Je mehr aber eine Krankheit im Lande heimisch geworden ist, um so unzulänglicher werden jene Maassregeln werden, um so häufiger und zahlreicher werden ihnen die Keime entgehen und um so unentbehrlicher werden dann jene Einrichtungen sein, welche, automatisch wirkend, die Keime aus unserer Umgebung entfernen und ihnen die Gelegenheit zum Eindringen in unseren Körper nehmen. Die Befreiung Münchens vom Typhus, ohne dass Isolirung der Kranken und Desinfection ernst-

haft angewendet worden wären, lediglich auf dem Wege systematischer Reinigung der Stadt von allem Unrath ist eine fundamentale Thatsache. Dort, wo Strohdächer sind, pflegte Pettenkofer zu sagen, wird man mit Funkenabfangen nichts ausrichten können. Deckt eure Häuser feuersicher ein; auch wenn Funken darauf fallen, werden dann die Brände ausbleiben. Das ist durchschlagend richtig. Allerdings wird man trotzdem nicht auf Feuerwehren verzichten dürfen!

Wenn man das schier endlose Verzeichniss der mehr als 200 Schriften ansieht, die Pettenkofer in den 5 Jahrzehnten von der Mitte der vierziger bis zu der der neunziger Jahre veröffentlicht hat, und wenn man sich vergegenwärtigt, wieviele Obliegenheiten er noch nebenbei zu erfüllen hatte, welche Last von verschiedenartigsten Geschäften er sonst noch bewältigte, so staunt man über diese fabelhafte Arbeitskraft. Noch in einem Alter, wo sich andere längst zur Ruhe gesetzt haben, sehen wir ihn angestrengt thätig. Voit erzählt, dass es noch Anfangs der neunziger Jahre vorkam, dass Pettenkofer Nacht auf Nacht bis Morgens gegen 3 Uhr bei der Lampe sass. In hohem Alter nahm er sogar noch neue Verpflichtungen auf sich. Nachdem er 1865 gemeinsam mit Voit die »Zeitschrift für Biologie« gegründet, 1869 die »Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege« in's Leben rufen geholfen hatte — zwei Zeitschriften, die zu den gediegensten ihrer Art gehören —, begann er 1883 gemeinsam mit Forster und Hofmann das »Archiv für Hygiene« herauszugeben, die erste ausschliesslich der hygienischen Forschung gewidmete deutsche Zeitschrift; gab er von 1882 an zusammen mit v. Ziemssen das erste grosse Handbuch der Hygiene heraus.

Noch im Jahre 1890 übernahm er nach dem Tode Döllinger's die Präsidentschaft der bayrischen Akademie der Wissenschaften.

Erst von 1894 an begann er, sich Ruhe zu gönnen und einen immer grösseren Theil des Jahres in seinem bescheidenen Tusculum in Seeshaupt am Starnberger See zu verbringen. Nach und nach löste er sich von den Geschäften los. Zuerst legte er die Professur zurück, 1896 auch die Präsidentschaft.

Der schönste Lebensabend schien im beschert. Sein Leben war reich an Arbeit gewesen, aber auch überreich an Erfolg. Die höchsten Ehrungen waren ihm zu Theil geworden, die einem Gelehrten überhaupt zu Theil werden können, und jedes Jahr brachte neue und auserlesene. Alle Welt nah und fern wetteiferte, ihm ihre Verehrung, ihre Dankbarkeit, ihre Liebe zu beweisen. Noch mehr bedeutete es, dass er selbst sich sagen durfte, dass er nicht umsonst gelebt habe, dass er nicht allein den Fortschritt der Wissenschaft, sondern die Wohlfahrt der Menschheit überhaupt gefördert habe, wie nur wenige Auserkorene.

Die Sehnsucht seiner Jugend schien sich jetzt erfüllen zu sollen: ein Leben fern von der Welt Getümmel, in friedlicher Natur, wie er es im folgenden hübschen Sonett gepriesen hatte:

»Ich fühl's, ich bin nicht für die Welt geboren;
Ich könnte sonst sie nehmen, wie sie liegt,
Hätt' nie an Traumgestalten mich geschmiegt,
An die mein Herz unrettbar war verloren.

Zu sehr verweichlicht hab' ich meine Ohren,
Mit sanften Melodie'n sie nur umwiegt.
Wie falsch! Ein wildes Kampfgeschrei durchfliegt
Die Welt, und Harmonie ist Traum der Thoren.

O glücklich, wer ein kleines nied'res Haus
In eines Thales Schlucht sich könnt' errichten,
Nichts hört, als Vogelsang und Waldgebraus.

Entfesselt schnöden Zwang's und harter Pflichten,
Zög' er des Lebens schwere Rüstung aus
Und schlummerte im Schatten hoher Fichten.«

Dieses schwermüthige Gedichtchen war aber mehr als ein Wiederhall der Zeitstimmung, als der Abglanz der Naturschwärmerei eines Lenau, Eichendorff und Stifter gewesen. Es war der Ausdruck jener Melancholie, welche einen tiefen Grundzug von Pettenkofer's Wesen bildete. Wiederholt schon in früheren Jahren hatte diese Melancholie einen bedenklichen Grad erreicht; so insbesondere um die Mitte der siebenziger Jahre. Am 29. August 1869 hatte er seinen hoffnungsvollen ältesten Sohn Xaver durch den Tod verloren, als dieser eben seine medicinischen Studien vollendet hatte. Dieser herbe Schlag, den er niemals mehr völlig verschmerzen konnte, und wohl auch Ueberarbeitung, führten zu einer schweren Depression, die erst ganz allmählich wieder nachliess. Zur Zeit, als der Schreiber dieser Zeilen das Glück hatte, Pettenkofer's Schüler zu sein (1879—1882), kam es oft vor, dass Pettenkofer klagte, wie sehr sein Gedächtniss abnehme, wie sehr ihn seine Vorlesung, jede geistige Arbeit ermüde; wie wenig er seinen Schülern zu bieten vermöge; wie sehr er sich wundere, dass überhaupt noch jemand bei ihm etwas zu finden hoffe u. s. w.

Schaffensfrohen, Menschen wie einem Bismarck, einem Pettenkofer, taugt Musse nicht. Jetzt in der Musse kamen die melancholischen Stimmungen mit verdoppelter Stärke über Pettenkofer, und die traurigen Schicksale, die er in seiner Familie erlebt hatte, drückten ihn immer schwerer. Noch zwei erwachsene Kinder hatte er in's Grab hinabsenken² gesehen; am 6. October 1890 war seine Gattin nach jahrelangen, qualvollen Leiden gestorben.

Ein unsägliches Gefühl der Vereinsamung, der Nutzlosigkeit seines Daseins verdüsterte mehr und mehr seinen Lebensabend. Lange vor seinem Tode sprach er immer wieder davon, wie sehr ihm das Leben zur Last geworden sei, wie sehr er sich nach der Ruhe im Grabe sehne. Aber dazwischen kamen doch wieder Zeiten der Heiterkeit, wo der trotz eines seit vielen Jahren bestehenden leichten Diabetes rüstige Greis, der Wind und Wetter nicht scheute, seinen Garten bearbeitete, ruderte und schwamm, trotz einem Jungen seine Umgebung durch die mit unvergleichlichem Humor vorgebrachten Erzählungen seiner Erlebnisse bezauberte. Da erkrankte er Ende Januar 1901 an einer Entzündung der Mund- und Rachen-Schleimhaut, die ihm viel Beschwerde machte und auf's tiefste verstimmte. Das Leiden ging mit einer schmerzhaften Schwellung der Zunge einher. Erweckte sie ihm die Besorgniss eines beginnenden Krebsleidens? Besorgte er, dass seine zunehmende Melancholie im Wahnsinne enden werde, in dem sein Bruder Michael gestorben war? Jedenfalls müssen es seelische Qualen ärgster Art gewesen sein, die dem Manne, der vor wenigen Jahren noch den Selbstmord verdammt hatte, den Revolver in die Hand drückten, mit dem er in der Nacht vom 9. auf den 10. Februar 1901 sein Leben endete. So traurig schloss dieses glänzende und grosse Dasein!

Pettenkofer verdankt, wie wir gesehen haben, seine Bedeutung nicht allein seinem Talente, seinem Fleisse, seiner mächtigen Intelligenz; er verdankt sie zum nicht geringen Theile seiner edlen Gesinnung. Seine grossen persönlichen Erfolge verdankte er dem ausserordentlichen Reize, dem Zauber, der von seiner Person ausging. Ich will versuchen, dem Leser klar zu machen, worauf er beruhte.

Pettenkofer war mehr als ein Gelehrter, er war ein Mensch! Ein ganzer, eigenartiger Mensch mit empfänglichem Gemüth, mit warmem, starkem Herzen, das leidenschaftlich zu schlagen vermochte; ein Mensch, der sich zu geben wagte, wie er war. Pettenkofer war das, was Goethe mit einem Worte eine »Natur« zu nennen pflegte. Das »grösste Glück der Erdenkinder«, Persönlichkeit, war ihm zu Theil geworden. So, wie er selbst urwüchsig war und bei aller Wohlerzogenheit urwüchsig blieb, so liebte er auch Urwüchsigkeit. Selbst, wenn sie hässlich und garnicht salonfähig war, behagte sie ihm besser, als schnöde Convenienz, als geschniegelte Schablone.

Einfachheit und Schlichtheit waren ihm Lebensbedürfniss. Professor, Geheimrath, Excellenz: er blieb der biedere Altbayer, der schlechte, in sich selbst ruhende Mann. Er ging viel lieber im be-

quemen Lodenmantel und weichen, altgewohnten Filz einher, als im besternten Frack und im Cylinder. Sein gesunder Magen zog derbe Hausmannskost allen Leckerbissen der Welt vor. Er kam sich nicht zu vornehm vor, um nicht gelegentlich mitten unter einfachen Handwerkern und Fabrikarbeitern niederzusetzen und am gleichen Tische mit ihnen sein einfaches Mittagmahl zu verzehren. Der Präsident der Akademie, Ritter hoher Orden etc. etc. scheute sich nicht, mit dem letzten Ueberlebenden unter seinen Kameraden am Gymnasium, der es nur zum Chorsänger am Hoftheater gebracht hatte, an den altgewohnten Rendez-vous-Tagen vor Aller Augen im Kaffeehause beisammen zu sitzen, um mit ihm gemüthlich in den gemeinsamen Jugenderinnerungen zu blättern. Selbst aus den kleinen Leuten hervorgegangen, wusste er, wie grossen Einfluss Gunst und Ungunst des Schicksals auf die individuelle Entwicklung haben, wusste er, wieviel Anlagen und Leistungsfähigkeit in den breiten Schichten des Volkes verborgen liegen. Als ihm Emmerich einmal erzählte, wie einfach und schlagend ein alter Maurer den jüngeren Genossen vor seinen Augen die Durchlässigkeit des Holzes für Luft, von der er durch Pettenkofer's Vorträge wusste, bewiesen habe, indem er ein Stück hartes Buchenholz mit dem einen Ende in sein Bier tauchte und in das andere Ende hineinblies, sodass der Schaum aufperlte, sagte er: »Ja, das weiss ich schon lange, dass es unter den einfachen Arbeitern Leute gibt, die gescheidter sind als ich.«

Pettenkofer war durchaus nicht unempfindlich gegen äussere Ehren, und sein Herz erfüllte sich mit Freude und Stolz, wenn ihn die ganze Welt mit Huldigungen überschüttete, wie an seinem 70. Geburtstag oder bei der Feier seines 50-jährigen Doctorjubiläums am 3. Juni 1893. Aber es wurde ihm bald unbehaglich, so beräuchert zu werden. Er wollte nicht zum Götzen werden!

Er hatte ein deutliches Gefühl seiner Leistungen und seiner Bedeutung und vermochte sehr wohl, wenn es nothwendig war, auch mit dem erforderlichen Selbstbewusstsein aufzutreten. Seine Ueberzeugungen verfocht er mit grösster Hartnäckigkeit und echt germanischer Kampflust. Sein Gegner musste stets auf der Hut sein, dem streitbaren Manne keine Blöße zu zeigen, der im Kampfe keinen Pardon gab, mit dem Schwerte wie mit der Schalks-Pritsche derb zuzuschlagen verstand. Aber Selbstkritik hielt ihn innerlich frei und unabhängig und machte ihn unempfänglich gegen die Gefahren, mit denen Eitelkeit einerseits, Schmeichelei und Wohldienerei andererseits den Charakter so manchen Mannes in ähnlicher Stellung bedrohen. Noch besser als diese Selbstkritik schützte ihn gegen alle fratzenhafte Unnahbarkeit und Gottfährlichkeit sein inniges Bedürfniss, Mensch mit Menschen zu sein, sein Bedürfniss, zu lieben und geliebt zu wer-

den. Darum war es sein Erstes, wenn ihm jemand gefiel und er ihm näher treten wollte, den Nimbus zu zerstören, der den Anderen etwa verschüchtern konnte. Darum liebte er es, Geschichtchen zu erzählen, die seine kleinen Schwächen entbüllten, die ihn als komische Person zeigten. Das verstand er ganz ausgezeichnet. Es sei erlaubt, eine von diesen harmlosen Anekdoten wiederzugeben.

Mit anderen Gelehrten theilte Pettenkofer den Fehler der Zerstreuung. Ihr Opfer pflegten insbesondere die Regenschirme zu sein, und es war der ständige Spott seiner Familie, wie selten die Regenschirme mit ihrem Herrn wieder heimkehrten. Darum erfüllte es Pettenkofer mit besonderem Stolze, als er ein Mal von einer Reise nach England seinen Regenschirm glücklich wieder auf den Continent zurückgebracht hatte. Triumphirend telegraphirte er von Augsburg nach Hause: »Ich und mein Regenschirm kommen um die und die Stunde heim!« Als er aber seine Wohnung betrat und das glücklich gerettete Geräth den Seinigen voll Stolz entgegenhalten wollte, merkte er mit Schrecken, dass seine Hand leer sei; der Regenschirm war im Zuge von Augsburg nach München zurückgeblieben!

War durch solche Scherze die erste Scheu beseitigt, und trat man Pettenkofer näher, dann wurde man bald immer inniger gefesselt durch die Lauterkeit, Harmlosigkeit und Güte seines Wesens.

Stets bereit zu rathen, zu helfen und — was noch mehr besagen will — mitzufühlen, war er seinen Schülern ein wahrhaft väterlicher Freund.

In diesem vertrauten Verkehre im Laboratorium trat es auch auf's schönste hervor, wie Pettenkofer ein nach Mehrung seiner Kenntnisse, nach Vertiefung seiner Einsicht Strebender geblieben war. Gerne liess er sich in Debatten über seine Lehren ein; auch mit einem Anfänger, wenn das, was dieser vorbrachte, »Kopf und Fuss« hatte.

Der Schreiber dieser Zeilen hat es selbst erfahren, dass Pettenkofer nie im geringsten persönlich nachtrug, dass er nicht aufhörte zu fördern, wenn man auch noch so häretische Ueberzeugungen seinen geliebtesten Theorien entgegensetzte. Dies ist gewiss einer der grössten Züge in seinem Charakter.

Pettenkofer hatte im Mannesalter bei oberflächlicher Betrachtung nichts Imponirendes in seinem Aeusseren. Mittelgross, breitschulterig, wohlgerundet, ohne fett zu sein, von gesunder Gesichtsfarbe, hätte man ihn mit seinen ein ganz klein wenig schwerfälligen, altfränkischen Manieren auf den ersten Blick etwa für einen gebildeten Gutsbesitzer vom Lande halten können. Wenigstens erinnere ich mich, dass ich so

etwa meinen ersten Eindruck von seiner äusseren Persönlichkeit zusammenfasste.

Man musste ihm in's Auge sehen, um zu erkennen, dass man einen ungewöhnlichen Mann vor sich hatte. Diese für gewöhnlich durch die mächtigen Brauen halbverdeckten, tiefdunklen, glänzenden, milden, aber dabei doch feurigen, ja dämonischen Augen waren höchst merkwürdig.

Im hohen Alter hatte Pettenkofer's mächtiges Haupt mit den von blendend weissem Haupthaar und Bart umrahmten, verwitterten, noch immer kraftvoll gespannten Gesichtszügen etwas ungemein Ehrwürdiges und Bedeutendes.

So zeigt ihn unser Bild.

Pettenkofer hatte eine etwas umflorte, aber höchst wohl lautende Stimme. Sein Gespräch war stets eigenartig, wohlgeprägt und mit feinem Bedacht gewählt, dabei frei von aller Ziererei. Sein akademischer Vortrag war schmucklos, aber äusserst anziehend, da er seine Ausführungen so zu geben verstand, als ob sie gerade erst in seinem Kopfe entstanden wären. Oft überraschte er durch schlagenden Witz oder durch kurze Bemerkungen, die den Nagel auf den Kopf trafen. Er war ein grundkluger Mann, der die Menschen sehr gut zu behandeln wusste und das richtige Wort zur richtigen Zeit und am richtigen Orte zu finden wusste wie Einer. Man darf sich ihn aber trotzdem nicht etwa nach dem herrlichen Stile seiner Schriften und wohl vorbereiteten, abgelesenen Vorträge als einen glänzenden Plauderer, als einen grossen Redner vorstellen. Er musste oft die Worte suchen und machte dann Pausen, die er mit einem rührend verlegenen Räuspern ausfüllte. Im Gespräche pflegte er den Kopf stark nach rückwärts und etwas seitwärts zu legen. Wenn er etwas Gewichtigeres gesagt hatte, pflegte er die Brauen stark emporzuziehen und die Augen weit zu öffnen, wie, um den Eindruck des Gesagten auf den Hörer besser beobachten zu können. Dann bohrte sich sein Blick förmlich ein.

Die »Deutsche chemische Gesellschaft« hat Pettenkofer wiederholt die höchsten Ehren erwiesen, die sie zu vergeben hat. Sie hat ihn zu ihrem Ehrenmitgliede ernannt und später eine Medaille auf ihn prägen lassen. Sie hatte erkannt, dass Pettenkofer, ohne dass er bahnbrechende Leistungen auf dem Gebiete der Chemie hervorgebracht hätte, dieser Wissenschaft, die er so begeistert liebte, stets zum grössten Ruhme gereichen werde.

War es doch ihre strenge Schule, die ihn befähigte, Erscheinungen der exacten Forschung zugänglich zu machen, die man bis dahin noch kaum wissenschaftlich betrachtet hatte; war doch die Anwendung ihres Grundsatzes, die Naturerscheinungen nicht nur qualitativ, son-

dern stets auch quantitativ zu erfassen, das Geheimniss seiner wissenschaftlichen Erfolge.

Je weiter uns die unablässig dahinströmende Fluth der Ereignisse von Pettenkofer entfernt, um so deutlicher werden wir erkennen, welch' mächtigen Einfluss er auf die gesammte menschliche Cultur ausgeübt hat. Die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts ist die Zeit der Entwicklung der Naturwissenschaft zur Weltmacht. Pettenkofer war einer der glücklichsten Staatsmänner dieser neuen Friedensmacht! Er hat den Bereich ihrer Herrschaft in so ungeheuerem Maassstabe erweitert, dass er den Titel »Mehrer des Reiches« so gut verdient, wie die grossen Forscher, die in die dunklen Tiefen des Unbekannten hinabgetaucht sind und ungeahnte Schätze neuartiger Erkenntniss an's Licht emporgetragen haben.

Pettenkofer's Name wird zu einem Wahrzeichen des 19. Jahrhunderts werden. Um die Zeit der letzten 50 Jahre zu kennzeichnen, wird die Culturgeschichte sie auch die Zeit Pettenkofer's nennen müssen.

Max Gruber.

Verzeichniss der Veröffentlichungen Pettenkofer's.

Allgemeine Chemie.

- Ueber die regelmässigen Abstände der Aequivalentzahlen der sog. einfachen Radicale. Gelehrte Anzeigen der k. b. Akad. d. Wissensch. **30** [1850].
 Desgl. Eine Reclamation gegenüber Hrn. Dumas' Aequivalentgewichten der einfachen Körper. Ann d. Chem. **105**, 187 [1858].
 Ueber den amorphen und krystallinischen Zustand eines Kupferamalgams. Gelehrte Anzeigen der k. b. Akad. d. Wissensch. **27** [1848].

Analytische Chemie.

- Einfache und sichere Methode, das Arsenik, mittels Marsh'schen Apparates entwickelt, von ähnlichen Erscheinungen zu unterscheiden. Buchner's Repert. für Pharm. N. F. **26** [1842].
 Bericht über eine gerichtlich-chemische Untersuchung. Buchner's Repert. für Pharm. 1843.
 Ueber eine neue Methode zur Trennung der Phosphorsäure von den alkalischen Erden. Gelehrte Anzeigen der k. b. Akad. d. Wissensch. **28** [1849].
 Chemische Untersuchung der Adelheidsquelle zu Heilbronn in Oberbayern. 1851.
 Ueber das Vorkommen der Pyrogallsäure im Holzeisig. Buchner's Neues Repert. für Pharm. **2** [1853].
 Die Jodreaction der Heilquellen zu Krankenheil bei Tölz. Aerztl. Intelligenzblatt Nr. 48 [1857].

- Ueber eine neue Methode, die Kohlensäure der Luft quantitativ zu bestimmen. Abhandl. der naturw.-techn. Commission bei der k. b. Akad. d. Wissensch. 2 [1858].
- Ueber die Bestimmung der freien Kohlensäure im Trinkwasser. Kunst- u. Gewerbe-Blatt für Bayern. 1861.
- Ueber die Bestimmung der Kohlensäure im Trinkwasser. Sitzungsber. der k. b. Akad. d. Wissensch. 1871.
- Ein Reagens zur Unterscheidung der freien Kohlensäure im Trinkwasser von der an Basen gebundenen. Sitzungsber. der k. b. Akad. d. Wissensch. 1875.

Technologisches.

- Ueber die Verwendung getrockneter Himbeeren. Buchner's Repert. für Pharm. 72 [1842].
- Ueber Mikania Guaco. Inaugural-Dissertation, München 1844.
- Ueber die Anwendung des geschmolzenen Bleizuckers bei Tiegelerzproben auf Silber und Gold. Dingler's polytechn. Journ. 100 [1846].
- Ueber die Affinirung des Goldes und die grosse Verbreitung des Platins. Dingler's polytechn. Journ. 104 [1847].
- Ueber die Bestandtheile der Schlacken, welche beim Schmelzen des Scheidegoldes mit Salpeter gebildet werden, und über deren Benutzung. Dingler's polytechn. Journ. 111 [1848].
- Ueber den hydraulischen Kalk. Dingler's polytechn. Journ. 113 [1849].
- Ueber Leuchtgas aus Holz. Kunst- u. Gewerbe-Blatt für Bayern. 1849.
- Ueber die wichtigsten Grundsätze der Bereitung und Benutzung des Holzleuchtgases. Gelehrte Anzeigen der k. b. Akad. d. Wissensch. 1857.
- Ueber das Verhalten des Zinks in der Atmosphäre. Abhandl. der naturw.-techn. Commission an der k. b. Akad. d. Wissensch. 1 [1856].
- Ueber ein einfaches Verfahren, die Dicke einer Verzinkung auf Eisen zu schätzen. Ebenda.
- Ueber einen antiken rothen Glasfluss (Hämatinon) und über Aventurin-Glas. Ebenda.
- Die Münchener Pinakothek und ihre Restauration. Süddeutsche Zeitung Nr. 117—130 [1864].
- Zur Restaurationsfrage der Münchener Pinakothek. Augsburg. Allgem. Zeitung Nr. 146—147, Beilage [1864].
- Ueber Oelfarbe und Conservirung der Gemälde durch das Regenerationsverfahren. Braunschweig, Vieweg, 1860.
- Ueber die Reinigung des Liebig-Denkmales in München (mit A. v. Baeyer und Clemens Zimmermann). Diese Berichte 17 [1884].
- Die Mittel zur schnellen und sicheren Entfernung alter, verhärteter und beschmutzter Oelfirnisse. Techn. Mittheilungen für Malerei von A. Keim. München 1888, Nr. 40.

Physiologische Chemie.

- Ueber eine grosse Menge Hippursäure im Menschenharn. Ann. d. Chem. 52 [1844].
- Ueber eine neue Reaction auf Galle und Zucker. Ebenda.

- Vorläufige Notiz über einen neuen stickstoffhaltigen Körper im Harne.
Ebenda.
- Ueber den Schwefelcyangehalt des menschlichen Speichels. Buchner's
Repert. für Pharm. 41 [1847].
- Vorläufige Notiz über einen neuen Körper im Harnextracte. Gelehrte An-
zeigen der k. b. Akad. d. Wissensch. 28 [1849].
- Betrachtungen über die neueste Gährungstheorie. Gelehrte Anzeigen der k.
b. Akad. d. Wissensch. 1849.
- Ueber das Vorkommen der Gerbsäuren in den Holzpflanzen und deren Zu-
sammenhang mit der Holzbildung. Buchner's Neues Repert. für Pharm.
3 [1854].

Physiologie.

- Ueber einen neuen Respirationsapparat. Abhandl. der k. b. Akad. d. Wissensch.
9, II. Abhandl. [1861]; Ann. d. Chem., 2. Suppl.-Bd.
- Ueber die Bewegung der Messtrommel in der nassen Gasuhr. Dingler's
polytechn. Journ. 163 [1862].
- Ueber die Ausscheidung von Wasserstoffgas bei der Ernährung des Hundes
mit Fleisch und Stärkemehl oder Zucker. Sitzungsber. der k. b. Akad.
d. Wissensch. 1862.
- Bestimmung des luftförmigen Wassers im Respirationsapparate. Sitzungsber.
der k. b. Akad. d. Wissensch. 14, II [1863].
- Bemerkungen zu den chemischen Untersuchungen von M. J. Reiset über die
Respiration von landwirthschaftlichen Hausthieren. Zeitschr. für Biol.
1 [1865].
- Untersuchungen über den Stoffverbrauch des normalen Menschen (mit C. Voit).
Zeitschr. für Biol. 2 [1866].
- Ueber den Stoffverbrauch bei der Zuckerharnruhr (mit C. Voit). Zeitschr.
für Biol. 3 [1867].
- Ueber den Stoffverbrauch bei einem leukämischen Manne (mit C. Voit).
Zeitschr. für Biol. 5 [1869].
- Respirationsversuche am Hunde bei Hunger und ausschliesslicher Fettzufuhr
(mit C. Voit). Zeitschr. für Biol. 5 [1869].
- Ueber die Zersetzungs Vorgänge im Thierkörper bei Fütterung mit Fleisch und
Fett (mit C. Voit). Zeitschr. für Biol. 9 [1873].
- Ueber die Zersetzungs Vorgänge im Thierkörper bei Fütterung mit Fleisch und
Kohlehydraten und Kohlehydraten allein (mit C. Voit). Zeitschr. für
Biol. 9 [1873].
- Ueber die Producte der Respiration des Hundes bei Fleischnahrung und über
die Gleichung der Einnahmen und Ausgaben des Körpers dabei (mit
C. Voit). Ann. d. Chem., 2. Suppl. [1862].
- Ueber Kohlensäureausscheidung und Sauerstoffaufnahme während des Wachens
und Schlafens beim Menschen (mit C. Voit). Sitzungsber. der k. b.
Akad. d. Wissensch. 1866 u. 1867.
- Zur Frage der Ausscheidung gasförmigen Stickstoffs aus dem Thierkörper
(mit C. Voit). Zeitschr. für Biol. 16 [1880].

Hygiene der Luft und des Luftwechsels.

- Ueber den Unterschied zwischen Ofenheizung und Luftheizung in ihrer Einwirkung auf die Atmosphäre der beheizten Räume. Dingler's polytechn. Journ. 1851.
- Bericht über die Leistungen mehrerer Ventilationsapparate. Abhandl. der naturw.-techn. Commission bei der k. b. Akad. d. Wissensch., München, 2 [1858].
- Ueber den natürlichen Luftwechsel in den Gebäuden und über die Grundsätze der künstlichen Ventilation. Ebenda.
- Ueber die Luft in Schulen und über Ermittlung der Grenze zwischen guter und schlechter Zimmerluft. Kunst- u. Gewerbe-Blatt für Bayern. 1862.
- Ueber ein Beispiel von rascher Verbreitung specifisch leichterer Gasschichten in darunter liegenden specifisch schwereren. Sitzungsber. der k. b. Akad. d. Wissensch. 1872 und Zeitschr. für Biol. 9 [1873].
- Monatliche Zusammenstellungen über Temperatur und Feuchtigkeit der Luft, Regenmenge und vorherrschende Winde in Gibraltar vom Jahre 1853—1867. Zeitschr. für Biol. 6 [1870].
- Beziehungen der Luft zu Kleidung, Wohnung und Boden. Drei populäre Vorträge. Braunschweig, Vieweg, 1872.
- Vergleichende Untersuchungen über Beschaffenheit der Luft bei Beleuchtung des kgl. Residenztheaters mit Gas- und mit elektrischem Licht. Arch. für Hyg. 1 [1883].
- Ueber Vergiftung mit Leuchtgas. Sitzungsber. der k. b. Akad. d. Wissensch. 1883 und Nord und Süd, Januar 1884.
- Ueber Gesundheitsschädlichkeit mehrerer hygienisch und technisch wichtiger Gase und Dämpfe. Sitzungsber. der k. b. Akad. d. Wissensch. 1887.
- Ist das Ausströmen grosser Mengen Kohlensäure in Arbeitsräumen durch Defectwerden von Kohlensäure-Kühlmaschinen gefährlich? (Mit Emmerich) 1888. Zeitschr. f. d. gesammte Bauwesen 1888, No. 7.

Hygiene des Erdbodens und des Wassers.

- Beobachtungen über den Stand des Grundwassers. Aerztl. Intelligenzblatt für Bayern 1857, Nr. 34.
- Gegenbemerkungen zu Prof. Lamont's 3. Aufsätze über das Grundwasser. Aerztl. Intelligenzblatt, 14. April 1860.
- Die Bewegung des Grundwassers in München von März 1856 bis März 1862. Sitzungsber. der k. b. Akad. d. Wissensch. 1862.
- Ueber den gegenwärtigen Stand des Grundwassers in München. Zeitschr. für Biol. 1 [1865].
- Ueber den Kohlensäuregehalt der Grundluft im Geröllboden von München in verschiedenen Tiefen und zu verschiedenen Zeiten. Zeitschr. für Biol. 7 [1871]; 9 [1873].
- Ueber den Kohlensäuregehalt der Grundluft. Sitzungsber. der k. b. Akad. d. Wissensch. 1871 und 1872.
- Die Grundwasserbeobachtungen in München im Vergleich mit denen in Berlin. Berl. klin. Wochenschr. 1873, Nr. 3.

- Ueber den Kohlensäuregehalt der Luft in der lybischen Wüste über und unter der Bodenoberfläche. Sitzungsber. der k. b. Akad. d. Wissensch. 1874 und Zeitschr. für Biol. 11 [1875].
- Bemerkungen zur Kritik des Hrn. Prof. Wagner über die Vorarbeiten zur Wasserversorgung Münchens, 1877.
- Ueber Wasserversorgung. Deutsche Revue 1878.
- Der Boden und sein Zusammenhang mit der Gesundheit des Menschen. Berlin, Paetel, 1882.
- Ueber die Wasserversorgung der Stadt Linz a. Donau. Gesundheitsingenieur 1886, Nr. 3 u. 4.

Canalisation, Abfuhr und Flussverunreinigung.

- Ueber die Canalisation der Stadt Basel, mit besonderer Rücksicht auf das Bett des Birsigflusses. Zeitschr. für Biol. 3 [1867].
- Das Canal- oder Siel-System in München. Mit 2 Plänen. München, März 1868.
- Entgegnung. Aerztl. Intelligenzblatt 1869, Nr. 5.
- Beantwortung der Frage: ob nach Maassgabe der Frankfurter Localverhältnisse der Einführung der Abtrittstoffe in die neu erbauten Canäle vom sanitären Standpunkte aus Bedenken entgegenstehen. Gutachten. Frankfurt a. M., Naumann, 1870, und Zeitschr. für Biol. 6 [1870].
- Vorträge über Canalisation und Abfuhr. München, Finsterlin, 1876.
- Ueber die Bewegung der Luft in den Sielen von München. Sitzungsber. der k. b. Akad. d. Wissensch. 1881.
- Zur Einführung des Schwemmsystems in München. Münchener Neueste Nachrichten 1890.
- Ueber Verunreinigung und Selbstreinigung der Flüsse. Schillings's Journ. für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1890.
- Verunreinigung der Isar durch Abflüsse aus München und Verunreinigung des Isarflusses bei niedrigstem Wasserstande. Münchener Gemeindezeitung, Beil. 2 zu Nr. 97, 1890, und Deutsche Bauzeitung 1891, Nr. 14.
- Die Untersuchung der Isar auf Flussverunreinigung von München bis Ismaning und über die Selbstreinigung der Flüsse. Deutsche Bauzeitung 1891, Nr. 19.
- Selbstreinigung der Flüsse. Deutsche Bauzeitung 1891, Nr. 35.
- Zur Selbstreinigung der Flüsse. Archiv für Hygiene 12.
- Ueber Selbstreinigung der Flüsse. Vortrag, gehalten in der hygienischen Section der 64. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Halle. Deutsche Medic. Wochenschr. 1891, Nr. 47.
- Zum gegenwärtigen Stand der Schwemmfrage in München. Münchener Medic. Wochenschr. 1891, Nr. 45.
- Zur Schwemmcanalisation in München. Münchener Medic. Abhandl. 5, 1. Heft [1891].
- Acht Thesen gegen die Münchener Schwemmcanalisation, besprochen von Pettenkofer. Münchener Medic. Abhandl. 5, 3. Heft [1892].
- Die Verunreinigung der Isar durch das Schwemmsystem. Hygienische Tagesfragen 10. München, Rieger, 1890.

Canalisation von Ortschaften an Binnenseen (mit Bruno Hofer). München, Lehmann, 1898.

Aetiologie der Cholera.

Untersuchungen und Beobachtungen über die Verbreitungsart der Cholera.

Mit 10 Tafeln und 1 Plan von München. München 1855.

De l'étiologie du Choléra. Gazette hebdomadaire, 28. III. 1856.

Bemerkungen zu einer Kritik des Hrn. Dr. Eisenmann. Aerztl. Intelligenzblatt, 31. I. 1857.

Hauptbericht über die Cholera-Epidemie des Jahres 1854 in Bayern. München 1857.

Zur Frage über die Verbreitungsart der Cholera. München 1857.

Fünf Fragen aus der Aetiologie der Cholera. Pappenheim's Monatschr. für exacte Forschungen auf dem Gebiete der Sanitätspolizei. Berlin 1859, 1. Heft.

Die Bodenbeschaffenheit und die Cholera in der Provinz Krain. Aerztl. Intelligenzblatt 1861.

Ueber die Verbreitungsart der Cholera. Zeitschr. für Biol. 1 [1865].

Die sächsischen Choleraepidemien des Jahres 1865. Zeitschr. für Biol. 2 [1866] und Allgem. Zeitung, Beilage 1866.

Ueber Desinfection als Maassregel gegen Ausbreitung der Cholera. Zeitschr. für Biol. 2 [1866].

Cholera regulativ (mit Griesinger und Wunderlich). Zeitschr. für Biol. 2 [1866].

Die atmosphärischen Niederschläge und die Cholera in Indien. Beilage zur Allgem. Zeitung, 19. Nov. 1866.

Die Cholera vom Jahre 1866 in Weimar. Weimar 1867.

Resultate der Cholera-Conferenz in Weimar. Bayrische Zeitung, 25. VII. 1867.

Ueber das Moment der örtlichen und zeitlichen Disposition für Cholera und den Verlauf der Epidemie in mehreren Städten an der nördlichen Abdachung des Thüringer Waldes im Jahre 1866. Aerztl. Intelligenzblatt, 26. II. 1867.

Ueber die Ursachen und Gegenwirkungen von Cholera-Epidemien in Erfurt. Erfurt, Ohlenroth, 1867.

Regenmenge und Cholera in Indien und der gegenwärtige Standpunkt der Frage der Choleraverbreitung. Beilage zur Allgem. Zeitung 1867, Nr. 58, 59, 60.

Berichtigungen zu den Verhandlungen der Cholera-Conferenz in Weimar am 28. und 29. April 1867 (mit Günther). Zeitschr. für Biol. 3 [1867].

Die Immunität von Lyon gegen Cholera und über Cholera auf Seeschiffen. Zeitschr. für Biol. 4 [1868].

Die Cholera auf dem Felsen von Malta und Gibraltar. Beilage zur Allgem. Zeitung, 17. VI. 1868.

Die Cholera-Epidemie des Jahres 1865 in Gibraltar. Zeitschr. für Biol. 6 [1870].

Die Cholera-Epidemien auf Malta und Gozo. Zeitschr. für Biol. 6 [1870].
Verbreitungsart der Cholera in Indien. Braunschweig, Vieweg, 1871.

- Ueber Cholera auf Schiffen und den Zweck der Quarantänen. Zeitschr. für Biol. 8 [1872] und Deutsche Vierteljahrs-Schrift für öffentl. Gesundheitspflege 4.
- Zur Choleraepidemie auf dem »Renown«. Zeitschr. für Biol. 8 [1872].
- Ueber den gegenwärtigen Stand der Cholerafrage und über die nächsten Aufgaben zu weiterer Ergründung ihrer Ursachen. Zeitschr. für Biol. 8 [1872].
- Auszug aus den Untersuchungen von Dr. Douglas Cunningham in Ostindien, über die Verbreitungsart der Cholera. Zeitschr. für Biol. 8 [1872].
- Was man gegen die Cholera thun kann. München, Oldenbourg, 1873.
- Der neueste Bericht des Sanitary Commissioner with the government of India, Dr. James M. Cunningham, über die Cholera-Epidemien von 1872 in Indien. Zeitschr. für Biol. 9 [1873].
- Untersuchungsplan zur Erforschung der Ursachen der Cholera und deren Verhütung. Deutscher Reichsanzeiger 1873.
- Antrag betreffend Einrichtung fortlaufender meteorologischer Beobachtungen in einer Anzahl von Orten Westasiens und Aegyptens. Internat. Sanitätsconferenz in Wien 1874.
- Künftige Choleraepidemie in München nach Dr. Frank. Aerztl. Intelligenzbl. 1875, Nr. 36, und München, liter.-artist. Anstalt, 1875.
- Die Cholera-Epidemie in der k. b. Gefangenanstalt Laufen. Berichte der Cholera-Comm. für das deutsche Reich. 2. Heft. Berlin, Heymann, 1875.
- Die Cholera 1875 in Syrien und die Choleraepidemie in Europa. Zeitschr. für Biol. 12 [1876].
- Schreiben an den Vicepräsidenten der Vorbereitungscommission des IX. internat. statistischen Congresses zu Budapest, betreffend Choleraepidemie. Programm des Congresses, III. Section. Budapest, Athenäum, 1876.
- Cholera in den Gefängnissen Rebdorf, Wasserburg und Lichtenau etc. Berichte der Cholera-Comm. für das deutsche Reich. 4. Heft [1877].
- Bemerkungen zu einem Berichte des Hrn. Briquet an die französische Akademie der Medicin über die sogenannte Choleraabodentheorie. Deutsche Medicin. Wochenschr. 1877.
- Neun ätiologische und prophylaktische Sätze aus den amtlichen Berichten über die Cholera-Epidemien in Ostindien und in Nordamerika. Deutsche Vierteljahrs-Schrift für öffentl. Gesundheitspflege 9 [1877].
- Trinkwasser und Cholera. Zeitschr. für Biol. 14 [1878].
- Cholera und deren Beziehungen zur parasitären Lehre. Aerztl. Intelligenzbl. 1881, Nr. 4 und 5.
- Ueber Desinfection der ostindischen Post als Schutzmittel gegen Einschleppung der Cholera in Europa. Archiv für Hygiene 2 [1884].
- Die Entdeckung des Choleraepidemies. Münch. Neueste Nachrichten 1884.
- Die Cholera. »Nord und Süd« 1884 und »Deutsche Bucherei« 1884.
- Belehrung über das Wesen der Cholera und das Verhalten während der Cholerazeit (mit R. Koch und Skrzeczka), 1884.
- Die Choleraepidemie für München. Münch. Neueste Nachrichten 1884.

- Die Cholera in Indien. Archiv für Hygiene 3 [1885].
- Die Trinkwassertheorie und die Cholera-Immunität des Fort William in Calcutta. Archiv für Hygiene 3 [1885].
- Verhandlungen der Conferenz zur Erörterung der Cholerafrage (2. Jahr) in Berlin. Berl. klin. Wochenschr. 1885, Nr. 37a und b.
- Zum gegenwärtigen Stand der Cholerafrage. München, Oldenbourg, 1887 und Archiv für Hygiene 3—5.
- Der epidemiologische Theil des Berichtes über die Thätigkeit der zur Erforschung der Cholera im Jahre 1883 nach Aegypten und Indien entsandten deutschen Commission. München, Oldenbourg, 1888.
- Ueber Cholera mit Berücksichtigung der jüngsten Cholera-Epidemie in Hamburg. Münch. Medicin. Abhandl. 5, 4. Heft [1892].
- Cholera in Hamburg. Münch. Medicin. Wochenschr. 1892.
- Kirchner über Cholera. Centralblatt für Bacteriol. 12 [1892].
- Ueber die Cholera von 1892 in Hamburg und über Schutzmaassregeln. Archiv für Hygiene 17 [1893].
- Maassregeln gegen die Cholera und sanitäre Verhältnisse der Irrenanstalten, Siechenhäuser, Gefangen- und Straf-Anstalten. Münch. Medicin. Wochenschr. 1894, Nr. 10.
- Choleraexplosionen und Trinkwasser. Münch. Medicin. Abhandl. 5, 5. Heft [1894].
- Die Cholera 1892 in Hamburg. »Nation«, 5. Nov. 1895.
- Choleraexplosion und Wasserversorgung von Hamburg. Münch. Medicin. Wochenschr. 1895, No. 46.

Aetiologie des Abdominatyphus.

- Ueber die Schwankungen der Typhussterblichkeit in München von 1850—1867. Zeitschr. für Biol. 4 [1868].
- Prof. Dr. Hallier über den Einfluss des Trinkwassers auf den Darmtyphus in München. Zeitschr. für Biol. 4 [1868].
- Bemerkungen zu Buchanan's Vortrag »On Pettenkofer's Theory of the Propagation of Cholera and Enteric Fever. Zeitschr. für Biol. 6 [1870].
- Typhus und Cholera und Grundwasser in Zürich. Zeitschr. für Biol. 7 [1871].
- Ueber die Bewegung der Typhusfrequenz und des Grundwasserstandes in München. Sitzungsber. der k. b. Akad. d. Wissenschaften. 1872.
- Zur Aetiologie des Typhus. München, Finsterlin, 1872.
- Ueber die Abnahme der Typhussterblichkeit in der Stadt München und über das Trinkwasser als angebliche Typhusursache. Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentl. Gesundheitspflege 5 [1874].
- Ist das Trinkwasser Quelle von Typhusepidemien? Zeitschr. für Biol. 10 [1874].
- Einleitender Vortrag zu dem Programm für einen Untersuchungsplan des örtlichen und zeitlichen Vorkommens von Typhusepidemien. Deutsche Medicin. Wochenschr. 1875, Nr. 1.
- Feststellung eines Planes zur Untersuchung des örtlichen und zeitlichen Vorkommens von Typhusepidemien (mit Dr. Port). Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentl. Gesundheitspflege 8 [1876].

- Typhus in München während der letzten 20 Jahre. Münch. Medicin. Wochenschr. 1886, Nr. 20 und 21.
- Die Typhusbewegung in München von 1851 — 1888. Münch. Neueste Nachrichten 1889.
- Die Typhusepidemie von 1889 in Berlin. Deutsche Medicin. Wochenschr. 1889, Nr. 48.

Aetiologie des Gelbfiebers.

- Ueber die Verschleppung und die Nicht-Contagiosität des Gelbfiebers. Deutsche Vierteljahrs-Schrift für öffentl. Gesundheitspflege 5 [1873].
- Ueber Gelbfieber. Münch. Neueste Nachrichten 1889.

Abhandlungen über andere Fragen der Hygiene.

- Ueber die Verlegung der Gottesäcker in Basel. Gutachten 1864.
- Ueber die Wahl der Begräbnissplätze. Zeitschr. für Biol. 1 [1865].
- Ueber die Function der Kleider. Zeitschr. für Biol. 1 [1865].
- Ueber Nahrungsmittel im Allgemeinen und über den Werth des Fleisch-extracts als Bestandtheil der menschlichen Nahrung insbesondere. Populäre Vorträge 2. Heft. Braunschweig, Vieweg, 1873.
- Ueber den hygienischen Werth von Pflanzen und Pflanzungen im Zimmer und im Freien. Populäre Vorträge. 3. Heft. Braunschweig, Vieweg, 1877.
- Bericht über einen Versuch der Desinfection eines geschlossenen Raumes durch schweflige Säure (durch Verbrennen von Schwefel in der Luft desselben). Berichte der Cholera-Commission für das deutsche Reich. 6. Heft [1877].
- Zur Statistik der Kost- oder Halte-Kinder. Archiv für Hygiene 1 [1883].
- Ueber Gasbeleuchtung und elektrische Beleuchtung vom hygienischen Standpunkte aus. Münch. Medicin. Wochenschr. 1890, Nr. 7 und 8.

Reden und Aufsätze allgemeinen Inhaltes.

- Die Chemie in ihrem Verhältnisse zur Physiologie und Pathologie. Festrede am 28. März 1848.
- Ueber das Studium der Medicinalpolizei an den Universitäten. München, J. Rösl, 1863.
- Ueber Theorie und Praxis. Ansprache an die Studirenden am 26. November 1864.
- Ueber öffentliche Gesundheitspflege. Rede in der Versamml. deutsch. Naturf. und Aerzte. Frankfurt a/M. 1867.
- Wodurch die humanistischen Gymnasien für die Universität vorbereiten. Rectoratsrede, December 1869.
- Ueber die Mittel zur Förderung der Theorie und Praxis der öffentlichen Gesundheitspflege. Deutsche Vierteljahrs-Schrift für öffentl. Gesundheitspflege 3 und Zeitschr. für Biol. 7 [1871].
- Ueber den Werth der Gesundheit für eine Stadt. Populäre Vorträge. 2. Heft. Braunschweig, Vieweg, 1873.

- Dr. Justus Freiherrn von Liebig zum Gedächtniss. München, Verlag der k. b. Akad. d. Wissensch. 1874 und Populäre Vorträge. 3. Heft. Braunschweig, Vieweg, 1874.
- Ueber Hygiene und ihre Stellung an den Hochschulen. Wiener Medicin. Wochenschr. 1875, Nr. 6—9, und Populäre Vorträge, 2. Heft, Braunschweig, Vieweg.
- Was ist und was will »Gesundheitslehre«? Gartenlaube 1878, No. 20.
- Das hygienische Institut der Universität München. Mit Plänen. Braunschweig, Vieweg, 1882.
- Einleitung zum Handbuch der Hygiene und der Gewerbekrankheiten von Pettenkofer und Ziemssen. 1. Bd., 1. Heft. Leipzig, Vogel, 1882.
- »Chemische Sonette«. Als Manuscript gedruckt. München, Straub, 1886.
- Ueber das Verhältniss zwischen Bacteriologie und Epidemiologie. Münch. Medicin. Wochenschr. 1886, Nr. 4.
- Der hygienische Unterricht an Universitäten und technischen Hochschulen. Vortrag in der Eröffnungssitzung des VI. internat. Congresses für Hygiene und Demographie. September 1887 in Wien.
- Hofrath Dr. Max Jacubezky. Nekrolog. Münch. Medicin. Wochenschr. 1889.
- München eine gesunde Stadt. Münch. Neueste Nachrichten 1889.
- Rerum cognoscere causas. Ansprache in der Festsitzung der Akademie am 15. November 1890.
- Zum 80. Geburtstage von Dr. Franz Seraph Seitz. Münch. Medicin. Wochenschr. 1891, Nr. 49.
-