

Über die Äquivalente des Rothliegenden in den Südalpen.

Von dem w. M. Ed. S u e s s.

(Mit 2 lithographirten Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 16. Jänner 1868.)

1. Abschnitt.

Val Sugana. Cima d' Asta.

Während im Laufe der letzten Jahrzehnte die Gliederung der mesozoischen Ablagerungen in den Ostalpen von Jahr zu Jahr schärfer erfasst und in Bezug auf die Gleichstellung der Hauptgruppen mit ausserralpinen Vorkommnissen manches wichtige Ergebnis sichergestellt wurde, ist für die Vergleichung der unter denselben liegenden, sehr mächtigen Massen mit den Ablagerungen anderer Länder verhältnißmäßig wenig erreicht worden. Allerdings hat sich die Zahl der Fundorte von Versteinerungen innerhalb der paläozoischen Gebiete ziemlich vermehrt und umfassen dieselben Vertreter aller Hauptabtheilungen von den unteren Gliedern der obersilurischen Gruppe bis zu den pflanzenführenden Schieferen der Steinkohlenformation. Es reicht hin neben dem Thonschiefer von Dienten, an die vielfach gegliederten Devonischen Ablagerungen von Gratz, an die marinen Ablagerungen der Steinkohlenformation von Bleiberg und vielen anderen Punkten, endlich an die pflanzenführenden Schichten derselben Formation vom Steinacher Joch und von der Stangalpe zu erinnern. Nichtsdestoweniger sind diese Vorkommnisse zu sporadisch geblieben, um ein zusammenhängendes Bild der Ausbreitung einer oder der anderen dieser Ablagerungen zu schaffen und unsere geologischen Karten geben nach dieser Richtung hin nur ein sehr lückenhaftes Bild.

Es knüpfen sich aber an die strengere Erkenntniß gerade der älteren Flöztbildungen mehrere der größten und schwierigsten Fragen der Alpen-Geologie und ist ein richtigerer Begriff des Wesens der sogenannten Centralmassen, so wie ein besseres Ver-

ständniß für die Hauptfragen des Aufbaues der Alpen eben nur auf diesem Wege zu hoffen. Die Überzeugung von der Wichtigkeit dieser großen und schwierigen Aufgabe ist es denn auch, mehr als die Aussicht auf irgend welche große und entscheidende Entdeckungen gewesen, welche mich veranlaßt hat, im Laufe der letzten drei Jahre auf wiederholten Reisen an der Südseite der Alpen ihr neuerdings Aufmerksamkeit zu schenken.

Die Südalpen wurden für diese Studien vorgezogen, weil die Zahl der bekannten Fundorte paläozoischer Fossilien hier eine grössere und die Verbreitung der Ablagerungen beträchtlicher ist als im Norden. Der erste Schritt zu weiterer Erkenntniß mußte von einem bekannten und zuverlässigen Horizonte, also von der Basis der Trias aus versucht werden. Endlich mußten an entfernten Punkten entworfene Profile verglichen werden, und ich dehnte daher meine Beobachtungen auf das ganze Streichen des südlichen Abhanges, so weit er unserem Reiche zufällt, d. h. von der schweizerischen bis an die bosnische Grenze aus.

Dem südlichen Theile der österreichischen Alpen fehlt an vielen Stellen jener regelmässige Parallelismus der Bruch- und Beugungslinien, welcher die Trias der Nordalpen so sehr auszeichnet. Älteres Gebirge tritt auf sehr weiten Strecken innerhalb der südlichen Nebenzone hervor, was im Norden nirgends der Fall ist. Es erscheinen sog. große Massen von Gesteinen mit krystallinischer Structur außerhalb des Streichens der Mittelzone, wie jene gewaltige Gruppe der Cima d'Asta-Gebirge, die man vielfach als selbständige Centralmassen anzusehen geneigt ist, welchen Begriff man sogar auf das große Porphyrgebirge von Botzen ausgedehnt hat. Wäre diese Anschauung richtig, würden diese Massen in der That selbständige Erhebungs-Centra darstellen, an denen jüngere Gebirgsschichten durchbrochen und aufgerichtet wären, so dürfte man hoffen, an den Flanken des Adamello oder der Granit-Masse von Brixen, oder der Cima d'Asta, oder der granitischen Gebirge von Schwarzenbach und Kappel in Kärnten eine mehr oder minder mächtige Entwicklung einer älteren sedimentären Schichtenreihe zu finden, wie gegen die Mittelzone hin. Dies ist aber wie sich bald zeigen wird ganz und gar nicht der Fall, und so tritt dem Geologen, welcher die paläozoischen Bildungen der Südalpen durchwandert, in diesen außerhalb der Mittelzone liegenden Massen eine weitere Frage entgegen.

Behält man nun aber auch die Basis der Trias als Ausgangspunkt für diese Aufgabe im Auge, so gelangt man beim Beginne der Arbeit im Westen der Monarchie an scheinbare Widersprüche, welche erst durch weitere Vergleichen gelöst werden. Aus dem Süden nach Tirol reisend, findet man in Ober-Italien an vielen Stellen, z. B. in dem isolirten Kessel von Recoaro, als Liegendes der Trias eine mächtige Masse von grobflaserigem Thonglimmerschiefer (glimmerreichem Thonschiefer) entblößt, welcher häufig Kupfer, Bleiglanz, Fahlerz oder Eisen führt. Noch unmittelbar bei Trient liegt die Trias auf Thonglimmerschiefer, in welchem sich alte Bergbaue befinden. Gegen Norden liegt aber unter der Trias der Porphyry von Botzen und nichts kann auffallender sein, als die Verschiedenheit, welche in dieser Beziehung zwischen dem Gebiete von Trient und jenem von Botzen herrscht ¹⁾. Dem Eisackthale aufwärts folgend, sieht man endlich unter dem Porphyry grauen Schiefer wieder hervortreten, welcher bis an den Diorit von Klausen und weiterhin bis an den Granit von Brixen anhält. In den Nordalpen aber fehlt der Porphyry unter der Trias, und nimmt der Thonglimmerschiefer wieder seine Stelle ein.

Die große Porphyrymasse von Botzen, seit und vor L. v. Buch der Gegenstand so vieler Untersuchungen, ist bei aller ihrer Ausdehnung doch nur ein Theil einer Anzahl noch viel weiter ausgebreiteter wiederholter Ergüsse oder Decken, welche sich nach verschiedenen Seiten hin mit abnehmender Mächtigkeit unter den Triasbildungen ausdehnen und an entfernten Stellen in demselben Horizonte zum Vorschein kommen, so z. B. in südwestlicher Richtung in den Judicarien. Es versteht sich von selbst, daß diese Ergüsse, zwischen dem älteren Schiefer und der Triasformation liegend, alle die späteren, mit der Erhebung der Alpen in Verbindung stehenden Bewegungen der geschichteten Gebirge mitgemacht haben. Es war, um den vor langer Zeit von Boué, seither von Peters bei der Schilderung der demselben Horizonte angehörigen Quarzporphyre Krain's gebrauchten Ausdruck zu wiederholen, ihr Verhalten gegenüber der Erhebung der Alpen ein durchaus passives. Von einer unmittelbar durch die Eruption des Porphyrys von Botzen veranlaßten Erhebung der auf-

¹⁾ Eine lebendige Schilderung dieses Contrastes findet man in L. v. Buch's gesammelt. Schriften, I, S. 333 u. folg.

liegenden Kalk- und Dolomitmassen kann somit nicht die Rede sein, wenn auch eine so gewaltige Masse, zwischen die sedimentären Bildungen eingeschaltet, an den Stellen ihrer größten Mächtigkeit durch das passive Verhalten derselben gegenüber dem von der Mittelzone her erfolgten Seitendrucke und durch ihren in der Regel größeren Widerstand gegen Erosion und Abwitterung Erscheinungen herbeiführen konnte, wie sie sonst nur an selbständigen Erhebungsdomen angetroffen werden.

Besonders auffallend und überzeugend ist in dieser Beziehung das Verhalten des Porphyrs gegenüber der granitischen Masse der Cima d'Asta. Der Granit sammt seinem Gürtel von Thonglimmerschiefer ist von einem aufgebrochenen Ringe von Porphyur umgeben, der, gegen Norden geschlossen, gegen Süden allerdings mehrfach unterbrochen ist, welcher sich jedoch sammt den auflagernden Massen von Triasbildungen zum Granit der Cima d'Asta eben so verhält, wie die Triasbildungen des Schlern und der Mendola zum Porphyur bei Botzen. Die Karte des Tiroler montanistischen Vereines, F. v. Hauer's neue Übersichtskarte von Österreich, so wie die von G. v. Rath veröffentlichten Skizzen aus der Asta-Masse ¹⁾ lassen dieses Verhältniss deutlich erkennen.

Betrachten wir jedoch der Reihe nach die hier unter der Trias folgenden Bildungen.

Unmittelbar unter den glimmerigen und mehr oder minder schieferigen Lagen der *Posid. Clarai* liegt allenthalben ein grellroth gefärbter Sandstein. Er liegt auf dem Porphyur, und wo dieser fehlt, in der Regel unmittelbar auf dem Thonglimmerschiefer; zuweilen enthält er kleine Kohlenschmitzen. L. v. Buch, welcher diesem rothen Sandstein einen eigenen Abschnitt seines berühmten „geognostischen Gemäldes von Süd-Tirol“ widmete ²⁾, hielt ihm wegen seiner Verbindung mit dem Porphyur für das Rothe-Todtliegende Thüringens. Richthofen, welchem man ebenfalls sehr zahlreiche und zuverlässige Beobachtungen über denselben verdankt ³⁾, nannte ihn „Grödnere Sandstein“ nach dem Gröden- (Gredina) Thale, welches bei Kollmann in die Eisack mündet, und rechnete ihn zur

¹⁾ Die Lagorai-Kette und das Cima d'Asta-Gebirge, Jahrb. Geol. Reichsanst. 1860, S. 231 128.

²⁾ Mineralog. Taschenbuch für 1824, II, S. 311—318.

³⁾ Geogn. Beschreib. d. Umgeg. v. Predazzo u. s. w. S. 40, 44, 47, 161 u. . a. O.

unteren Trias. Der letzteren Ansicht hat sich in neuerer Zeit die Mehrzahl der österreichischen Geologen angeschlossen; wenn man aber erwägt, daß die Grenze des Grödner Sandsteins gegen oben, nämlich gegen die glimmerreichen Lagen mit *Posid. Clarai* (Richt-hofen's „Schichten von Seiss“) in der Regel eine deutliche ist, während nach unten, also gegen den Porphyр hin, die scharfe Abgrenzung mehrfach geläugnet worden ist, dass im Gegentheile Porphyр und Grödener Sandstein von vielen Beobachtern als eng verbundene Bildungen angesehen werden, ja daß Richthofen selbst (S. 47) auf die Ähnlichkeit der Beziehungen hindeutet, welche in den Alpen zwischen Porphyр und Grödener Sandstein, in Mittel-Deutschland zwischen Porphyр und Rothliegendem herrschen, möchte es scheinen, als ob für die ältere, v. Buch'sche Ansicht, welche den Grödener Sandstein der Dyas zutheilen möchte, eben so viele Gründe in Süd-Tirol sprechen, als für die Zutheilung zum bunten Sandstein.

Die Verfasser der großen geologischen Karte des Tiroler Vereines wußten den rothen Sandstein scharf von dem rothen Werfener Schiefer zu trennen, und zogen es ebenfalls vor, denselben dem Rothliegenden zuzuzählen ¹⁾. Ich habe mich von der Selbständigkeit dieser beiden Glieder an der ganzen Erstreckung des südlichen Abhanges unserer Alpen überzeugt, glaube aber, daß auch nach unten hin in den übrigen Theilen der Alpen eine gute Abgrenzung vorhanden ist, und daß die rothen Sandsteinlager, welche in Süd-Tirol die Verbindung mit dem Porphyр herzustellen scheinen, eben schon einer tieferen Gruppe angehören.

Der Grödener Sandstein ist in der Regel schon aus der Ferne durch die grell rothe Färbung des Bodens kennbar. Seine Mächtigkeit wechselt auf eine sehr bemerkenswerthe Weise, denn während Richthofen Punkte nennt, an denen er zu 8—900 Fuß anschwellen soll, sieht man ihn an anderen Stellen zu einer Bank von wenigen Füßen zusammenschrumpfen. Sehr häufig ist er von Gyps begleitet, welcher bald selbständige Lager im Hangenden bildet, bald nur in Gestalt von feinen Schnüren den Sandstein selbst nach allen Richtungen durchzieht. Trinker erwähnt auch Kalktrümmergesteine und Rauchwacke mit dem Gyps, welche ich nicht selbst zu sehen Gelegenheit hatte ²⁾.

¹⁾ Trinker, Petrogr. Erläuterungen z. geogn. Karte v. Tyrol, 4^o, 1853, S. 66.

²⁾ Eb. das. S. 65.

Die unter dem Grödener Sandstein befindliche große Porphyrmasse sammt ihren deckenförmigen Ausbreitungen, welche Richtigkeiten als das Ergebnis mehrerer aufeinanderfolgender Eruptionen dargestellt hat, ist sowohl im Hangenden als auch im Liegenden von sehr mannigfaltigen Tuff-, Breccien- oder conglomerat-artigen Bildungen, selbst von rothen glimmerigen Schiefen vom Aussehen der Werfener Schiefer begleitet, welche auf kurze Strecken hin sich auskeilen oder anschwellen und überhaupt je nach der Örtlichkeit so sehr wechseln, daß eine weitere Gliederung derselben sich nicht durchführen läßt. Es scheint jedoch im Liegenden des Porphyrs das Erscheinen von dunkel braunrothem Conglomerat mit Quarzgeröllen eine ziemlich allgemeine Regel zu sein. Ganz ähnliche Conglomerate, zuweilen zahlreiche Porphyngerölle enthaltend, erscheinen z. B. im westlichen Kärnten in höherem Horizonte als Einlagerungen im Grödener Sandstein.

Das Liegende aller dieser, fast ausnahmslos roth oder nelkenbraun gefärbten Gesteine ist der Thonglimmerschiefer. Mit diesem beginnt ein neues und gegen die auflagernde Gruppe sich gut abgrenzendes Glied der älteren Sedimentär - Gebilde. Studer's, Escher's, insbesondere aber Theobald's treffliche Arbeiten über Graubündten lassen keinen Zweifel darüber, daß, so wie der Grödener Sandstein, die Porphyre und Conglomerate Süd-Tirol's dem Verrucano und den nur im Gebiete des letzteren erscheinenden Porphyren der östlichen Schweiz entsprechen, so auch der sogenannte Thonglimmerschiefer dieses Theiles unserer Alpen die unmittelbare Fortsetzung des Casannaschiefer's von Graubündten ist. Seine Lage unter dem Verrucano ist dieselbe. Dort wie hier sind es dieselben Erze, welche viele kleine Baue veranlaßt und fast zu eben so vielen Enttäuschungen geführt haben. Seine wechselnde petrographische Beschaffenheit ist dieselbe, indem er bald als echter Thonschiefer, bald glimmerig, talkig oder mit dem Aussehen alt krystallinischer Schiefer auftritt ¹⁾ und eben diese Mannigfaltigkeit des Gesteins ist es, welche mich den in der Schweiz üblich gewordenen, einer Örtlichkeit entnommenen Namen jeder anderen Bezeichnung vorziehen läßt. Bevor ich jedoch zur Besprechung derselben übergehe, bleibt eine Eigenthümlichkeit der vorhergehenden Gruppe

¹⁾ Theobald, Geol. Beschreibung von Graubündten, I, S. 45—47.

zu berühren, welche für die weiteren Vergleichen von Bedeutung ist.

Trinker erwähnt ¹⁾ einen Fund von Quecksilber und Zinnober in rothem Sandstein bei Sagron unweit Primör. Dieses Auftreten hängt wohl mit dem mächtigen und in neuester Zeit mit so viel Glück aufgeschlossenen Quecksilbervorkommen von Vall'alta bei Agordo zusammen. Die von Trinker ²⁾, Stapff ³⁾ und G. vom Rath ⁴⁾ veröffentlichten Beschreibungen geben ein deutliches Bild dieses merkwürdigen Punktes, den ich leider nicht selbst gesehen habe. Eine Vergleichung des Rath'schen Profiles, welches dem O'Connor Stollen entnommen ist, mit dem begleitenden Kärtchen lehrt, daß dieser Stollen vom älteren Schiefer zum Alpenkalke geführt ist, daß dabei die Schichten dem Alpenkalke aufzulagern scheinen, und daß sie sich daher in überstürzter Lagerung befinden. Die scheinbaren Hangendschichten der Quecksilbermasse sind also ihr wahres Liegendes. Zunächst durchfährt dieser Stollen eine größere Masse von quarzreichem Conglomerat (Verrucano), wie es, wie Trinker richtig bemerkt, in der Regel zwischen Quarzporphyr und Thonglimmerschiefer zu liegen pflegt, hierauf den Quarzporphyr und Porphyrsandstein, etwas rothen Sandstein, und erreicht dann, in einer größeren Masse von Talkschiefer, den von dunklem graphitischem Schiefer umgebenen Erzstock. Dieser umschließt nach G. v. Rath gerundete Körner von Gyps, Kalkspath und auch von Quarz. In seinem wahren Hangenden werden Schichten von rothem Glimmer, Sandstein und schwarzem Graphitschiefer angeführt, dann folgt abermals Talkschiefer.

Es folgt hieraus, daß die mächtige Masse von Talkschiefer, welcher das Quecksilbervorkommen hauptsächlich angehört, noch unter dem Grödener Sandstein liegt. Herr Bauer, welcher den O'Connor-Stollen anlegte, hat mir eine schöne geschliffene Probe von Porphyr aus demselben gezeigt, welcher durch und durch mit Zinnober

¹⁾ Petrogr. Erläuterungen, S. 68.

²⁾ Die Entstehung und der erste Aufschwung der Quecksilbergrube Vallalta bei Agordo. Jahrb. geol. Reichsanst., IX, 1858, S. 442—444.

³⁾ Üb. d. Vorkommen v. Quecksilbererzen zu Vallalta; Bornemann und Kerl's Berg- und Hüttenm. Zeitung, 1861, XX, S. 419—421.

⁴⁾ Üb. d. Quecksilbergrube Vallalta in d. Venetianer Alpen. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. XVI, 1864, S. 121—135 u. Taf. II.

imprägnirt ist, wie ihn *Stapff* als „Zinnober-Porphyr“ beschreibt. *Stapff* bezeichnet das liegende Trumm des Porphyr-lagers sogar als die eigentliche Erz-lagerstätte, und betont die volle Gleichheit des graphitischen Schiefers von *Vall'alta* und des später zu berührenden Silberschiefers von *Idria*.

Der *Casannaschiefer*, welcher allenthalben den Porphyr und die Conglomerate unterteuft, und wo diese fehlen unmittelbar unter dem rothen Sandstein sichtbar wird, ist durch *Val-Sugana* hin ein aus zahlreichen, welligen, zuweilen auch eigenthümlich verdrückten membranösen und seidenartig glänzenden Glimmerfasern zusammengesetztes Gestein, welches häufig Quarz-linsen, seltener auch Kalk einschließt. An vielen Orten ist er durch seinen Erzreichthum kennbar. Er führt Kupferkies, Fahlerz, silberhältigen Bleiglanz und Blende oder Spatheisenstein. Man kann ihn geradezu als die erzführende Zone Süd-Tirol's bezeichnen, denn es kann als eine seit lange festgestellte Thatsache angesehen werden, daß die zahlreichen, allerdings zum großen Theile aufgelassenen Baue auf Kupfer oder Bleiglanz, welche sich von *Pergine* über *Levico*, rings die *Asta-Masse* umgebend, bis *Primör* und bis zu dem großen Stocke des *Val-Imperina* (*Agordo*) ziehen ¹⁾, demselben Streifen von *Casannaschiefer* angehören, welcher hier unter dem Porphyr oder dem *Grödener Sandstein* hervortritt. Ringsum trennt dieses Gestein den Granit der *Asta* von dem Porphyr und dem *Grödner Sandstein*, und im Norden und Süden vom Granit befinden sich in demselben die alten und neueren Baue auf Kupfer bei *Roncegno*, im *Torrente Maso*, dann im *Val-Calamento*, *Val-Sorda* und *Conserie*. *Trinker* hat sie aufgezählt und beschrieben ²⁾, und zugleich eine treffliche Darstellung des *Casannaschiefers* dieser Gegend gegeben.

Die Lagerung des *Casannaschiefers* gegen den Granit der *Cima d'Asta* ist eine höchst bemerkenswerthe. *L. v. Buch* hatte den Schiefer, allerdings nicht nach eigenen Beobachtungen, als den Granit mantelförmig umlagernd dargestellt. *G. v. Rath*, welchem wir die ausführlichsten Beobachtungen über diesen eigenthümlichen Gebirgsstock verdanken, beschrieb indessen an mehreren Punkten der Nord-

¹⁾ *Fuchs*, *Sitzungsb.* 1850 hat die Verhältnisse bei *Agordo* in einem eigenen Profile dargestellt.

²⁾ *Petrogr. Erläuterungen*, S. 27—56; vgl. auch *Foetterle*, *Jahrb.* VIII, 1857, S. 787.

und Ostseite ein Wegfallen des Schiefers vom Granit, während er an der ganzen Südseite von Torcegno an dem einen bis zum Canal San Boro am anderen Ende der Masse die Schiefer gegen NW., also gegen den Granit fallen sah (a. a. O. S. 122 u. folg.)¹⁾. Hätte diesen gewissenhaften Beobachter der Zufall von Scurelle (NO. von Borgo), wo er tertiäre Petrefacten sammelte, in das naheliegende und tief eingerissene Bett des Torrente Maso geführt, welche hier aus der Granit-Masse hervorkömmt, er würde den Schlüssel zu dieser Erscheinung und zugleich einen der lehrreichsten und merkwürdigsten Aufschlüsse in den Südalpen getroffen haben. Herr Waagen aus München ist mein freundlicher Begleiter bei einer zweimaligen Begehung dieser Strecke gewesen und wir konnten die nachfolgende Lagerung beobachten. (Vergl. Taf. I, Fig. 1.)

An der rechten Seite des Torrente Maso ruht in großer Ausdehnung die Granitmasse des Salubio auf dem flach darunter fallenden Casannaschiefer, welcher hier ziemlich viel Quarzgänge führt, während auf der linken Seite die ganz ähnliche Granitmasse der Cima Ravetta zwar ein wenig gegen Norden zurücktritt, aber ebenfalls deutlich vom Casannaschiefer unterteuft wird. Die beiden Granitberge bilden einen Theil der hinter ihnen sich erhebenden Cima d'Asta. Die Zone von Casannaschiefer an ihrem Fuße ist auffallend schmal; unter der Cima Ravetta befindet sich in demselben ein aufgelassener Bau auf Kupfer, welcher auch auf der Tiroler Karte bemerkt ist.

Das rechte Ufer des Wildbaches bietet nun thalwärts die besseren Aufschlüsse. Der Casannaschiefer legt sich hier auf eine ebenfalls N. fallende Masse von weißem Kalkstein, den wir für identisch hielten mit dem durch Benecke genauer bekannt gewordenen lichten Kalkstein der Juraformation von Trient. Dieser Kalkstein, welcher mitten vom Bache durchrissen ist, bildet an jeder Seite desselben ein Riff. Er ruht auf einer wenig mächtigen Folge von dünnen, rothen Schichten, welche überfüllt sind mit rothen Hornsteinknollen, die stellenweise zu Bänken vereinigt sind, wie sie bei Trient im Liegenden des Lagers des *Amm. acanthicus* erscheinen. Unter den rothen Schichten (anstatt wie bei Trient über ihnen) folgt nun die Lage

¹⁾ Auch die Tiroler Karte deutet schon bei Bieno unweit Strigno das entgegengesetzte Fallen des Schiefers an.

des *Amm. acanthicus* mit zahlreichen, schlecht erhaltenen Ammoniten aus der Gruppe der Inflaten; unter dieser liegt mit gleicher Neigung nach N. der mächtigere Diphyenkalk als ein dünnplattiger, rother Knollenkalk mit planulaten Ammoniten und Phylloceraten, und diesen unterteuft, die vordere Seite des Riffes bildend, zuerst Biancone, dann die dünngeschichtete Scaglia. Unmittelbar unter der Scaglia treten wechselnde Bänke von Mergel und Kalkstein, weiterhin auch Nulliporenkalk auf, und sie führen, neben anderen alt-tertiären Fossilien zahlreiche Nummuliten und *Serpula spirulaea*. Die Schichten stellen sich dabei immer steiler und die obersten Lagen, welche, wie ich bei einer anderen Gelegenheit zu zeigen haben werde, beiläufig dem Horizonte von Barton entsprechen, biegen sich unmittelbar an dem Falle des kleinen aus dem Vallunga herabkommenden Gießbaches knieförmig um, so daß sie aus der verticalen Stellung plötzlich in sanftes Südfallen übergehen und mit dieser Neigung unter die breiten Alluvionen der Brenta hinabtauchen.

Man sieht daher im Torrente Maso eine außerordentlich lange Reihe von Formationen durch Schichten von wunderbar geringer Mächtigkeit vertreten, welche sämmtlich sich in überstürzter Lagerung befinden, so daß die alt-tertiären Schichten von jenen der Kreideformation, diese von jurassischen Kalksteinen, diese letzteren vom kupferführenden Casannaschiefer überlagert werden, auf welchen allen erst der Granit der Cima d'Asta lastet. — Unter den vorliegenden Alluvionen der Brenta streicht wahrscheinlich der Rand der aufgebrochenen Porphyrdecke durch, welcher bei Borgo am Mte. Zaccon unter dieselbe hinabtaucht und vielleicht weiter im Osten durch die colossalen Blöcke angedeutet ist, die G. v. Rath zwischen M. Silana und M. Agara aus der Gegend des Val Telvagola anführt. Die tiefsten, unmittelbar gegenüber vom Torr. Maso an der Südseite der Brenta am Fuße des M. Civerone hervortretenden Schichten gehören dem Grödener Sandstein an, über welchem Herr B e n e c k e nach einer freundlichen Mittheilung feinen glimmerigen Sandstein mit *Posid. Clarai* und anderen Fossilien angetroffen hat.

Wenn man nun, in der Richtung des Profiles am Maso, d. h. von Nord nach Süd gehend, den Thalboden der Brenta und den Grödner Sandstein am Fuße des M. Civerone überschritten und diesen aus Kalkstein bestehenden Berg selbst erstiegen hat, erreicht man einen

mitten durch die secundären Massen hinstreichenden Streifen von mitteltertiärer Molasse, zu deren Altersbestimmung es hinreicht *Cerithium lignitarum* und *Panopaea Faujasi* zu nennen, welche den M. Civerone von den hohen weißen Abstürzen der Cima Dodici trennt und von Sandstein, Conglomerat und Lignit begleitet ist¹⁾. Dieser eingekeilte Streifen liegt im Torrente Pissavacca, oberhalb Olle, also im Westen des Civerone ziemlich flach; hier, gegenüber vom Maso aber stehen die Schichten an einer Stelle ganz vertical, an einer anderen Stelle fallen sie sehr steil N., an einer dritten eben so steil S., wie ich theils aus den Aufschlüssen, theils aus den mir an Ort und Stelle von dem Leiter der Lignitgruben, Herrn Giov. Fiori aus Strigno gemachten Mittheilungen ersehen konnte.

Der Bau des Val-Sugana zwischen Strigno und Borgo ist nun, so weit ich ihn zu erkennen im Stande war, der folgende:

Die Granitmasse der Cima d'Asta ist von der Mittelzone der Alpen her überschoben. Der Casanna-Schiefer, welcher sie im Norden überlagert, unterteuft sie daher im Süden. Jüngere Sedimentär-Schichten, mit einem Theile der Juraformation beginnend, greifen zwischen das ältere Flötzgebirge ein. Eine Gruppe von Kalksteinen, welche mit dem weißen Kalk etwa im Horizonte der Posidonien-Schichten des braunen Jura zu beginnen scheint und bis zur Scaglia reicht, taucht östlich von Strigno auf, ist am Maso überbogen, bildet indem sie sich aufrichtet und eine Wendung im Streichen macht, mit leichter Neigung nach Ost den Schloßberg von Borgo, und südlich von der Brenta, neuerlich im Streichen gekrümmt, den M. San Lorenzo. Die älteren tertiären Schichten ruhen auf diesen Kalksteinen, wie auf einer halben Schüssel. Ihre Schichtenköpfe laufen durch die Weingärten bei Scurrelle hin, sie sind ebenfalls am Maso überschoben, streichen aufgerichtet unter Telve und dann östlich geneigt am Ostabhange des Schloßberges von Borgo hin. — M. Lefre und M. Civerone, jetzt durch die Brentaspalte getrennt, bilden einen einst zusammenhängenden, abgesunkenen Theil des Kalkgebirges und lassen an ihrem Fuße gegen die Cima d'Asta-Masse hin einen zusammenhängenden Gürtel von rothem Grödner Sandstein erkennen, unter den sich weiterhin noch

¹⁾ Eine Liste von Conchylien von dieser Stelle hat kürzlich Th. Fuchs veröffentlicht; Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. 1868, S. 50.

der Porphyr des M. Zaccon einschleibt¹⁾). Ein Streifen von mittel-tertiären Schichten taucht hoch aufgerichtet hinter M. Lefre auf, streicht quer über das Brentathal und hinter dem M. Civerone fort, beide Berge von der Hauptmasse der Kalkalpen scheidend. Die größte Aufrichtung dieser jungen Bildungen entspricht der Überschiebung am Maso.

Es kann hienach kaum einem Zweifel unterliegen, daß die gesammte gewaltige Masse der Asta in einer verhältnißmäßig späten Zeit von der Seite der Mittelzone der Alpen her eine Überschiebung über junge Sedimentgebilde erlitten hat.

Wenn früher erwähnt worden ist, daß Casanna-Schiefer, Porphyr und Kalkalpen sich in dieser Gegend etwa so zum Granit verhalten, wie bei Botzen die Massen des Schlern und der Mendola zum Porphyr, so kann, wenn ich nicht irre, nach dem eben Gesagten dieser Vergleich auch in so ferne gelten, als man den Granit den großen Erscheinungen gegenüber, welche den Alpen die Hauptzüge ihres heutigen Baues gegeben haben, ebenfalls eine vollkommen passive Rolle spielen sieht. Der Granit der Cima d'Asta stellt sich für alle ähnlichen Untersuchungen gleichsam als eine todte Masse dar, welche dem Casanna-Schiefer eingelagert ist, oder ihn unterteuft.

2. Abschnitt.

Turrach. — Der grosse kärntnerische Schieferzug. — Unteres Gailthal.

Im nördlichen Kärnten lagert in dem Gebiete der Mittelzone selbst, zwischen den Ausläufern der Tauern im Westen und der Saualpe im Osten, eine mächtige und ausgedehnte Masse von Gesteinen, welche den höheren Abtheilungen der paläozoischen Gruppe angehören. In der Gegend von Turrach greifen diese Gebilde nach Steiermark über und umschließen sie das bekannte Vorkommen von fossilen Pflanzen der Steinkohlenformation und von Anthracit an der Stangalpe. Von diesem wichtigsten Theile liegen, abgesehen von älteren

1) Am Fuße des Lefre, ziemlich weit unter dem Gyps, kommt das untere Quarzconglomerat zum Vorschein; von Porphyr sah ich nur zweifelhafte Spuren.

Schriften ¹⁾ mehrere Beschreibungen aus der neuesten Zeit vor, und zwar die von Rolle ²⁾ und von Stur ³⁾ vom J. 1854, von Peter aus dem J. 1855 ⁴⁾ und von Vinc. Pichler aus dem J. 1858 ⁵⁾, von welchen die beiden letzten mit großer Ausführlichkeit alle Einzelheiten dieser Vorkommnisse behandeln. Aus allen diesen Arbeiten sind die folgenden Thatsachen als feststehend hervorgegangen.

Über dem Gneiß, und von demselben nur durch ein wenig mächtiges sandiges oder an Arkose erinnerndes Gebilde, wohl auch durch etwas krystallinischen Thonschiefer getrennt, liegt eine gewaltige Kalkmasse, in der Regel mehrere hundert Fuß (nach Pichler 900—1200 Fuß) mächtig, welche Stur, Peters und V. Pichler übereinstimmend als ein Äquivalent des Kohlenkalkes angesehen haben ⁶⁾. Diese Kohlenmasse enthält zahlreiche und bedeutende Lager von Eisenerzen, da und dort auch etwas Bleiglanz, Kupferkies und Fahlerz. Sie unterteuft in weitem Bogen, eine gewaltige Mulde bildend, alle höher folgenden Schichten. Diese letzteren zerfallen in drei Hauptgruppen, den unteren grauen Schiefer, das Hauptconglomerat und den oberen Schiefer. Das Hauptconglomerat, aus eckig abgerundeten Körnern von Haselnuß- bis über Faustgröße und zwar fast ausschließlich von weißem, glasigem, stark durchscheinendem Quarz mit unscheinbarem, meist farblosem Quarz-Bindemittel bestehend ⁷⁾, ist in der Regel von grauweißer oder weißer, stellenweise jedoch von rother Farbe, zeichnet sich durch seine große Wetterbeständigkeit aus, und enthält in unregelmäßig eingeschalteten Lagen den pflanzenführenden Schiefer und Antbracit. Östlich vom Stangnock hat sich der untere Schiefer ausgekeilt und liegt das Hauptconglomerat unmittelbar auf dem Kalkstein, südöstlich vom Groß-Turrachsee

1) Unger hat die erste genaue Schilderung im Jahre 1840 in seiner Schrift „Über ein Lager foss. Pflanzen auf der Stangalpe“ (Steierm. Zeitschr. I, S. 140 u. folg.) gegeben; die fossilen Farrenkräuter finden sich schon erwähnt in den anonymen „Fragmenten z. Mineralog. u. botan. Geschichte Steyerem. u. Kärnten's 8^o. Klagenf. 1783“ S. 30.

2) Jahrb. V, S. 364—370.

3) Jahrb. V, S. 839, Taf. V. Prof. XXXIV u. XXXV.

4) Jahrb. VI, S. 185—239.

5) Jahrb. IX, S. 185—239. In den letzten Tagen Ferd. Seeland im Jahrb. d. kärntn. Mus. VIII, 1868, S. 118—120.

6) Vergl. Jahrb. VI, 526 u. IX, S. 225.

7) Pichler, S. 209.

keilt sich dagegen das Conglomerat aus, so daß der obere Schiefer unmittelbar auf dem unteren ruht. Der alte sogenannte „Kupferbau“ von Turrach, in welchem jetzt Flinze und Brauneisenstein gewonnen werden, befindet sich knapp im Hangenden des Hauptconglomerates, also im unteren Theile der oberen Schiefergruppe. Rolle hat am Turrach-See Spuren von Zinnober gefunden, welche er dem Horizont des Kupferbaues zuweist¹⁾. Auch die Zinnobervorkommnisse der Gegend von Reichenau fallen in das Gebiet der oberen Schiefer²⁾. Die petrographische Beschaffenheit dieser oberen Schiefer ist eine verschiedenartige; bald sind sie grau, bald grün und dickschiefrig. Bei Turrach umschließen sie zwei Bänke von Dolomit, von welchen das tiefere ziemlich ansehnlich ist; es liegt im tiefsten Theile der Schiefer und bildet das Hangende des Kupferbaues.

Es steht somit fest, daß in diesem Theile der Alpen Eisenerze, Kupferkiese und Fahlerze (im Kupferbau, Pichler, S. 219) und Zinnober in dem oberen Schiefer, und zwar in einem höheren Horizonte vorkommen, als die Anthracitlager und die Flora der Stangalpe, daß aber auch unter dem Anthracitlager mächtige Lager, insbesondere von Eisenerz, in dem wahrscheinlichen Äquivalente des Kohlenkalkes vorhanden sind. —

Knapp am südlichen Rande der Mittelzone der Alpen tritt in der Gegend von Lienz ein mächtiger Zug von Kalkbergen aus Tirol nach Kärnten über, welcher sich mit OSO. Streichen zwischen der Drau und Gail hinstreckt und dort, wo sich diese beiden Flüsse vereinigen, am Dobracz bei Villach abbricht. Die Therme von Villach bezeichnet sein Verschwinden. Eine Strecke weiter im Osten tritt jedoch westlich von Loibl abermals eine Kette von ähnlichen Kalkbergen hervor, welche als ihre Fortsetzung anzusehen ist. Dieses östliche Stück begreift den großen Gerlouz, den Obir, die Petzen und Oisterza und erreicht am Ursulaberger die Ostgrenze Kärntens, so daß von Lienz in Tirol bis in die Gegend von Windischgratz in Steiermark eine in ihrer Mitte allerdings unterbrochene Kette von Kalkgebirgen sich

¹⁾ Jahrb. 1854, V, 565.

²⁾ Peters zählt (S. 538) das Zinnober-Vorkommen an der Rotrasten bei Reichenau (in grünem Schiefer) zum oberen, jenes zwischen Reichenau und dem Turrach-See zum unteren Schiefer. Pichler rechnet (S. 219) das ganze Reichenauer Thal zum oberen Schiefer.

verfolgen läßt. Auch das östliche Stück liegt, so weit es nicht im Norden von der erweiterten Ebene des Drauthales begrenzt ist, knapp am südlichen Rande der Mittelzone. Die Gesteine gehören der Triasformation, der rhätischen Stufe, an wenigen Stellen dem Lias oder braunen Jura an.

Südlich von dieser Kalkkette verläuft, ihr vollkommen parallel, ein Streifen von Schiefer, welcher bald als Glimmerschiefer, bald als Thonglimmerschiefer oder glimmerreicher Thonschiefer bezeichnet worden ist. Er streicht aus Tirol her durch das Gailthal herab, verschwindet etwa dort, wo die westliche Kalkkette endet, unter den Aufschwemmungen der Gail, erscheint hierauf hinter der östlichen Kalkkette wieder und setzt über den Loibl, über Zell, Ebriach, Kappel, Schwarzenbach und Javoria bis an die steirische Grenze fort. In seinem östlichen Theile ist er von granitischen und syenitischen Felsarten begleitet. Seine Gesamtlänge beträgt in dieser Auffassung (d. h. vom westlichen Ende des westlichen bis zum östlichen Ende des östlichen Stückes) mehr als 24 Meilen.

Auf diesen Streifen von Schiefer folgt gegen Süden abermals eine Kette von hohen Kalkbergen, welche jedoch von paläozoischem Alter sind. Diese mächtige Kette, welcher z. B. der M. Antola und M. Parälba, der Paß auf der Plecken, der Hochtrieb und Trohkofel und im Osten die ganze Linie der Karavanken zufallen, ist in ihrer Mitte nicht unterbrochen. Sie hat an vielen Punkten Versteinerungen der Steinkohlenformation, an einer Stelle ¹⁾ auch Reste geliefert, welche vielleicht einer anderen Stufe des paläozoischen Gebirges angehören, über welche sich jedoch im Augenblicke noch kein ganz bestimmtes Urtheil fällen läßt.

Südlich von diesem paläozoischen Gebirge sieht man im Westen auf eine größere Strecke hin Gebirge der Triasformation folgen, während im Osten das paläozoische Gebirge selbst eine große Breite erreicht und sehr verwickelte Verhältnisse eintreten, welche hier vorläufig nicht in Betracht kommen.

1) Beim Bade Vellach, vgl. Jahrb. IX, 1858, Verh. S. 59. Mein damals ausgesprochener Wunsch nach besserem Materiale ist unerfüllt geblieben; Herr Lipold und Herr Gobanz haben die Fundstätte vergebens aufgesucht. Auch Herr Barrande hat das hier gefundene Schwanzstück von Bronteus nicht mit Entschiedenheit einer böhmischen Art gleichstellen können.

Es ist also in Kärnten südlich von der Mittelzone erst eine Reihe von mesozoischen Bergen, dann ein Streifen von Schiefer, hiërauf eine Kette von paläozoischen Bergen vorhanden.

Rosthorn, dessen im Jahre 1853 von Canaval herausgegebener „Beiträge zur Mineralogie und Geognosie von Kärnten“¹⁾ als die Grundlage aller neueren Arbeiten über dieses merkwürdige Land angesehen werden müssen, kannte und beschrieb diesen Parallelismus der Gebirgszüge sehr richtig. Zugleich unterschied er jedoch mit großem Scharfblicke in Kärnten zweierlei Systeme von Urgebirgen, welche nach seinem Ausdrucke „ihren Gesteinsarten nach, durch ihre Zusammensetzung, Structur und Lagerungsverhältnisse, selbst durch ihre Verbreitung und das Verhältniß ihrer Stellung zu einander“ bestimmt gesondert seien (Beitr. S. 7). Die eine Gruppe wollte er die des Gneisses, die andere die der Urschiefer, oder die eine jene des Central-Granitgneisses, die andere die des Albit-Gneisses oder des Turmalin-Granites nennen.

Der ersten Gruppe zählte Rosthorn die der Mittelzone im strengeren Sinne in der Nähe der Tauern angehörigen Gesteine zu, während der zweiten Gruppe alle bisher erwähnten jüngeren paläozoischen Schiefergesteine, so wie der durch die mesozoische Kette abgetrennte Schieferstreifen zugerechnet wurden.

Dieser Streifen von Schiefer ist seither sehr verschieden beurtheilt worden. Im Westen hat ihn Stur, welchem wir eine sehr genaue geologische Schilderung der westlichen Gebirgsteile verdanken²⁾, als identisch mit dem Glimmerschiefer des „großen Glimmerschieferzuges“ der Mittelzone angesehen³⁾. Im Osten dagegen, wo er mit granitischen und anderen Massengesteinen in Verbindung steht, trennte ihn Lipold als wesentlich verschieden von dem „altkrystallinischen“ Schiefer der Kor- und Saualpe, und betrachtete ihn als eine jüngere, metamorphische Bildung⁴⁾.

Ich will mich zunächst auf die westliche Hälfte des Zuges beschränken.

1) Jahrb. d. naturhistor. Museum's in Kärnten, II, Jahrg.; auch selbständig unter dem Titel: Übersicht der Mineralien u. Felsarten Kärnten's; 8^o Klagenf. 1854.

2) Die geolog. Verhältnisse der Drau, Isel, Möll u. Gail u. s. w. Jahrb. VII, 1856. S. 405—460.

3) A. a. O. S. 416.

4) Erläuterung geol. Durchschnitte aus d. östl. Kärnten, Jahrb. VII, 1856, S. 342.

Die Zone von Schiefer, welche, den südlichsten Saum der Mittelzone darstellend, das Kalkgebirge in der Umgegend von Lienz nach Norden begrenzt, ist von den Tiroler Geologen von jeher dem erzführenden Thonglimmerschiefer Süd-Tirol's, also dem Casanna-Schiefer beigezählt worden, und zwar sowohl seiner petrographischen Beschaffenheit wegen, als auch wegen der zahlreichen alten Baue, insbesondere auf Kupfer, Bleiglanz und Spatheisenstein, welche von Abfaltersbach über den Lienzer Berg nach Nickolsdorf sich hinziehen¹⁾. Kleine Partien von rothem Sandstein stellen sich hier zwischen dem Schiefer der Mittelzone und dem Kalkgebirge, z. B. bei dem Triestacher See unweit Lienz ein²⁾, doch ist der Seitendruck, welchen das Gebirge erlitten, ein so gewaltiger gewesen, daß die Schichten fächerförmig zusammengedrückt wurden und der rothe Sandstein nach N., also scheinbar gegen die Mittelzone hin verflächt. Überhaupt ist das gesammte Kalkgebirge von Lienz bis Villach ähnlichen Einwirkungen ausgesetzt gewesen. Stur hat es außer Zweifel gesetzt, daß das abnorme Einfallen des Kalkgebirges nach Nord, d. h. unter die Schiefer der Mittelzone, längs der Drau aus der Gegend von Lienz bis in jene von Dellach und Greifenburg anhält, und erst östlich von hier das Südfallen der Trias eintritt³⁾. Dieser Umstand darf nicht aus dem Auge gelassen werden, wenn man die Lagerung des Schieferstreifens am südlichen Rande des Triasgebirges richtig beurtheilen will.

Die Schichtstellung dieses Schieferstreifens im Gailthale ist nach Stur eine solche, daß er von Mauthen abwärts, also in bei weitem dem größten Theile des Gailthales, wo sein Vorkommen nur an der Nordseite des Flusses bekannt ist, und er hier durchaus nach Nord verflächt, also unter die Trias hinabtaucht, und dabei durch die Breite des Thalbodens von der südlichen, paläozoischen Gebirgskette getrennt bleibt. Bei Mauthen selbst ist er an beiden Ufern bekannt, und fällt im Norden nördlich unter die Trias, im Süden südlich unter das paläozoische Gebirge (Stur, S. 422). Man hat sich bewegen lassen, dieses Hinabtauchen des Schiefers unter die paläozoischen

1) Trinker, petrogr. Erläuterungen, S. 40. Nördlich von Leufing im Gailthale erwähnt Stur kleine Einlagerungen von Spatheisenstein in demselben (S. 416).

2) Vgl. Tiroler Karte Blatt VIII u. Stur, S. 424.

3) Stur a. ang. O. S. 421 u. 430, Hauer, Geol. Durchschn. der Alpen, Sitzungsber. 1837. XXV, S. 319.

Kalksteine schon wegen seines krystallinischen Aussehens als normal anzusehen; andererseits konnte jedoch nicht geläugnet werden, daß am Nordufer der Gail die Trias, an ihrem Fuße von einem Saume von typischem, rothem Grödener Sandstein, in der Nähe von Lukau unter diesem auch von rothem Quarzporphyr begleitet, dem Schiefer in vollkommen concordanter Weise aufrucht, so daß an der Ablagerung dieser Gebilde unmittelbar auf den Schiefer nicht zu zweifeln ist. Um nun dem Widerspruche, daß an einer Thalseite paläozoische Massen, an der anderen die Trias und der Grödener Sandstein auf dem Schiefer ruhen, einigermaßen Rechnung zu tragen, hat man sich zu der Annahme geneigt, daß das Schiefergebirge des Gailthales zwischen Hermagor, Sillian und Lienz zur Zeit der Ablagerung der Grauwacken- und Steinkohlenformation ein Festland gebildet habe. (Stur, S. 459, Hauer, S. 320). Ich gestehe, daß ich im Anblicke der riesigen und wilden Massen des paläozoischen Gebirges an der südlichen, der steilen weißen Wände der Trias an der nördlichen Thalseite und des schmalen Schieferstreifens zwischen ihnen zu einer wesentlich verschiedenen Anschauung gelangt bin.

Als L. v. Buch den oberen Theil des Gailthales bei Maria Lukau besuchte, fand er den Schiefer des Gailthales, welchen er als Glimmerschiefer bezeichnete, an dieser Stelle mit etwa 80 Grad Süd fallend auf das rothe Todte (den Grödener Sandstein und die begleitenden Felsarten) gelagert, während in sehr geringer Entfernung davon das rothe Todtliegende nach Norden unter den Kalkstein fiel. Den Porphyr sah Buch auf kurze Strecke unter dem rothen Sandstein; er folgerte, daß Porphyr und rothes Todtes, welche als keilförmige Masse zwischen Glimmerschiefer und Kalkstein eingedrängt worden, beide erhoben und sie als scharfe Grate und Ketten zurückgeschlagen hätten ¹⁾. — Solche nach abwärts gerichtete Fächer entstehen, wie wir wissen, nicht selten in Gebirgen, welche einem beträchtlichen Seitendrucke ausgesetzt waren. Stur hat sehr verwickelte ähnliche Schichtstellungen, z. B. bei dem Bleihause nördlich von Kötschach beschrieben, wo eine ähnliche keilförmige Masse von rothem Sandstein in ihrer Fortsetzung sich sogar trennt und aus ihrer Mitte nochmals den Schiefer hervortreten läßt (Stur, S. 422, Durchschn. VII und VIII). Diese längs dem Südrande der Triaskette

¹⁾ Mineralog. Taschenb. für 1824, 2. Abth. S. 420 — 422.

gelegenen Stellen sind nur neue Belege für dieselben Kräfte, welche die entsprechenden nördlichen Theile der Triaskette scheinbar unter die Gesteine der Mittelzone hinabtauchen ließen. Wo im Norden die abnormen Lagerungsverhältnisse beobachtet werden, liegen im Süden diese fächerförmigen Verdrückungen, und als solche betrachte ich auch den nach abwärts gerichteten Fächer, den der Schiefer bei Mauthen bildet, indem er im Süden südlich unter die paläozoische Kette, im Norden nördlich unter die Triaskette fällt. In diesem Falle wäre der Schiefer des Gailthales, trotz seines krystallinischen Aussehens jünger als der Kohlenkalk und unmittelbar älter als Porphyry und Grödener Sandstein, wäre die Schichtfolge längs dem Nordgehänge des Gailthales, wo Porphyry und Grödener Sandstein auf dem Schiefer lagern, als vollkommen normal, sein Hinabtauchen unter die paläozoischen Gesteine bei Mauthen als Folge der Verdrückung anzusehen ¹⁾.

Westlich vom Dohracz treten die Wände des Triasgebirges ein wenig zurück und Schiefer und Grödener Sandstein sind an dem Fuße desselben in größerer Ausdehnung durch eine Reihe von tiefen Gräben aufgeschlossen, unter welchen der Nötschlgraben (in seinem oberen Theile Windischer Graben genannt) der bedeutendste ist. Sanftes grünes Hügelland zieht sich hier bis an die Wände des Kalkgebirges und bis Kreuth, wo die tiefsten Stollen der ausgedehnten Bauten des Bleyberger Erzrevieres angeschlagen sind. Die Ortschaften Tratten, Kerschdorf, S. Georg, Labientschach, Nötsch und mehrere andere liegen auf diesem älteren Vorlande des Kalkgebirges, und innerhalb desselben tritt, getrennt von dem paläozoischen Hochgebirge, an der anderen Seite des breiten Gailthales, eine seit langer Zeit bekannte Masse von versteinungsreichem Steinkohlengebirge auf. Hier mußte es sich entscheiden lassen, ob der Schiefer wirklich älter als der Kohlenkalk und die ganze, mächtige Serie der paläozoischen Gebirge, und ob die Hypothese, daß der erstere ein altes Festland darstelle, haltbar sei oder nicht. Ich habe deßhalb diese Stelle aufgesucht und begangen ²⁾. Das Resultat war das folgende.

¹⁾ Es bildet z. B. im westlichen Theile der Salzburger Alpen der Werfener Schiefer einen ähnlichen verkehrten Fächer zwischen den Kalkalpen und dem älteren Gebirge.

²⁾ Herr Bergbeamter Gröger aus Bleyberg ist dabei mein ausdauernder Führer gewesen.

Das besagte Vorland bildet beiläufig ein rechtwinkliges Dreieck, dessen rechter Winkel gegen Nord bei Kreuth liegt, dessen kürzere Kathete von Kreuth längs dem westlichen Fuße des Dobracz in die Gegend östlich vom Orte Nötsch herabläuft, während sich die längere in fast ostwestlicher Richtung von Kreuth gegen Förolach zieht. Die Hypothenuse wird von der Grenze dieses älteren Gebirges gegen die Alluvionen der Gail gebildet; der mehrfach erwähnte Ort Nötsch liegt nahe ihrem südöstlichen Ende; von hier läuft der tiefe Nötschgraben nördlich gegen Kreuth.

In Nötsch steht größschuppiger Thonglimmerschiefer an, dem Casannaschiefer Süd-Tirol's ganz und gar gleich; er fällt NO.; geht man westlich vom Nötschgraben über das wellige Vorland hin, so sieht man gleich oberhalb Nötsch diesen Schiefer sehr flach ONO. verflachen, im Orte Labientschach neigt er sich nur sehr wenig, und zwar O., wenig in N., an der Straße oberhalb Labientschach dagegen sehr flach S. etwas in O., oberhalb der Kirche von S. Georgen schon ziemlich flach SW. In dieser ganzen westlichen Gegend wendet sich also, stets flach bleibend, das Fallen allmählig, und zwar so, daß die Schichten unter die kürzere Kathete (den Dobracz) hinabtauchen, sich dagegen gegen die längere Kathete erheben. Längs dieser letzteren Linie ist weiterhin fast ausschließlich die Neigung nach S. und SW. zu sehen. Nicht weit unter Kerschdorf legt sich auf den Thonglimmerschiefer eine derbere Masse, welche hauptsächlich aus Kalkschiefer und Kalk besteht, welcher an seinen Schichtflächen mit talkigen Häutchen belegt ist. Der Kalk ist einige Klafter mächtig, meist licht gelblich, stellenweise auch blaugrau und von kleinen Gängen von Quarz, Schwefelkies oder Kalkspath durchzogen. Talk erscheint in stärkeren Schüppchen auf den Flächen, und zwar in grell lichtgrüner Farbe; eben so ist er in den unmittelbar liegenden Theilen des Thonglimmerschiefers zu sehen. An seinem untersten, vorwaltend schiefriigen Theile führt der Kalk Zinnober und erscheinen Tropfen von gediegenem Quecksilber. Das Erz erscheint meist als rother Beschlag auf den Klüften, theils in Verbindung mit den kleinen Kalkspath- und Schwefelkiesgängen; auf den Quarzgängen scheint es seltener zu sein. Quert man von hieraus den SW. fallenden Thonglimmerschiefer, der nicht gar zu mächtig zu sein scheint, so erreicht man bei den südlichsten Häusern von Kerschdorf ein grünliches aphanitisches Gestein, das zunächst an die Grundmasse

mancher Schalsteine des Gailthales erinnert und steiler SW. fällt; es wird mit gleichem Fallen von schwarzem Schiefer mit gelben ockerigen Klüften unterteuft, welcher schon ganz und gar an die Schiefer der Steinkohlenformation erinnert. Der untere Theil des Abhanges oberhalb Kerschdorf ist von einer alten Moräne bedeckt und erst über derselben kommt grünlicher glimmeriger Schiefer zum Vorschein, der bei gleichem Streichen senkrecht steht. Knapp hinter denselben ragt parallel und senkrecht das lichte Quarzconglomerat der Steinkohlenformation hervor und führt in Zwischenlagen undeutliche Pflanzenreste. Weithin ragt längs der längeren Kathete auf diese Weise mit senkrechter Schichtstellung die Steinkohlenformation hervor, gegen welche sich, wie gesagt, der Thonglimmerschiefer immer steiler aufrichtet.

Die Reihenfolge wäre demnach hier folgende: Schiefer und Quarzconglomerat als höchstes Glied der Steinkohlenformation, darauf schwarzgrauer Schiefer, wahrscheinlich dem vorhergehenden Gliede zuzuzählen, das aphanitische Gestein, auf diesem der Thonglimmerschiefer mit den zinnerführenden Kalklagen.

Dringt man, anstatt über das Hügelland hinzugehen, von Nötsch aus in den Nötschgraben ein, so kann man auch höhere und im Windischen Graben eben so auch noch tiefere Schichten sehen.

Der unterste Theil des Nötschgrabens ist in ONO. fallenden Thonglimmerschiefer eingeschnitten; große Blöcke von Gyps gleiten von dem Gehänge des Dobracz zum Bache herab. Es zweigt bald ein östlicher Arm ab; in diesem aufsteigend sieht man über dem Thonglimmerschiefer schiefrigen Kalkstein mit grell lichtgrünen Talkblättchen, welcher ohne Zweifel den zinnerführenden Lagen von Kerschdorf entspricht. Etwas höher läuft ein kleiner Seitengraben im Streichen dieser Lagen und des Thonglimmerschiefers, welcher letztere hier $30\text{--}40^\circ$ rein N. geneigt ist. Bald biegt er sich zu steilem S. Fallen um und bricht mit einer Verwerfung ab. Jenseits derselben trifft man sofort Schichten, wie sie durch ganz Kärnten hin in dem tieferen Theile der Werfener Schiefer zu sehen sind, und zwar zunächst dünne wechselnde Lagen von blaugrauem, thonigem und glimmerfreiem Schiefer und von härteren Lagen von derselben Farbe, die von großen Höhlungen voll von gelbem Ocker durchzogen sind; sie fallen Süd und enthalten Abdrücke einer kleinen gerippten *Myophoria*. Diese Ablagerungen sind einige Klaffer

mächtig, und werden von ebenflächigen Bänken von lichtgelblichem Sandstein unterteuft. die mehrfach mit ähnlichem blaugrauem Schiefer wechseln. Auch die ockerigen Höhlungen erscheinen in diesen Einschaltungen zwischen den Sandsteinbänken wieder. Viele von den blaugrauen Bänken sind an ihrer Unterseite mit einem Netze von Wülsten bedeckt. Unter diesem Complex liegt Schiefer, dessen Flächen mit Glimmerschüppchen bedeckt sind; er ist zumeist schwarz, nur in einzelnen Lagen roth und enthält undeutliche sogenannte Myaciten. Dieser Schiefer bildet ein schönes Gewölbe, dessen Schenkel 45° S. etwas in W. und N. etwas in O. geneigt sind. Das nördliche Fallen hält jedoch nicht an; eine neue Verwerfung macht demselben ein Ende und folgt dasselbe Gebilde mit südlichem Fallen; erst neigt es sich sanft, dann steiler, endlich erscheint unter Lagen von blaugrauem Schiefer eine große Masse von rothem Grödener Sandstein, mit eingestreuten Lagen von Conglomerat. Sein Verfläichen ist 25° ONO.

Man gewahrt also hier nur Thonglimmerschiefer, die Spuren des zinnerführenden Lagers, Grödener Sandstein und Unterabtheilungen des Werfener Schiefers.

Ähnlich verhält es sich in dem Hauptstamme des Nötschgrabens.

Der Thonglimmerschiefer neigt sich hier NNO., dann NO. endlich liegt er flach, fast schwebend. An der linken, östlichen Seite bemerkt man das Durchstreichen der Wölbung des Werfener Schiefers, bald darauf den Grödener Sandstein. Wichtiger sind die Aufschlüsse an der Westseite. Hier zeigt ein großer Aufschluß die blaugrauen thonigen Schiefer mit Wülsten, 50° SSO. geneigt, knapp darunter mit gleicher Neigung den Grödener Sandstein, welcher ganz concordant auf dem Thonglimmerschiefer liegt. Die Grenze ist auf eine Entfernung von zwei Schritten entblößt. Das SSO. Fallen des Thonglimmerschiefers hält an, wird allmählig steiler, bis derselbe wieder plötzlich abbricht und der ganze hohe Abhang nur von den dicken rothen Bänken von Grödener Sandstein und Conglomerat gebildet wird. Der Graben ist hier einige hundert Fuß tief eingeschnitten, beide Abhänge sind gut entblößt und der rothe Grödener Sandstein sticht in seiner Farbe und massigen Beschaffenheit so grell von dem grünlich-grauen Thonglimmerschiefer ab, daß man deutlich eine sehr auffallende tektonische Erscheinung beobachten kann. Durch eine Strecke von etwa 100 Schritten hin neigt sich nämlich

im unteren Theile des linken Gehänges der Thonglimmerschiefer $30-35^{\circ}$ S. bis SSO., während der knapp auf ihm liegende rothe Sandstein unter ähnlichem Winkel rein O. fällt. Die Neigung beider ist also fast um einen rechten Winkel verschieden, und man möchte um so mehr an ursprüngliche Discordanz der Lagerung glauben, als die groben Bänke des Sandsteins, in der Richtung des Streichens geschnitten, eine Anzahl von horizontal hinlaufenden Schichtfugen über dem geneigten Thonglimmerschiefer zeigen. Nichtsdestoweniger halte ich die Discordanz durch dieses vereinzelte Vorkommen nicht für erwiesen, sondern setze voraus, daß in diesem von zahlreichen Verwerfungen durchkreuzten Gebiete, ein locales Übergleiten der Massen die Veranlassung zu einer Erscheinung gegeben hat, welche sonst mit der an zahlreichen Punkten im Gailthale überhaupt, wie in dieser beschränkteren Umgebung von allen Beobachtern bestätigten vollkommen concordanten Auflagerung der rothen Sandsteine auf dem Schiefer in Widerspruch stehen würde.

Über große Blöcke des Grödener Sandsteins gelangt man endlich zu den in demselben betriebenen Brüchen, in welchen, genau wie in Süd-Tirol, auch Gestellsteine für die Schmelzwerke gewonnen werden. Der Sandstein ist hier 4—500 Fuß mächtig und enthält in den verschiedensten Horizonten Gerölle von Porphyry, von dunkelroth überrindetem Quarz, seltener auch von krystallinischen Schiefen.

Aus dem Graben gegen Labientschach (etwa gegen W.) aufsteigend, sieht man wieder den rothen Sandstein concordant auf dem Thonglimmerschiefer ruhend, welcher S. etwas in O. verflächt, wie in der Sohle des Grabens. Von hier aus die Straße gegen Bleyberg verfolgend, gelangt man plötzlich an das Gehänge des oberen Theiles des Windischen Grabens und zugleich an ein großes und schönes Profil, welches über die Reihenfolge der Ablagerungen kaum mehr einen Zweifel läßt. (Taf. I, Fig. 2.)

In der Mitte erscheint hier der Thonglimmerschiefer, steil gegen Süden geneigt; zur Rechten ist er vom rothen Grödener Sandstein überlagert, zur Linken sieht man ihn auf den Schichten der Steinkohlenformation ruhen.

Die den Schiefer zunächst unterteufenden Lagen haben eine ähnliche Zusammensetzung, sind jedoch derber; sie führen Quarzgänge von ganz gleicher Beschaffenheit wie jene im Thonglimmer-

schiefer. Erst etwas tiefer erscheint ein grünes, tuffähnliches Gestein in Begleitung einer anderen dunkelgrünen Felsart, dem sogenannten Diorit von Bleyberg. Diese letzteren Gesteine scheinen durch Übergänge verbunden zu sein. Unter ihnen lagert sofort in dicken Bänken das lichte Quarzconglomerat der Steinkohlenformation, wie es auch in Kerschdorf im Liegenden des Thonglimmerschiefers beobachtet wurde. Es ist von Sandsteinbänken begleitet und mit und unter denselben liegen milde schwarze Schiefer, an ihren Flächen mit feinen Glimmerschüppchen bedeckt. Die mächtigere untere Partie derselben führt verschiedene marine Fossilreste unter denen kleinere *Producten* und *Fenestella plebeja* die häufigsten sind; Spuren von Farrenwedeln und Calamiten sind ihnen beigemischt. Darunter folgen einige Bänke von schwarzem Kohlenkalk voll von *Productus giganteus*, Stielen von *Poteriocrinus* und *Cyathophyllum*, in Begleitung von einer sehr harten, dunkelgrünen Breccie; neuerdings folgt etwas schwarzer Schiefer und wieder schwarzer Kalkstein mit *Prod. giganteus* und *Poteriocrinus*. Diesen unterteuft bei ununterbrochenem Südfallen eine größere Masse jener grünen dioritischen Gesteine, welche an der Grenze gegen den Thonglimmerschiefer erwähnt worden sind und mit denselben erscheint die dunkle Breccie wieder, welche insbesondere dort ein auffallendes Aussehen gewinnt, wo in ihr schwarzgrünes Bindemittel zahlreiche Stücke von weißem körnigem Kalkstein eingeschlossen sind. Unterhalb der amerikanischen Schmelzhütte taucht unter derselben eine neue Bank von schwarzem Kalkstein hervor, welche unzählige und riesige Schalen von *Productus* mit Crinoidenstielen und *Cyathophyllum* enthält und von rosenrothen Gypsschnürchen durchzogen ist.

Nun legt sich eine ansehnliche Moräne quer über das Thal, man kann jedoch, gegen Kreuth fortgehend, noch im Wassergraben der Mühlbach'schen Hütte die südfallenden Bänke des Kohlenkalkes beobachten und zugleich wahrnehmen, daß durch diesen engen Graben ein Hauptbruch hinläuft, welcher den rothen Sandstein mit ganz verschiedenem Fallen in das Niveau des Kohlenkalkes herabbringt. Es ist wichtig zu bemerken, daß der rothe Sandstein dem Kohlenkalk weder angelagert ist, noch ihn irgendwo bedeckt; er stößt im Gegentheile mit einer sehr deutlichen Bruchlinie an ihm ab, ist weiterhin an der Wodlei'schen Hütte in größerem Maßstabe auf-

geschlossen, zeigt dort einige untergeordnete Verschiebungen und fällt endlich O. etwas in N.

In dieser Gegend ist der große Bleyberger Revierstollen angeschlagen. Weiterhin sind die Hangendschichten des Grödener Sandsteines gut aufgeschlossen, dabei jedoch allerdings gewunden und von mehreren Störungen durchschnitten. Sie bestehen, wie in unteren Theile des Nötschgrabens, aus wechselnden Bänken von mürbem, gelblichweißem und ebenflächigem Sandstein, von schwarzem Schiefer mit Glimmerschüppchen, blaugrauem thonigem Schiefer und derberen Bänken mit Wülsten an der Unterseite; nur in diesen letzteren trifft man auch hier die kleine gerippte *Myophoria*; undeutliche Abdrücke sogenannter Myaciten finden sich in allen Bänken. Der Sandstein ist gegen unten vorwaltend.

Über dieser Gruppe liegen verbogene Bänke von dünngeschichteter Rauchwacke und von glimmerigsandigem Schiefer, welcher bald schwarzgrau, bald roth und dann dem gewöhnlichen Werfener Schiefer der Nordalpen ähnlich ist. Endlich folgen viele Bänke von dünngeschichtetem dunkelgrauem Kalk, welcher an der Luft weißgelb verwittert und hoch oben noch glimmerig-schiefrige Zwischenmittel enthält. Gyps kömmt in Adern und Schnüren von den ersten dünnen Bänken von Rauchwacke bis in diese oberen Bänke vor. Die Masse des Dobracz baut sich darüber aus den höheren Gliedern der Triasformation auf.

Die Fossilien des Kohlenkalkes im Windischen Graben sind seit vielen Decennien bekannt und dieses Profil selbst ist in seinem oberen Theile zu wiederholten Malen beschrieben worden. Es genügt, hier an die Darstellungen desselben von Mohs aus dem Jahre 1807¹⁾, von L. v. Buch aus dem Jahre 1824²⁾ von Sedgwick und Murchison vom Jahre 1830³⁾ und jene von Foetterle aus dem Jahre 1856⁴⁾ zu erinnern. Das Alter der *Productus*-führenden Schichten ist von jeher richtig erkannt worden, Studer nannte schon im

1) Moll's Efemeriden, Bd. III, S. 161 u. folg.

2) Mineralog. Taschenb. f. 1824, 2. A bth. 424—431, dabei ein geologisches Kärtchen des Gailthales.

3) A Sketch of the Structure of the Eastern-Alps, Transact. Geol. Soc. 2. ser. III, p. 306, 307.

4) Jahrb. Geol. Reichsanst. VII. S. 373.

Jahre 1829 *Productus Martini* von hier ¹⁾) und auch den rothen Sandstein hat schon L. v. Buch jenem von Süd-Tirol gleichgestellt. Wenn die normale Lagerung des Thonglimmerschiefers zwischen beiden bisher unbeachtet blieb, kann das wohl nur dem Umstande zugeschrieben werden, daß seine petrographische Beschaffenheit auf jeden Besucher von vorneherein den Eindruck eines viel älteren Gebirges machte ²⁾). Nichtsdestoweniger hat es nicht an einigen scharfsinnigen Männern gefehlt, welche, mit den Verhältnissen in Süd-Tirol auf's genaueste bekannt, in der im Gailthale sich wiederholenden unmittelbaren Lagerung des rothen Sandsteins auf dem Thonglimmerschiefer nur die Fortsetzung der tirolischen Schichtenfolge sahen, so Wilh. Fuchs im Jahre 1846 ³⁾) und insbesondere Trinker im Jahre 1853 ⁴⁾).

Das Bild, welches mir von dem Baue dieser kleinen Ausbuchtung erwuchs, ist demnach beiläufig das Folgende.

Das ältere Gebirge bildet hier eine schalenförmige Scholle, deren Höhlung nach Süd gerichtet ist, während sie mit scharfem Bruche gegen Nord und Nord-Ost endet und gleichsam an das Triasgebirge angepreßt ist. Der Rand dieser Scholle läuft oberhalb Tratten und Kerschdorf hin, kömmt mit einer Beugung unter Kreuth in den Windischen Graben hinab und läuft durch den Wassergraben der Mühlbach'schen Hütte hin. Er wird auf dieser ganzen Strecke von der Steinkohlenformation gebildet. Dieser ist innerhalb der flachen Concavität der Schale der Thonglimmerschiefer aufgelagert, welcher identisch ist mit dem Casannaschiefer, auf ihm liegt in der Gegend von Labientschach der rothe Sandstein. — Nördlich von dem Bruche, welcher diese Scholle nach Nord begrenzt, kömmt unterhalb Kreuth derselbe rothe Sandstein als tiefstes Glied zum Vorschein und wird von der Trias überlagert.

Demnach würde nicht nur der rothe Sandstein des Gailthales übereinstimmen mit jenem von Süd-Tirol, sondern das Quecksilber läge bei Kerschdorf beiläufig im Horizonte des Vorkommens von Vallalta, der Schiefer des östlichen Gailthales wäre identisch mit

1) Mineral. Taschenb. f. 1829, S. 746.

2) Buch, Mohs, Studer und viele andere anerkannte Autoritäten haben ihn schlechtweg als „Glimmerschiefer“ bezeichnet.

3) Beiträge zur Lehre der Erzlagerstätten, S. 19, 20.

4) Petrogr. Erläuterungen, S. 66, Anmerkung.

jenem von Recoaro, Trient und Val-Sugana und dem Casanna-Schiefer in Graubünden, dieser wäre jünger als die Schichten der Steinkohlenformation bei Bleyberg und man hätte an keiner dieser letzteren Punkte eine Lücke in den Ablagerungen zwischen Casanna-Schiefer und Verrucano anzunehmen.

Daß diese Anschauungsweise von der Lagerung des Thonglimmerschiefers bei Bleyberg die richtige sei, ergibt sich noch aus einem anderen Umstande.

Schon Rosthorn erwähnte zwei Vorkommnisse von Zinnober am jenseitigen, nördlichen, der Mittelzone zugekehrten Abhange des Triasgebirges von Bleyberg, und zwar bei Paternion und bei Dellach im Drauthale ¹⁾. Hr. Gröger hat den Punkt bei Paternion (im Buchholzgraben bei Stockenboj) aufgesucht; er fand, einer freundlichen Mittheilung zufolge, hier eine concordant nach Süden, also von der Mittelzone der Alpen wegfallende Schichtenreihe, welche oben aus den mächtigen Massen der Triasformation, darunter aus dem hier sehr mächtigen rothen Grödener Sandstein und unter diesem aus dem Thonglimmerschiefer besteht. Knapp unter dem rothen Sandstein befinden sich im obersten Theile des Thonglimmerschiefers, die Zinnoberlager, deren bisher vier bekannt sind.

Der Zinnober bei Stockenboj liegt also im Horizonte des Schurfes bei Kerschdorf und sind wohl beide Vorkommnisse als vollkommen übereinstimmend anzusehen, die Zone von Kalkstein aber, welche nach den Aufnahmen unserer Reichsgeologen mit südwestlichem Fallen von Lind bis gegen Paternion hinzieht, wird der Steinkohlenformation zufallen müssen.

3. Abschnitt.

Östliches Kärnten. Vellach-Thal. Unter-Steiermark.

Das östliche Stück der großen, quer durch Kärnten ziehenden parallelen Gesteinszonen entspricht dem westlichen nicht nur in so ferne, als auf eine Kette von mesozoischen Kalkgebirgen ein Streifen von Schiefer und auf diesen eine aus paläozoischen Ablagerungen aufgebaute Kette folgt, sondern es stellt sich auch eine Reihe von

¹⁾ Rosthorn u. Canaval, Mineral. Kärnten's, S. 59, 61.

Zinnobervorkommissen ein, welche innerhalb des Schieferstreifens, nach einigen Angaben auch innerhalb des rothen Sandsteines, aus der Gegend von Zell im Winkel über Kappel und das Loppeinthal bis Jaworie östlich von Schwarzenbach, also bis knapp an die Ostgrenze des Landes sich hinziehen und an mehreren Punkten Veranlassung zu bergmännischen Arbeiten gegeben haben. Ein wesentlicher Unterschied gegenüber dem Westen liegt dagegen in dem Auftreten von granitischen und syenitischen Gesteinen innerhalb der Schieferzone. Rosthorn hat diese Gesteine sammt dem Schiefer selbst stets von jenen der Mittelzone abgetrennt, wie ich bereits erwähnt habe; Lipold hat die Schiefer als jüngere metamorphische Gebilde angesehen; die Hypothese, daß hier ein Festland der paläozoischen Zeit bestanden habe, deren Unhaltbarkeit in Bezug auf das Gailthal nach den eben angeführten Thatsachen wohl zugegeben werden wird, ist in Bezug auf dieses östliche Stück der Kette niemals auch nur angeregt worden, obwohl die Erscheinung, auf welche hin sie gegründet wurde, nämlich ein Streifen von Schiefer auf den im Norden Triasgebilde, im Süden paläozoische Berge folgen, hier in derselben Weise vorhanden ist wie dort. Die zahlreichen und mit großer Mühe von Lipold aufgenommenen Profile¹⁾ sind dagegen unter der Voraussetzung entworfen, daß die Massengesteine des Thonglimmerschiefers, wie z. B. die Granite, als eruptive Gesteine einen wesentlichen Einfluß auf die Erhebung des Gebirges selbst ausgeübt hätten. Ich habe mich von der Richtigkeit einer solchen Annahme nicht überzeugen können, sondern habe nur Deckenstücke, d. h. Lagermassen gefunden, deren Rolle bei der Erhebung des Gebirges wohl eine ganz eben so passive war, als jene der Porphydecken Süd-Tirols oder des Granites der Cima d'Asta.

Das schönste und vollständigste Profil, welches ich hier kennen gelernt habe, ist im Vellachthale bei Kappel vorhanden und läuft quer auf das Streichen, fast rein nordsüdlich. Die Stelle ist dieselbe, auf welche sich die trefflichen älteren Untersuchungen von Studer²⁾ und Boué³⁾, und zum Theile auch die späteren Angaben von Scheuchenstuel⁴⁾ beziehen.

¹⁾ Jahrb. VII, 1856. Erläuterung geol. Durchschnitte aus d. östl. Kärnten. S. 332—346.

²⁾ Zeitschr. f. Mineralogie, 1829, II, S. 738—750.

³⁾ Mém. de la Soc. géol. 1835, II, p. 61—72.

⁴⁾ Schrift. d. k. russ. Gesellsch. f. Mineralogie, 1842, I. Bd., 2. Abth. S. 231—238.

Kappel liegt knapp südlich von den weißen Felswänden der Trias. Schon wenn man, vom Norden her sich dem Orte nähernd, durch die Schlucht geht, welche die Vellach durch das Triasgebirge entweichen läßt, sieht man zu seiner Rechten (gegen Westen), wo die Masse des Trobenfelsens in jähren Wänden abstürzt, die Schichten der Trias senkrecht stehen, zum Beweise, daß diese ganze, mächtige Masse sich in einer höchst abnormen Lage befindet. Noch mehr staunt man zu gewahren, daß gegen Kappel, also gegen den Casanna-schiefer hin, sich in der Trias anstatt des erwarteten Verflächens nach Norden eine immer flachere Neigung nach Süd, also unter den Schiefer hin, einstellt. Große Schichtflächen von Triaskalk sind insbesondere über der Cementfabrik entblößt und eine weite, steil nach Süd einschliessende Platte ist an ihrer oberen Kante mit einem alten Thurme gekrönt. Wo das Thal sich erweitert kömmt das Triasgebirge an der Westseite desselben in Gestalt von mehreren Hügeln zu demselben herab, welche den südlichen Fuß des Trobenfelsens bilden und welche ohne Ausuahme das südliche Verflächten zeigen. Es ist zunächst dünngeschichteter, schwarzbrauner, bituminöser Kalkstein entblößt, ausgezeichnet durch große Knoten auf den Schichtflächen; er fällt noch $60-70^\circ$ südlich, sehr wenig in Ost. Die nächstfolgende, niedrigere Hügelreihe besteht aus wohlgeschichtetem graubraunem Dolomit, welcher unter etwa 55° nach derselben Richtung geneigt ist. Er bildet breite Flächen und an dem Hammerwerke am Ebriachbache erscheint über diesem Dolomit eine geringe Spur von braunem, rauhfächigem Kalkschiefer mit verkohlten Pflanzenstielen. Nun folgt roth und grün geflammer Schiefer, der schon dem Werfener Schiefer angehört, ebenfalls südlich fällt und folglich von der gesammten vorderen Hälfte des Trobenfelsens unterteuft wird. Es kann kein Zweifel darüber sein, daß die ganze mächtige Masse übergebogen, daß also die entblößte Schichtenreihe die verkehrte ist und ich will sofort hinzufügen, daß diese Umbeugung mit beständiger Neigung nach Süden durch das ganze Profil bis zur Steinkohlenformation anhält. Indem ich also die Ablagerungen in der Stellung beschreibe, in welcher ich sie in der Natur angetroffen habe, erscheinen durchwegs die jüngeren Bildungen unter den älteren.

Der rothe und grüne ebenflächige Schiefer an der Ebriach, welche von West in die Villach mündet, zeigt da und dort Anflüge von Malachit. Die Villach hat unweit von dem erwähnten Hammer-

werke ein Stück des Abhanges fortgerissen und man kann Schritt für Schritt die weitere Folge beobachten. Das Fallen ist durchgängig etwa 30° südlich. Der rothe und grüne Schiefer unterteuft eine größere Anzahl von rothen, schiefrigen und glimmerigen Lagen vom Aussehen des gewöhnlichen Werfener Schiefers, welche gegen oben mit bläulichgrauem, blätterigem und glimmerfreiem Schiefer wechseln, wie er bei Nötsch beschrieben worden ist. Es folgt ein klein wenig schwarzer Schiefer mit kleinen Glimmerblättchen auf den Flächen und der Spur einer gestreiften Muschel (*Avicula Venetiana?*), einige Lagen von gelber, bestaubter Rauchwacke mit Quarzauskleidungen in den Hohlräumen und vom Aussehen der Zechsteindolomite, welche innig verbunden scheinen mit den nächst höheren Lagen von hartem weißgrauem Kalkstein mit grünen Fasern, die hier wegen der Umstürzung des Gebirges auf ihren oberen Flächen mit Wülsten bedeckt sind (statt auf ihren unteren) und den mit Wülsten bedeckten derberen Lagen des Nötschgrabens und Windischen Grabens entsprechen¹⁾). Diese gesammte Schichtfolge von dem rothen glimmerigen Schiefer an ist hier nur wenige Klafter mächtig.

Auf dieser schon im unteren Gailthale geschilderten Serie von Schichten liegt der rothe Grödener Sandstein. Er mißt nur wenige Fuß, ist jedoch durch seine grelle Färbung, sein grobes Gefüge und die zahlreichen Gerölle von Quarz, welche er enthält, auch aus einiger Entfernung schon zu erkennen; er ist von Gypsschnüren durchzogen und soll Gyps aus demselben an dieser Stelle gewonnen worden sein. Das Hangende des rothen Sandsteins bildet ein dunkelgrünes aphanitisches Gestein, nach allen Richtungen von Serpentinadern durchzogen und von zahlreichen Klüften durchkreuzt, welche zum Theile mit Asbest besetzt sind. Stellenweise sieht man nur Serpentin. Gegen oben verlieren sich die Serpentinadern und das aphanitische Gestein zeigt zahlreiche Schüppchen von grünem Talk, auffallend erinnernd an die grünen Talkschüppchen in dem zinnerführenden Kalkstein bei Kerschdorf. Noch etwas höher wird die Färbung des Gesteins etwas lichter und

1) Solche Wülste kennt man an vielen Orten im tieferen Theile der Werfener Schiefer. Lipold vergleicht sie in Ober-Krain mit *Rhizocorallium* (Jahrb. 1857. VIII, S. 213); Stur erwähnt sie im oberen Gailthale (e. d. 1856, VI, S. 417); Curioni in der Val Camonica (Sulla Success. norm. etc. 4^o, 1855, p. 10) u. s. w.

liegen viele Brocken von zerfressenen Quarzgängen herum, ganz ähnlich jenen, die man z. B. in dem Gebiete des sogenannten Grauwackenschiefers von Reichenau bei Gloggnitz antrifft. Weiterhin nimmt die Felsart wieder mehr den Charakter eines dunklen Serpentins an und wechselt mit purpurrothen Schichten.

Im Hangenden dieser lehrreichen Entblößung und ganz in ihrer Nähe soll vor Zeiten ein Schurf auf Zinnober bestanden haben. In der Fortsetzung der Streichungslinie und in demselben dunkelgrünen Gesteine ist am jenseitigen Thalgehänge „an der Brekarca“ über dem Mauthhause von Kappel ein größerer, aufgelassener Bau auf Quecksilber sichtbar und in weiterer Fortsetzung gegen Osten bis in das Loppeinthal hin sind noch mehrere ähnliche Baue zu sehen; selbst der entferntere Fund im Jaworiethale, bildet, wie bereits erwähnt wurde, nur eine Fortsetzung dieser Vorkommnisse, welche gegen Westen über Zell im Winkel mit jenen bei Nötsch in Verbindung stehen werden.

Das Profil setzt sich am deutlichsten an dieser, der rechten Seite des Vellachthales fort. Viel purpurrother Schiefer liegt hier am Gehänge herum und scheint mehrfach dem grünen aphanitischen Gesteine eingelagert; er ist verschieden von den rothen Schiefeln der Triasformation. Die Felsart geht endlich in dunkelgrünen Schiefer mit zahlreichen Talkschuppen über, auf welchen an der Mündung des Loppeinthales ein gelber und röthlicher, sehr zersetzter Granitit folgt¹⁾. Dieser bildet einen Rücken, an dessen jenseitigem, südlichem Fuße eine sehr kleine Lage von röthlichem Schiefer und schiefrigem Kalk mitten durch den Granitit zu streichen scheint; leider ist sie nur sehr wenig aufgeschlossen. Auf den Granitit folgt eine ziemlich mächtige Lagermasse von dunklerem hornblendereichem Syenit, von dioritischem Aussehen, da und dort von Gängen oder kleinen Lagern von einem lichten Syenit durchzogen; stellenweise ist es ganz dichter Hornblendefels. Nach diesem steht in geringer Stärke ein schöner Syenitporphyr von lichter Farbe an, welcher zweierlei Feldspathe enthält, deren einer die Umrandung des anderen bildet und in welchem man ferner kurze Säulen

1) Prof. Peters findet dieses Gestein übereinstimmend mit jenem, welches er vor kurzem aus mehreren Theilen der Dobrudscha beschrieben hat, wo Granitit in Verbindung mit Phylliten und Quarziten unter Verhältnissen erscheint, welche in der That jenen des östlichen Kärntens außerordentlich ähnlich zu sein scheinen.

von Hornblende und eingewachsene graue Quarzkrystalle sieht¹⁾. Neuerdings folgt ein Gestein, welches dem Granitit des Loppeinthales vollkommen gleicht, aber nur unbedeutende Mächtigkeit erlangt, und auf dieses wieder eine Masse des dunklen, dioritähnlichen Syenites. Die meisten dieser wenig mächtigen Lagen, insbesondere der schöne Syenitporphyr, lassen sich weithin durch das obere Mißthal gegen den Ouschowa-Paß verfolgen.

Hiemit ist das Profil an der Mündung des bedeutenden, von Ost kommenden Remscheniggrabens angelangt, die von einer Schuttmasse zum großen Theile verlegt ist, welche, einer Moräne nicht unähnlich, sich quer über dieselbe legt. Der Remscheniggraben zeigt in seinem tieferen Theile, insbesondere in der Nähe der Sägemühle feinblättrigen gefalteten Thonschiefer, welcher west-nord-westlich

¹⁾ Prof. v. Hochstetter hat diesen Syenit-Porphyr genauer untersucht; ich glaube die mir freundlichst mitgetheilte Note wörtlich wiedergeben zu sollen: „Es ist dies ein Syenitporphyr, jedoch nicht in dem Sinne, welchen Gust. Rose mit diesen Namen verbindet, indem er denselben auf die quarzfreien Felsitporphyre anwendet, sondern als ein hornblendhaltiger Granitporphyr. In einer feinkörnigen, aus Quarz, Feldspath, schwarzem Glimmer und Hornblende gemengten Grundmaße liegen größere Krystallausscheidungen derselben Gemengtheile, Quarz in grauen Körnern und abgerundeten, aber doch ganz deutlichen Doppelpyramiden bis zu fünf Linien Durchmesser, und zweierlei Feldspath. Die größeren Krystalle, bis zu acht Linien lang, bestehen aus blaßfleischfarbigem Orthoklas, der ziemlich frisch ist und deutlich spiegelnde Blätterbrüche hat. Diese Orthoklaskrystalle sind ohne Ausnahme eingefaßt oder überzogen mit einer $\frac{1}{2}$ Linie starken Rinde eines schneeweißen triklinischen Feldspathes, der auf seiner Hauptspaltungsfäche deutliche Zwillingstreifung zeigt und dessen Masse nicht scharf abgegrenzt ist von der Orthoklasmasse. Dieser schneeweiße triklinische Feldspath kommt überdies in kleineren und größeren ziemlich frischen Krystallen von tafelförmiger Gestalt in der Grundmasse selbständig ausgeschieden vor; diese werden bis zwei Linien dick und fünf Linien lang. Die Hornblende ist bräunlichschwarz und erscheint in kurzsäulenförmigen Krystallen bis zu einer Länge von vier Linien bis zwei Linien Dicke: sie hat matte, zum Fasrigen neigende Spaltungsfächen. Der schwarze Magnesiaglimmer endlich zeigt kleine, sechsseitig begrenzte Blättchen oder kurze Säulen bis zu einer Linie Durchmesser. Andere Gemengtheile konnte ich in dem mir übergebenen Handstücke nicht auffinden. Der Menge nach vorherrschend sind die Feldspathe, dann folgt der Quarz, dann die Hornblende, endlich der Glimmer. Ich bemerke nur noch, daß ich ähnliche Syenitporphyre in Böhmen als Gangmasse im Gneißgebirge bei Wollin beobachtet habe“. — Dieses eigenthümliche Gestein hat schon vor langer Zeit die Aufmerksamkeit erst Haquet's dann Studer's auf sich gezogen (Jahrb. f. Mineral. 1829, II. 742).

streicht, sehr steil süd-süd-westlich geneigt ist und welcher hier den größten Theil des Casanna-Schiefers ausmacht. Zahlreiche Blöcke von hornblendereichem Syenit liegen an derselben Stelle in der Thalsohle, welche, wie es scheint, die Grenze zwischen Syenit und Casanna-schiefer bezeichnet. — Die dem Streichen des Casannaschiefers entsprechende Stelle des Vellachthales zeigt fast allenthalben nur flache und überwachsene Gehänge; an einzelnen Stellen, wie z. B. über dem Gehöfte des Bauers Bertel, wird das Gestein sichtbar; an diesem Punkte ist der Schiefer klüftig, nicht gefältelt, der Glimmer nur in sehr kleinen weißen Schüppchen ausgeschieden.

Das Thal verengt sich plötzlich; von den sanften Gehängen des Schiefers trennen sich scharf die ersten Lagen einer ziemlich mächtigen Masse von lichten Dolomit- und Kalkablagerungen, welche nun folgt. Zunächst setzt mit nordwestlichem Streichen ein Riff von bläulichem, splittrigem Dolomit quer über das Thal, auf dieses folgt eine leichte Senkung des Bodens, welche bedeckt ist, auf welcher jedoch viele Trümmer von weißem Kalkstein herumliegen, der durch eingeschaltete schwarze Thonfasern gleichsam marmorirt aussieht und dem „Schnürkalk“ der steierischen Eisenlager ähnlich wird; dann ist am linken Ufer eine größere Wand von geschichtetem, dolomitischem Kalkstein entblößt, welche deutlich die knieförmige Beugung der Schichten zeigt. Im oberen Theile neigen sich dieselben südlich, entsprechend den bisher angeführten Schichtengruppen, am Fuße der Wand aber fallen sie nördlich. An beiden Gehängen kömmt nun, unmittelbar vor dem ersten Hammerwerke, weicher, schwarzer Thonschiefer mit vielen sehr kleinen weissen Glimmerschüppchen zu Tage, welcher zahlreiche Versteinerungen der Kohlenformation, und zwar sowohl Meeresthiere (*Productus* und andere Brachiopoden, zahlreiche *Fenestellen* u. s. w.) als auch einzelne Bruchstücke von Landpflanzen enthält. Er entspricht ganz und gar dem Thonschiefer, welcher im Windischen Graben dieselben Versteinerungen führt; im Bachbette unter dem Hammerwerke wiederholt er die knieförmige Beugung der vorhergehenden Kalkmassen; seine Mächtigkeit ist nicht bedeutend. Er steht zugleich in inniger Verbindung mit dem zunächst folgenden Complex von lichtem dünnplattigem Quarzsandstein und Bänken von weißem Quarzconglomerat, welche letztere, über dem Hammerwerke sehr schön entblößt, wie die Schiefer oben steil südlich, dann nach erfolgter Umbeugung im Bachbette nördlich fallen, dabei mehrere

untergeordnete Falten bildend ¹⁾. Unmittelbar auf das Quarzconglomerat folgt eine erste, einen Riff quer über das Thal bildende Masse von dunkelgrauem Kohlenkalkstein mit zahlreichen Auswitterungen von *Poteriocrinus*-Stielen und Brachiopodenschalen. Einzelne Schichten desselben sind mit kleinen röhrenförmigen Vertiefungen bedeckt, welche schon Boué aufgefallen waren und welche man auch im Quarzsandstein und im vorhergehenden schwarzen Thonschiefer sehen kann.

Über den ersten, nicht mächtigen Bänken von Kohlenkalk folgt erst eine nochmalige Einschaltung von lichtem, dünnplattigem, hier etwas glimmerigem Quarzsandstein, dann endlich die Hauptmasse des dunkelgrauen Kohlenkalkes bei dem zweiten Hammerwerke.

Selbst wenn die knieförmige Beugung der tieferen Lagen dieses Profiles nicht sichtbar wäre, dürfte es wohl kaum eines weiteren Beweises für die Behauptung bedürfen, daß diese gesammte Schichtenfolge mit Inbegriff der Trias überstürzt sei, und zwar wie es scheint, durch eine Kraft, welche nicht aus der Richtung der Mittelzone gewirkt hat, vielleicht durch Senkung.

Die normale Schichtenfolge ist daher im Vellachthale: Kalk, Quarzconglomerat, Sandstein und Schiefer der Steinkohlenformation, über diesem eine Masse von lichtem Kalk und Dolomit, dann der Casannaschiefer, in dessen Hangendem Syenitporphyr, Syenit und Granitlager erscheinen, dann grüne Wacke mit Talkschüppchen und Quecksilber, gegen oben Serpentin, ein Complex, welcher ohne Zweifel dem Quecksilber-führenden Kalk mit Talkschüppchen bei Nötsch und dem Talkschiefer mit Quecksilber von Vall'alta entspricht; endlich folgt auf diesem, wie allenthalben, der rothe Grödener Sandstein, welcher die Unterlage der Trias ausmacht. —

Wenn man den Remscheniggraben aufwärts und über den Ouschowa-Paß, dann durch das obere Mißthal über Koprein nach Schwarzenbach geht, überzeugt man sich leicht davon, daß außer der Gruppe von granitischen und syenitischen Gesteinen, welche im Hangenden des Casanna-Schiefers erwähnt worden sind, ein zweites, tieferes und dem Liegenden des Schiefers angehöriges Lager von Massengestein vorhanden ist, welches aus einer weißen, dem

1) Es sind dieselben, deren Ähnlichkeit mit dem Pudding von Valorsine Studer vor vierzig Jahren bemerkte.

Tonalit sehr nahe stehenden Felsart¹⁾ besteht, die vorläufig als Tonalitgneiß bezeichnet werden mag, welches sich jedoch gegen Westen auskeilt und die Profillinie der Vellach nicht erreicht. Lipo ld hat diesen „Zug“ ganz richtig erkannt und auf den Aufnahmskarten als „Gneiß“ ausgeschieden²⁾. Fast der ganze Weg von der Mündung des Remscheniggrabens bis Schwarzenbach, liegt in dem Streichen der Abtheilung des Casanna-Schiefers, welche zwischen dem Granitit und Syenit von Kappel einerseits und dem Tonalitgneiß andererseits liegt. (Taf. II, Fig. 2). Gegen Ost, in der Umgebung von Koprein, wo die Umbeugung der Schichten in eine verticale Aufrichtung derselben übergegangen ist, treten diese verschiedenartigen Felsarten in sehr auffallender Weise hervor. Knapp an den weißen südlichen Abstürzen der Triaskalksteine der Petzen laufen als eine schwarze, zackige Mauer Granitit und Syenit hin, einem riesigen Gange wohl vergleichbar. Die Thalsohle besteht zum großen Theile aus großflasrigem Casannaschiefer, von dem man übrigens auch große eckige Scherben in den granitischen Teig eingebettet sehen kann. Den südlichen, rechten Abhang bildet meistens der Tonalitgneiß.

Bei dieser allgemeinen Beständigkeit des Streichens ist es um so auffallender, daß auf der Höhe des Ouschowa-Passes eine scheinbare Anomalie eintritt. Nachdem man von Ost über Tonalitgneiß aufwärts gestiegen ist, sieht man nicht nur zur Rechten in geringer Entfernung die Kuppen der Triaskette sich erheben, sondern auch zur Linken (gegen Süd) erhebt sich eine öde und zerrissene Masse von lichtigem, theilweise dolomitischem Kalkstein, geschichtet und äußerlich dem Plattenkalke durchaus ähnlich; sie bildet die Käme der Ouschowa und des Liepi-Vrh und fällt südlich gegen Sulzbach ab. Lipo ld fand in derselben große Muschelquerschnitte, welche er für die Dachsteinhivalve hielt³⁾ und ich selbst habe dort ähnliche Reste gefunden.

1) Indem ich dieses Gestein dem Tonalit vergleiche, berufe ich mich zugleich auf die Autorität der Herren Hochstetter u. Peters. Es unterscheidet sich, wie es scheint, nur durch eine Anlage zur Parallelstructur. Studer nannte es Hornblende-Gneiss.

2) Auch im Jahrb. 1856, VII. Verh. S. 365 erwähnt.

3) Jahrb. 1857, VIII, S. 439.

Die Ähnlichkeit mit dem Plattenkalke ist wie gesagt, eine außerordentliche, aber trotz derselben und trotz der Querschnitte großer Bivalven kann kaum ein Zweifel darüber obwalten, daß diese Masse die Fortsetzung des lichten, geschichteten und theilweise dolomitischen Kalksteins sei, welcher an der Vellach in ansehnlicher Mächtigkeit zwischen dem Casanna-Schiefer und den petrefactenführenden Lagen der Steinkohlenformation liegt.

Die Kenntniss von der Lagerung dieser lichten Dolomit- und Kalksteinmasse erleichtert außerordentlich das Verständniß des Baues der gegen Süd und gegen Südost folgenden Gebirge, wo man an zahlreichen Stellen, insbesondere in Krain und in Süd-Steiermark lichten Kalkstein mit großen Bivalvenquerschnitten in unmittelbarer Auflagerung über den Conglomeraten und Schiefern der Steinkohlenformation getroffen hat. In den Karawanken schwillt diese Masse zu bedeutender Mächtigkeit an, während, wie es scheint, der Casanna-Schiefer im Hangenden ganz verschwindet. Hier ist sie zuerst von Foetterle und Peters als „oberer Kohlenkalk“ ausgeschieden worden, während man die bivalvenführenden Partien als isolirte Flecken von Dachsteinkalk ansah. —

Der kärntnerische Schieferzug stellt sich demnach vom Gailthale bis an die Ostgrenze des Landes als das Streichungsgebiet eines der Schichtenfolge des Gebirges normal eingefügten Gliedes dar, welches, aus den Gesteinen des Casannaschiefers bestehend, Lagermassen von Granitit, Syenit, Syenitporphyr und Tonalitgneiß umfaßt, in seinen hangenden Theilen den durch seinen Talkgehalt ausgezeichneten Horizont der Quecksilbervorkommnisse darstellt, dabei gegen Nord von den jüngeren Ablagerungen, und zwar zunächst vom Grödener Sandstein, dann von der Trias, gegen Süd aber zuerst vom weißen oberen Kohlenkalk, dann von den versteinungsreichen Schiefern und den weißen Conglomeraten der Steinkohlenformation, endlich vom unteren Kohlenkalk begleitet ist.

Jenseits der östlichen Grenze Kärntens ändern sich diese Verhältnisse.

Die nördlich vorliegende mesozoische Kette der Petzen, der Oisterza und des Ursulaberges endet südlich von Windischgratz und der Schieferzug tritt in unmittelbare Verbindung mit dem ausgedehnten Schiefergebirge, welches von Klagenfurt und Bleyberg her die Mittelzone der Alpen begleitet. Hier taucht die große Granitmasse

des Bachergebirges auf. Rolle hat die ausführlichste Beschreibung dieses Gebirges gegeben¹⁾. Es geht aus derselben hervor, daß nördlich vom Bacher, zwischen diesem und der Centralmasse der Kor- und Sau-Alpe, die Höhen des Poßruck- und des Remscheniggebirges aus den untersten Gliedern der Trias, aus grünem und grauem Schiefer, und unter diesen aus erzführendem Glimmerschiefer bestehen, in welchem auf Bleiglanz und Kupfer gebaut wird. Ich kann hinzufügen, daß es der typische Grödener Sandstein ist, welcher in der Nähe der Eisenbahnstation Wuchern diese Schiefer überlagert²⁾. Ein Theil derselben gehört somit gewiß der Fortsetzung der Schiefer des Vellach- und des Mißthales und zugleich jener Schieferzone an, in welcher im Westen, bei Stockenboj, auf Quecksilber gebaut wird, an. Nun ist der Granit des Bacher verschieden von den Gesteinen der Mittelzone, wie dies Stur neuerdings bestätigt hat³⁾ und schließen sich die schieferigen Gesteine an denselben, ohne eine nachweisbare Einschaltung der Steinkohlenformation oder anderer paläozoischer Schichten, so wie der erzführende Schiefer im Val-Sugana sich an den Granit der Asta-Masse schmiegt.

Es fehlt mir jedoch an hinreichender persönlicher Anschauung in diesem Gebiete, um sagen zu können, ob eine solche Gleichstellung der Granite, der Asta und des Bachers wirklich zulässig ist.

Südlich vom Bachergebirge setzen sich die unter dem Casanna-schiefer liegenden Schichten und insbesondere die Steinkohlenformation in fast ununterbrochener Weise fort, ohne am Granit des Bachers bekannt zu sein. Spatheisensteinlager gesellen sich zu diesen älteren Schichten und haben unter dem Namen der Weitensteiner Eisenvorkommnisse Gelegenheit zu mancherlei Discussionen gegeben⁴⁾. Schon von einem Punkte, welcher ohne Zweifel dem nur durch eine kurze Strecke von den jüngeren vulcanischen Gesteinen des

1) Jahrb. 1857, VIII, S. 266 u. folg.

2) Studer hat vor sehr langer Zeit die rothen Gesteine von Grifen (NO. von Völkermarkt) den talkhaltigen Conglomeraten der östlichen Schweiz gleichgestellt. (Min. Taschenbuch, 1829, S. 733).

3) Jahrb. 1864, XIV, S. 439.

4) Morlot, Ber. d. Freunde d. Naturw. 1849, V, S. 177; Rolle Jahrb. 1857, VIII, S. 427; Zollikofer eb. das. 1859, X, S. 206; Stur, eb. das. 1764, XIV, S. 439 u. an anderen Orten.

Smrekouz unterbrochenen Zuge von Kohlenkalk angehört, welcher an der Vellach beschrieben wurde, nämlich von Schönstein, geht, wie Stur gezeigt hat, der Zug dieser Weitensteiner Eisenvorkommnisse aus und quert OSO. streichend, das südliche Steiermark. Bei Weitenstein selbst führt der Kalkstein *Productus cora* ¹⁾ und die begleitenden Quarzsandsteine und Quarzconglomerate enthalten kleine Kohlenflötchen. An der Gonobitzer Gora setzt sich dieser Zug fort ²⁾ und erreicht endlich die kroatische Grenze.

Im Süden von diesem Zuge taucht noch an mehreren Punkten, wie z. B. an den Gehängen des Rudenza-Berges bei Windisch Landsberg, Spatheisenstein, Quarzconglomerat und Kohlenkalk hervor. Ein großer Theil der lichten Kalksteine und Dolomite, deren Einlagerung in die älteren Schiefer in Süd-Steiermark man durch ein verwickeltes System von Verwerfungen und Überschiebungen zu erklären versucht hat ³⁾ dürfte dem oberen Kohlenkalke zufallen.

4. Abschnitt.

Rude bei Szamobor. — Tergove.

Gegen Südost nimmt der Reichthum der süd-steirischen Spatheisensteinlager zu. Sie erlangen in den benachbarten Theilen Kroatiens und der Militärgrenze eine viel größere Bedeutung; sie wiederholen sich mehrfach über einander innerhalb der unter dem Grödener Sandstein liegenden Schiefer, und sind in den meisten Fällen von Kupferkiesen im Hangenden oder im Liegenden begleitet.

Das merkwürdige Land, aus welchem ich jetzt einige Beobachtungen anzuführen habe, nämlich der südwestliche Theil Kroatiens sammt dem Gebiete der Banal-Grenz-Regimenter, ist in Bezug auf die allgemeinen Grundzüge seines geologischen Baues erst im Laufe der letzten Jahre durch Stur genauer bekannt geworden ⁴⁾, und wer in demselben gereist ist, wird dankbar die Aufopferung und die

¹⁾ Rolle, Jahrb. 1857, VIII, S. 429.

²⁾ Zollikofer, Jahrb. 1859, X, S. 207.

³⁾ z. B. Zollikofer, Jahrb. 1859, X, S. 164, Fig. 2.

⁴⁾ Jahrb. XIII, 1863, S. 485—523.

Ausdauer anerkennen, welche erforderlich waren, um unter den herrschenden Verhältnissen zu einer so klaren Übersicht auch der entlegensten Theile dieses Gebietes zu gelangen.

Das Bergland südlich von der Save besteht aus einer von Westen, aus dem Gebiete des Karstes, herüberreichenden Decke von Ablagerungen der Kreideformation, insbesondere Caprotinenkalk, aus welcher an vielen Stellen die Trias hervorragt, als deren Unterlage die älteren, sogenannten „Gailthaler-Schichten“ sammt den Erzlagern erscheinen.

Im westlichen Theile dieses weiten Gebietes wurde zuerst durch Foetterle im Jahre 1855 ¹⁾ näherer Aufschluß über die ältesten Gebirgsglieder gegeben. Diese fallen der Steinkohlenformation zu, wie durch die Auffindung bezeichnender Versteinerungen (*Productus*, *Orthis* u. s. w.) bei Mrzla Wodica (O. von Fiume) gezeigt wurde; im Sandsteine bei Fucine (S. von Mrzla Wodica) fand Foetterle Pflanzenabdrücke. Rother Sandstein und Dolomit überlagern das ältere Gebirge, in dessen oberstem Theile, nahe unter dem rothen Sandstein, die Schiefer auf eine längere Strecke hin Einlagerungen von Brauneisenstein umfassen. — Nördlich von diesen Punkten, bei Trstje südlich von Csubar (SW. von Gotschee) fand Foetterle Zinnober. Nach seinen gütigen Mittheilungen findet sich derselbe hier in der Gestalt von linsen- bis erbsengroßen Körnern, welche in abgerolltem Zustande in einem fast graubraunem Sandstein enthalten sind, welcher dem unteren Theile der Werfener Schichten zugezählt wird.

Ähnlich verhält es sich mit der Gliederung des Gebirges weiter im Norden und im Osten.

Wenn man von der durch ihren Reichthum an fossilen Fischen bekannten Eisenbahnstation Pod-Sused, westlich von Agram, gegen Süd quer über das Savethal nach Szamobor fährt, wird man durch die sanften und gestreckten Formen der Vorhügel, an deren Fuß und Abhängen das Städtchen liegt, unwillkürlich an die tertiären Umsäumungen der Gegend von Wien erinnert. Es ist jedoch weißer, bröcklicher Dolomit, welcher, zu runden Umrissen abgewittert, an dieser Stelle den Rand des Gebirges ausmacht. Im Orte Szamobor selbst ist er an einer Stelle deutlich geschichtet und fällt nach Süd.

¹⁾ Jahrb. VI, S. 417.

Das hier mündende Thal ist ebenfalls in diesen Dolomit eingeschnitten und erst nach etwa anderthalbstündiger Wanderung erreicht man die ersten Spuren der älteren Schiefer, nicht lange darauf den Bergort Rude. Vukotinovič¹⁾ und Stur²⁾ haben Beschreibungen der Erzlagerstätte von Rude veröffentlicht. Man besitzt ferner eine ausführliche, schon aus dem Jahre 1815 stammende Darstellung von Lemaire³⁾. Als ich den Ort im Herbste 1867 besuchte, fand ich das Werk aufgelassen und die Anlagen im Verfall.

Die Spitze des Dreifaltigkeits-Berges, welcher sich an der linken Seite über der Ortschaft Rude erhebt, stellt sich vom Thale und insbesondere vom jenseitigen Gehänge aus als eine kegelförmige Masse von lichtem Dolomit dar, welche von einem grellrothen Saume umgürtet und von dem dunkleren und sanfteren Gehänge des tieferen Theiles des Berges abgegrenzt ist. Es ist dies wirklich Trias-Dolomit, dessen unterer Theil nicht sichtbar ist; der rothe Saum besteht aus Gröden Sandstein, welcher, an einer Fahrstraße in etwas größerem Maße aufgeschlossen, ganz wie im Vellachthale nach allen Richtungen von Gyps durchdrungen ist. Unter dem rothen Sandstein scheint eine wenig aufgeschlossene und minder mächtige Lage von milderen, schwarzem Thonschiefer mit zahlreichen Glimmerschüppchen zu folgen und unter dieser befindet sich, in der Nähe der Dreifaltigkeits-Kirche ein 35 Klafter langer Stollen auf Eisen. Das Gestein, in welches derselbe getrieben wurde, ist ein dunkles und eisen-schüssiges Quarzconglomerat, welches seiner Lage wie seiner Beschaffenheit nach dem Verrucano-Conglomerat entspricht und zwar namentlich jenen eisenreicheren Abänderungen, welche im Vorarlberg häufig sind. Der ganze übrige Abhang besteht aus Schiefer von der gewöhnlichen Beschaffenheit der Casanna-Schiefer. Aus diesem stammt wohl der Pflanzenrest, welchen Stur mit einigem Zweifel zu *Sigillaria* stellte⁴⁾.

1) Jahrb. 1855, VI, Verh. S. 166.

2) Jahrb. 1863, XIII, S. 490, 491.

3) Notice sur les mines de cuivre pyriteux de Zamobor; Journ. des Mines, vol. XXXVIII, p. 35—36.

4) Lemaire erwähnt das Vorkommen von Anthracit in der Grube, und stellt aus diesem Grunde (im J. 1815) die Lagerstätte von Rude im Alter der Steinkohle des nördlichen Frankreich gleich (p. 43, 50).

Die wichtigsten Baue von Rude befinden sich näher der Thalsole, am rechten Gehhänge gegenüber vom Dreifaltigkeits-Berge. Sie wurden eine Zeit lang auf Kupfer, zuletzt auf Eisen betrieben. Es sind drei Stollen über einander vorhanden. Der tiefste, Wlasičstollen lieferte etwas Gyps, Eisen und das meiste Kupfer, namentlich aus seinen drei Schächten Barbara, Maria und Joseph; der nächsthöhere Dreifaltigkeitsstollen lieferte Gyps und Eisen; der höchste Kokelstollen gab Gyps und schlechtes Eisen. Die vorhandenen Grubenkarten geben als Hauptstreichen hor. 13·6, mit dem Verfläichen 48° SW. an; die Profile der Grubenkanzlei, in welche mir die Einsicht gewährt wurde, geben bei rechtsinnisch mit dem Abhänge verfläichenden Schichten im Hangenden etwas Kalk, unter diesem das Gypslager, das Lager von Spatheisenstein, in seinem Liegenden von Kupferkies begleitet und unter diesem die Grauwacke an. Den Hangendkalk, welcher der unteren Trias angehören müßte, habe ich nicht gesehen, dagegen wenigstens in den oberen Stollen, bemerkt, daß sie unmittelbar in dem Gypslager, nämlich im Grödener Sandstein, angeschlagen sind. Das Spatheisensteinlager selbst enthält zahlreiche große und kleine Gerölle von Quarz und Kieselschiefer und entspricht, wie am Dreifaltigkeits-Berge, dem Verrucano. Nach einer gütigen Mittheilung des Herrn Directors Schönbacher in Tergove, welcher durch lange Zeit in Rude beschäftigt war, befindet sich jedoch in dem sogenannten Grauwackenschiefer noch ein zweites tieferes Lager von Spatheisenstein und Kupferkies, welches, da die Schichten gegen die Teufe sich aufrichten, vielfach als ein Erzstock aufgefaßt, aber noch nicht in größerem Maße abgebaut worden ist.

Die zu Tage sichtbare Schichtfolge am Dreifaltigkeits-Berge, so wie die vorliegenden Erfahrungen aus der Grube stimmen also auf eine befriedigende Weise überein, und es ist sicher, daß die Spatheisensteinlager von Rude nicht weit unter dem Grödener Sandstein liegen.

Einem ähnlichen oder ein wenig tieferen Horizonte gehören die Eisenerze zu Topuszko an der Petrova gora an, welche nach Stur (S. 499) den Gailthaler-Schichten eingelagert sind. Auch in diesem Gebirge entdeckte Stur Spuren von Pflanzenabdrücken in den Schiefeln. Ich habe diese Stelle nicht besucht.

Der weiteren südöstlichen Fortsetzung dieser Vorkommnisse gehören die reichen Erzlagerstätten der Umgebung von Tergove in

der Militärgrenze (II. Banal-Regiment) an, welche Vukotinovic schon im Jahre 1855 der Lagerstätte von Rude dem Alter nach gleichstellte.

Lipold gab im Jahre 1856 ¹⁾ eine Beschreibung des außerordentlichen Reichthumes dieser, wie er damals schon richtig erkannte, in die „Gailthaler-Schichten“ eingeschalteten Lagerstätten, über welchen nach seiner Angabe der rothe Sandstein, der Werfener Schiefer und Triaskalksteine auftreten. Kupfererze, Bleiglanz, Fahlerz und insbesondere Spatheisenstein sind es, welche diese Lager ausmachen.

Im Jahre 1863 lieferte Stur ²⁾ eine ausführlichere Schilderung dieser Vorkommnisse, in welcher Lipold's Angaben über die Lagerung bestätigt und viel weiter ausgeführt wurden.

Ein kurzer Aufenthalt in Brslinac bei Tergove hat mir durch die zuvorkommende Führung und vielfache Mittheilungen des Werksdirectors Herrn Schönbacher so eigenthümliche Bestätigungen der in anderen Theilen der Alpen gemachten Beobachtungen über den wahren Horizont der Thonglimmerschiefer gebracht, daß ich dieser Gegend eine ausführlichere Besprechung widmen muß.

Von Sissek über Petrinia und von dort über Jakubevac und Makovo nach Süden reisend, erlangt man am Ende des großen Samarica-Waldes, am Rande eines langen und ziemlich steilen Abfalles, unerwartet eine weite Fernsicht über die Grenzgebirge und die zunächstliegenden Theile Bosnien's. In der Tiefe des Vordergrundes liegen dunkle und gedehnte Rücken, welche die Thäler des Zirovac-Baches bei Tergove und der Unna bei Novi und Dvor verbergen; über ihnen hebt sich weithin sichtbar eine lichte Ebene, aus welcher in großer Ferne in edlen Formen ein Hochgebirge aufragt, welches man hier mit dem Gesamtnamen Rissovac zu bezeichnen pflegt; rechts von demselben (gegen Süd-West) sieht man die schroffen Abstürze der Liccaner Alpen, zwischen diesen und dem Rissovac in größerer Entfernung eine dritte Gruppe von hohen Bergen. Die östlichen Ausläufer des Rissovac werden von einer sehr hohen, ziemlich isolirten und weit entfernten Pyramide überragt. Gegen Südost verliert sich die Ebene in blauen Duft und werden nur die sanfteren Umrisse niedrigerer Berge bemerkbar.

¹⁾ Jahrb. VII, Verh., S. 848—850.

²⁾ Jahrb. XIII, S. 502—508.

Dieser südliche Abfall der Samariça besteht, wie Stur richtig bemerkte, aus steil nach Norden geneigtem, glimmerreichen Flysch, welcher Fucoiden, die bekannten labyrinthförmigen Zeichnungen und tropfenförmigen Wülste auf den Schichtflächen zeigt. Im unteren Theile des Abhanges ragt in sehr auffallender Weise eine Anzahl kleiner felsiger Klippen aus dem Boden hervor, welche aus Grünstein bestehen. Sie gehören einem großen Zuge von Serpentin und einem dunklen Grünstein an, welcher von Stur (S. 509) im Ljeskovac-Thale, westlich von dieser Stelle, beschrieben wurde, und den ich auch weiter im Osten, längs der türkischen Grenze, etwa eine Stunde südlich von Kostainica traf. Dort greift, in einer Breite von etwa $\frac{3}{4}$ Meilen, weißer Leithakalk mit *Spondyl. crassicosta* und *Ostrea crassicostata* von Bosnien nach Österreich herüber, in regelmäßigen weißen Bänken längs der Unna den schwarzen Serpentinriffen unmittelbar aufgelagert, und zieht sich bis an den Südrand der Samarica herein, wo die Ruine Pedail noch auf weißem Nulliporenkalk (mit großen Steinkernen von *Conus*) erbaut ist.

In der Richtung von Rujevaç abwärts gehend, trifft man auf eine große Mannigfaltigkeit von Gesteinen; Stur hat in dieser Gegend Kreideschichten mit *Inoceramus*, rothe Kalkmergel mit *Aptychus* und Werfener Schiefer unterschieden. Alle diese Schichten zeigen eine sehr veränderliche Neigung und verrathen eine Störung, welche in der Richtung des Hauptstreichens durch das Gebirge läuft. Dem Thalgrunde etwas näher schließt sich an diese Vorkommnisse eine Reihe von gerundeten Kuppen, welche in wirrem Gemenge gewundene Schiefermassen und zerrissene, stellenweise vor Jahren in Abbau gewesene Putzen von Eisenstein und Kupfererzen enthalten. Erst südlich von diesen Kuppen, im Thale des Zirovacbaches stellt sich ein allgemeines und gleichförmiges Fallen der Schichten, und zwar gegen Süd-West ein.

Der Zirovac-Bach mündet bei Podove (Dvor) in den Grenzfluß Unna; seiner Thalfurche gehören die Ortschaften Tergove und Brslinac an. Das Tergovaner Erzgebirge, wie wir es nennen wollen, wird durch diesen Bach gegen Nord von der übrigen Landschaft abgetrennt und stellt sich von Norden her als eine aus dunkeln, bewaldeten, zusammenhängenden Rücken gebildete Masse dar, welche sich nur wenige hundert Fuß über das Thal erhebt. Eine Kuppe im Westen trägt die Schloßruine Gvozdansko. Der vordere Theil der Abhänge besteht

ganz aus den erzführenden Gebilden und den Lagerstätten. Die tieferen Lagen fallen etwa mit 40° südwestlich, die höheren steiler bis zu 62° , wobei jedoch auch diese höheren in der Tiefe in flachere Lagerung übergehen; gegen Süd erscheint auch eine Gruppe von entgegengesetzt (Nord-Ost) fallenden Lagern, welche vielleicht als die Gegenflügel der höheren Lager aufzufassen sind. Endlich treten im Hangenden einzelner Theile des Gebirges die von Stur nachgewiesenen Glieder der Triasformation auf.

Gegen Ost wird das Erzgebirge von der Unna durchschnitten und findet seine Fortsetzung auf türkischem Gebiete bei Novi; höchst wahrscheinlich zieht es sich noch sehr weit in das türkische Gebiet.

Das Gebirge besteht aus Schiefer, der bald großflaseriger Thonglimmerschiefer, bald, und namentlich in den höheren Schichten schwarzer Thonschiefer mit Glimmerschüppchen ist; zuweilen enthält er kleine Sandsteinlagen oder untergeordnete Bänke von feinkörnigem grauem Conglomerat. Im tiefsten Theile sind mehrere Kalklager vorhanden. Die eingeschalteten Lager bestehen hauptsächlich aus Spatheisenstein und Quarz, doch kommen in einzelnen Horizonten auch Kupferkies und Bleiglanz in größerer Menge vor. Der erstere scheint keinem der Lager gänzlich zu fehlen und zeigt sich in der Weise, daß er ein Band im Hangenden und im Liegenden oder auch nur an einer Seite des Lagers bildet und nur selten im Quarz in der Mitte des Lagers erscheint. Die Lager selbst nehmen durch stellenweise Contractionen die Gestalt von flachen und zusammenhängenden Linsen von großer Ausdehnung an, welche jedoch an bestimmte Horizonte gebunden sind ¹⁾).

Das tiefste Glied des Tergovaner Erzgebirges bildet ein Flötz von grauem Kalkstein und eisenhältiger Rohwand, gegenüber Germosany (Turski potok); die entblößte Mächtigkeit beträgt bis 150 Klafter. dasselbe ist 40° weit von einem Stollen durchquert. Unmittelbar auf diesem Kalkstein ruht das Eisenerzlager von Todorovico Brdo, Turski potok und Liccarovac; als südliche Fortsetzung desselben Lagers sind die Kupferkiesvorkommnisse von Mirkovic Potok anzusehen. Über diesem Lager folgt etwas Schiefer, dann Rohwand und auf dieser der Victoria-Eisenerzzug, mit einem Lager von Kupferkies im Hangenden; hier kamen Krystalle von Bleiglanz vor.

¹⁾ Die nachfolgenden Angaben stützen sich hauptsächlich auf die Erfahrungen des Herrn Dir. Schönbucher.

Abermals folgt etwas tauher Schiefer, dann eine neue 60—70 Klafter mächtige Masse von Rohwand und schwarzem Kalk mit weissen Adern, und unmittelbar auf diesen das Erzlager von Jokimpotok, Vincenzi, Barbara, Koszavinograd, der Juliusbau (als Kupferkiesbau im Hangenden des Eisensteines), Gubovac und Katlinovac. — An diese Schichtfolge schließt sich zunächst ein im Graben von Brslinac entblößtes Profil an, und zwar erscheint nun Schiefer mit einem kleinen Kupferblatte und einem mächtigen Eisenerzlager im Hangenden. Darauf folgt ein weiteres Eisenerzlager, das in seiner nördlichen Fortsetzung bei Samardia sich als ein von Kupferkies begleiteter Spatheisensteinzug darstellt. Ein verwittertes Kieslager liegt darüber und auf der Höhe des Jovico Brdo und der Sestina Kossa folgt verwitterter Spatheisenstein.

In dem überlagernden Schiefer, einem großfläsigen, nicht ebenflächigen, von einzelnen feinsandigen Schmitzen durchzogenen glimmerigen Thonschiefer ist es mir gelungen, eine Anzahl bestimmbare Pflanzenreste aufzufinden, über welche weiterhin berichtet werden wird. Der Fundort liegt unweit von der Rezanovic-Mühle, südlich vom Dorfe Gvozdansko, am Westabhange des früher erwähnten Schloßberges gleichen Namens, welcher zu dem Höhenzuge der Sestina Kossa gehört ¹⁾. Das Streichen ist hier hor. 20, Verfl. 50° in W.

Höher folgen mehr ebenflächige, nie sandige, mit Glimmerschüppchen bedeckte und in der Teufe dunkle Schiefer ohne Versteinerungen und in ihnen das reiche Lager von Gradzki Potok, das Hauptlager von Kupferkies, auf welches eben der neue Tagschacht niedergebracht wird. Es enthält, wie gesagt, verhältnißmäßig das meiste Kupfer, doch kommen auch Bleiglanz, Eisenstein und Quarz vor.

Noch über diesem liegt als Hangendstes das Ferdinandi-Lager, in welchem die alten Baue des 15. und 16. Jahrhunderts umgingen; es besteht aus silberhaltigem Blei, dann aus Kupferkies und Spatheisenstein.

Die Pflanzenreste in dem membranösen Thonschiefer von Gvozdansko zeigen keine Spur von kohligen Stoffen, sondern sind nur als zarte Gerippe von Schwefelkies zwischen den Flasern des Schiefers sichtbar. Größere Stämme sind selten; auch bei ihnen ist die kohlige

¹⁾ Die Kupfererze von Gvozdansko wurden schon von Ha c q u e t beschrieben. Oryctogr. Carniol. IV, S. 14 u. folg.

Hülle vollkommen entfernt und ein Netz von Schwefelkiesleisten ver-
räth die einstigen Sprünge und Spalten in derselben.

Die ersten Stücke, welche ich an dieser Stelle aufblas, schienen zwei Arten des Rothliegenden und eine Art aus der obersten Zone der Steinkohlenformation anzudeuten. Seitherige Aufsammlungen haben Stur in die Lage versetzt, diese Flora mit Bestimmtheit dem obersten Vegetationsgürtel der Steinkohlenformation gleichzustellen¹⁾; diesem Resultate hat sich Prof. Geinitz angeschlossen. Nach diesen letzten Untersuchungen kennt man von Tergove folgende Arten:

Calamites Suckowi Brong.

Neuropteris auriculata Brong.

Alethopteris aquilina Schl.

Stigmaria ficoides Brong.

Von diesen bedecken insbesondere die Reste der *Neuropteris auriculata* in sehr großer Menge die Flasern des Schiefers; ihre Ähnlichkeit mit *Odontopteris obtusiloba* Naum. hatte früher Dyaspflanzen in Tergove vermuthen lassen.

Der erzführende glimmerreiche Thonschiefer von Gvozdansko, der Liegendenschiefer von Rude, welcher dort unter den Äquivalenten des Verrucano und dem Grödener Sandstein liegt, und mit ihm der Thonglimmerschiefer oder Casanna-Schiefer des gesammten südlichen Abhanges unserer Alpen umfaßt somit die höchsten Abtheilungen der Steinkohlenformation; ob diese große Gruppe stellenweise auch Theile der Dyas in sich begreife, werde ich an einer später folgenden Stelle zu erörtern haben. Die Thatsache aber, daß die Flora des erzführenden Schiefers von Tergove einem höheren Horizonte angehöre, wie jene der Stangalpe, entspricht nicht nur vollständig den Lagerungsverhältnissen des erzführenden Thonglimmerschiefers in anderen Theilen der Alpen, sondern gibt zugleich volles Zeugniß für die Wichtigkeit der im Laufe der letzten Jahre in Bezug auf die Gliederung der Steinkohlenformation erreichten Resultate. Die tieferen Flötze von Kalk und Rohwand bei Tergove entsprechen ihrer Lage nach dem oberen Kohlenkalke, welcher sich an mehreren Punkten in eine Anzahl getrennter Kalklager zu scheiden scheint.

¹⁾ Jahrb. 1868, XVIII, S. 133.

Für die etwaige Annahme, daß mit dem tiefsten Kalkflötz bei Germosany auch schon der untere Kohlenkalk erreicht sei, liegen vorläufig keine Beweise vor.

Vom Hangenden der erzführenden Gebilde habe ich nur jenen Theil gesehen, welcher längs der türkischen Grenze, gegenüber von Novi an der Unna entblößt ist. Stur hat eine Beschreibung dieser Stelle gegeben. Der licht röthlichviolette, milde Schiefer und die Bänke von röthlichviolettem, auch grauem Kalk mit weißen Adern, welche ich hier sah, und welche jenen vollkommen gleichen, die nördlich von Rujevac in der Nähe von Grünstein anstehen, wurden von meinem Vorgänger an beiden Stellen zum Werfener Schiefer gezählt. Mich erinnerten diese Gesteine einigermaßen an jene, welche in der Nähe der Quecksilbergruben bei Kappel, also unter dem Grödener Sandstein liegen; da jedoch Stur unweit davon *Myac. Fassaensis* antraf, wird wohl die Auffassung als Werfener Schiefer die richtige sein.

Es ist eine unter den Fachmännern dieser Gegend verbreitete Ansicht, daß die zahlreichen Vorkommnisse von Eisen und Kupfer welche in südöstlicher Richtung durch einen so großen Theil von Bosnien hin bekannt sind, z. B. bei Stari Majdan, Banyaluka, zwischen Travnik und Serajevo (Busovac, Fojnica, Kresevo, Visoka u. s. f.) als die Fortsetzung der Lagerstätten von Rude, Topuszko und Tergove anzusehen seien. Es gilt mir als eine Bestätigung dieser Ansicht, daß auch Quecksilber in beträchtlicher Menge, hauptsächlich in den Bergen von Inatsch bei Kreschewo (westlich von Serajewo) getroffen wird¹⁾ und daß man auch den rothen Sandstein aus dieser Gegend kennt²⁾.

1) Conrad, Bericht a. d. kais. türk. Minist. d. öff. Arbeiten v. 31. Mai 1866; leider nur im Auszuge abgedruckt in d. Ann. d. Mines, VI Ser., t. X, p. 593; Blau in Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin, 1867, II, S. 500; vgl. auch Wolf, Ansichten üb. d. geogn. Mont. Verhältnisse Bosniens; 8^o. Gran, 1847, S. 12, 18.

2) Róskiewicz, Studien üb. Bosnien u. die Herzegowina, 8^o, 1868, S. 146.

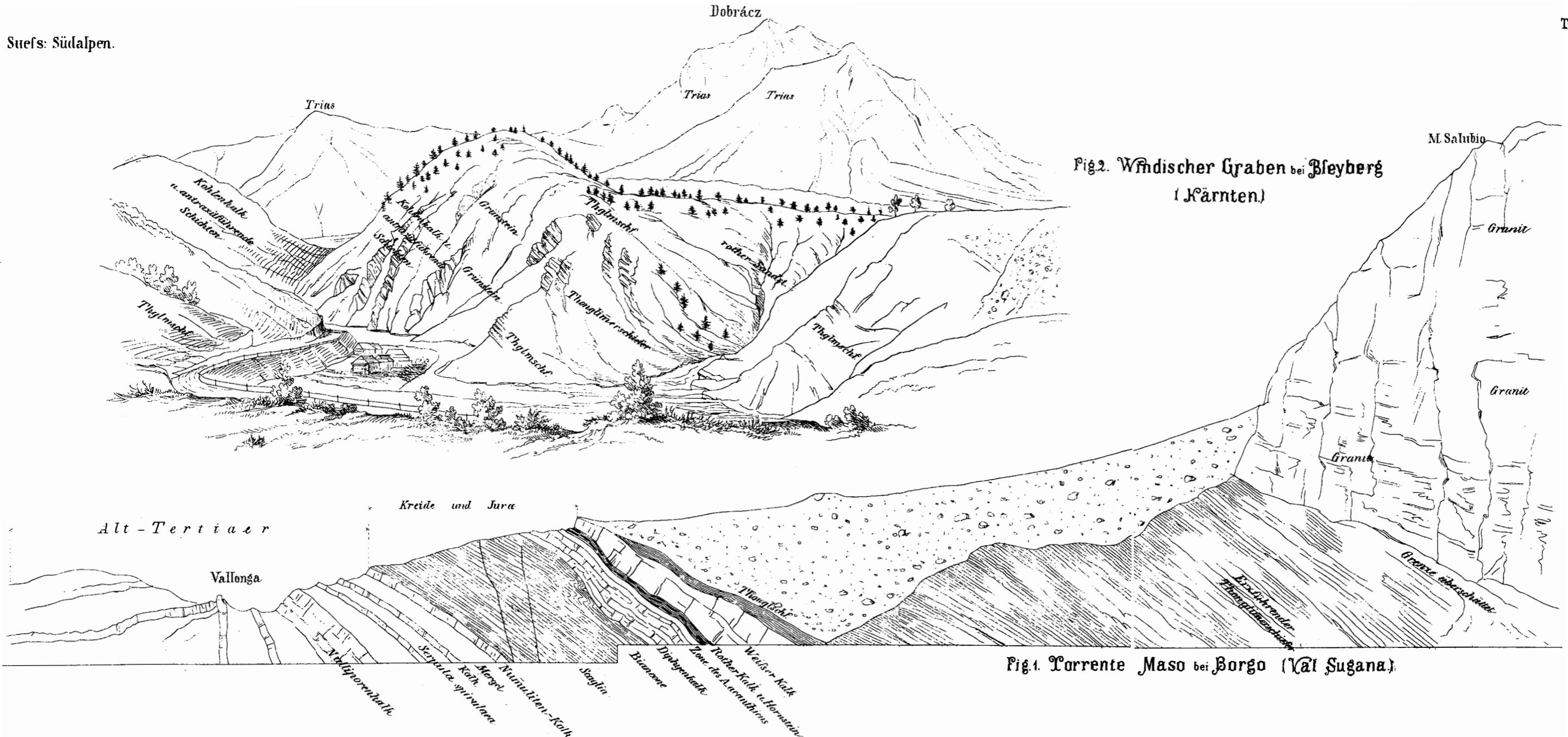


Fig. 2. Windischer Graben bei Bleyberg (Kärnten.)

Fig. 1. Torrente Maso bei Borgo (Val Sugana.)

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

- Fig. 1. Profil des Torrente Maso im Val Sugana.
„ 2. Windischer Graben bei Bleyberg.

Tafel II.

- „ 1. Profil des Vellachthales.
„ 2. Blick vom Ouschowa-Passe gegen Ost.
-

*Über die Äquivalente des Rothliegenden in den Südalpen.*Von dem w. M. **Ed. Suess.**

(Schluss.)

(Mit 1 Tafel.)

5. Abschnitt.

Das Kohlenkalk-Gebirge. — Selzach. — Scofie. — Idria.

Es sind bisher bei der Aufsuchung der Unterlage der Trias zuerst die etwa in Frage kommenden Bildungen Süd-Tirol's besprochen worden, hierauf weit im Nordosten davon jene von Turrach in Steiermark, ich habe sie dann längs der Linie verfolgt, welche, im Gailthale beginnend, über Nötsch und, nach kurzer Unterbrechung, über Waidisch und Kappel durch das obere Mißthal nach Schwarzenbach zieht, und habe zum Schlusse die Kohlenformation bei Fiume und jene rein nach Südost streichenden erzreichen Gebilde von Rude und Tergove berührt, welche als die nördliche Fortsetzung des bosnischen Gebirgssystemes anzusehen sind.

Aber auch innerhalb des weiten Bezirkes, welcher von diesen Gebieten nach West, Nord und Ost umschlossen wird, nehmen Ablagerungen von gleichem Alter Antheil an dem Aufbaue der Alpen. Dabei ändern sich einzelne ihrer Merkmale, und es wird noch vieler und mühevoller Unternehmungen bedürfen, um in die stratigraphische Gliederung dieser Berge volle Klarheit zu bringen.

An die Linie von Casannaschiefer, welche quer durch Kärnten zieht, reiht sich, wie früher erwähnt wurde, eine mächtige Kette von hohen Bergen, welche vorherrschend aus Kohlenkalk bestehen. Im Westen theilen sie, den Antola, Mte. Paralba, den Plecken-Paß, Hochtrieb, Trohkofel u. A. umfassend, das obere Gailthal (Lessachthal) von dem Quellgebiete des Tagliamento. Weiter im Osten bilden sie insbesondere den wilden Gebirgszug der Karawanken, als dessen

östlichste Ausläufer die vereinzelt Kohlenkalkvorkommnisse in Süd-Steiermark (z. B. bei Weitenstein) aufzufassen sind.

Schon im Jahre 1855 unterschieden Foetterle im östlichen Gailthale¹⁾ und Peters in den Karawanken²⁾ in übereinstimmender Weise drei Hauptglieder der Steinkohlenformation; sie sind:

a) der untere Kohlenkalk, im Westen zuweilen von krystallinischem Aussehen;

b) Schiefer, Sandsteine und Conglomerate; die ersteren enthalten häufig kleinere Producti, Fenestellen und andere Meeresversteinerungen; auch Spuren von Anthrazit und Landpflanzen erscheinen in diesem Gliede. Peters und Lipold erwähnen (z. B. bei Neumarktl in Krain) dioritische Massengesteine in demselben;

c) der obere Kohlenkalk, im östlichen Gailthale sehr häufig dolomitisch. Nach Peters hängt er mit dem tieferen Gliede durch Wechsellagerung zusammen und schwillt im Süden der Karawanken bis zu einer Mächtigkeit von 2000—2500' an.

Diese Angaben stimmen ganz und gar mit dem bereits geschilderten Profile im Vellachthale, und vergleicht man damit die genaueren, aus der Gegend von Turrach vorliegenden Angaben, so zeigt sich, daß der untere Kohlenkalk der großen unteren, eisenführenden Kalkmasse, das zweite Glied dem anthrazitführenden Conglomerate und unteren Schiefer von der Stangnock bei Turrach, das dritte aber möglicher Weise den Dolomitbänken entspricht, welche nach Pichler dem unteren Theile des oberen Schiefers eingeschaltet sind. Der Kalk mit *Productus giganteus* bei Bleyberg entspricht dann dem oberen Theile des unteren Kohlenkalkes.

Obwohl die ursprünglichen Aufnahmen in dem äusserst schwierigen Gebiete südlich vom Mte. Paralba und der Plecken nicht den Nachweis eines Auftretens von Casannaschiefer geliefert haben, welches etwa als ein Gegenflügel der Vorkommnisse im Gailthale angesehen werden könnte, unterliegt es doch keinem Zweifel, daß derselbe auch dort, und zwar gerade an jener Stelle vorhanden ist, an welcher er nach der hier dargelegten Anschauung des

¹⁾ Jahrb. 1855, VI, Verh. S. 902; das Profil von Pontafel ins Gailthale findet sich ausführlich beschrieben in Hauer's geol. Durchschn. d. Alpen, Sitzungsber. 1857, XXV, S. 71—73.

²⁾ Jahrb. 1856, VII, S. 630—678.

Baues des Gailthales zu suchen wäre. Wenn es nämlich wahr ist, wie ich hier, allerdings entgegen den Ansichten sehr erfahrener Geologen, angenommen habe, daß im Gailthale der Casannaschiefer auch dort wo er einem wahren Glimmerschiefer ähnlich wird, und wo er scheinbar gegen Nord unter Porphyry und Grödner Sandstein und gegen Süd unter den Kohlenkalk fällt, dennoch nicht als ein Streifen alten Festlandes, sondern als eine nach dem Kohlenkalk und vor dem rothen Sandstein gebildete Ablagerung anzusehen ist, — dann hat man das Kohlenkalkgebirge als die ältere Masse anzusehen und fragt sich sofort, ob denn am südlichen Gehänge desselben ähnlicher Casannaschiefer auch zwischen Kohlenkalk und rothem Sandstein erscheine.

Er erscheint wirklich.

Der oben angeführte Fall, welcher in der Regel als Beweis für das hohe Alter des Gailthaler Glimmerschiefers genannt wird, nämlich das einseitige Unterteufen des Kohlenkalkes, tritt nach Stur's Angaben westlich von Mauthen im oberen Gailthale ein. M. Paralba, M. Collin, M. Croce u. A. bilden die südlich folgende gewaltige Kette der Kohlenformation. Von Süden her schneidet tief zwischen diese Berge oberhalb Rigolato das Val Degana ein und oberhalb Forni-Avoltri zweigt von demselben in westlicher Richtung der Avanzagraben ab, in welchem die alten Fahlerzbaue von Forni-Avoltri liegen. Foetterle hat eine Beschreibung dieser Stelle veröffentlicht ¹⁾, aus welcher sich das Folgende ergibt.

Der Avanzagraben reicht beinahe bis an die steilen Abhänge des M. Paralba. Sein südliches Gehänge besteht aus Triaskalk, Werfener Schiefer, dann aus Verrucano, welcher die tiefsten Stellen des Grabens bildet. Gegen Nord folgt nun steil aufgerichteter, weißer Kohlenkalk: „beinahe in der Mitte des nördlichen Gehänges jedoch tritt Glimmerschiefer auf, der den Verrucano von dem Gailthalerkalk (Kohlenkalk) trennt und gewaltsam hervorgetrieben wurde; er zieht sich in westöstlicher Richtung vom Valle-Sesis bis in den Bordagliagraben und wahrscheinlich darüber hinaus noch weiter östlich.“

Das Fahlerz findet sich an der Grenze von Glimmerschiefer und Kohlenkalk und war im Jahre 1861 bereits in einer Streichungslänge

¹⁾ Jahrb. 1861 u. 62, XII, Verh. S. 107.

von einer halben Meile bekannt. Es wird hienach wohl zugegeben werden müssen, daß der sogenannte Glimmerschiefer, welcher nördlich vom Kohlenkalke im Gailthale wie südlich von demselben im Avanzagraben stets zwischen dem Kohlenkalk einerseits und dem Verrucano oder dem Porphyry andererseits erscheint, auch hier wirklich an seiner normalen Stelle sei, daß er jünger sei als der Kohlenkalk, daß er wirklich allenthalben die ursprüngliche Unterlage des Verrucano und der gleichalten Bildungen ausgemacht habe, welche er überall unmittelbar unterteuft, und daß die Fahlerze von Forni-Avoltri identisch seien mit den Fahlerzvorkommnissen im Casannaschiefer Süd-Tirols.

Gerade in Bezug auf die Erze von Forni-Avoltri ist aber, wie ich aus einem kürzlich erschienenen Werke Stoppani's ersehe, wirklich bereits die Muthmassung ausgesprochen worden, daß sie von permischem Alter sein dürften, da sie zwischen dem Kohlenkalke und dem bunten Sandstein liegen¹⁾.

Die von Herrn Stur erwähnten Versteinerungen vom M. Canale bei Collina²⁾ (östlich von Forni Avoltri, zwischen Rigolato und dem Gailthale) sind mir freundlichst zur Untersuchung anvertraut worden; ich fand:

Orthoceras spec. (ähnlich *Orth. ovale* Phill. in Murch. Vern. Keys. pl. XXV, Fig. 1).

Loxonema ignotum Trautschold *Cerith. ignoratum* id. Bull. Soc. nat. de Moscou, 1867; Sep. Abdr. S. 43, T. V, Fig. 9; (steht ganz nahe *Loxon. rugifera* Phill. und unterscheidet sich wohl nur durch die Größe).

Cardium hibernicum Sow.

Spirifer glaber Mart.

„ spec., sehr nahe *Spir. Mosquensis* Fisch, doch mit mehr abgerundetem Umriss und wenig entwickelter Bucht, etwa wie Murch. Vern. Keys. pl. V, Fig. 2, f. und zu *Sp. crassus* Kon. übergehend. Von dieser Form liegen mehrere gleiche Stücke vor.

Streptorhynchus crenistria Phill.

Cyathophyllum plicatum Goldf.

¹⁾ Note ad un Corso annuale di Geologia, 8^o, Milano 1867, II, p. 389.

²⁾ Jahrb. 1856, VII, S. 440.

Das Gestein ist ein lichtgrauer Kalk, im frischen Bruche von ganz eigenthümlichem, etwas an Speckstein erinnerndem Aussehen und öfters von kleinen Schwefelkiesen durchschwärmt. Die Versteinerungen sind meist durch ihre Größe ausgezeichnet. Der obere Kohlenkalk, dem sie zugezählt werden, wird ohne Zweifel dereinst unseren Paläontologen noch eine reiche und mannigfaltige Ausbeute gewähren.

Während auf diese Weise die aus Forni-Avoltri bekannt gewordenen Beobachtungen die früheren Angaben in Bezug auf den Schieferzug des Gailthales einerseits und auf die erzführenden Schiefer Süd-Tirol's andererseits in erwünschter Weise bestätigen, bleibt der Nachweis der Äquivalente derselben Schiefermasse an der Südseite der Karawanken, also des östlichen Theiles des großen Kohlenkalkgebirges, mit eigenthümlichen Schwierigkeiten verbunden.

Gegen das weite und schöne Becken von Laibach hin, welches gleichsam den Mittelpunkt der Gebirgstheile bildet, die ich jetzt zu besprechen habe, ändern sich manche Merkmale der einzelnen Schichtengruppen, während glücklicherweise andere ihren Charakter unverändert beibehalten und dadurch zu Leitfaden bei der Untersuchung werden.

Der Grödener Sandstein vorerst bleibt sich weit und breit vollkommen gleich, mit der einzigen Ausnahme, daß er zuweilen seine rothe Färbung verliert und als ein weißer oder gelblicher Sandstein unter dem Werfener Schiefer erscheint.

Außerordentlich vielgestaltig ist dagegen jenes unmittelbar unter dem Grödener Sandstein folgende Gebirgsglied, welches fast alle bisher erwähnten Quecksilber-Vorkommnisse umschließt. In Vall'alta findet sich, wie wir früher sahen, der Zinnober in einem Conglomerat mit talkiger Grundmasse, auch im Talkschiefer im Hangenden des Porphyrs und im Porphyr selbst. Bei Kerschdorf trafen wir ihn in einem Kalkschiefer mit talkigen Membranen und im darunterliegenden Thonglimmerschiefer, in der Gegend von Turrach im grünen Schiefer und in Kalk, bei Kappel im Vellachthale endlich in einer grünen, aphanitischen Felsart, welche in ihren höchsten Theilen mit Serpentin durchwachsen ist. Bei aller Verschiedenheit des Gesteins haben aber alle diese Quecksilbervorkommnisse ihren Horizont über oder in dem Casannaschiefer und unter dem Grödener Sandstein mit einander gemein.

Es sind zwei Elemente, welche in diesem Horizonte gebirgsbildend auftreten, und zwar auf einer Seite die eruptive Felsart, näm-

lich der Porphyr, und auf der anderen Seite die sedimentäre Meeresbildung, nämlich der dünngeschichtete Kalkstein. Als ein Drittes schwankt zwischen diesen beiden jene mannigfaltige Gruppe von grünen Stoffen, welche bald als talkiger Quarzit und Talkschiefer, bald als talkige Schüppchen auf den Ablösungen des Kalkes, bald als eine mächtigere und derbere, aphanitische, schwarzgrüne Masse oder als grüner Schiefer erscheinen. Wenn man nun bedenkt, in welcher in niger Verbindung der ältere Porphyr zu den Aphaniten im südwestlichen Böhmen ¹⁾, oder der zur Triasformation gehörige Porphyr von Raibl zu den weit verbreiteten grünen Tuffen (den sogenannten doleritischen Tuffen), oder die trachytischen Massen des Smrekouz in Steiermark zu den weit gegen Südost sich ausdehnenden grünen Tuffmassen, oder einzelne Basaltergüsse im Vicentinischen zu den gleichzeitigen grünen, glauconitischen Meeres-Ablagerungen stehen, möchte man fast zu der Annahme gelangen, daß im Gebiete des Rothliegenden der Südalpen sich die Porphyre zu diesen grünen Massen etwa so verhalten, wie Laven zu submarinen Tuffen ²⁾.

Schon wenig südlich von der Linie, welche die Quecksilberschürfe von Kerschdorf mit den östlicheren bei Zell im Winkel und Kappel in Kärnten verbindet, im Pototschnik - Graben unter dem Viganski - Vrh (in der Nähe des Loibl-Passes), liegt der Zinnober nach Lipold in Kalkstein. Das von demselben veröffentlichte Profil ³⁾ zeigt unter dem Grödener Sandstein erst Hangend-Kalk, dann etwas grauen und bräunlichen, eisenschüssigen Mergel und Kalkschiefer, unter diesem den zinnoberführenden schwarzen Kalk mit weißen Adern, welcher auf einer neuen Schichte von dunklem Mergel und Kalkschiefer ruht.

Westlich von diesem Punkte, gegen Kerschdorf hin, ist am Nordgehänge des Gebirges von Peters ⁴⁾ südlich von Rosenthal und bei Maria-Elend unmittelbar unter der Trias noch eine Lage von dunklem,

¹⁾ Lidl, Jahrb. 1855, VI, S. 417, Fig. 5.

²⁾ Vgl. Geinitz, Dyas, S. 168. — Fast möchte man auch ein ähnliches Verhältniß zwischen dem Granit und den verschiedenen Abänderungen des Casannaschiefers vermuthen; man nähert sich auf diesem Wege einigermaßen den am Taunus von Lossen vertretenen Ansichten. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. XIX, 1867, S. 509 bis 700.

³⁾ Hingenu's Berg- u. Hüttenm. Zeitschr. 1855, III, S. 364—366, Taf. XII.

⁴⁾ Jahrb. 1856, VII, S. 634, 648.

dünngeschichtetem Kalk ausgeschieden worden, und ich werde diese selbe Gruppe von schwarzen Kalkbänken von noch viel südlicheren Punkten zu nennen haben. Gegen Ost aber scheint die kalkige Entwicklung wieder zurückzutreten, wie dies einerseits die Art des Auftretens im Profile an der Vellach und andererseits das Erscheinen von Porphyren in diesem Horizonte am Südgehänge im Kanker- und Feistritzthale andeutet. Den letzteren Punkt habe ich aufgesucht und daselbst in der Tiefe und zu beiden Seiten des tief eingeschnittenen Thales eine ausgedehnte Lagermasse von Porphyr gefunden, welche meist in der Gestalt von schwarzen Klippen am Fuße der weißen Kalksteinberge hervorsteht. An mehreren Stellen, z. B. am Ausgange des Potokgrabens, steht über derselben der Werfener Schiefer an; Grödener Sandstein sah ich nicht. Viele Stücke eines grünen Schiefers scheinen dem Liegenden des Porphyrs anzugehören, doch konnte ich hierüber eben so wenig Sicherheit erhalten, als darüber, ob die größeren Massen von grünem Schiefer, welche im nahen Cernagraben anstehen, einem so hohen Horizonte angehören oder nicht ¹⁾.

Peters hat gezeigt, wie in den Karawanken die mittlere, aus Schiefer, Sandstein und Conglomeraten gebildete Stufe der Steinkohlenformation mehr und mehr an Mächtigkeit abnimmt, während gleichzeitig der obere Kohlenkalk eine außerordentliche Entwicklung erreicht. Aber auch der höher liegende Casannaschiefer scheint hier gänzlich zurückzutreten, wenigstens wird er an jenen Stellen, an welchen jüngere Schichten den oberen Kohlenkalk bedecken, noch nirgends erwähnt. Allerdings wird es jedoch noch mancher Prüfung der Sachlage bedürfen, bevor ein Urtheil möglich ist, denn ich sehe mich, wie bereits gesagt wurde, genöthigt, die Kalksteine mit Muscheldurchschnitten, welche man am Storsic, an der Koschutta und an mehreren anderen Punkten bald auf oberem Kohlenkalk, bald auf Kohlschiefer oder Sandstein angetroffen und für Schollen einer transgressiv abgelagerten Decke von Dachsteinkalk gehalten hat, nicht diesem, sondern dem oberen Kohlenkalk selbst zuzuzählen. Hiedurch fällt zugleich die schwer zu begründende Annahme einer

¹⁾ In diesem letzteren wird in neuerer Zeit unter sehr eigenthümlichen Verhältnissen auf vier ihn durchziehende Kaolinlager gebaut. Er ruht mit scharfer Grenze auf schwarzem, etwas gefältem Schiefer.

solchen Transgression des Dachsteinkalkes hinweg, und erscheint der Casannaschiefer vielleicht auf einzelnen Gebirgstheilen nur darum nicht, weil überhaupt nur Lagen von größerem Alter daselbst vorhanden sind. An einzelnen Punkten aber, wo nach vorliegenden Angaben die Triasdecke vorhanden ist, muß man vorläufig sein Fehlen in dieser Gegend oder die gänzliche Vertretung durch Kalkstein annehmen.

Die Äquivalente des Casannaschiefers, welche ich im Bereiche des Laibacher Beckens, also südlich von den Karawanken, kennen gelernt habe, sind fast ohne Ausnahme gewöhnliche, zuweilen mit flimmernden Glimmerblättchen bedeckte Thonschiefer. Mit den hier gänzlich fehlenden Lagermassen von Granitit, Tonalit und Syenitporphyr ist auch die großflaserige, zuweilen sogar gneißähnliche Structur dieser Gesteine verschwunden. Dagegen sind die Schiefer der Steinkohlenformation unter dem oberen Kohlenkalk von Selzach im Westen bis über Savine bei Sagor im Osten hinaus durch die sehr häufige Einschaltung eines grüngrauen Feldspathgesteins ausgezeichnet, welches bald in ziemlich mächtigen Lagermassen, bald in unzähligen kaum einen halben Zoll dicken Schichten zwischen den Schieferblättern und in der innigsten Verbindung mit der Masse des Schiefers selbst auftritt. Niemand kann hier daran zweifeln, daß ein großer Theil des Materiales der stellenweise rasch zu großer Mächtigkeit anschwellenden Schiefer submarinen Auswürfen zuzuschreiben ist.

Wenn man von Auschische an der Save (zwischen Krainburg und Radmannsdorf) in südwestlicher Richtung nach Selzach an der Zayer geht¹⁾, kreuzt man zuerst ein von älteren Tertiärschichten bedecktes Gebiet, in welches der versteinungsreiche Graben von Polschizza eingeschnitten ist. Bei dem Dorfe Routhe sind Spuren von Werfener Schiefer sichtbar und weiterhin, bei Njuça, taucht grauer, ziemlich fester, griffelartig zerfallender Schiefer hervor, welcher 30—40° NO. und NNO. geneigt ist; in seinem höchsten Theile sind Spuren von schwarzem Kalk lose auf dem Boden sichtbar. Ansteigend trifft man nun dunkel grüngrauen, zuweilen auch weißen und im Talkschiefer glänzenden Schiefer, steil NNO. geneigt; einzelne kleine

1) Custos Deschmann aus Laibach ist hier wie bei allen meinen Arbeiten in Krain mein freundlicher Begleiter gewesen.

Partien sind roth wie Werfener Schiefer, und an einer Stelle sieht man viele linsen- oder knotenförmige Einlagerungen von grauem Kalk, ein Umstand, der vielleicht die allmähliche Verdrängung des Schiefers durch Kalkstein in den Karawanken andeutet. Nachdem der Schiefer durch eine längere Strecke angedauert, setzt der Weg über ein Riff von grauweißem, bröckelndem Dolomit und dolomitischem Kalkstein, welches steil in das Nemichlethal abstürzt und sich im Streichen als ein felsiger Zug weit über die Schiefer hin mit dem Auge verfolgen läßt. Dies ist der obere Kohlenkalk oder der bei Turrach dem oberen Schiefer eingelagerte Dolomitzug; er mag einige hundert Fuß mächtig sein. Sein unmittelbares Liegendes scheint eine dünne Lage von schwarzem Schiefer zu sein, von welchem viele Spuren hier bemerkbar sind; dann folgt eine mächtige Lagermasse eines grünen porphyrähnlichen Feldspathgesteins, welche als eine Reihe von kahlen, gerundeten und braungefärbten Bergen hinter den weißen Felsriffen des oberen Kohlenkalkes hinstreicht. Bei der Stelle „na Stočich“ am Nemichlebache ist sie am besten entblößt. Ihre Unterlage bildet eine große Masse von Schiefer, welcher zum größten Theile in kleine Flasern zerfällt, die außen silberweiß verwittern, innen aber schwarzgrau sind. Das Dorf Nemichle steht auf solchem Schiefer und weiterhin schalten sich demselben viele Tausende von öfters kaum $\frac{1}{4}$ Zoll starken Lagen von schalsteinähnlichem Tuff ein. Größere Schiefermassen sind zuweilen nach allen Richtungen von demselben durchzogen, als wären die Massen des Schiefers und jene des Tuffes in breiigem Zustande durcheinander gemengt worden. Die Schichten neigen sich jetzt allmählig NW., so daß der Weg im Streichen geht und erst am Fuße des Abfalles gegen das Zayerthal erscheint unter demselben grüner Schiefer, einem Chloritschiefer ähnlich. Dieser scheint an der anderen Thalseite mit harten, schwarzgrünen Gesteinen in Verbindung zu stehen, welche an den sogenannten Diorit von Bleiberg erinnern, und werden von dem Quarzconglomerat, Sandstein und schwarzen Schiefer unterteuft, welche hier wie in anderen Theilen der Südalpen den anthrazitführenden Theil der Seinkohlenformation vertreten.

Ich habe dieses Profil darum angeführt, weil es ein auffallendes Beispiel des örtlichen Anschwellens der Mächtigkeit der Schiefer unter dem Einfluße eruptiver Vorgänge darstellt.

In diesem weiten, zum großen Theile aus älteren Gebilden bestehenden Berglande, das den westlichen Saum des Laibacher Beckens bildet und bis zum Karst fortsetzt, ist Quecksilber an mehreren Punkten, und zwar in demselben Horizonte angetroffen worden, wie in Vall'alta, in Kerschdorf u. s. f.

Es geht dies in ganz sicherer Weise schon aus Lipold's Bericht über die geologische Aufnahme von Oberkrain im Jahre 1856 hervor ¹⁾, dem zu Folge nächst St. Thomas bei Laak und (etwas südlich davon) bei St. Oswald im Hrastenzagraben Quecksilbererze vorkommen, „welche Nester zwischen den Gailthaler und Werfener Schichten bilden“. In diesem Berichte wird nämlich, entsprechend der damals üblichen Bezeichnungsweise der Grödener Sandstein zu den Werfener Schichten gerechnet (S. 213), während unter den „Gailthaler Schichten“ alle unter demselben liegenden Ablagerungen begriffen werden.

Auch viele andere, meist kleinere Erzvorkommnisse sind in diesem Gebiete bekannt und haben zahlreiche Schürfungen veranlaßt. Namentlich sind Kupfererze häufig; Lipold hat viele Stellen erwähnt und Herr Berghauptmann Trinker in Laibach war so freundlich, mir aus diesem Gebirgstheile allein die Nachweisung von nicht weniger als 35 Stellen zu geben, an welchen auf Kupfer gemuthet wurde.

Der wichtigste unter den im Betriebe befindlichen Bauen dürfte die Kaisergrube östlich von Kirchheim sein ²⁾. Der Bau liegt nahe unter dem Sattel Podpletscham, an dessen nördlichem Gehänge; man treibt eben einen Gegenbau von der Südseite her.

Unter dem tiefsten Stollen steht schwarzer Thonschiefer an, in welchem sich gegen oben eine größere Menge von schwarzen Kalkknauern einstellt; endlich folgen einige Bänke von schwarzem Kalk mit weißen Adern.

Sie werden hier als „Liegendkalk“ bezeichnet und entsprechen dem Hangendkalk vom Pototschnik am Loibl, jenem von Maria-Elend im östlichen Gailthal u. s. f. — Das Hangende bildet der Werfener-Schiefer (im strengeren Sinne); der Bau bewegt sich hauptsächlich in einer tieferen Masse von taubem Lagerschiefer und einer

¹⁾ Jahrb. 1857, VIII, S. 212; Verh. S. 385.

²⁾ Hr. Obersteiger Conraetz ist daselbst mein Führer gewesen.

höheren Gruppe, welche eine nach allen Richtungen von Malachit, seltener von Kupferlasur durchzogene Bank von weißem Quarzsandstein umfaßt, die als der Vertreter des Grödener Sandsteins anzusehen ist, während der taube Lagerschiefer dem Gesteine wie der Lagerung nach jenem Schiefer ähnlich ist, welcher bei Rude in Croatien, zwischen dem Grödener Sandstein und dem Conglomerat des Verrucano liegt.

Unmittelbar unter dem Werfener Schiefer zeigt sich oft im Hangenden noch eine Bank von losem lichtem Quarzsand. Über dem Werfener Schiefer folgen verschiedene Glieder der Trias, welche den Gipfel des Scofie-Vrh bilden ¹⁾).

Das Vorkommen von Buntkupfer, Kupferkies und Malachit am Podpletscham liegt somit im Gebiete des Grödener Sandsteines. Höchst auffallender Weise keilt es sich in der Richtung des Streichens aus, indem mehr und mehr Bleierze an seine Stelle treten, und in dem erwähnten Gegenbaue am südlichen Gehänge des Sattels werden nicht Kupfer- sondern nur Bleierze gewonnen. — An dem Abhange des Podpletscham gegen das Savodenthal, in diesem Thale selbst und an vielen anderen Punkten ist der rothe Grödener Sandstein in großer Ausdehnung aufgeschlossen; er enthält da und dort rothe, thonige Zwischenlagen, welche dem Werfener Schiefer ähnlich sehen.

Wenige Stunden südlich vom Scofie-Vrh und Podpletscham befindet sich der Quecksilberbau von Idria. Es sind im Laufe der letzten Jahre verschiedene Ansichten über dieses berühmte Vorkommen geäußert worden. Im Jahre 1854 wurde es ziemlich ausführlich von Huyot beschrieben, der jedoch die Frage offen ließ, ob man es der Trias oder der Steinkohlenformation zuzählen habe ²⁾. Im Jahre 1856 sah Lipold³⁾ die Quecksilbererze von Idria als ein, wahrscheinlich dem Gailthaler-Schiefer angehöriges Stockwerk an, welches gegen NO. geneigt sei und dessen Längenausdehnung seine Mächtigkeit bei weitem übertreffe. Tschebull, welcher kürzlich eine sehr ausführliche Beschrei-

1) Stur hat schon im J. 1858 mit Recht vermuthet, daß dieser Gipfel der Trias zufalle. Jahrb. IX, S. 334.

2) Ann. des Mines, V. ser. V, p. 7—13.

3) Jahrb. VIII, S. 212, 385. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1856, VIII, S. 520.

bung des Bergbaues veröffentlicht hat ¹⁾), stellt es dagegen als Lager dar, wobei jedoch in Folge einer wellenförmigen Biegung ein Theil der gesammten Lagermasse nach NO., der andere nach SW. geneigt sei. In dieser verdienstvollen Schrift wird das Erzvorkommen den Werfener Schichten zugerechnet, weil man im Sumpfe des 150 Klafter tiefen Franciscischachtes, so wie in jenem des 122 Klafter tiefen Barbara-Schachtes blutroth und grün gefärbte Schiefer mit bezeichnenden Versteinerungen gefunden haben soll. Man hat mir diese Stücke in Idria gezeigt; es sind sehr rohe Kerne irgend einer länglichen Bivalve (etwa einer größeren Anthracosia?), größer als sie im Werfener Schiefer gefunden werden und nach meiner Meinung nicht zu irgend einer Altersbestimmung in diesem Falle verwendbar; sie sind in einem rothen, etwas glimmerigen Gestein enthalten, wie man es in verschiedenen Schichten und sogar in den Schiefen der Steinkohlenformation ausnahmsweise antrifft ²⁾).

Die wenigen Tage, welche ich unter der Führung des damaligen Leiters, Herrn Bergrath v. Helmreichen, und des Herrn Tschebull in Idria zugebracht haben, boten mir in Bezug auf das Alter dieser Quecksilbererze einige Resultate, welche ich mittheilen will, ohne den eingehenden stratigraphischen Studien vorzugreifen, welche eben in Idria begonnen werden.

An der rechten Seite der Idriza steht in der Thalsole, nahe am Ausgange des Rothen- und Scounzgrabens als tiefstes Glied etwas grauschwarzer, ziemlich dünngeschichteter Kalkstein an (der Liegendkalk von Podpletscham, Hangendkalk vom Pototschnik am Loibl); über demselben ist eine kurze Strecke verdeckt, dann folgt etwas grellrother Mergelschiefer mit grünweißen Flecken und diesen überlagert in mehreren groben Bänken der etwa 12 Fuß mächtige Grödener Sandstein. Er ist grell roth gefärbt, nur an einzelnen Stellen weiß, wie in der Grube am Podpletscham. Über dem Grödener Sandstein baut sich der ganze Abhang aus verschiedenen, zum Theile petrefactenreichen Abtheilungen der Triasformation auf. Schon diese erste Stelle lehrt also, daß das tiefer liegende Quecksilber sich jedenfalls in Schichten befindet, welche älter sind als die Werfener

1) Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwes. 1867, XV. S. 349 u. folg. — Vergl. auch R. Meier, Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt. 17. März, 1868, S. 122—124.

2) z. B. zu Golica, südlich von Selzach.

Schichten, wenn man nicht etwa diesen letzteren die gesammte Schichtenreihe des Verrucano noch beizählen will, wie dies in früheren Jahren geschah.

Ersteigt man am jenseitigen Gehänge den Vogelsberg bei Idria, so sieht man auch hier rothen Grödener Sandstein, die allenthalben deutlich ausgeprägten kalkigen Campiler Schichten mit Naticellen u. s. f. und ebenfalls viele andere höhere Triassschichten nach einander auftreten, und sich längs dem Abhange aufwärts ziehen. Hier finden sich die hangendsten (jetzt aufgelassenen) Schürfe in grauem Schiefer unter dem Grödener Sandstein.

Die Schichtenfolge in der Grube ist nach Tschebull's ausführlichen Angaben [S. 350—351] ¹⁾ von oben nach abwärts: 1. Der Silberschiefer, d. i. grauer Thonschiefer, welcher gediegen Quecksilber, sehr selten auch Zinnober führt. Er bildet das mächtigste Glied der Lagermasse und erreicht 71 $\frac{1}{2}$ Klafter. — 2. Dolomit, entweder derb oder als Conglomerat (Breccie), höchstens 20 Klafter mächtig; zinnoberführend. 3. Der Lagerschiefer, höchstens 10 Klafter, sehr reich, führt Stahlerze, Zinnober und die sogenannten Korallenerze ²⁾. — 4. Grauer und glimmeriger Sandstein mit Feldspath, etwa 5 Klafter stark, wechselt nach unten mit — 5. festem, grauem Dolomit (und Kalk), welcher auch noch Zinnoberspuren führt und mit einem 160° langen Liegendschlage in der Tiefe von 100° nicht durchfahren wurde ³⁾.

Der Liegendkalk 5. führt organische Reste; Herr v. Helmerichsen ließ auf meine Bitte freundlichst eine größere Menge desselben vom Barbarafelde (beim Stadler-Gesenk, linker Ulm) aus 120 Klafter Tiefe heraufschaffen und es zeigte eine nähere Untersuchung in demselben mehrere Arten kleiner, verzierter Bivalven, einen kleinen glatten Pecten und ein Fragment, welches der kleineren

1) Übereinstimmend mit Hauer u. Foetterle, Geol. Übersicht d. österr. Bergbaue 8^o, 1855, S. 38.

2) Vergl. Patera, Ber. d. Freunde d. Naturw. 1847, I, S. 6.

3) Talkige Gesteine, wie sie in anderen Gebieten in Verbindung mit Quecksilber so häufig sind, werden hier nur ausnahmsweise erwähnt, z. B. im Francisci-Schachte mitten im Silberschiefer in Verbindung mit einer dolomitischen Breccie (Tschebull, S. 385). Übrigens muß ich hier an die von Stapff betonte Übereinstimmung des Silberschiefers von Idria mit dem graphitischen Schiefer von Vall' alta erinnern (Bornemann u. Kerl, Berg- u. Hüttenm. Zeitung, XX, 1861, S. 421).

Klappe eines *Productus* angehört. Das Gestein ist lichtgrau, im Bruche von fettigem Aussehen, vielfach von Schwefelkiesen durchzogen und ganz und gar gleich den versteinungsreichen Lagen des oberen Kohlenkalkes vom M. Canale bei Forni-Avoltri.

Der Erzreichthum von Idria liegt daher unter dem rothen Grödenener Sandstein und unter dem schwachen Flötz von schwarzem Kalkstein, das wir als Liegendkalk am Podpletscham, als Hangendkalk über dem Zinnober-Vorkommen am Pototschnik kennen, folglich wohl in demselben Horizonte, in welchem man sonst den Porphyry oder den Verrucano antrifft. In demselben Horizonte befinden sich aber auch die Quecksilber- und Zinnober-Vorkommisse von Vall'alta, von Laak, vom Pototschnigg, von Kerschdorf, Stockenboj und Kappel.

Ein eigenthümliches Interesse knüpft sich unter diesen Verhältnissen an die Zusammensetzung des Feldspathführenden sogenannten „Sandsteins“ (4.) im Liegenden der Erze von Idria, dessen genauere Untersuchung zu wünschen bleibt.

6. A b s c h n i t t.

(S c h l u ß).

1. Der untere Kohlenkalk. Einige Ausflüge, welche ich im Jahre 1866 in Begleitung des Herrn Klar in der Gegend westlich und nordwestlich von Graz unternommen habe, haben uns gelehrt, daß die devonischen Ablagerungen, welche seit langer Zeit aus diesem Theile der Alpen bekannt sind, sich in eine Anzahl von einander sehr verschiedener Glieder theilen¹⁾. Das tiefste Glied bildet grüner Schiefer, durch das häufige Auftreten von zelligem Quarz und von Brauneisen ausgezeichnet; er nimmt viele talkige Schuppen an seinen Schichtflächen auf und wird dabei dem nächsthöheren Gliede ähnlich, welches wir als den unteren Grauwackenschiefer bezeichneten. Er zeigt an seiner Basis eine Bank von licht rothgelbem, splittrigem Kalk, etwas höher häufige, flasrige Zwischenlagen mit Stielen von *Cyathocrinus* und stärkere und schwächere Bänke von Schalstein. Ihn überlagert eine mehrere hundert Fuß mächtige

¹⁾ Vergl. auch Peters u. Klar, Jahrb. 1868, XVIII, S. 37.

Masse von geschichtetem gelbweißem Quarzit, etwa dem rheinischen Spriferensandstein vergleichbar. In seinem untersten Theile erscheint eine Bank von dolomitischem Kalk, welche große Glimmerfasern auf den Ablosungsflächen und zugleich Stiele von *Cyathocrinus* umschließt; gegen oben schalten sich immer häufigere Bänke von dolomitischem Kalkstein ein, bis der Quarzit einer geschichteten Masse von weißem dolomitischem Kalkstein Platz gemacht hat, der nur wenige und sehr schwache Bänke von Quarzit enthält. In seinem oberen Theile umschließt dieser am Jungfersprunge bei Gösting eine erste, wenig mächtige Zwischenlage von dunklem Kalkstein mit zahlreichen Durchschnitten von Korallen. Als ein neues Glied folgt nun der Kalk des Gaisberges, blauschwarz mit vielen weißen Adern und einigen pfirsichrothen, thonigen Einschaltungen zwischen den Kalkbänken. Zahlreiche Durchschnitte einer dickschaligen Bivalve sind hier zu treffen, ferner *Heliolites*, *Cyathophyllum*, Stiele von *Cupressocrinus* und Spuren von *Strophomena*. Dies ist wohl das Äquivalent des rheinischen Mitteldevon. Auf diese petrefactenführende Gruppe folgt eine viel mächtigere Masse von ungeschichtetem, cavernösem, oft Pfeilerförmig zerklüftetem lichtgrauem Kalkstein, welcher insbesondere an den Westhängen des Kollerberges in großem Maßstabe entblößt ist. Diese Masse ist durch dazwischentretendes tertiäres Land getrennt von den höchsten Schichten der devonischen Formation, welche bei Steinbergen zum Vorschein kommen. Diese bestehen aus schwarzem, seltener dunkelrothem wohlgeschichtetem *Clymenienkalkstein*, welcher nebst den nicht seltenen *Clymenien* auch *Orthoceras* und seltene *Crinoidenstiele* enthält. Er ist etwa 40' hoch entblößt und von einer 20 — 24' starken Lage von bronzefarbigem Schiefer bedeckt, welcher von stärkeren und schwächeren lichtgrauen oder rothen Kalkplatten durchzogen ist, die viele *Crinoiden* führen. Über dem Schiefer folgt wieder Kalkstein.

Man kann also bei Graz mit ziemlicher Sicherheit unter-, mittel- und oberdevonische Schichten unterscheiden und die fast ausschließlich kalkige Entwicklung der beiden letzten Abtheilungen macht es möglich, daß in den westlichen Theilen der Alpen jene zuweilen sehr mächtige Masse, welche hier als der untere Kohlenkalk bezeichnet wurde, auch schon devonische Schichten in sich begreife. Der sichere Nachweis solcher Schichten durch Versteinerungen ist jedoch

noch nicht gelungen, da ich als einen solchen leider die merkwürdigen Reste nicht ansehen kann, welche Rosthorn vor einer Reihe von Jahren in lichtigem Kalkstein in der Gegend von Vellach (südlich von dem Profile Taf. II, Fig. 1) fand. Sie bestehen aus dem Pygidium eines Bronteus, einem Bruchstücke eines Cephalopoden und einem Spirifer, reichen aber zu irgend einer sicheren Altersbestimmung nicht aus¹⁾. Die Bemühungen, welche Lipold und Gobanz seither gemacht haben, um neue Stücke zu finden, sind ganz fruchtlos geblieben, und so sind wir heute noch in diesem großen Stücke der Südalpen außer Stande, der Behauptung mit neuen Thatsachen entgegenzutreten, welche Peters schon im Jahre 1856 aussprach, daß nämlich alle Wahrscheinlichkeit geschwunden sei, daß zwischen Drau und Save eine ältere paläozoische Formation als der untere Kohlenkalk gefunden werde²⁾.

Der tiefere Theil des Kalkgebirges der Umgebung von Eisern im nordwestlichen Kärnten dürfte dieser Stufe angehören. Sie nimmt einen hervorragenden Antheil an dem Aufbaue des großen Kohlenkalkgebirges, von den carnischen Alpen durch die Karawanken hin und taucht an einzelnen Stellen im südlichen Steiermark hervor. An der Nordseite des Gailthales werden ihre oberen Lagen im windischen Graben bei Bleiberg sichtbar und führen dort *Productus giganteus*. In der Nähe der Mittelzone endlich erscheint der untere Kohlenkalk häufig als ein weißer Kalkstein von mehr oder minder krystallinischem Gefüge. Die Unterscheidung desselben von anderen älteren Kalksteinen, welche dem Gebiete der Mittelzone nicht fehlen, ist eine der wichtigsten Aufgaben, welche zur Enträthselung des Baues derselben zu lösen bleiben. Vorläufig aber darf man, wie dies zum großem Theile z. B. von Peters und V. Pichler schon geschehen ist, mit ziemlicher Sicherheit den großen Kalkzug hierher rechnen, welcher in weiten Bogen das südliche Ende der Tauerngruppe umgürtet, welcher nach den Aufnahmen unserer Reichsgeologen von Lind im Drauthale in OSO. Richtung gegen Paternion und Weissenstein verläuft, in der Nähe von Villach sich plötzlich gegen

1) Jahrb. 1858, IX, Verh. S. 59; Hr. Barrande hat die Güte gehabt, diese Stücke zu vergleichen; er fand sie ähnlich, doch nicht identisch mit obersilurischen Formen aus Böhmen. Ebenso ist das Verhältniß zu dem Bronteuskalk von Eiserner in den Nordalpen noch nicht ermittelt.

2) Jahrb. VII, 631.

N. und NNW. wendet, über Pach sich zur inneren Krems fortsetzt und dort das liegende Hauptkalklager bildet, welches nach den vorliegenden Beobachtungen entweder knapp auf Gneiss liegt, oder von demselben nur durch eine dünne Lage von Arkose oder krystallinischem Thonschiefer getrennt ist. Dieses Kalklager umfaßt die tieferen Eisenerzlager von Turrach. Ein neuer Vergleich mit dem großen erzführenden Kalkzuge von Friesach, Hüttenberg und Lölling, welcher in ähnlicher Weise die Gruppe der Saualpe umgürtet, könnte leicht die oft behauptete und wieder angezweifelte Identität beider beweisen ¹⁾).

Man wird bei der Beurtheilung dieser Frage nicht übersehen können, daß nun auch die große Masse von Statuen-Marmor, welche in den toscanischen Bergen dem Gneiss und krystallinischen Schieferen auflagernd vorkommt, als dem unteren Kohlenkalke angehörig erkannt ist ²⁾. Nach gütigen Mittheilungen des Herrn Prof. Meneghini unterscheidet man gegenwärtig in den apuanischen Alpen unter den noch zur Trias gezählten oberen Quarziten;

A. als Permisch: Quarzite, Dachschiefer, phylladische Schiefer, Sandsteine, Talk- und Kalkschiefer, Puddinge, Anagenite u. s. w. vielfach sich wiederholend, bis zu einer Mächtigkeit von 70 Meter, ohne Fossilien;

B. als Steinkohlenformation:

- a) phylladische Schiefer, Sandsteine mit Anthrazit, Zinnober und Schichten, welche jenen entsprechen werden, die bei Torri die Fauna und Flora der Steinkohlenformation enthalten.
- b) Statuen-Marmor; Kalksteinzone, welche an einzelnen Stellen außerordentlich mächtig wird, an anderen sehr abnimmt und sogar verschwindet. Sie ruht auf Gneiss und krystallinischem Schiefer. — —

2. Anthrazitführende Gruppe: Quarzeonglomerat, Sandstein und Schiefer.

Diese Gruppe bildet einen der allerwichtigsten Anhaltspunkte bei der Untersuchung der paläozoischen Gebirge in den Alpen. Sie tritt mit nordöstlichem Streichen aus der Dauphiné in die Schweiz

¹⁾ Vergl. Seeland. Jahresber. Kärntner Mus. 1865, VII, S. 163.

²⁾ z. B. Cocchi, Sulla Geolog. dell'Italia centr., 8^o, 1864, p. 90.

setzt sich hier südlich vom Mt. Blanc, zwischen diesem und den Aiguilles-Rouges, so wie nördlich von den Aiguilles-Rouges fort und läßt sich durch das Rhônethal bis weit über Sitten aufwärts verfolgen ¹⁾. Hart am Nordsaume der Mittelzone ist sie durch Escher's Beobachtungen wieder am Titlis in Engelberg und am Bifertengrat an der Ostseite des Tödi bekannt ²⁾. Nach größerer Unterbrechung trifft man sie am Steinacherjoch an der Nordseite des Brenners wieder, wo sie von Ad. Pichler in Begleitung der bezeichnenden Flora aufgefunden wurde. Nach den kurzen bisher veröffentlichten Mittheilungen ³⁾ steht dort der pflanzenführende Schiefer in Verbindung mit einem mächtigen Conglomerat aus Quarzgeröllen mit silberweißem Glimmer und Brocken von Anthrazit, und über und unter diesem erscheint Kalkstein, welcher Bleiglanz, Fahlerz und Ankerit, insbesondere aber Spatheisenstein führt. Die Art des Vorkommens ist also jener an der Stangalpe bei Turrach sehr ähnlich und man darf am Steinacherjoch wohl wenigstens die Existenz des durch seinen Reichthum an Eisenerzen ausgezeichneten Hauptliegendkalkes von Turrach (des unteren Kohlenkalkes) als erwiesen ansehen.

Eine große Strecke weiter nach Osten, auch am nördlichen Saume der Mittelzone, liegt der Anthrazitbau von Dittmannsdorf (O. von Rottenmann) in Ober-Steier ⁴⁾, noch weiter gegen Osten der aufgelassene aerarische Schurf auf Anthrazit bei Neuberg ⁵⁾; endlich soll, nach F. v. Mayr, auch in der Nähe von Reichenau bei Gloggnitz Anthrazit vorgekommen sein ⁶⁾. Von hier setzt dieselbe

¹⁾ Es reicht wohl hin, wenn ich aus der reichen Litteratur dieser Vorkommnisse die letzte umfassende Übersicht derselben von Favre anführe. *Réch. géol. dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse vois. du Mt. Blanc*, 1867, III, p. 337—431. Indem ich dem „Terrain anthracifère“ seine alte Bezeichnung vorläufig belasse, darf nicht vergessen werden, daß auch in einem höheren Horizonte Anthrazit erscheint.

²⁾ Studer, *Geol. d. Schweiz*, I, S. 373; Heer, *Urwelt d. Schweiz*, S. 3.

³⁾ Ad. Pichler, *Beitr. z. Geognosie Tirol's*, 8^o, Innspr. 1859, S. 219—224.

⁴⁾ Nach v. Miller's Angaben angeführt von Stur, *Jahrb. XV*, 1865, S. 274.

⁵⁾ A. Miller v. Hauenstein: *Die nutzbar. Mineral. v. Obersteierm.* (aus d. *Berg- u. Hüttenm. Jahrb. XIII*, 1864); S. 17.

⁶⁾ Nach Erkundigungen, welche ich bei dem k. k. Verweser von Reichenau, Herrn Schliwa eingezogen, besteht dermalen wohl eine Reihe von Graphitgruben in dieser Gegend, ist aber von einem Anthrazitvorkommen nichts bekannt. Ich führe dasselbe nur an, weil es zuerst von F. v. Hauer im Jahre 1850 (*Jahrb. I*, S. 31) und

Bildung aber höchst wahrscheinlich in die Karpathen fort, aus denen es hinreichen mag, auf die auffallende petrographische und paläontologische Übereinstimmung der Schiefer vom Jerusalem bei Dobschau, welche von Andrian in neuester Zeit wieder ausgebeutet worden sind, mit den marinen Schiefen hinzuweisen, welche bei Bleiberg die Conglomerate dieser Stufe begleiten.

Im Süden finden die anthrazitführenden Schichten des Westens nach längerer Unterbrechung ihre Fortsetzung in der großen Gebirgskette, welche zwischen dem Comersee und dem Adamello das südliche Gehänge des Veltlin überragt. Es sind dies die „Schisti di Carona“ der italienischen Geologen, welche diesen Namen von einem Punkte im höchsten Theile des Val-Brembana tragen, und auch hier von Sandstein und Quarzconglomerat begleitet werden und Lagen von Spatheisenstein führen ¹⁾. Hieher gehören wohl auch die anthrazit- und graphitführenden „Veltlinschiefer“ der Schweizer Geologen ²⁾. Nun tritt die große südtirolische Masse von jüngeren Bildungen trennend gegen Süden vor und auch in Val-Sugana sind Schichten vom Alter dieses Theiles der Steinkohlenformation nicht entblößt. Ihre Äquivalente müssen nördlicher, näher an der Mittelzone gesucht werden.

In der Carnia tauchen die Conglomerate und Schiefer dieser Stufe wieder in großer Mächtigkeit auf, begleitet von oberem und unterem Kohlenkalk und dehnen sich von hier durch das ganze Gebiet der österreichischen Südalpen aus. Sie erscheinen als ein wichtiges Glied des großen Kohlenkalkgebirges, welches sich von hier südlich längs dem Gailthale hinreckt, nehmen in den Karawanken stellenweise an Mächtigkeit ab und erscheinen im Norden an der Stangalpe wieder. Im Süden treten sie an vielen Stellen der Umgebung des Beckens von Laibach auf und sind insbesondere in Krain durch die häufige Einschaltung dioritischer oder schalsteinähnlicher Lagen in den die Conglomerate bedeckenden Schiefen ausgezeichnet ³⁾.

später, selbständig hievon, auf F. v. Mayr's Autorität von Stur im Jahre 1865 (Jahrb. XV, S. 274) genannt wurde.

¹⁾ Studer, Geol. d. Schweiz, I, S. 349; Hauer, Jahrb. IX, 1858, S. 456; Stoppani, Note ad un Corso etc. 8^o, 1867, II, p. 388. Studer et Escher, Carte géol. de la Suisse, 2^{de} éd. par Bachmann, 1867.

²⁾ Theobald, Geol. Beschreib. v. Graubünden, II, S. 274, 277 u. a. and. Ort.

³⁾ Stur erwähnt dieselben Schalsteine schon in den carnischen Alpen. Jahrb. 1856, VII, S. 438.

Noch bei Kressnitz im Savethale, wie in den südsteirischen Glanzkohlenbildungen sind sie in typischer Weise vertreten. Weit im Süden davon ziehen sie aus den Bergen östlich von Fiume zu den bosnischen Gebirgen hin.

Die so außerordentlich weite Verbreitung derselben Bildung, welche mit ähnlichen Merkmalen auch in den apuanischen Alpen wiederkehrt, das Erscheinen von Landpflanzen an zahlreichen von einander weit entfernten Punkten und insbesondere die sich gleichbleibende Beschaffenheit der Gesteine, wie z. B. des Quarzconglomerates, in den entferntesten Theilen des Hochgebirges macht es sehr wahrscheinlich, daß diese jetzt an beiden Gehängen der Alpen bald in größeren Zügen, bald nur an vereinzelt hervortretenden Bildungen nur die zerrissenen Reste einst zusammenhängender Ablagerungen seien. Nicht eine Insel oder eine Gruppe von Inseln, welche sich etwa in der Mitte des heutigen Alpengebietes erhoben hätte, konnte das Materiale zu diesen ausgedehnten Bildungen bieten; die angehäuften Menge von Quarz reicht hin, um für das Gegentheil Zeugniß zu geben.

Wenn man die genauer bekannten Regionen dieses großen Gebietes etwas näher vergleicht, zeigen sich jedoch einige wesentliche Unterschiede in der Art des Auftretens. In der Dauphiné und der westlichen Schweiz kennt man keine Reste von Seethieren in den anthrazitführenden Schichten; auch der Kohlenkalk ist unbekannt. Eben so scheint es am Titlis und Tödi zu sein. Am Steinacherjoch ist zwar der Kohlenkalk vorhanden, aber bisher wenigstens, sind ebenfalls noch keine Seethiere aus den pflanzenführenden Schichten bekannt gemacht. Ganz eben so verhält es sich auf der Stangalpe; die Schiefer sind auch hier dem Quarzconglomerat eingeschaltet. Im windischen Graben bei Bleiberg sind die dem Conglomerate eingeschalteten Schiefer reicher an Glimmer, viel milder und enthalten neben wenigen Resten von Landpflanzen zahlreiche Meeresconchylien. Bei Vellach ist eine ganze Bank von Kohlenkalkstein mit Crinoiden und Durchschnitten von Brachiopoden zwischen Sandstein und Conglomerat eingeschaltet¹⁾. Diese Verhältnisse sind es, welche man in

1) Ein wesentlicher Fortschritt in dem Verständnisse dieser Vorkommnisse scheint mir in den letzten Tagen durch S t u r herbeigeführt worden zu sein, welcher zeigt daß die productenführenden Schiefer von Bleyberg, welche dem unteren Kohlen-

unseren Alpen noch weiter innerhalb der anthrazitführenden Gruppe an möglichst vielen Punkten zu ermitteln hat. Dann wird es sich wahrscheinlich noch viel schärfer als heute zeigen lassen, daß der Übergang von der vermutheten Binnenseebildung zur Meeresbildung ein allmäliger sei, daß in den verschiedenen Unterabtheilungen der Kohlenformation bald der eine, bald der andere Charakter vorwalte, und daß nur ein großer Fluß, welcher ein ausgedehntes Festland durchströmte, solche Mengen von Quarzgeröllen von Zeit zu Zeit herbeizuführen im Stande war. Auch ist eine solche, mit der Entfernung vom einstigen Festlande zunehmende Einschaltung von rein marinen Schichten zwischen kohlenführende Ablagerungen bekanntlich in neuerer Zeit an vielen Stellen beobachtet worden.

Es schien mir darum wichtig, diese Erscheinungen hier ausführlicher zu erwähnen, weil sich eben aus dem Zusammenhalte der in verschiedenen Theilen der Alpen gesammelten Erfahrungen ergibt, daß hier weder aus der Lagerung der Schichten im Gailthale, noch aus dem Vorkommen der Landpflanzen in dieser Schichtengruppe irgend ein sicherer Schluß auf den Bestand alter Festländer im heutigen Alpengebiete ziehen läßt. Wo im Westen unter den anthrazitführenden Schichten der untere Kohlenkalk fehlt, kömmt der fluviale Charakter in denselben allein zum Ausdrucke; mehr läßt sich für den Augenblick schwerlich folgern.

3. Der obere Kohlenkalk. Diese Stufe ist viel weniger verbreitet als der untere Kohlenkalk. In den carnischen Alpen, wo sie eine größere Anzahl von Versteinerungen geliefert hat, und in den Karawanken ist sie sehr mächtig entwickelt; bei Turrach ist sie vielleicht durch die beiden dolomitischen Flötze vertreten, welche im oberen Schiefer lagern; bei Bleiberg ist sie nicht mit voller Sicherheit bekannt. Mit den oberen Kalk- und Dolomitflötzen, welche in der Grube zu Idria angefahren sind, verhält es sich wie mit den beiden dolomitischen Lagen bei Turrach. Der Liegendkalk von Idria kann mit etwas größerer Bestimmtheit hieher gezogen werden.

Die Art und Weise wie der obere Kohlenkalk, zu großer Mächtigkeit anschwellend, in den Karawanken allmäligen den größten Theil

kalke so nahe aufliegen, der ersten, oder Sagenarien-Flora angehören, während die Stangalpe der zweiten (Sigillarien-)Zone zufällt. Jahrb. 1868, XVIII, S. 135; vergl. Geinitz, Geol. d. Steinkohlenf. S. 369.

der zugleich an Mächtigkeit abnehmenden anthrazitführenden Schichten und vielleicht einen Theil der Casannaschiefer gleichsam vertritt ¹⁾ und mancher andere Umstand erinnern in auffallender Weise an jene allmälige Vertretung der productiven Kohlenformation durch marinen Kalkstein, welche nach Hull für die englischen Kohlenbildungen seewärts eintritt und welche in noch viel größerem Maßstabe von J. Hall für die Steinkohlenformation Nord-Amerika's in der Richtung von Ost gegen West geschildert worden ist ²⁾.

Dieses allmälige Verdrängen der aus mechanisch herbeigetragenen Theilen, also aus Geröllen, Sand oder Thon gebildeten Ablagerungen durch die mit der Entfernung vom einstigen Ufer immer mächtiger anschwellenden Kalkflötze ist eine in unseren Alpen für den Keuper und die rhätische Stufe sicher erwiesene Thatsache. Die Erscheinungen, welche wir auf demselben Gebiete innerhalb der Steinkohlenformation wahrnehmen, scheinen aber ganz ähnlicher Art zu sein. In beiden Fällen fordert die Übereinstimmung der Sedimente an beiden Gehängen der Alpen die Voraussetzung eines offenen, durch keinen zusammenhängenden Continent getheilten Meeres, und wenn James Hall die Rocky-Mountains als das Gebiet eines Ocean's schildert, „welcher von östlichen Festländern das feinere Sediment erhielt und in seiner eigenen Area die kalkigen Ablagerungen bildete, dabei aber immer ein Ocean blieb, nicht nur bis zum Schlusse der Kohlenformation, sondern noch später durch die Permische, Jurassische und Kreide-Epoche, und dabei keine Anzeichen von trockenem Lande bis gegen den Anfang der Kreide-Epoche oder ein klein wenig früher bietet“, ist hiemit eine Ansicht ausgesprochen, welche zugleich für die Beziehungen der Alpen zu den nördlich, westlich und südwestlich liegenden Festländern sehr nahe zutrifft.

4. Der Casannaschiefer. Indem ich diesen Namen für einen ganz bestimmten Theil der alpinen Schieferbildungen, welcher jünger ist als die anthrazitführenden Schichten der Tarentaise oder der Stangalpe, in Anspruch nehme ³⁾, bin ich mir dessen bewußt,

¹⁾ Peters, Jahrb. 1856, VII, S. 632 u. folg.

²⁾ Geology of Iowa, 8^o 1858, I, p. 138 u. folg.

³⁾ Allerdings führt auch diese höhere Gruppe an mehreren Stellen Spuren von Anthrazit, so bei Idria, bei Laak (Zepharovich), bei Rude (Lemaire) und bei Recoaro (Schauroth).

daß demselben von hervorragenden schweizerischen Geologen ein viel weiterer Begriff beigelegt worden ist, und er (z. B. durch das Einbegreifen der Vertreter der Steinkohlenformation im Veltlin) zu einem jener Sammelnamen zu werden droht, welche die Unvollständigkeit unserer Kenntnisse von den Alpen illustriren. Bei der übergroßen Menge an localen Bezeichnungen aber, die im Laufe der letzten Jahre entstanden sind, habe ich es immerhin vorgezogen, den bestehenden Namen auf diese bestimmte Abtheilung zu beschränken, welche zugleich wenigstens einen sehr großen Theil der in der östlichen Schweiz so genannten Gesteine in sich begreift, anstatt noch einen neuen Namen zu schaffen.

Dieses Glied umfaßt bei weitem den größten Theil des Gebietes, welches die Tiroler Karte als „Thonglimmerschiefer“ bezeichnet, nebst vielem das hier und in östlicheren Gegenden zum Glimmerschiefer oder zum Gneiß gezählt wurde. In vielen, und namentlich in den südöstlichen Theilen unseres Hochgebirges ist es in der That nur ein mehr oder minder glimmeriger Thonschiefer welcher diese Stufe bildet, während an anderen Orten der Glimmer in großer Menge hinzutritt, endlich ganz vorherrschend wird, im oberen Gailthale und in Val-Sugana sogar Granaten in demselben angeführt werden und an einzelnen anderen Punkten eine gneißähnliche Structur auftritt.

Noch vor wenig Jahren hätte man vielleicht große Bedenken dagegen erhoben, daß Gesteinen von solchem Gefüge ein verhältnißmäßig junges Alter zugeschrieben werde, und daß sie als ein normales Glied der Schichtgebilde in den höheren Abtheilungen unserer paläozoischen Formationsreihe erscheinen sollen. Seitdem z. B. die schottischen Gneiße im Silurgebirge ¹⁾ und die talkhältigen Gneiße als Lager im rheinischen Devonschiefer ²⁾ genauer bekannt sind, wird wohl der Zweifel, welcher a priori gegen eine solche Auffassung erhoben werden könnte, nicht als berechtigt angesehen werden können. Daß nun aber die hier dem Thonglimmerschiefer zugewiesene Stelle in unserer Schichtfolge die richtige sei, geht nicht nur aus den mitgetheilten einzelnen Profilen, sondern, und zwar am schla-

¹⁾ Murchison u. Geikie, Quart. Journ. 1861, XVII, p. 232 u. folg.; Siluria 4. Aufl. 1867, S. 163, u. an and. Orten.

²⁾ Lossen, Zeitschr. d. deutsch. Geol. Ges. XIX, 1867, S. 664.

gendsten, wohl aus dem Umstande hervor, daß man zahlreiche Punkte und sehr viele ausgedehnte Gebirgszüge in den Alpen kennt, in denen der Verrucano, seine Äquivalente oder der rothe Sandstein diesen Schiefer concordant überlagern, daß aber an gar keiner Stelle des ausgedehnten Gebietes unserer Südalpen diese rothen Gebilde unmittelbar auf einem der drei früher angeführten Glieder der Steinkohlenformation ruhen, es sei denn höchstens an einigen Punkten im östlichen Theile der Karawanken, wo der Thonglimmerschiefer nach den vorliegenden Angaben fehlt oder durch Kalkstein vertreten ist.

Der eigenthümliche Charakter dieser Felsart hat allerdings schon vielfaches Erstaunen hervorgerufen. L. v. Buch's Äußerungen über den Schiefer bei Trient und Pergine habe ich bereits angeführt. Stoppani beschreibt es mit lebhaften Worten, wie man, von Ardese im Val-Seriana gegen Nord gehend, zuerst die verschiedenen Kalkbildungen der Trias trifft, dann die rothen Conglomerate und unter diesen, bei Gromo, eine erste, ziemlich mächtige Zone von glimmerigem oder talkigem Schiefer, „welche selbst manchen erfahreneren Geologen in Irrthum führen könnte, der zu dem Glauben verführt würde, die Zone der wahren krystallinischen Felsarten erreicht zu haben“. Erst unter dieser ersten Zone erscheinen von Fiumenero an die Schiefer und Quarzconglomerate der anthrazitführenden Gruppe ¹⁾. — Eben so erklären sich wohl die gezwungenen Deutungen, welche die Profile im oberen Gailthale oder bei Forni-Avoltri erfahren haben, aus der ungewohnten Beschaffenheit der Felsart; die Lagerungsverhältnisse bei Recoaro oder am Luganersee verlieren ihren abnormen Charakter, sobald man diese Bildung einer noch höheren Abtheilung der Steinkohlenformation oder gar ihren oberen Theil der Dyas einreicht. Die weitere Bestätigung dieser Ansicht aber liefern die, in der östlichen Fortsetzung derselben, bei Tergove aufgefundenen Pflanzenreste, welche, wie erwähnt wurde, der Farrenzone des Steinkohlengebirges angehören.

Die Einschaltung großer Lager von granitischen Gesteinen in diese Schiefer bildet eine der hervorragendsten Eigenthümlichkeiten der Südalpen. Je geringer die Mächtigkeit dieser Lage ist, um so unzweifelhafter tritt ihre wahre Natur hervor, und eben darum ist das

¹⁾ Note ad un corso annuale di Geologica, II, p. 388.

Profil an der Vellach in Kärnten für die Untersuchung dieser Erscheinung wohl das lehrreichste. Eben so wenig als Rosthorn und Lipo l die Verschiedenheit dieser Felsarten von den in der Mittelzone der Alpen herrschenden verkennen konnten, konnte schon im Jahre 1827 Studer das sonderbare stratigraphische Verhalten derselben übersehen und schrieb ihnen schon damals ein verhältnißmäßig junges Alter zu, zunächst an die Monzon-Gesteine erinnernd, ja schon damals deutete derselbe sogar die Möglichkeit an, daß diese Granite selbst gehoben sein könnten 1). Hätte man zu jener Zeit bemerkt, daß auch die Triasfelsen bei Kappel nach Süd und nicht nach Nord sich neigen und in verkehrter Folge auftreten, so würde wohl damals schon die Bedeutung dieser Granite als gehobene Lagermassen erkannt worden sein.

Deutlich tritt die Richtigkeit dieser Auffassung am Torrente Maso in Val-Sugana hervor, wo der Granit den erzführenden Casannaschiefer und jüngere Schichtgebilde bis zum Unter-Tertiären überlagert, während dieselbe Granitmasse an ihrer Nordseite den Gegenflügel des erzführenden Casannaschiefers unterteuft. Unter solchen Umständen läßt sich die Granitmasse der Cima d'Asta nur als eine große, nach Süd überbogene Falte darstellen, wie dies in dem idealen Profile Taf. III geschehen ist. Diese Skizze, deren mittlerer, die Trias-Region betreffender Theil den Arbeiten Richthofen's entnommen ist, zeigt im Süden die Schichtenköpfe der großen Kalk- und Dolomitmasse der Cima-Dodeci sammt dem eingekeilten Streifen mittel-tertiärer Schichten, dem Grödener Sandstein an seinem Fuße und dem südlichen Porphyrrande, welchem der M. Zaccon angehört. Jenseits der Brenta sind die überstürzten Tertiär-, Kreide- und Juraschichten und der kupferführende Schiefer am Torrente-Maso, darüber der Granit sichtbar. Ueber demselben folgt überlagernd derselbe Schiefer mit den Kupfergruben von Val-Sorda und Val-Calamento, auf welchem der Quarzporphyr der Cima di Lagorei lastet, welcher bis ins Fleimsthal hinabreicht. Hier folgen auf diesen wieder Grödener Sandstein und die Triasschichten des Weißhorn und Latemar, mit ihren jüngeren Eruptivgesteinen. In Folge einer leichten Sattelbildung kömmt am Caressa-Passe unter diesen neuerdings der Grödener Sandstein, dann in der Gegend von Welschenoven der Porphyr hervor.

1) Zeitschr. f. Mineralogie, 1829, II, S. 751.

Die große Triasmasse des Schlern legt sich nun auf denselben, von Grödener Sandstein an ihrem Fuße umgeben. Bei Raschötz erreicht das Profil endlich den Nordrand der großen Porphyridecke und unter demselben wieder den erzführenden Casannaschiefer, der noch einzelne isolirte Stücke der großen Porphyridecke trägt. Die Bergbaue bei Klausen gehören demnach demselben Gebirgsigliede an, wie jene nördlich und südlich von der Cima d'Asta. Die Diorite von Klausen zeichnen dasselbe hier aus.

Unter diesem erzführenden Schieferstreifen, den ich dem Casannaschiefer zuzähle, taucht, dem Gesteine wie der Lagerung nach dem Granit der Cima d'Asta entsprechend, der Granitstreifen von Brixen hervor. Er ist auf diesem Profile als der nördliche Rand jener selben großen Granitdecke dargestellt, welche im Süden als das Gewölbe der Cima d'Asta hervortritt, und nimmt folglich in dem Profile in tieferem Horizonte eine ähnliche Stellung ein, wie der Nordrand der Porphyridecke bei Raschötz.

Mit wunderbarem Scharfsinne erkannte L. v. Buch schon vor sehr langer Zeit die „Correspondenz“ der beiden weit von einander entfernten Granitgebirge bei Brixen und bei Borgo, und verglich sie mit den Rändern eines Kelches, welcher nach Nord und Süd das Gebiet des rothen Porphyrs begrenze, ja er nannte sogar den Granit der Cima d'Asta geradezu den „Granit des rothen Porphyrs“¹⁾; auch neuere Beobachter haben wiederholt auf die übereinstimmende Beschaffenheit der Gesteine in diesen beiden Gebirgen aufmerksam gemacht²⁾. Die Auffassung des Verhältnisses beider Granitmassen zu einander, welcher ich in der beifolgenden Skizze Ausdruck geben wollte, erinnert in ihrem wesentlichen Zuge, der Umwölbung einer so gewaltigen Masse und ihrem unterirdischen Zusammenhange mit einem zweiten ähnlichen Gebirgsstocke, an die Darstellung alpiner Kernmassen, welche Desor in seiner geistreichen Schrift „über den Gebirgsbau der Alpen“³⁾ geliefert hat. Ich glaube jedoch wenigstens im vorliegenden Falle annehmen zu sollen, daß der Granit

1) Leonhard, Mineral. Taschenb. 1824, S. 150, 382.

2) Richthofen, Geogn. Besch. v. Predazzo u. s. w. S. 109, u. neuerdings in Nat. Syst. of Volcanic Rocks in Mem. Calif. Acad. of Science, I, 1868, p. 43; eben so Lapparent, Ann. des mines, 6 sér. VI, 1864, p. 251.

3) 8^o, 1865, S. 6, 7.

jünger als der größte Theil der Steinkohlenformation und selbst eine gehobene Lagermasse sei.

Nördlich vom Granite von Brixen folgt grauer, glimmeriger und etwas graphitischer Thonschiefer, in welchem man vielleicht die Äquivalente der anthrazitführenden Stufe zu suchen haben wird, und am Eingange in das Sengerthal bei Mauls erscheint, aus dem Hochgebirge herabstreichend, Kalkstein. Seine Richtung ist NW., und er fällt 70° NO., also dem bisherigen Verfläichen entgegen, indem er schon theilnimmt an der hier beginnenden Fächerbildung. Er zeigt ausgezeichnete Schieferung durch Druck, die meisten Flächen sind wie Rutschflächen gefurcht, die Farbe ist blauschwarz, mit licht und dunkler schattirten, auch rothen und weißen Farbenbändern ¹⁾. Serpentin und Amphibolgesteine finden sich in losen Blöcken; die Tirolerkarte gibt sie höher im Gebirge als anstehend an. — Hier wäre also das muthmaßliche Äquivalent des Kohlenkalkes.

Das nächste Gebirgsglied ist Glimmerschiefer; während der Quarz in den vorhergehenden Schiefermassen in Schnüren oder Knoten enthalten war, bildet er hier stärkere und schwächere tafelförmige Platten zwischen den Schichten. Anfangs fällt der Glimmerschiefer steil N. dann stellt er sich senkrecht und nun tritt gegen das Sterzinger Moos der steile Sprechenstein vor, aus Gneiß bestehend, dessen Flächen ebenfalls senkrecht stehen oder sehr steil S. einfallen. Er gehört dem westlichen Ende der Tauern an. — —

Diese Voraussetzungen stehen auch im Einklange mit den weiter nördlich, besonders von Pichler am Steinacher Joche und von Stotter längs der Südseite der Ötzthaler Masse gesammelten Beobachtungen ²⁾. Durch diese letzteren wurde festgestellt, daß dort der ältere, erzärmere Glimmerschiefer durch einen langen Zug von Kalkstein getrennt wird von den Äquivalenten des jüngeren, erzreichen Thonglimmerschiefers (Casannaschiefers), dessen stellenweises Übergehen in Felsarten von altkrystallinischem Aussehen Stotter zugleich trefflich geschildert hat ³⁾. In diesem Theile der Alpen ist ein

1) Verhandl. d. geol. Reichsanst. 1867, S. 189.

2) Pichler, Beitr. z. Geogn. Tirols, 1859, S. 12 u. folg. Pichler hat sich in neuester Zeit den hier entwickelten Anschauungen über das geringe Alter des Thonglimmerschiefers sehr genähert; Jahrb. XVIII, 1868, S. 45.

3) Vgl. auch Trinker, Erläuterungen, S. 30 u. folg.

etwaiges Äquivalent des oberen Kohlenkalkes noch nicht mit Bestimmtheit bekannt, wenn man nicht etwa den Hangendkalk der Conglomerate des Steinacher Joches dafür ansehen will.

Bei dem gegenwärtigen Stande unserer Erfahrungen aus den Alpen und bei der innigen Verwandtschaft, welche anerkannter Massen außerhalb derselben zwischen den höchsten Lagen der Steinkohlenformation und den tiefsten des Rothliegenden besteht, darf man die Frage, ob in den Alpen überhaupt eine scharfe Grenze zwischen Dyas und Steinkohlenformation besteht, wohl der Zukunft überlassen, und sich zufriedenstellen, wenn es vorerst gelingt, auf so schwierigem Gebiete die Reihenfolge der Bildungen festzustellen.

Wollte man es versuchen, in dieser Richtung heute schon die Vermuthungen etwas weiter zu treiben, so könnte dieß wohl nur durch Untersuchung der Grenzregion des Casannaschiefers gegen die auflagernde Gruppe des Verrucano geschehen, denn nachdem im mittleren Theile des erzführenden Schiefers von Tergove schon Pflanzenreste der höchsten Abtheilungen des Steinkohlengebirges vorkommen, dürfte kaum mehr wesentlicher Zweifel darüber bestehen, daß der Verrucano und die Porphyre dem Rothliegenden zuzufallen haben. Directe Beobachtungen der Grenze selbst geben keinen besonderen Aufschluss. Bei Lukau im Gailthale, wo Porphyr dem Schiefer unmittelbar aufruht, sind nach Stur die Schieferstücke im Porphyr lagenweise vertheilt, so daß der Porphyr als ein geschichtetes Gestein auftritt¹⁾. Hieraus läßt sich wohl höchstens folgern, daß zur Zeit des Porphyr-Ergußes hier kein Verrucano-Conglomerat über dem Casannaschiefer vorhanden war. Bedeutsamer sind die Angaben Escher's aus Vorarlberg. Dort scheinen bei Rells die tiefsten Massen des rothen Conglomeratgebildes aus röthlichen und graulichen, sehr glimmerigen, bald an Thonschiefer, bald an Glimmerschiefer erinnernden Gesteinen zu bestehen; nahe ob Vandans sieht man, nach diesem trefflichen Beobachter, auch echten Glimmerschiefer auf mannigfache Weise verzweigt zwischen rothem Schiefer und Conglomerat, das in diesem Falle mehr krystallinisches als Sandstein-Gepräge hat²⁾.

Für noch wichtiger halte ich die in so vielen Theilen der Südalpen hervortretende Thatsache, daß dort wo Porphyr und Verru-

¹⁾ Jabrb. VII, 1856, S. 421.

²⁾ Escher, Vorarlb. S. 29.

cano vorhanden sind, ihnen die Lagerstätten von Quecksilber angehören, und dort wo diese beiden Felsarten fehlen, das Quecksilber im oberen Theile des Casannaschiefers und in demselben eingeschalteten Kalklagen erscheint. Die Vergleichung der von Vall'alta, Kerschdorf, Stockenboj, Pototschnik, Kappel, Idria und anderen Punkten angeführten Beobachtungen scheint mir dies hinlänglich zu beweisen und würde hieraus zu folgern sein, daß wenigstens an solchen Stellen der höchste Theil des Casannaschiefers und der Kalksteine der Dyas zufällt. Von Süd-Tirol ausgehend, sieht man gegen Ost den Porphyrs verschwinden, das Quecksilber aber hält an über weite Strecken. Dieser Umstand hat mich veranlaßt, Angaben über das Auftreten dieses Metalls in den östlichen Alpen zu sammeln, und das Ergebnis ist das folgende.

Zunächst gibt es eine Anzahl von Punkten, welche der Flyschzone angehören und welche metallisches Quecksilber oder Zinnober geliefert haben. Hierher gehören die Vorkommnisse von Poloneto bei Spessa (unweit Gagliano) und von Cisgne bei Gravello in der Provinz Udine¹⁾, im Norden die nach Flurl's Angaben²⁾ metallisches Quecksilber führende Quelle am Urfelde am Wallersee, und weiterhin viele Stellen des Sandsteingebirges der Karpathen und Siebenbürgens, welche von F. v. Hauer und Zepharovich³⁾ aufgezählt worden sind. Mehrmals wiederholen sich namentlich in diesem weiten Gebiete die Nachrichten von Quellen, welche zeitweise metallisches Quecksilber führen. An einer Stelle, am Tihuthale im nördlichen Siebenbürgen, erscheint Zinnober mit etwas Bleiglanz und Blende in einem Gange von Kalkspath und Braunschpath an der Grenze des Karpathensandsteines und einer eruptiven Gebirgsart⁴⁾.

Aus dem gesammten Gebiete der beiden Kalkzonen im Norden und im Süden der Alpen kenne ich keine Angabe über das Erscheinen dieses Metalles, während es in der Unterlage dieser Gebirge außerordentlich verbreitet ist.

Im Südwesten ist zuerst das Vorkommen von losen Stücken einer zinnoberführenden Felsart am M. Muggio und am Cimone

1) F. v. Hauer, Jahrb. 1855, VI, S. 810—814.

2) Die Gebirgsform. der Churpälz. Bair. Staaten, 1805, S. 19.

3) Mineralog. Lexicon f. d. Kaiserth. Oesterreich, 8^o, 1859, S. 274 u. 480.

4) Strippelmann, Berg- u. Hüttenm. Zeitung, 1854, S. 157; Cotta, Jahrb. 1855, VI, S. 129.

di Margno bei Bellano an der Ostseite des Comer-See's zu nennen¹⁾. Die Angaben Escher's über diesen Gebirgstheil, so wie das große Profil Stoppani's²⁾, welches ebenfalls diese Höhen kreuzt, lehren, daß gerade in dieser Gegend die Schiefer unter dem rothen Conglomerat hervorkommen. Stoppani machte sogar schon darauf aufmerksam, daß hier wie bei Torri der Zinnober einen gewissen Horizont zu bezeichnen scheine³⁾.

Spuren von Zinnober traf Curioni in der Nähe des alten Klosters von Pisogne in Val-Camonica in einem verlassenen Baue auf Eisensteine, welcher tiefer liegt als jene Zone von Eisenerzen, die unter dem Schiefer mit *Myac.Fassaensis* und *Naticella costata* lagert⁴⁾.

In Tirol trifft man zunächst auf ältere Angaben über das Vorkommen von Quecksilber in einem Bache bei Terlau (NW. von Botzen) und in einer Quelle bei Radein (zwischen Neumarkt und dem Zangenberge)⁵⁾. Beide Ortschaften liegen nahe der oberen Grenze des Porphyrs gegen den rothen Sandstein; diese Vorkommnisse neuerdings aufzusuchen würde um so wichtiger sein, als sie wahrscheinlich die Fortsetzung des Auftretens im Val delle Monache bei Sagron (unweit Primiero, hart an der venetianischen Grenze) bilden⁶⁾, welches letztere mit der reichen und sehr nahen Lagerstätte von Vall'alta zusammenhängen wird. Es ist früher nach den Beobachtungen von Trinker, Stapff und Rath gezeigt worden, daß das Erz an dieser Stelle in dem Porphyr und über demsel-

1) Cantu, Viaggio di Milano a Venez. 8^o, 1856, p. 440; Malacarne e Polli, Manuale di Mineral. 8^o. 1857, p. 403 (wie es scheint nach Curioni's Angaben).

2) Studii geologici sulla Lomb., 8^o, 1857, p. 167.

3) In Bezug auf das Vorkommen von Zinnober in südlicheren Theilen Italiens schreibt mir Prof. Meneghini: Zu Levigliani in den apuanischen Alpen liegt derselbe in krystallinischem Schiefer, bei Castelazara und an andern Orten in der Maremma im Albarese, dem der Nummulitenkalk sofort aufliegt. Bei Torri sind es die Schichten, welche Anthrazit und die Steinkohlenflora enthalten, welche zugleich Zinnober führen. In allen Fällen zeigt er die Spuren eines späteren Eindringens in diese Gesteine.

4) Sulla Successione norm. dei div. Membri del Terr. triasico; 4^o, 1855, p. 11 (aus d. Memor. dell Istit. Lomb.). Der Horizont scheint jener der mächtigen rothen Sandsteine und Conglomerate dieser Gegend zu sein.

5) Liebener u. Vorhauser, Mineral. Tirol's, S. 223.

6) Trinker, Erläut. S. 68, Liebener u. Vorh. S. 289 „im Rothfodtliegenden“.

ben im Talkquarzit liegt, wobei Einschaltungen von rothem Sandstein („Porphyr sandstein“) vorkommen.

In den krainerischen Gebirgen taucht wieder an mehreren Punkten dasselbe Metall auf. In Idria liegt, wie mehrfach gesagt wurde, das Erz unter dem rothen Sandstein in einem Wechsel von Kalk und Schiefer, und ist die Verschiedenheit der Gesteine vor Allem der Abwesenheit des Porphyr's zuzuschreiben. An diesen berühmten Punkt schließen sich die Funde von Zinnober zu St. Thomas bei Laak und unweit davon im Hrastenzagraben bei St. Oswald¹⁾, so wie das Vorkommen von Spuren von Zinnober in den Bleierzen zu Knappousche bei Laak²⁾. Die Umgebung von Laak bildet auf diese Weise gleichsam ein Bindeglied zwischen Idria und dem mehrfach erwähnten Bergbaue bei dem Pototschnik-Bauer am Loibl, welcher bald unter dem Namen St. Anna am Loibl, bald als der Bau von Neumarkt angeführt wird. Hacquet, nach dessen Angabe man von Idria aus an dieser Stelle bis zum Jahre 1772 Bergbau trieb, nennt³⁾ ein Schieferflötz zwischen Kalkstein, Lipold⁴⁾ dagegen ein eingeschaltetes Kalkflötz als das hauptsächlichste erzführende Mittel. Weiter in Ost liegt der aufgelassene Bau in der Kotschna bei Vellach, angeblich in Kalkstein⁵⁾.

Es folgt nun jener Zug von Zinnober- und Quecksilberschürfen, welcher von Kerschorf bei Bleiberg an in östlicher Richtung über Waidisch und Kappel bis in das Loppeinthal fortsetzt; die Punkte bei Kerschorf und Kappel, welche ich gesehen habe, liegen nahe unter dem Grödener Sandstein. Nördlich von der vorliegenden Triaskette befinden sich im selben Horizonte die Baue von Stockenboj (Buchholzgraben), vielleicht auch die Vorkommnisse von Dellach im oberen Drauthale⁶⁾; dieser Ort liegt, wie

1) „Nester bildend zwischen Werfener- und Gailthaler-Schiefer“ sagt Lipold, Jahrb. 1856, VIII, 211.

2) Im Gailthaler-Schiefer nach Lipold eb. das.

3) Oryctogr. Carniolicæ, I, S. 31.

4) Berg- u. Hüttenm. Zeit. 1855, III, S. 364—366. Über die von Boué angeführte Stelle „im Oudigraben am Fuße des Bielapietsch“ ist mir nichts weiter bekannt geworden. Prov. Illyr. p. 66.

5) Lipold, Jahrb. 1855, VII, S. 374.

6) „Auf Klüften eines grauackartigen Gesteins“, Rosthorn u. Canaval, S. 59.

Stockenboj, knapp am Nordrande der Triaskette, welche hier das Drauthal vom Gailthale trennt.

Nordöstlich von diesen beiden Punkten folgen die Funde im grünen Schiefer der Rotrasten bei Reichenau zwischen Reichenau und dem Turrachsee und am Turrachsee selbst, welcher letztere nach Rolle wahrscheinlich in den Horizont des Kupferbaues und jedenfalls über jenen der Flora der Stangalpe fällt.

Weit im Südosten finden die krainerischen Vorkommnisse ihre Fortsetzung bei Csubar in Croatien und noch weiter in den Bergen von Inatsch bei Kreschevo und an anderen Punkten Bosniens. — Nach den früher mitgetheilten Angaben glaube ich nun folgern zu dürfen, daß in diesem weiten Gebiete nur zwei Quecksilber- oder Zinnober-führende Horizonte mit Bestimmtheit bekannt sind. Der erste fällt dem Flysch in den venetianischen Südalpen zu und ihm entsprechen andere Vorkommnisse in der nördlichen Flyschzone der Alpen und der Karpathen. Der zweite Horizont, welcher weitaus bedeutender ist, liegt unter den Äquivalenten des Grödener Sandstein's: in Süd-Tirol, wo Porphyre und die Gesteine des Verrucano diesen Horizont auszeichnen, fällt er diesen zu; im Osten, wie bei Idria, wo solche rothe Gesteine fehlen oder zurücktreten, erscheint dasselbe Metall in Sedimentärgesteinen von anderer Beschaffenheit aber wahrscheinlich gleichem Alter. Dieser Horizont wird wohl der Dyas zufallen.

Ich wende mich nun zu den Nordalpen.

In den Nordalpen, aus welchen das angebliche Vorkommen am Wallersee in der Flyschzone bereits erwähnt wurde, ist mir, wie gesagt, auch nicht ein einziges Vorkommen von Zinnober oder Quecksilber innerhalb des ausgedehnten Gebietes der Kalkalpen bekannt, während wieder längs ihrem Südrande, in den oberen Theilen des paläozoischen Gebirges, im Thonglimmerschiefer der Tiroler Geologen, nicht wenige Funde bekannt sind. Im Westen beginnend, erwähne ich zuerst ein zweifelhaftes Vorkommen von gediegen Quecksilber am Gundelatscher und am Tafamont-Berg, östlich und westlich von Gaschurn im Montafonthale¹⁾. Im Oberinntale kennt man zwischen Serfaus und Ladis Zinnober und Quecksilber mit

¹⁾ Schmidt, Vorarlberg, Ber. an den geogn. mont. Verein, S. 33, 155; Zepharovich, Min. Lexik. S. 273.

Fahlerz im Quarzschiefer¹⁾ und Trinker erwähnt einen aufgelassenen Bau der Gewerkschaft von Gant im Oberinnthale auf Quecksilberfahlerz an der unteren Grenze des rothen Sandsteins²⁾.

Weiter im Osten erscheint bei Schwaz Zinnober und Quecksilberfahlerz wieder und wurde Quecksilber früher als Nebenproduct gewonnen³⁾; Pichler hat kürzlich gezeigt daß der erzführende Kalk von Schwaz nahe unter dem Quarzconglomerate liegt, welches man bisher als das älteste Glied des bunten Sandsteins ansah⁴⁾. Immerfort im selben Streichen liegen die weiteren Punkte, welche man aus diesem Theile der Alpen anführt, und zwar der Salvenberg und die Brunnalpe im Brixenthale⁵⁾, Gebra am Pillersee⁶⁾, dann auf salzburgischem Gebiete die Bergbaue des Leogangthales, in welchen man in älterer Zeit Quecksilber, Zinnober und Amalgam bei Schwarzleogang, in der Erasmusgrube und in der Grube Vogelhalde traf⁷⁾. Nöggerath führt aus dem Leogangthale Zinnober in Quarz, der mit Talk verwachsen ist, an. Dabei bleibt zu bemerken, daß Peters nahe im Osten, und zwar bei Hütttau im Larzengraben, zwischen dem rothen Sandstein und dem erzführenden Schiefer einen grünlichgrauen schiefrigen Quarzit mit Glimmerschüppchen traf, welcher dem Talkquarzit des Verrucano entsprechen wird⁸⁾. Daß der Horizont der Bergbaue von Leogang mit jenem der Baue von Schwaz nahe zusammenfalle, darf man nach den vorliegenden Angaben⁹⁾ als höchst wahrscheinlich annehmen.

¹⁾ Im Gebiete des Thonglimmerschiefers; Trinker Erläut. S. 45; Stotter in Pichler's Beitr. S. 124 u. folg.

²⁾ Erläuterungen, S. 68.

³⁾ Nöggerath, Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwes. im preuss. Staate, X, 1862 S. 387.

⁴⁾ Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst. v. 31. Juli 1867, S. 236; u. Jahrb. XVIII, 1868, S. 45.

⁵⁾ Schroll in Moll's Jahrb. f. Berg- u. Hüttenkunde, I, 1797, S. 144.

⁶⁾ Im Thonglimmerschiefer, Trinker, Erläut. S. 45, 50, Liebener u. Vorhauser, Min. Tyrol's, S. 223; nach Hauer u. Foetterle, Geol. Übers. d. Bergbaue d. öst. Monarch., S. 84 mit Kupfernickel im Spatheisensteinbaue.

⁷⁾ Schroll a. a. O. S. 144; Zepharovich, Min. Lexik. S. 273; Nöggerath (Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwes. im preuss. Staate, X, 1862, S. 387).

⁸⁾ Jahrb. V, 1854, S. 120.

⁹⁾ z. B. Lipold, Der Nickelbergbau Nökelberg im Leogangthale, Jahrb. V, 1854. S. 148—160. Im Mannsfeld'schen liegen die Nickelerze im Kupferschiefer. Vgl. z. B. Bäunler, Zeitschr. deutsch. geol. Ges. IX, 1857. S. 25—50.

Zweifelhaft bleiben zwei südlich von dieser Linie fallende Angaben. Im Schmidenthale im Pinzgau „soll“ nach Schroll Quecksilber gefunden worden sein, und Ehrlich berichtet, daß im Jahre 1814 nach einer Relation des Bergrathes Mieliçhhofer am westlichen Gehänge des Groß-Arlthales, 1½ Stunden von St. Johann in geschichtetem Kalk ein Versuchsbau auf gediegenen Quecksilber beantragt worden sei ¹⁾).

Auch noch weiter im Osten sind zwischen der Mittelzone und der Basis der Triasformation mehrere Fundstellen von Quecksilber bekannt. Schlading wurde in früherer Zeit als eine solche genannt ²⁾). Eine Anzahl von Angaben, liegt in Bezug auf die Gegend nördlich vom Paltenthale vor; man nennt nämlich als Fundorte Johnsbach ³⁾ (nordöstlich von Dittmannsdorf), Zölz am Südabhänge des Reichensteins, wo ein schwacher Bergbau in Grauwackenkalkstein auf den eingesprengten Zinnober betrieben wird ⁴⁾), in der Radmer auf Brauneisenstein ⁵⁾, Reiting am Ostabhänge des Reichensteins bei Eisenerz ⁶⁾, den Polsterberg ⁷⁾, endlich den Spatheisenstein des Erzberges bei Eisenerz selbst ⁸⁾). Diese reiche Lagerstätte habe ich selbst auf Grund der von Stur mitgetheilten Versteinerungen aus den liegenden Schichten und aus einem Kalkstein, welcher entweder der Lagerstätte oder dem Liegenden angehört, für jünger als die untersilurischen Erze Böhmens, zugleich aber wie mir jetzt scheinen will mit zu großer Bestimmtheit, für obersilurisch erklärt ⁹⁾). Die nächste Veranlassung hiezu war das Vorkommen von Schwanzschildern einer nicht weiter bestimmbarcn Art von *Bronteus*; das Erscheinen eines ganz ähnlichen bronteusführenden Kalksteins in der Gegend von Villach und zwar in einer Region, welche, wie es scheint, der Steinkohlenformation zufällt, so

1) Nordöstliche Alpen, 8^o Linz, 1850; S. 83.

2) Anker, Mineral. v. Steiermark. S. 13.

3) Kopetzky, Mineral. Steierm.

4) Hauer u. Foetterle, geol. Übers. d. Bergbaue d. östl. Monarchie, S. 38.

5) Anker, Mineralog. v. Steyermark, S. 13.

6) Hauer, Jahrb. I, 1850, S. 31.

7) Anker, a. a. O. S. 13.

8) Hauer eb. das.; Schouppc, Jahrb. II. B. 1851, S. 156; Hauer u. Foetterle a. a. O. S. 52.

9) Jahrb. XV, 1865, S. 273.

wie die nahe Überlagerung des Erzlagers durch den rothen Sandstein, von welchem es nach Stur nur durch das wenig mächtige Grenzconglomerat getrennt ist, scheinen mir aber eine nochmalige eingehende Untersuchung dieser Gegend wünschenswerth zu machen.

Auch noch weiter im Osten begleitet Zinner den Spatheisenstein am Altenberge (N. von Kapellen bis Neuberg) und in Niederösterreich bei Kleinau (W. von Hirschwang) ¹⁾.

Man kann daher behaupten, daß die vielfach (z. B. von Hauer und Foetterle a. a. Orte, S. 78) als ein zusammenhängendes Glied der obersten Zone der sogenannten Grauwackenbildung von Schwaz in Tirol bis Reichenau in Niederösterreich ausgeschiedene Kette von Spatheisensteinvorkommnissen an vielen Stellen von Quecksilber begleitet ist, welches folglich hier eben so nahe unter dem rothen Sandstein auftritt, wie in den Südalpen.

Zum Schluß ist noch das Vorkommen von Zinner im Becken von Rein (NO. von Gratz), im Gebiete der devonischen Formation zu erwähnen; man nennt hier insbesondere einen aufgelassenen Bau bei Pachernegg und die Schneiderhöhle bei Gradwein ²⁾.

Sieht man nun von den vielen Quecksilbervorkommnissen der Karpathen ab, von welchen namentlich jene von Dobschau denen der Südalpen sehr ähnlich zu sein scheinen ³⁾, so ergibt sich als allgemeines Ergebnis für die Alpen:

1. daß es einzelne Vorkommnisse von gediegen Quecksilber im Flysch gibt,

2. daß aus der Kalksteinzone der nördlichen, wie aus den entsprechenden Gebieten der südlichen Alpen, noch kein Vorkommen dieses Metalles bekannt ist,

3. daß eine große Anzahl zum Theile sehr reicher Stellen im Süden unter der unteren Grenze der Trias, sei es im Porphyry, oder in den Talkquarziten und rothen Gesteinen des Verrucano, sei es wo diese fehlen, in den höchsten, zuweilen Kalkflötze führenden Abtheilungen des sogenannten Grauwackenschiefers bekannt sind, und

¹⁾ Hauer u. Foetterle, a. a. O. S. 79.

²⁾ Anker, Mineral. v. Steiermark, S. 13 u. Darstellung d. Gebirgsverhältnisse, S. 59. Morlot, Erläut. z. VIII. Sect. der Generalstabkarte, 8^o, 1848, S. 55; Andrae, Jahrb. V, 1854, S. 549, 563.

³⁾ Vgl. Cotta in Bornemann u. Kerl, Berg- u. Hüttenm. Zeitschr. 1861, S. 151; Andrian, Jahrb. 1859, X, S. 554 u.

daß auch in den Nordalpen in dem obersten Theile der sogenannten Grauwackenzone an vielen Stellen Zinnober oder Quecksilber vorkömmt,

4. daß bei Rein, am östlichen Rande der Alpen, einige spärliche Vorkommnisse in der devonischen Formation bekannt sind, und

5. daß in den Gesteinen der Mittelzone dieses Metall noch an keiner Stelle mit Sicherheit nachgewiesen ist.

Bei der weiteren Erörterung der Frage, ob der obere Theil des Casannaschiefers schon dem Rothliegenden zufalle, wird man ferner die Thatsache nicht aus dem Auge lassen dürfen, daß ein sehr großer Theil der außeralpinen Quecksilbervorkommnisse in Deutschland dem Rothliegenden zufällt.

In Böhmen, wo die reicheren Funde allerdings untersilurischen Schichten angehören, ist in neuerer Zeit durch Reuß auch ein Fund von Zinnober im Rothliegenden bekannt geworden, und zwar bei Huttendorf, südlich von Hoheneibe, wo er als Anflug mit Malachit auf einem dem Rothliegenden angehörigen, grauschwarzen, bituminösen Schiefer vorkömmt ¹⁾.

In Ober-Schlesien traf man nach Huyssen's Angaben ²⁾ in einem Stollen am Schäferberge zwischen Heunsdorf und Gottesberg — welcher in dem zum Rothliegenden gehörigen Theile des Kohlengebirges angelegt ist und mit seinem Ende im Porphyry steht — 30 Lachter vom Mundloche Quecksilber in einem lockeren blaugrauen Thonstein, der weiße Kaolinpartien porphyrtartig einschließt.

In der Pfalz gehören die berühmten Vorkommnisse von Münster-Appel, Moschel-Landsberg u. s. w. derselben Formation an. Ich beschränke mich darauf, die specielle Abhandlung Gumbel's über diese Vorkommnisse ³⁾, dessen letzte Eintheilung des Rothliegenden jener Gegend ⁴⁾ und die neueste Arbeit von Laspeyres ⁵⁾ anzuführen.

¹⁾ Reuss, Lotos, 1856, VI, S. 118.

²⁾ 41ster Jahresber. der Schles. Gesellsch. f. vaterl. Cultur, Breslau, 1864, S. 30.

³⁾ Üb. d. Quecksilbererz d. Pfalz, aus d. Verh. d. naturf. Ver. d. Rheinl. u. Westph.

⁴⁾ Geogn. Verhältn. d. Pfalz, 8^o. München, 1865 (aus d. Bavaria. IV. Bd. S. 14—81 u. 48.

⁵⁾ Kreuznach u. Dürkheim a. d. Hardt, Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1867, XIX, S. 803—922.

Gümbel trennt vom echten Kohlengebirge eine mächtige Gruppe von Schichten als „Überkohlengebirge“ oder „Supra-Carbonschichten“ (auch Schichten des *Acanthod. gracilis*), welche in der Flora der tieferen Regionen noch eine große Übereinstimmung mit der unterliegenden Steinkohlenformation zeigen soll, während erst allmählig gegen oben die Annäherung an die Flora des Rothliegenden hervortritt, die (wohl allseitig zum Dyas gezählten) Reste von *Archegosaurus Decheni*, *Acanthodes gracilis* u. A. aber schon in dem tiefsten Gliede der Supra-Carbongruppe, den „Höchener Schichten“, sich zeigen. Diese Höchener Schichten umfassen ferner die meisten Quecksilbervorkommnisse (Pötzberg, Moschellandsberg u. s. w.); an einigen Stellen tritt das Erz im Melaphyr, an anderen im Porphyry auf (S. 48).

Etwas verschieden hievon ist die jüngst von Laspeyres gegebene Eintheilung, doch stimmen die für die Vergleichung wichtigen Angaben ziemlich überein. In dem obersten Theile der Steinkohlenformation (Ottweiler Schichten) werden schon Spuren der organischen Welt der Dyas (*Walchia piniformis* u. A.) angeführt; über denselben nennt dieser Beobachter zunächst die „Cuseler Schichten“ als Unter-Rothliegendes, dann die „Lebacher Schichten“ als Mittel-Rothliegendes, endlich das Ober-Rothliegende, oder Rothliegende Dechen's, d. h. die rothen Sandsteine, Conglomerate, Porphyrrümmmergesteine u. s. w., welche man von jeher mit diesem Namen zu bezeichnen pflegte. Die größte Masse der Porphyre und Melaphyre erscheint dabei in der Form von Oberflächenergüßen zwischen dem Mittel- und Ober-Rothliegenden. Zinnober und Quecksilber werden aus den Cuseler und Lebacher Schichten und aus den Eruptivgesteinen, dann insbesondere von der Grenze der letzteren gegen die sedimentären Bildungen angeführt (S. 826).

Alle diese Umstände scheinen darauf hinzudeuten, daß in der Pfalz das Quecksilber genau in denselben Beziehungen zum Rothliegenden und zum Porphyry stehe, wie in den Südalpen ¹⁾.

¹⁾ Die Erze von Almaden finden sich nach den ausführlichen Angaben C. de Prado's (Bull. soc. géol. 1855, XII, p. 200—204) in silurischen u. devonischen Schichten, jedoch unter Anzeichen eines späteren Eindringens in dieselben. Zur Ermittlung des wahren Alters der Erze theilt Prado mit, daß man bei Chillon (unweit von

5. Der Verrucano. Dieser Sammelname umfaßt auch nach Abzug jener Quarzconglomerate, welche die anthrazitführenden Schichten der Steinkohlenformation begleiten, in der Weise, in welcher er heute in Gebrauch steht, noch ziemlich verschiedenartige Bildungen. Studer, dessen Meisterwerk bis zum heutigen Tage den besten Ausgangspunkt für ähnliche Vergleichenungen bietet, unterscheidet ¹⁾):

1. Verrucano, nämlich grünliches oder röthliches Quarzconglomerat, häufig mit Talk.
2. Quarzit, als Talkquarzit sich anschließend an den talkigen Verrucano, auch Glimmer aufnehmend und durch die Entwicklung von Feldspath. übergehend in Gneiß.
3. Rother Sandstein, kirschrothe, rauhe, sandige Thonschiefer bis dunkelrother Sandstein. Zuweilen auch grüner oder rother Sandstein.

Diese selben Gesteine reichen weit in die österreichischen Alpen herüber. Das Quarzconglomerat insbesondere erscheint durch Vorarlberg und Nordtirol hin unter der Triasformation und seine Identität mit den Schweizer Vorkommnissen ist daselbst von Escher anerkannt worden ²⁾); es reicht, streckenweise unterbrochen, bis in das Ennsthal herüber und erscheint noch im Salzburg'schen, bei Hüttau im Larzengraben, der grünlichgraue schiefrige Quarzit an seiner Stelle, zwischen rothbraunem Sandstein und erzführendem Schiefer ³⁾).

In Bezug auf die Formation, welcher diese Gebilde zuzuschreiben seien, herrscht beiläufig dieselbe Verschiedenheit der Meinungen, wie in Bezug auf das rothe Conglomerat, welches in Spanien unter der Triasformation erscheint, an entfernten Stellen, wie bei Sevilla

Almaden) an der Grenze des silurischen Sandsteins gegen eine durchbrechende Masse von Melaphyr auf gediegen Quecksilber gegraben habe, läßt jedoch Zweifel darüber, ob sich das Metall an dieser Stelle auf ursprünglicher Lagerstätte befand. Übrigens hat man in Spanien auch Quecksilber in Begleitung der Kupfererze des „Rodeno“ unter der Trias gefunden (Ezquerria d. Bajo b. Trautschold, Bull. soc. Mosc. 1858, sep. p. 49).

¹⁾ Geologie d. Schweiz, I, S. 413.

²⁾ Geol. Bemerk. üb. Vorarlb. 4^o, S. 29 u. a. a. O.

³⁾ Peters, Jahrb. 1854, V, S. 120. Lipold hat die hieher gehörigen Gesteine des Leogangthales sehr genau unter dem Namen „schiefrige Grauwacke“ beschrieben. Eb. das. S. 153 u. folg.

und bei Cuença, Kupferlagerstätten enthält, und „Rodeno“ genannt worden ist. Verneuil hat es bisher nicht gewagt, dasselbe als einen sicheren Vertreter des Rothliegenden anzusehen¹⁾, während Jacquot es mit Bestimmtheit als ein Glied der permischen Formation deutet²⁾.

Die letztere Ansicht hat für die Alpen, wenigstens in Bezug auf das Quarzconglomerat (Sernftconglomerat), in neuerer Zeit immer entschiedener Vertretung gefunden, so durch Tröger für die in Verbindung mit demselben auftretenden Kupfererze des Canton's Glarus³⁾ und durch Osw. Heer⁴⁾. Theobald, dessen ausgedehnte Arbeiten in Graubünden für Süd-Tirol zunächst in Betracht kommen, stellt einen Theil dieser rothen Gesteine als bunten Sandstein zur Trias, während er den übrigen Theil als Rothliegendes oder Steinkohlenbildung ansieht⁵⁾. Die Trennung der Gruppe erweist sich auch für unsere gesammten Südalpen als eine naturgemäße. Der rothe Grödener Sandstein, welcher den obersten Theil der rothen Gesteine in Süd-Tirol ausmacht, setzt sich zwar mit wechselnder Mächtigkeit, doch mit vollkommen gleichbleibenden Merkmalen durch Tirol, Kärnthen, Krain und Süd-Steiermark bis Croatien, wahrscheinlich bis nach Bosnien fort. Porphyrgerölle erscheinen zuweilen, häufiger Gyps. Seine Feuerbeständigkeit zeichnet ihn an vielen Punkten aus; bei Triesen in Vorarlberg werden wie bei Kundl (unweit Rattenberg) im Innthale, bei Bleyberg in Kärnthen und an anderen Stellen aus demselben Gestellsteine für die Hochöfen gewonnen; dieses Merkmal hat er z. B. mit dem Rothliegenden des Juragebirges gemein, welches ebenfalls Gestellsteine liefert. Im Allgemeinen erinnert das Aussehen, namentlich der leichteren Varietäten, an Vogesen-Sandstein, wie Escher hervorhob⁶⁾, und wie mein

1) z. B. Comptes rend. 29. Aug. 1864, t. LIX u. Carte géol. de l'Espagne.

2) Note sur l'existence du terr. permien en Espagne. Ann. d. Mines, 1866, VI. ser. IX, p. 403—405. Eine eingehende Schilderung trifft man bei Lujan, Estud. & Observ. geol. relat. a terren. de la prov. de Badajoz, Sevilla etc. 4^o Madrid, 1850, p. 39—42.

3) Berg- u. Hüttenm. Zeitung. 1860, S. 305. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. XIV. 1862, S. 520—524.

4) Urwelt d. Schweiz, 8^o. 1865, S. 35.

5) Geolog. v. Graubünden, 4^o, 1864, II, S. 44.

6) Geol. Bemerk. üb. Vorarlberg, S. 29.

Führer am Podpletscham, Herr Conraetz, oftmals mit Recht betonte.

Es ist daher auch meine Meinung, daß man den Grödener Sandstein als ein selbständiges Glied aufzufassen und nicht nur von den älteren, sondern auch von den auflagernden höheren Schichten abzutrennen hat, wie dies z. B. die Verfasser der Tiroler Karte und insbesondere Trinker, von jeher gethan haben.

Eine andere, und für den Augenblick schwer zu beantwortende Frage ist, ob man dieses Glied der Trias oder der Dyas zuzuthellen habe. Die Thatsachen, welche bei uns für die Einbeziehung desselben in die Trias oder gar für die Vereinigung des Verrucano mit dem Werfener Schiefer geltend gemacht worden sind, wie die Aufindung eines Exemplars von *Turbo rectecostatus* im unteren Theile des rothen Sandsteins bei Frain.¹⁾ und das angebliche Erscheinen eines Exemplars von *Naticella costata* nahe an der unteren Grenze des Verrucano am Monte Ponteranica²⁾ konnten mich schon darum nicht von der Richtigkeit einer solchen Vereinigung überzeugen, weil diese beiden Conchylien in den Südalpen in der Regel nicht einmal der tieferen Abtheilung der Werfener Schichten (Schichten von Seiss, Richthof), sondern der höheren (Schichten von Campil) angehören. Von großer Wichtigkeit für die Entscheidung dieser Frage wäre Escher's Entdeckung von Pflanzenresten des bunten Sandsteins (*Aethophyllum speciosum*, *Voltzia heterophylla*) im Regoledothale³⁾, wenn nicht auch diese über der Hauptmasse des rothen Sandsteins lägen.

Je beständiger nun die Beschaffenheit des Grödener Sandsteins, um so mannigfaltiger ist jene der unter demselben und über dem Casannaschiefer liegenden Gruppe.

Um sich einen Überblick ihrer Abänderungen zu schaffen, muß man einzelne Theile der Alpen für sich betrachten.

Eine erste Region bildet die Gegend um die großen Porphyrgüsse von Botzen. F. v. Hauer hat⁴⁾ ein lehrreiches Bild der Zone von Verrucanogesteinen entworfen, welche vom Lago Maggiore

1) Stur, Jahrb. 1855, IX, S. 336.

2) Fedreghini bei Hauer, Jahrb. 1858, IX, S. 460.

3) Geol. Bemerk. üb. Vorarlb. S. 68.

4) Jahrb. 1858, IX, S. 457—463.

quer über den Luganer- und Comer-See bis in das obere Val-Camonica fortsetzt, von dort mit einer Beugung nach Süd, die zwischen dem Lago d'Iseo und Lago d'Idro auftauchende Insel von Casanna-Gesteinen und weiterhin die Iudicarien erreicht. Undeutliche Pflanzenstiele sind von Stabile in dieser Zone im Verrucano gefunden worden. Hier schon treten, wie in Graubündten, stellenweise Porphyre auf, gleichsam die Vorläufer der großen südtirolischen Masse. In Süd-Tirol selbst unterscheiden wir das Verrucanoconglomerat, den Porphyr und in Verbindung mit diesem bald rothe, tuffähnliche Gesteine, wie sie bei den neuen Eisenbahnbauten im Eisackthale vielfach entblößt worden sind, bald rothen, aus den Zerreibsel des Porphyrs gebildeten Sandstein, der sich nur schwer vom Grödener Sandstein unterscheiden läßt, bald auch, wie bei Vall'alta, den taligen Quarzit¹⁾.

Das Verrucano-Conglomerat scheint in dieser Richtung sehr an Mächtigkeit zu verlieren. Am M. Lefre bei Strigno habe ich es noch gesehen, von Vall'alta ist es beschrieben worden, eben so noch von Forni-Avoltri, bei Recoaro erscheint jedoch über dem älteren Schiefer nur stellenweise ein Conglomerat, dessen Mächtigkeit 1 Met. kaum übersteigt, während an anderen Stellen der rothe Sandstein unmittelbar den Schiefer bedeckt²⁾.

Gegen Nordost, gegen das Sextenthal und Inichen, wo L. v. Buch die Conglomerate dem Rothtodtliegenden gleichstellte³⁾, scheint keine sehr beträchtliche Veränderung dieser Schichtgruppe einzutreten, mit Ausnahme der Abwesenheit des Porphyrs, der übrigens z. B. bei Maria Lukau im Gailthale wieder erscheint.

Einen wesentlich anderen Charakter tragen die Äquivalente dieser Gruppe in dem Gebiete von Idria, im unteren Gailthale, im südöstlichen Kärnten und wohl bis gegen Turrach hin an sich. Die Schichtenfolge unter dem Grödener Sandstein in der Grube zu Idria

1) Richthofen hat allerdings versucht, den ganzen Grödener Sandstein als eine Tuffbildung der Porphyrs darzustellen, ich glaube jedoch, daß man die Tuffbildungen in der Natur von dem weit verbreiteten und in seiner Zusammensetzung so beständigen Grödener Sandstein zu trennen im Stande ist. (Geogn. Beschreib. v. Predazzo, S. 47.)

2) Schaueroth, Sitzungsber. 1855, XVIII, S. 489; Pirona, Atti dell'Istit. Venet. 1862/3, VII, 3. ser. p. 1139—1145.

3) Mineralog. Taschenb. f. 1824, II, S. 398.

weicht außerordentlich von jener ab, welche in Süd-Tirol unter demselben Sandstein entblößt ist. Porphyry und rothes Verrucanoconglomerat sind verschwunden, der Silberschiefer ist allerdings seinem Gesteine nach von Stappf dem graphitischen Schiefer von Vall'alta gleichgestellt worden, aber sonst wird man außer dem gemeinschaftlichen Gehalt an Quecksilbererzen kaum eine weitere Übereinstimmung finden, — es sei denn, daß man den rothen Schiefer aus den tieferen Theilen des Baues in Idria jenem gleichstellen wollte, der nach Escher am Wallensee und bei Mels im Norden, wie am Comersee im Süden, als tiefster Theil des Verrucano erscheint ¹⁾, oder daß man den feldspathführenden grauen Sandstein in Liegenden der Lagerstätte in irgend einen genetischen Zusammenhang mit den Porphyren bringen wollte.

Bänke von Kalkstein und Dolomit sind es, deren Erscheinen den wesentlichsten Unterschied gegenüber den südtirolischen Vorkommnissen bedingt, wobei es allerdings auffällt, daß auch westlich von der Botzener Masse, am Comersee, Einschaltungen von Rauchwacke und dolomitischem Kalkstein in das rothe Conglomerat erwähnt werden ²⁾. Man unterscheidet in Idria mehrere solche Kalklagen, und es ist nicht unmöglich, daß jenes Kalkflötz, welches den Silberschiefer vom Lagerschiefer trennt, das genaue Äquivalent der zinnerberführenden Kalksteinlagen von Kerschdorf und vom Pototschnik am Loibl, so wie der dolomitischen und ebenfalls Spuren von zinnerberführenden Zwischenlagen des oberen Schiefers bei Turrach darstelle.

Nebst diesen tieferen und lichten ist aber in Idria auch ein höheres, dünngeschichtetes Kalklager unmittelbar unter dem Grödener Sandstein am Ausgange des Scounzgrabens erwähnt worden, welches trotz seiner allenthalben geringen Mächtigkeit als übereinstimmend mit dem dunklen und dünngeschichteten Liegendkalk am Podpletscham, mit den dunklen Kalkspuren von Njuča bei Polschizza, dem Kalkstein von Maria Elend im Gailthale und dem Hangendkalke vom Pototschnik angesehen werden dürfte. Das Auftreten eines sich über eine so weite Strecke fortsetzenden Kalkflötzes an der Basis des Grödener Sandsteins scheidet diesen hier von der quecksilberreichen Gruppe ab.

¹⁾ Geol. Bemerk. üb. Vorarlb., S. 88.

²⁾ Z. B. Hauer. Jahrb. 1858, IX, S. 460.

Dieser, den westlichen Theil von Kärnten und Krain, etwa vom Gailthale bis zum Karst umfassende Theil der Alpen ist es, in dem man wohl noch die meiste Hoffnung hat, früher oder später die Spuren der Meeresfauna des Zechstein's aufzufinden. Bei Kappel im Vellachthale erscheinen Serpentin und grüne aphanitische Gesteine mit dem Quecksilber unter dem Grödener Sandstein; bei Neumarktl, im Kankerthale und an der Feistritz treten die Porphyre wieder hervor. Von den im Südosten folgenden Fortsetzungen will ich nur erinnern, daß es bei Csubar in Croatien wieder grauer Sandstein ist, welcher Zinnober führt, und daß bei Szamobor das Quarzconglomerat des Verrucano, wenn auch nicht in großer Mächtigkeit, als eine Lage von Eisenerz wieder erscheint, an die von Curioni beschriebenen Eisenerze des Val-Varrone erinnernd. —

Die vorangehenden Bemerkungen bringen mich zu dem Schluß, daß die außerhalb der Alpen so mächtig entwickelte Dyasformation auch innerhalb derselben mit Bestimmtheit als vorhanden anzusehen ist, wie dies auch die Ansicht vieler älterer Beobachter war. Die weiteren Resultate aber lassen sich vorläufig folgendermassen zusammenfassen:

1. Vom Grödener Sandstein bleibt es unsicher, ob er noch dem bunten Sandstein (etwa dem Vogesen-Sandstein) oder einer höheren Abtheilung des Rothliegenden gleichzustellen ist.

2. Verrucano, Talkquarzit und die große Porphyrmasse von Süd-Tirol fallen dem Rothliegenden zu.

3. Wo in den Südalpen Porphyr und Verrucano fehlen, pflegen sich in den oberen Horizonten des Schiefers Kalkflötze einzuschalten, welche mit dem Porphyr den Reichthum an Quecksilber gemein haben.

4. Die Thonglimmerschiefer und Glimmerschiefer, welche hier als Casannaschiefer bezeichnet werden, sind trotz ihrer häufigen Ähnlichkeit mit älteren Felsarten dennoch jünger als die anthrazit-führenden Schichten der Stangalpe; bei Tergove umfassen sie etwa in der Mitte ihrer Mächtigkeit eine Flora, welche nach den letzten Bestimmungen dem höchsten Horizonte der Steinkohlenformation entspricht.

5. Die Granite der Cima d'Asta, von Brixen und von Kappel und der Tonalitgneiß von Kappel bilden Lager in dieser Schiefermasse und gehören somit ihrem Alter nach der obersten Abtheilung der

Steinkohlenformation, in einem Falle (Granitit bei Kappel) vielleicht schon der unteren Dyas an.

6. Erst unter all' diesen Gesteinen lagern die bisher als Vertreter der Steinkohlenformation angesehenen Gesteine, von denen jedoch der obere Kohlenkalk vielleicht stellenweise den Casannaschiefer ganz oder zum Theile vertritt.

Die veränderte Auffassung der stratigraphischen Verhältnisse im Val-Sugana, im Gailthale, bei Kappel und an anderen Orten habe ich ausführlicher besprochen.

Durch die Einreihung des Thonglimmerschiefers in einen verhältnißmäßig so hohen Horizont, insbesondere aber durch den Nachweis des passiven Verhaltens der einzelnen Ergüsse von Porphyr und granitischen Gesteinen gegenüber der Erhebung der Alpen, gelangt man zu einem weitaus einfacheren Bilde des Gefüges der Alpen überhaupt. Dieser Grund war es auch, welcher mich hauptsächlich veranlaßte, meine hierauf bezüglichen Beobachtungen der Prüfung jener zahlreichen Schaar von Fachgenossen, welche alljährlich unser Hochgebirge durchstreift, in einem Augenblicke zu übergeben, in welchem, wie ich mir nicht verhehle, ein großer Theil der sich aufdrängenden Fragen noch ohne Antwort bleibt.
