

Über das Rothliegende im Val Trompia.

Von dem w. M. Ed. Suess.

(Mit 2 Tafeln.)

Als Herr *Ragazzoni* im September dieses Jahres der Versammlung italienischer Naturforscher zu Vicenza das von ihm ausgearbeitete Profil des Gebirges zwischen *Bormio* und *Brescia* vorlegte, ersah ich aus seinen Angaben, daß die auf den Höhen zwischen *Val Trompia* und *Val Camonica* bekannt gewordenen Lagerstätten fossiler Pflanzen über dem Quarzporphyr liegen. Diese Thatsache mußte mich um so mehr befremden, als *Curioni* diese Pflanzen mit Bestimmtheit der Steinkohlenformation beigezählt hatte ¹⁾, und ich begab mich bald darauf an Ort und Stelle. Diese Reise hat endlich zu dem lange gesuchten directen Nachweise organischer Reste des Rothliegenden innerhalb der Alpen geführt, und Manches, das früher nur vermuthungsweise geäußert werden konnte, gewinnt durch die eigenthümlichen Umstände, unter welchen das Rothliegende in diesen Gegenden auftritt, eine sehr bestimmte Form.

Vom *Lago d'Iseo* zieht sich gegen den *Lago d'Idro* mit heiläufig ostnordöstlichem Streichen ein Streifen älterer Gesteine, welche auf den Karten als Gneiß und Glimmerschiefer verzeichnet sind. Der größte Theil derselben entspricht, wie sich bald zeigen wird, dem erzführenden *Casannaschiefer* oder *Thonglimmerschiefer* anderer Theile der Südalpen. Diese Gesteine sind von Quarzporphyr, Porphyrbreccie und rothem Conglomerat, dann von der ganzen Masse der *Trias* bedeckt und bilden eine große Wölbung oder Falte, deren südliche Hälfte im oberen *Val Trompia* eingestürzt ist, während die nördliche Hälfte ungestört stehen blieb. So kommt es, daß die nach Süden gekehrte Bruchfläche der letzteren, nämlich der nördlichen

¹⁾ *Rendiconti d. R. Istituto Lombardo*, 1865, vol. II. fasc. VI, p. 214—218.

Hälfte des Gewölbes, den Quarzporphyr als eine, noch dazu nicht sehr mächtige Decke mit fortlaufendem Schichtenkopfe über den Casannagesteinen und unter der Trias erkennen läßt, genau wie man ihn in Südtirol zu sehen gewohnt ist, während unten im Thale die abgesunkenen Fragmente der anderen Gewölbshälfte, große, von untergeordneten Verwerfungen abgegrenzte Trümmer desselben Porphyrs unter Verhältnissen zu Tage treten lassen, welche zu der Annahme von ebenso vielen einzelnen Ausbruchstellen des Porphyrs führten. Diese Annahme schien um so naturgemäßer, als in Val Trompia selbst auch innerhalb der Trias porphyritische Gesteine, wenn auch von verschiedener Beschaffenheit, auftreten; aber die Mittheilungen, welche ich über letztere von Herrn Ragazzoni und Anderen erhalten, scheinen mir alle dafür zu sprechen, daß diese letzteren, welche ebenfalls eine fortlaufende Decke bilden, genau dem Horizonte des Porphyrs von Raibl entsprechen.

Oberhalb Bovegno ist das Val Trompia in dunkelrothen Sandstein eingeschnitten, welcher viele Gerölle von weißem Quarz und von Porphyr enthält, bald in mächtige, klotzige Bänke abgetheilt, bald auch dünner geschichtet ist und welcher hoch hinauf die schwarzen, nur mit dürftigem Baumwuchse bekleideten Gehänge bildet. Einzelne Lagen gleichen ganz und gar dem typischen Verrucano, welchem dieses mächtige Gebilde jedenfalls gleichzustellen ist. Herr Bergwerksbesitzer Fornerod in Bovegno hat durch wiederholte Messungen die Mächtigkeit von 360 Meter ermittelt; dieß ist wohl die größte Entwicklung desselben in den Südalpen; gegen den Comer See hin nimmt sie mehr und mehr ab.

Am linken, östlichen Ufer zieht sich eine Reihe von kleinen Eisensteingruben von der Mella schräge am Abhange herauf; das Erz liegt in verlängerten Linsen an der Grenze von Verrucano und Servino oder in den tieferen Lagen des letzteren. Über dem Servino erheben sich die verschiedenen Glieder der Triasformation.

An der rechten, westlichen Thalseite taucht unter dem Verrucano der Casannaschiefer mit erzführenden Gängen hervor. In der Grube Fucinetto, nahe oberhalb Bovegno, wo die untere Grenze des Verrucano schön entblößt ist, sieht man unter demselben keinen Quarzporphyr, wohl aber ein grünes Gestein, welches ganz der grünen Wacke gleicht, welche bei Kappel in Kärnthen an der Stelle des Porphyrs auftritt; es zeigt dieselben grünen, serpentinarartigen

Beschläge an den Klüften und obwohl es gegen den Verrucano hin röthlich wird, grenzt es sich doch ziemlich scharf von demselben ab. Darunter folgt der Casannaschiefer. Sehr eigenthümlich und verwickelt sind die Verhältnisse an den folgenden und ebenfalls nicht weit unter dem Verrucano liegenden Bauen Dorgola und Arnaldo. Auch an diesen Stellen sieht man keinen Quarzporphyr.

Der Hauptbau Dorgola, nicht sehr hoch über der Thalsohle liegend, wird in dem oberen Theile des Casannaschiefers betrieben, welcher an dieser Stelle gelbbraun und wenig flasrig ist und unweit vom Stollen-Mundloche zu Tage von einem etwa 6 Fuß starken Gange eines derben granitischen Gesteins durchschnitten wird. Am Baue Arnaldo sieht man dagegen den Verrucano unmittelbar eine Kuppe einer harten, zum Theile grünen, granitischen Felsart überdecken, welche außerordentlich an Protogin erinnert ¹⁾. Der Erzgang, welcher sonst jenen von Fucinetto und Dorgola gleich ist, setzt hier anstatt im Casannaschiefer in dieser Kuppe von grünem Granit auf. Ein langer, von Dorgola gegen Arnaldo eben in Arbeit befindlicher Stollen lehrt, daß dieser Granit eine unregelmäßig hügelige Oberfläche besetzt. Man ist nämlich von Dorgola her aus dem Casannaschiefer in eine Granitkuppe gelangt, hat diese durchschnitten, den Schiefer wieder erreicht und dann abermals den Granit angefahren, in welchem man im Herbst 1868 etwa 60 Meter unter dem Niveau des zu Tage sichtbaren Scheitels der Granitkuppe des Arnaldo, aber noch in ziemlicher Entfernung von derselben arbeitete.

Herr Fornerod, welchem ich diese Bemerkungen verdanke, fügt hinzu, daß niemals eine Grenzklüft zwischen Schiefer und grünem Granit sichtbar ist, sondern daß beide Gesteine an der Grenze mit einander verwachsen sind.

Dieser grüne Granit tritt in größerer Ausdehnung in der nahen Thalsohle von Navazze zu Tage. Es kann als feststehend angesehen werden, daß er dem oberen Theile des Casannaschiefers angehört, an einzelnen Stellen bis an die untere Grenze des Verrucano heransteigt,

¹⁾ Prof. Hochstetter unterscheidet in derselben Quarz, Orthoklas, Krystalle u. z. zum Theile als Karlsbader Zwillinge, einen grünlichen dichten Feldspath (vielleicht Oligoklas) und grünlichen chloritartigen Glimmer in sechsseitigen Tafeln; er nennt das Gestein Protogingranit.

an anderen aber durch eingeschaltete Schiefermassen von derselben getrennt ist.

An der Mella aufwärts gehend, erreicht man nicht weit oberhalb dieser Baue den kleinen, nahe an der unteren Grenze der Trias liegenden Ort Collio. Nördlich und nordwestlich von demselben trennt eine zackige Kammlinie, welche im M. Colombina ihren höchsten Punkt erreicht, das Val Trompia vom V. Canonica. Um die Abhänge der Colombina zu erreichen, hat man zuerst nahe außerhalb Collio die Streichungslinie der eingesunkenen südlichen Hälfte der Anticlinale zu durchqueren. Man hat also zunächst sehr gestörte Schichtstellungen zu erwarten (siehe Taf. I).

Aufsteigend im Val Serimanda sieht man gleich außerhalb Collio eine Bank von gelblicher Rauchwacke in vereinzelt Riffen quer über das Thal streichen: dann folgt der dieselbe unterteufende Servino, welcher hier durch rothen, glimmerigen Schiefer von der Beschaffenheit des Werfener Schiefers der Nordalpen vertreten ist (Str. rein OW., Fall. 60—70° S.).

An einem nahe am Wege hervorragenden Felsen kommen unter diesen rothen Schieferlagen in geringer Mächtigkeit noch andere Gesteine hervor, welche wahrscheinlich dem eisenführenden Horizonte entsprechen, und zwar sieht man an dieser Stelle zuerst etwas dünngeschichteten, ganz unreinen gelbgrauen Quarzit mit viel Glimmer, dann einige Lagen von unreinem, lichtem, sandigem Kalkstein und unter diesem beginnt rother Mergel, welcher, abwechselnd mit Bänken von dunkelrothem Sandstein und zersetztem rothem Schiefer, bis an die steil ansteigende Schichtfläche reicht, die den vorderen Abhang des Campo Marieno (Cammarié) bildet. Am Campo Marieno verengt sich das Val Serimanda auf eine kurze Strecke zu einer felsigen Schlucht, deren Wände aus dunkelrothem Sandstein und Conglomerat, dem Verrucano, bestehen.

Das Fallen der grobgeschichteten Ablagerung ist an dem Durchrisse des Campo Marieno zuerst, entsprechend dem Verflächen des aufgelagerten Servino, gegen Süd gerichtet; es ändert sich jedoch rasch und an der Nordseite desselben Berges neigen sich die Schichten gegen Nord. Der Weg führt nun auf die andere, die rechte Seite des Wildbaches hinüber. Noch immer steht, am Fuße des M. Serotte, gegen N. fallender Verrucano an; plötzlich setzt eine Scheidungsfläche auf, welche OW. streicht und nur etwa 30° N. verflächt,

und welche die Schichten des Verrucano in der Weise von dem nun folgenden, vielfach gefalteten Casannaschiefer trennt, daß der letztere dem ersteren auf den ersten Blick aufgelagert zu sein scheint.

Der Casanna-Schiefer ist hier grün und derb, mit vielen Quarzbändern; an der Scheidungsfläche sieht man einen aufgelassenen Bau. Die Quarzbänder neigen sich ziemlich gleichförmig gegen N.; sie zeigen wohl die Schichtung an, welche steiler geneigt ist als die Verwerfungsfläche.

Sofort folgt vielfach gefältelter und von mehreren Verwerfungen durchschnittener, großflaseriger Thonglimmerschiefer, aus welchem die spitze Höhe des M. Serotte aufgebaut ist; anfangs ist auch hier die Neigung gegen N., dann aber, nach heftigen Beugungen, steil gegen S. gerichtet.

Abermals kreuzt man den Bach und sieht nun an dem linken Ufer, am Fuße der gerundeten Costa fredda, denselben großflaserigen Thonglimmerschiefer mit vielen kleinen Falten steil gegen N. fallen. Eine neue, an beiden Thalseiten sichtbare Verwerfung, deren Fläche sich steil N. einsenkt, schneidet ihn ab und es folgt neuerdings ein vielfach zerklüftetes Stück Verrucano. Durch eine abermalige N. fallende Verwerfungsfläche trennt sich dasselbe von einem nur auf eine sehr kurze Strecke hin sichtbaren Trum von rothem Quarzporphyr, begleitet von etwas grünem Quarzit, und dann folgen wieder die groben Bänke des Verrucano bis an den nahen Ausgang des Val Morzenigo.

An dieser Stelle, am Campo Morzenigo, hat man schon nahezu die ganze Breite jener Region gequert, welche nach der früheren Darstellung der eingesunkenen, südlichen Hälfte des Gewölbes entspricht und welcher daher Campo Marieno, M. Serotte und die Costa fredda mit ihren zahlreichen Verwerfungen angehören. Hat man das kleine Seitenthal von Morzenigo überschritten, so hält der Verrucano nur mehr eine sehr kurze Strecke weit am Gehänge an, dann beginnt eine mächtige Masse von Thonglimmerschiefer und mit ihr die normale Schichtenfolge der nördlichen Gewölbshälfte. Der Weg geht nun aus der Thalsohle steiler aufwärts zu den Höhen der Colombina. Noch scheint anfangs an einer Stelle (bei Casa Ronchi) der Thonglimmerschiefer vertical zu stehen, dann neigt er sich gegen Nord und man steigt wohl zwei- bis dreitausend Fuß aufwärts ohne eine

weitere Änderung zu beobachten, bis endlich die Alphütten der Calzoni erreicht sind 1).

Die Kämme des Gebirges oberhalb der Alphütten der Calzoni sind von einer Anzahl schichtenförmig übereinander gelagerter Gesteine von sehr verschiedener Widerstandsfähigkeit aufgebaut, so daß bei der großen Dürftigkeit der vorhandenen Pflanzendecke sich der Bau und die Gliederung recht genau wahrnehmen lassen. Zunächst fällt es schon bei flüchtiger Begehung auf, daß die Schichten der nordwestlich über den Calzoni liegenden Höhen des M. Poferrato der relativen Höhenlage nach nicht genau mit jenen der gegen Nordosten liegenden Gruppe der Colombina übereinstimmen und man findet ohne Mühe, daß ein beiläufig von Nord gegen Süd zwischen dem M. Poferrato und dem M. Matto herablaufender Graben, in welchem die Casina di Mezzo liegt, eine Verwerfung im Betrage von wohl 300 Fuß darstellt. Der östliche Theil, jener des M. Matto und der Colombina, ist dabei der tiefer liegende und so erklärt es sich, daß, bei nicht sehr großer Verschiedenheit der absoluten Höhe, auf dem M. Matto und der Colombina jüngere Schichten sichtbar sind als auf dem westlich liegenden M. Poferrato. Dieß vorausgeschickt, beginne ich von Westen her die Besprechung der Schichtenfolge.

Von den Alphütten der Calzoni gegen NW. aufsteigend, bewegt man sich noch durch längere Zeit auf großflasrigem Casannaschiefer mit vielen Schnüren und flachen Linsen von weißem Quarz; das Fallen ist Anfangs 50—60° in den Berg (gegen S.), etwas höher oben wird es ein wenig flacher. Endlich stellen sich härtere, doch schiefrige gneißartige Gesteine ein und man findet in dieser Region bald zahlreiche kleine Granaten, bald schlanke Turmalin-Säulen über die Schichtflächen hingestreut. Es folgt eine weitfortlaufende, durch das Hervortreten einer langen Reihe von Klippen deutlich verfolgbare Lage von lichtigem, hartem Gneiß, deren Mächtigkeit über hundert Fuß betragen muß, und welche von einer eigenthümlichen, harten Varietät des Casannaschiefers überlagert wird, welche aus einem dunklen Gemenge von grauem Glimmer und Quarz besteht, das durch

1) Die Casine Calzoni bilden den besten Ausgangspunkt für die Begehung der Höhen; ich habe mit meinem ortskundigen Führer Ronchini von Collio mehrere Nächte in denselben zugebracht.

regelmäßig in demselben vertheilte größere Blätter von schwarzgrünem Glimmer ein geflecktes Aussehen erhält.

Während der Gneiß hier im Horizonte des Protogingranites vom Arnaldo zu liegen scheint, bildet der gefleckte Schiefer die höchste Abtheilung dieser Gruppe von Gesteinen; unmittelbar über demselben lagert die große Decke von Quarzporphyr. Eine lange, fast ununterbrochene Mauer von beiläufig 150 Fuß Höhe bezeichnet schon aus der Ferne ihr Auftreten.

An ihrer unteren Grenze, welche über den höchsten Alphütten der Malghesi hinläuft, befindet sich an den Abhängen des M. Poferrato gegen den M. Mesorso eine aufgelassene Kupfergrube. An der obersten Grenze sieht man an vielen Punkten eine dünne, vielleicht nur durch Zersetzung weiße Porphyrlage, welche stellenweise zu einer weißen Kaolinähnlichen Substanz zerfällt. Dieser ist unmittelbar eine etwa 60—80 Fuß mächtige Masse von Porphyrbreccie aufgelagert. Die allgemeine Färbung der Breccie ist dunkelroth; doch sieht man auch dunkelgrüne Bestandtheile in derselben. Als Bindemittel erscheint gelegentlich blutrother Jaspis. Über der Breccie folgt grauer Schiefer, 150 bis 200 Fuß mächtig und 30—40° gegen N. geneigt; er wird zur Dachung der Alphütten gebrochen und wechselt da und dort mit dünnen Lagen der vorhergehenden Breccie; man sieht sogar in der Masse des Schiefers selbst zuweilen Brocken der rothen und grünen Felsarten eingebettet, aus denen die unterliegende Breccie zusammengesetzt ist; ein einziges Mal fand ich in der Schiefermasse auch ein Stückchen Porphyr. Als Seltenheit zeigen sich Anflüge von Malachit auf den Schieferflächen. Viele Aufbrüche legen den Schiefer bloß. Manche Flächen sind mit zahlreichen kleinen ovalen Körperehen belegt; über einzelne derselben ziehen sich bald in engeren, bald in weiteren Maschen netzförmige Leisten hin, wie sie z. B. aus dem Buntsandstein so vielfach bekannt sind. Endlich treten in sandigen Zwischenlagen dieses Schiefers Pflanzenreste auf, welche der Flora des unteren Rothliegenden entsprechen und auf welche ich nochmals zurückkommen werde. Auf der Höhe löst sich die Schiefermasse häufig in Nadeln auf, gegen Osten hin ist sie neuerdings von Porphyrbreccien bedeckt.

Steigt man von diesem Theile des M. Poferrato herab, so kann man auf den Ausbissen der Gneißlage unter der Porphyrmauer und an der aufgelassenen Kupfergrube vorüber zu der Verwerfung gelan-

gen, welche, wie früher gesagt wurde, diese Berggruppe von jener des M. Matto und der Colombina trennt. Ich habe es versucht, durch die Skizze Taf. II die Art und Weise zu versinnlichen, in welcher jenseits der Verwerfung, am Gehänge des M. Matto, die Gebirgsglieder übereinanderfolgen. Die kleine Kuppe, welche im Vordergrund dieser Skizze erscheint, gehört noch dem diesseitigen Gebirgstheile an, und sie ist durch die Verwerfung von den übrigen Höhen getrennt. Der Standpunkt des Beobachters ist auf dem Gneiß; die kleine Kuppe gehört dem gefleckten Schiefer, also dem unmittelbaren Liegenden der Porphyredecke an; dieser Schiefer führt hier große, bis 2 Fuß dicke Quarzlinsen.

Auf der anderen Seite der Verwerfung trifft man nun bis zum Gipfel des M. Matto und zu jenem der Colombina hinauf die folgenden Gebirgsglieder:

Über dem großflasrigen Thonglimmerschiefer liegt der Gneiß, über diesem der gefleckte Schiefer, dann folgt der steile Rand der Porphyredecke; dieser bildet hier in der Regel eine dreifache Mauer, so insbesondere nahe an der Verwerfung, am Corno del Pastor, und zieht sich von hier ununterbrochen noch weit über den Staval Marso hin. Wie bei Botzen tritt die Cleavage sehr deutlich hervor; die meisten Theilungsflächen fallen sehr steil S. und streichen wie die Schichten des Schiefers OW. Über dem Porphyr liegt in geringerer Mächtigkeit die aus rothen und grünen Brocken zusammengesetzte Breccie, welche ein sanfteres Gehänge am Fuße der an vielen Punkten steil abbrechenden Schiefer bildet. Die Schiefer fallen 20—25° S. und sind von zwei Systemen von Theilungsflächen durchsetzt; das eine derselben entspricht ganz der Cleavage des Porphyrs, das andere, möglicherweise im Porphyr auch nachweisbar, streicht NS., parallel der nahen Verwerfung, bei fast verticalem Fallen. Hieraus erklärt sich die auffallende pfeilerförmige Zerklüftung einzelner Schiefergruppen.

Die gesammte Masse der Schiefer mißt auch hier 150—200 Fuß; es wiederholen sich alle am M. Poferrato erwähnten Erscheinungen in demselben; unreiner, dunkler Quarzit bildet viele Zwischenlagen. Gegen den M. Matto hinauf sieht man über dem Schiefer zuerst einige dünne und wohlgeschichtete Lagen von rothem Kieselschiefer, dann sofort ein Gestein, welches in seinem unteren Theile ganz der unteren Porphyrbreccie gleicht, nach oben jedoch rasch in

typischen Verrucano, d. h. in ein rothes Conglomerat von Geröllen krystallinischer Felsarten mit zahlreichen Geröllen von weißem Quarz übergeht. Der Verrucano ist es, welcher, grob geschichtet und in Pfeiler zerklüftet, die hier sichtbare Höhe des Corno Rotondo bildet.

Wenn man an der Lehne zwischen dem Corno del Pastor und Corno Rotondo schräge über das Gebiet der Schiefer und Breccien zur Kuppe der Colombina aufwärts geht, wiederholen sich beiläufig dieselben Erscheinungen. Im oberen Theile der Schiefer und noch im unteren Theile des aufgelagerten Verrucano erscheinen viele Lagen von grünlichem Wetzschiefer. Dieser untere Theil des Verrucano gleicht auch hier mehr einer porphyritischen Breccie und scheint über der verfallenen Alphütte, welche unter den Wänden des Gipfels in einer öden Steinwüste liegt, sogar Lagen von Porphyr zu umschließen. Die mehrere hundert Fuß hohen Wände endlich bestehen ganz aus typischem Verrucano. Von der öden Kuppe sieht man jenseits in das wüste Val Ravenula, ein altes Gletscherbett hinab. Die Schichtung des Verrucano ist hier nur etwa 15° nach N. geneigt, so daß viele Schichtflächen auf beiden Seiten des Gipfels sichtbar werden. Gegen Val Camonica hinab soll sich bald Servino mit Eisensteingruben auf den Verrucano legen.

Von der Colombina über den M. Marmor nach Collio im Val Trompia hinabgehend, erhält man das Taf. I (im Hintergrunde) dargestellte Parallel-Profil. Unter der Alphütte Diavola quert man die Porphyrowand, trifft dann den gefleckten Schiefer, hier in seinen Quarzlin sen auch Malachit, unter diesem den Gneiß, dann die große Masse des großflaserigen Thonglimmerschiefers, welche fortwährend N. fällt. Sie bildet den kahlen M. Marmor, welcher kuppenartig ansteigt, dann aber plötzlich steil gegen einen Kessel abbricht, in welchem die Casine Antiche liegen. Dieser Abbruch bezeichnet den südlichen Rand der stehen gebliebenen nördlichen Hälfte des Gewölbes. Ein sehr schmaler Rücken schiebt sich hier gegen Süd vor und zwar über die Bezoeche Alte und Grotti gegen den obern Theil des kleinen Val Morzegin. Dieser Rücken trennt den Kessel der Casine Antiche von dem früher besprochenen Val Serimanda und das Profil folgt demselben. Er gehört auch noch der nördlichen Gewölbshälfte an und besteht durchwegs aus nordfallendem Thonglimmerschiefer, sowie die ganze Kuppe des M. Marmor. Unterhalb Grotti sind daher die tiefsten Schichten der ganzen Gegend sichtbar und man bemerkt hier, wie vom Marmor

herab der Schiefer mehr und mehr seinen krystallinischen Charakter verliert und zu gewöhnlichem grauem Thonschiefer wird.

Man sieht in der beigegeführten Figur, wie jenseits des oberen Val Morzegin an dem nordfallenden Schiefer nordfallender Verrucano abstößt. Diese Stelle ist in der Natur sehr schön aufgeschlossen; sie bezeichnet die südliche Grenze des stehen gebliebenen Gewölbtheiles und den Beginn der Region der eingesunkenen Trümmer. Es ist der obere Theil des Verrucano und der rothen Sandsteine, den man hier vor sich hat und soll über demselben, auf der Höhe der Costa fredda, eine Eisensteingrube an der unteren Grenze einer Scholle von Servino liegen.

Gliederung. Es geht aus diesen Verhältnissen zunächst hervor, daß der Protogingranit vom Arnaldo und seiner Umgebung, so wie das Gneißlager unter der Colombina dem oberen Theile des erzführenden Thonglimmerschiefers, folglich genau demselben Horizonte angehören, wie die granitischen Massen von Brixen und der Cima d'Asta und der Granit und der Tonalitgneiß von Kappel in Kärnthen.

Es entspricht ferner der Lagerung wie der Beschaffenheit nach der Quarzporphyr der Colombina ganz und gar einem Ausläufer der großen Porphyrydecke von Botzen. Der ohne Zweifel demselben Gebirgsgliede zuzurechnende Wechsel von Breccien, Tuff, Thonschiefer und Wetzschiefer, auf den nach oben abermals Breccie folgt, welche allmählig in die große Masse des rothen Verrucano übergeht, enthält aber in schiefrigsandigen Zwischenlagen eine Flora, welche die letzten Zweifel über das Alter dieser Bildungen entfernt. Diese Pflanzenreste gehören nicht, wie man früher vermuthete, der Steinkohlenformation an. Prof. Geinitz in Dresden hat die Güte gehabt, die mir gütigst überlassenen besten Stücke der Sammlungen der Herren P. Bruni in Collio und Ragazzoni in Brescia, sowie die vielen für mich durch Ronchini gesammelten Exemplare zu untersuchen, und fand unter denselben:

1. *Walchia piniformis* Schl.
2. *Walchia filiciformis* Schl.
3. *Schizopteris fasciculata* Guth. (incl. *Sphenopt. Zwickariensis* Guth., am nächsten Gutbier's Abbildung in Verst. d. Rothliegd. 1849, Taf. III, Fig. 1, 2.

4. Ein Bruchstück eines *Noeggerathia*-Blattes, nicht zu unterscheiden von der permischen *Noegg. expansa* Brong., in Murch. Vern. Kup. Géologie de la Russie, 1845, Pl. A., F. 3.

5. *Sphenopteris oxydata*. Goep. foss. Flora d. perm. Form. 1864—65. p. 91, Taf. XII, F. 1, 2.

6. *Sphenopteris n. sp.*, am nächsten verwandt der *Sphen. Gützoldi* Gutb. aus der unteren Dyas, nur weit robuster, auch Ähnlichkeit mit *Hymenophyllites furcatus* Brogn. zeigend.

7. Vielleicht eine dritte Art von *Sphenopteris*.

Hiemit sind also die ersten organischen Reste des Rothliegenden im Gebiete der Alpen nachgewiesen und dürfte über das Alter des Verrucano und der Porphyre von Südtirol kein Zweifel mehr bleiben. Von dem Casannaschiefer aber werden wir wohl nur die grünen Wacken und Serpentine noch hieher zu ziehen haben, welche so oft als Stellvertreter der Porphyre erscheinen; die große Masse der erzführenden Schiefer aber bleibt sammt den sie begleitenden granitischen Felsarten der oberen (Farren-)Zone der Steinkohlenformation zuzuzählen.

Erst über allen diesen Bildungen beginnt mit dem Servino die Trias.

Erzföhrung. Es bleibt mir zum Schlusse noch übrig, auf einige merkwürdige Beziehungen hinzuweisen, welche in dieser Gegend zwischen der Verbreitung der Erze und dem Baue des Gebirges bestehen. Wir haben bisher zwei Systeme von Verwerfungen kennen gelernt. Das eine System entspricht den Rändern der einzelnen Trümmer der eingesunkenen Südhälfte des großen Gewölbes; diese liegen in ziemlich großer Menge nahe aneinander und streichen beiläufig von Ost nach West. Das zweite System ist durch die große Verwerfung angedeutet, welche, senkrecht auf das erste System, in der Richtung von Nord nach Süd das Streichen quer durchschneidend, an den Casine di Mezzo herabläuft.

In Bezug auf die Erzgänge theilte mir Herr Fornerod die folgenden Beobachtungen mit, welche zugleich als eine Ergänzung der kürzlich von Edm. Fuchs über dieses Erzrevier veröffentlichten Angaben¹⁾ dienen mögen. Mit Ausnahme des im Protogingranit auf-

¹⁾ Annales des Mines, 1868, 6. sér, tome XIII, p. 428—442, pl. XVI.

sitzenden Arnaldoganges, der eine etwas verschiedene Richtung zeigt. Kennt man nun von Bovegno aufwärts auf eine Erstreckung von 3 Kilometer 12 Gänge, welche untereinander ziemlich parallel und einander ähnlich sind; sie streichen alle N.-S. oder NNW.-SSO. Sie setzen als Verwerfungen in einem höheren Niveau, z. B. im Servino oder im Horizonte der Eisensteinbaue, auf und reichen durch alle zwischenliegenden Bildungen bis in den Thonglimmerschiefer hinab; sie fallen alle steil gegen Ost, und es ist das Hangende dabei bis auf 60 oder 80 Meter in flacher Teufe verworfen. Diese Verwerfungen oder Klüfte sind aber nur innerhalb des Thonglimmerschiefers als bauwürdige Erzgänge anzusehen, und tauben sich innerhalb des Verrucano aus. In der Tiefe führen sie vorherrschend Flußspath mit Bleiglanz und Blende; im Liegenden erscheint vereinzelt auch Kupferkies zwischen Gestein und Gang. Sie erreichen eine Mächtigkeit von 2—12 Meter. Das Erz mag verarmend 20 oder 30 Meter weit in den Verrucano hinaufreichen, der Flußspath ohne Erz bis 100 M., dann tritt immer mehr und mehr Quarz hinzu.

Die erzführenden Spalten entsprechen also sowohl was ihr Streichen als was das Einsinken des östlichen Schenkels betrifft, der über Tag so scharf ausgeprägten Verwerfung an den Casine di Mezzo, und ich möchte die Vermuthung aussprechen, daß sich noch eine größere Anzahl ähnlicher Verwerfungen längs dem Kamme des Gebirges wird nachweisen lassen, welche den Anhaltspunkt zu rationellen Schürfungen geben könnten. Auch ist der erwähnte schmale Rücken, welcher sich über Bezoeche Alte und Grotti zwischen Val Serimanda und den Casine Antiche vorschiebt, vielleicht gegen Ost und gegen West von zwei ähnlichen Verwerfungen begrenzt.

Die Art des Auftretens der erzführenden Spalten lehrt aber ferner, daß ein in seiner Gesammtheit nicht unbedeutendes treppenförmiges Einsinken des Gebirges gegen Osten stattgefunden hat; es sind daher hier drei verschiedene, die Structur des Gebirges beeinflussende Erscheinungen zu unterscheiden und zwar:

1. die Bildung der beiläufig von Ost nach West laufenden großen Wölbung der gesammten Schichtenreihe, wahrscheinlich durch Seitendruck von den Centralalpen her;

2. die Entstehung von senkrecht auf diese Richtung stehenden und steil gegen O. geneigten Spalten, wobei der östliche Theil des

Gebirges an jeder dieser Spalten hinabsank; diese Spalten füllten sich später in den tieferen Horizonten mit Erz;

3. die Entstehung von Brüchen in der Richtung des Gewölbes (Ost-West), und das Einsinken der südlichen Hälfte des Gewölbes.

Daß die letztere Erscheinung später eingetreten sei als die Bildung der erzführenden Klüfte, ist mir sehr wahrscheinlich; jedenfalls sind beide Phänomene von einander unabhängig.
