

Die paläozoischen Gebiete der Ostalpen.

Versuch einer kritischen Darlegung des Standes unserer Kenntnisse von den Ausbildungsformen der vortriadischen Schichtencomplexe in den österreichischen Alpenländern.

Von Dr. Guido Stache.

(Studien in den paläozoischen Gebieten der Alpen Nr. II. Zweiter Abschnitt.)

Südalpine Gebiete.

B. Westliche oder cadorische Flanke.

Unter dieser Hauptbezeichnung fassen wir jene ganze Reihe von Gebieten zusammen, welche zunächst durch das südtirolisch-venetianische und westwärts jenseits des grossen Bozener Porphyrgebietes im Wesentlichen durch das lombardische Kalk- und Dolomitgebirge theils in einer Hauptlinie begrenzt, theils gänzlich umschlossen werden.

An das im ersten Abschnitte dieser Arbeit bereits erörterte paläozoische Hauptgebiet der Südalpen, an den karnischen Hauptzug (*A*) schliesst direct, aber durch den Aufsatz der Kalk- und Dolomitriesen des Lienzer und Ampezzaner Triasgebirges von demselben gewissermassen abgeschnürt und auf die Nordseite herübergedrückt, das Hauptverbreitungsgebiet der Westflanke an.

An dieses Gebiet (*B*₁ der im ersten Abschnitte beigegebenen Orientierungskarte), welches wir als „Pusterthaler Quarzphyllitzug“ bezeichnen wollen und als dessen westlichen Grenzpfahl wir die Granitmasse des Iffinger bei Meran annehmen können, schliesst sich eine dreigliedrige Mittelgruppe (*B*₂) an. Mit *B*₂ ist auf der Karte: *a*) das grosse südtirolische Porphyrmassiv mit dem Bozener Hauptplateau und der Lagoraiette, *b*) das Granitgebirge der Cima d'Asta mit seinen dependenten Phyllit- und Thonschiefergebieten (Val Sugana, Canal S. Bovo, Vall'alta-Agordo etc.) als Südvorlage des Porphyrgebietes und *c*) das isolirte Aufbruchgebiet der flachwelligen Quarzphyllit-Insel von Recoaro bezeichnet.

Die westlichste Gruppe von paläozoischen Gebieten der ganzen süd-alpinen Verbreitungszone (*B*₃) greift zwar, wie auch schon die Mittelgruppe über die politische Grenze unserer „österreichischen Alpenländer“ hinaus, aber in geologischem Sinne können wir hier davon doch nicht

ganz absehen, obschon die nordstüdliche Etschthalspalte und die grosse, weitengreifende tridentinische Bucht mit ihrer reichgegliederten Ausfüllung durch mesolithische und käolithische Gebirgsschichten eine augenscheinliche Absonderung vermittelt.

Wir trennen innerhalb derselben a) als „Adamellogebiet“ die vom Ultenthal südwärts zwischen die Adamellogruppe und den Westrand der indicarischen Gebirgsszüge hineinstreichende, auf den Karten unterbrochen erscheinende Zone von Thonschiefern der Quarzphyllitgruppe; b) als Veltliner- oder lombardischen Hauptstrich, den die oberen Bergamasker Thäler durchquerenden Zug von alten Schiefen und Conglomeraten zwischen Val Camonica und Comersee mit seinen Ausläufern gegen den Lago Maggiore, und c) das südwärts von diesen beiden Gebieten insel förmig heraustauchende Phyllitgebiet von Monte Muffetto mit seiner permischen Conglomerathülle oder das Gebiet von Val Trompia.

Die Untersuchung über die Gliederung und den Bau aller dieser Gebiete ist wegen der Schwierigkeit der Verhältnisse noch weit zurück. Man kann sagen, dass ausser dem von Suess geführten Nachweis eines Horizontes des Rothliegenden in Val Trompia kein anderer Horizont der paläozoischen Reihe direct mit annähernder Sicherheit fixirt ist.

Was wir über das Vorhandensein paläozoischer Schichten in den aufgeführten Gebieten sagen können, beruht daher im Wesentlichen auf Combinationen, die sich auf Vergleiche mit gewissen, im karnischen Hauptzuge vorkommenden Schichten und auf die von Suess erhärtete Thatsache stützen. Aus eigenen Beobachtungen konnte ich hier bisher nur wenige Punkte kennen lernen und diese wenigen Stellen nur in einer für die Entzifferung einer specielleren Schichtenfolge noch nicht ausreichenden Weise.

Die Zusammenstellung des vorhandenen literarischen Materials ist daher in diesem Abschnitte vorderhand die Hauptsache und die Interpretirung desselben nach eigenen Beobachtungen kann nur in sehr beschränkter Weise geleistet werden. Ich bemerke dabei, dass ich natürlich nur jene Arbeiten specieller berücksichtigt habe, in welchen nicht nur allgemeine Erwähnungen, sondern positive Daten über die hier in Frage kommenden vortriadischen Schichtcomplexe zu finden sind. Vollständige, über diesen Standpunkt hinausgreifende Literaturverzeichnisse sind zu entnehmen aus den bekannten, weiterhin besprochenen Arbeiten F. v. Richthofen's (Geognostische Beschreibung etc., 1860), über Südtirol und die angrenzenden Gebiete von Venetien und der Lombardie — und F. v. Hauer's (Ueber das Schichtgebirge der Lombardie, 1858) besonders für das lombardische Gebiet.

Aus der grossen Reihe von umfassenderen Arbeiten oder kleinen Mittheilungen, welche über die Südalpen handeln, sind es nur wenige, in denen speciell für unsere Betrachtung der älteren Schichtgebilde zugute zu bringende Nachrichten vorliegen.

Die durch Reichthum an versteinierungsführenden Schichten anziehenderen, mesozoischen und känozoischen Formationen nahmen hier so vorwiegend alles Interesse in Anspruch, dass dem schwierigen und wenig Erfolg versprechenden Capitel der älteren Formationen nur selten eine mehr als flüchtige Aufmerksamkeit zugewendet wurde.

Neben der vom geognostisch-montanistischen Verein für Tirol und Vorarlberg 1851 herausgegebenen Karte, auf der mit Beziehung der kartographischen Arbeiten Pichler's und v. Richthofen's in Tirol, Studer's, Escher's und Hauer's im Lombardischen, Schauroth's Wolf's und Foetterle's im Venetianischen auch der Entwurf von Blatt V der v. Hauer'schen neuen Uebersichtskarte in Bezug auf die hier in Rede kommenden Gebiete basirt ist, sind es vorzugsweise Arbeiten und Nachrichten von v. Buch, Maraschini, Fuchs, Studer und Escher v. der Linth, Stotter und Trinker, Schauroth, F. v. Hauer, F. v. Richthofen, G. v. Rath, E. Suess, Stoppani und Negri, Curioni, Pichler und Gümbel, aus welchen wir über unser Thema Aufschlüsse erhalten haben und Daten entnehmen konnten.

I. Allgemeine Uebersicht der stratigraphischen und tektonischen Verhältnisse.

Die stratigraphischen Hauptelemente.

Obwohl wir, abgesehen von sicheren Pflanzenresten des Rothliegenden und von einer nicht näher fixirten Angabe über das Vorkommen von Trilobitenresten im kleinen Gebiet von Val Trompia, in dem ganzen grossen Verbreitungsbezirk der Westflanke noch kein einziges Petrefact anführen können, durch welches ein bestimmter Horizont der paläozoischen Reihe auch nur im Allgemeinen markirt werden könnte, müssen wir der Gleichmässigkeit der Behandlung wegen und um Vergleichungspunkte vorläufig wenigstens anzudeuten, versuchen, auch hier die stratigraphischen Elemente in Hauptgruppen zusammenzufassen und deren Bedeutung zu erörtern.

Nach dem in der Literatur vorliegenden Beobachtungsmateriale und nach den noch sehr unzureichenden Beobachtungen, die ich in einigen Theilen der Westflankengebiete machen konnte, gliedert sich dem äusseren Anscheine nach im Grossen das ganze Material, welches bei den zukünftigen Studien für die Auffindung und Aufstellung einer paläozoischen Reihe in Betracht genommen werden kann, nur in zwei Hauptgruppen: — eine ältere, in welcher der Typus der Quarzphyllitgesteine vorherrscht und hornblendereiche Granite und dioritische Eruptivgesteine in Stöcken und deckenförmigen Lagermassen erscheinen, und eine jüngere, welche verrucanoartige Quarz- und Porphyrconglomerate von grüner und weissgrauer, aber vorwiegend von rother Färbung in Verbindung mit ähnlich gefärbten, sedimentären Tuffgesteinen, Sandsteinen und Schiefeln und daneben grüne, graue und rothe Quarzporphyre in Stöcken und gewaltigen Decken in engster Verknüpfung mit grossartigen plutonen porphyrischen Tuff- und Breccienmassen zusammensetzen.

In der ersten Gruppe sind neben den im Wesentlichen die Grundlage bildenden, in den grösseren Gebieten jedoch auch mitten in den Faltenbau eingeschobenen Gesteinsschichten der Gneissphyllitgruppe sowohl Schichtenmassen vorhanden, welche den Typus verschiedener Gesteine der Kalkthonphyllitgruppe, sowie auch solche, welche den Typus von Gesteinen der älteren Grauwackengruppe an sich tragen.

Vorderhand lässt sich über das nähere Verhältniss zwischen diesen mehr untergeordnet auftretenden Complexen und den Hauptschichtenmassen der Quarzphyllite eine genügende Auskunft nicht geben. Erst die genaueste Special-Untersuchung kann Aufklärung darüber bringen, inwieweit man es hier mit Uebergängen der inneralpinen Gesteinsfacies in die Gesteinsfacies der äusseren Randzonen innerhalb desselben Horizontes zu thun hat und inwieweit mit einer bei dem faltigen Gebirgsbau jedenfalls sehr möglichen Einschaltung von Kalkphylliten und älteren Grauwackengesteinen der südlicheren Randzone zwischen die wellenförmig gebogenen Schichten der Gneissphyllite und älteren Quarzphyllite.

Einerseits muss man also die petrographischen Gesteinsübergänge in den gleichen Horizonten studiren, andererseits die Specialtektonik jener Gebiete, in welchen die verschiedenen Schichtengruppen in einander zu greifen scheinen.

Wie wir vermuthen müssen, dass neben präsilurischen Complexen in der älteren Gruppe auch silurische und möglicher Weise auch devonische und präcarbonische Schichten vorhanden sind, so dürfen wir in der oberen Gruppe, welche im Grossen über die von der tieferen Gruppe gebildeten Gebirgsmassen in discordanter Lagerung übergreift oder daran abstösst, auch einerseits nach unten zeitliche Aequivalente der obercarbonischen Schichten des karnischen Hauptzuges und andererseits nach oben einen Uebergang in die Buntsandstein-Aequivalente der alpinen Trias annehmen, während die Hauptmasse der Gruppe die Permformation repräsentirt. Dass auch die obere Abtheilung der Permformation, welche anderwärts vorderhand in der Facies von Schiefer, Kalkstein und Dolomitbildungen auftritt, hiebei mit ihre Vertretung findet, scheint mir aus dem allmähigen, ungestörten Uebergang der die untere Abtheilung der Permformation, das Rothliegende in durchaus charakteristischer Weise repräsentirenden rothen Conglomerat- und Sandsteinbildungen in die petrographisch ähnlichen Gebilde der unteren Trias deutlich genug hervorzugehen. Es ist auch begreiflich, dass hier in den Westgebieten, wo das Material der grossen Porphyrmassen directer auf die Art des Absatzes von Sedimenten durch lange Zeit wirksam gewesen sein muss, die petrographische Faciesentwicklung über die Zeit des Rothliegenden hinaus gleichartiger geblieben ist, als im karnischen Gebiet, wo ein Wechsel von Kalk und Schieferbildungen mit Quarzconglomeraten schon in der carbonischen Zeit herrscht und Kalk und Dolomitbildung auch die untere Abtheilung der Permformation schon in anderer Facies erscheinen lässt.

Diesen orientirenden Vorbemerkungen lassen wir eine kurze Uebersicht der Vertretung der einzelnen Gesteinsgruppen folgen.

1. Die Gneissphyllitgruppe.

Schichten dieser Gruppe bilden nicht nur das Liegende der an das ältere krystallinische Gebirge der Centralkette angrenzenden Gebiete, sondern erscheinen auch innerhalb dieser, sowie in den weiter südwärts vorgeschobenen Gebieten.

Im Pusterthaler Hauptzug erscheinen sie an der nördlichen Grenze der Hauptmasse der Quarzphyllite und zwar lehnen sie sich im

westlichen Theil direct an den Granit des Rienzthales an, während sie im Osten dem in der Fortsetzung dieses Granitzuges liegenden Antholzer Gneissgebirge aufliegen. Dieses Gneissgebirge durchzieht auch das Ahrenthal auf der Strecke Auhofen-Gaiss. Es sind vorwiegend Gneisse vom Typus der Gneisse der Zillerthaler Centralkette, welche hier auf beiden Seiten des Ahrenthales erscheinen. Der Brixener Granitzug keilt sich schon weiter westlich innerhalb dieser Gneisszone aus, am Gehänge zwischen S. Georg und Ultenheim steht nur Gneiss und der diesem untergeordnete Glimmerschiefer an. Der Hornblendegranit, der bei Auhofen und Dietenheim herum liegt, ist dem Adamellogranit ähnlicher als dem Brixener-Granit; er reicht nicht bis hinab ins Ahrenthal, sondern ist ein Einzeldurchbruch östlich nächst der Grenze der massigen Flasergneisse und Knotengneisse gegen die vorliegenden, schiefriegen und phyllitischen Gneisse. Gneissartig ausgebildete, feldspathreiche oder auch quarzreiche Gesteine in Verbindung mit glimmerreichen Schiefen treten auch innerhalb des grossen Quarzphyllituzuges zwischen Klausen und Waidbruck, im Lüsenthal — (wo in der Tiroler Karte eine grössere Partie als Glimmerschiefer ausgeschieden ist) — sowie im Gaderthal, besonders in dem gegen St. Martin abzweigenden Thal (Rauhthal) auf.

Im Cima d'Asta-Gebiet scheinen nach der Beschreibung von G. v. Rath ausser Quarzphylliten und thonschieferartigen Gesteinen, abgesehen von den Talkquarziten und schwarzen Graphitschiefen des Gebietes von Vall'alta, auch tiefere, den altkrystallinen Schiefen ähnliche Glimmerschiefer in Verbindung mit Hornblendeschiefen vorzukommen, deren Zugehörigkeit zur Gneissphyllitgruppe sehr wahrscheinlich ist. Dieselben scheinen besonders im Ostgebiete, wo der Cima d'Asta-Granit sich in zwei Flügel theilt, zwischen denen Schiefer zungenförmig westwärts greift, d. i. in dem von Val Sorda durchzogenen Gebiet, zu dominiren.

In dem kleinen, flachwellig angelegten Gebiet von Recoaro dürften Aufbrüche bis in diese tiefe Schichtengruppe selten sein oder fehlen.

Die Flankengebiete des Adamellostockes zeigen in den auf der Tiroler Karte dem Granitkörper anliegenden Glimmerschieferzonen und besonders in dem gegen Ost gekehrten Hauptzuge gewiss gleichfalls Vertreter dieser Gruppe. G. v. Rath hebt den Unterschied dieser inneren Zone gegen die nach aussen liegenden Partien der Quarzphyllitgruppe hervor.

Einen hervorragenden Antheil an der Zusammensetzung der Gebirgsbasis und des Gebirgskerns nehmen Schichtencomplexe dieser Gruppe im Veltliner Hauptzug. Sie bilden hier allem Anscheine nach, wie ich in dem die tektonischen Fragen berührenden Capital ausführen werde, zwei grössere Gebirgswellen, deren Schichten in Verbindung mit Schichten der Quarzphyllitgruppe vornehmlich nur auf der dem Veltlin zugekehrten Nordseite des ganzen Gebirgszuges erscheinen, während sie auf der den Bergamasker Thälern zugekehrten Flanke von den breiten Complexen verschiedener, aus den Quarzphylliten sich entwickelnder Grauwackenschiefer und durch die permischen Verrucano-Gesteine verdeckt sind.

In dem kleinen Inselgebiet von Val Trompia, welches früher als Gneiss aufgefasst wurde und in welchem Suess als Haupt-Unterlage des Porphyry und der unterpermischen Gesteinsgruppe Thonglimmerschiefer angiebt, welche in ihren oberen Horizonten Gneiss-Einlagerungen enthalten, ist das Auftreten der Gneissphyllitgruppe, wie mir scheint, dennoch unsicher. Ich glaube, dass die Hauptmasse der Unterlage des Porphyry- und Verrucano-Gebirges hier der Quarzphyllitgruppe und ihren oberen Horizonten dem älteren Grauwackengebirge angehört, in welchem sowohl in den Nordalpen als in den inneralpinen Gebieten und im Pusterthaler Hauptstrich mächtige Bänke von grünlichen, talkigen, knotengneissartigen, theils mehr schiefrigen, theils mehr festen conglomeratischen Grauwackengesteinen auftreten.

An dieses Capitel schliessen wir wohl am besten auch die Granite der Cima d'Asta-, des Eisak- und Pusterthalgebietes (Brixener Granitzug), des Iffinger bei Meran, des Adamellogebietes u. s. w. an.

Ein schärferer Nachweis über die geologische Altersstellung dieser und der grossen Menge von kleineren Granitmassen, welche im Gebiet der Gneissphyllite und Glimmerschiefer und besonders häufig nahe oder auch unmittelbar an der Grenze gegen Gesteine der Quarzphyllitgruppe oder auch der Kalkthouphyllite erscheinen, ist bisher nicht durchführbar. Ebenso wenig kann man ein genau gleiches Alter für alle diese Eruptivmassen von vornherein annehmen. Nach der Darstellung von Suess muss der Granit des Cima d'Astagebirges älter sein, als die Hauptmasse der ihn umgebenden Quarzphyllit- und Thonschieferschichten oder innerhalb derselben liegen. Dieselbe Anschauung ergibt sich aus den Nachrichten, die G. v. Rath über das Verhältniss der nordwestlichen Schieferzone zum Adamellogranit liefert, während die Erwähnung von kleineren Granitmassen, die in der älteren südöstlichen Schieferzone liegen, auf eine Fortdauer von granitischen Eruptionen während der Bildung dieser Schiefercomplexe deutet.

Was das Verhältniss des Schiefergesteins bei Vintl zum Brixener Granit anbelangt, welches Pichler anführt, so spricht dasselbe, nachdem es in der Gneissphyllitzone liegt und eventuell höchstens zu den tieferen Quarzphylliten gehören kann, gleichfalls nicht gegen die Ansicht, dass die Eruption und deckenartige Ausbreitung dieser Granite der Hauptsache nach mit der Bildungszeit der oberen Gneissphyllite zusammenfällt, aber local noch in die Zeit der Bildung der Quarzphyllitgesteine und ihrer Aequivalente hineingereicht haben dürfte. Bei Brunnek Nordost, steckt ein isolirter Hornblendegranit, der wie ein äusserster östlicher Vorposten der Brixener Granitzuges aussieht, mitten im älteren, festen Flasergneiss, dem eine Zone von phyllitischen Gneissgesteinen gegen Süd vorliegt.

Auch die Quarzporphyrbildung der Alpen umfasst einen grossen Zeitraum und begann wahrscheinlich bereits in der Carbonzeit, erreichte den Höhepunkt ihrer Entwicklung während der Bildung des Rothliegenden und fand ihren Abschluss erst durch den Absatz der Buntsandstein-Aequivalente.

Mit v. Richthofen's Ansicht, dass altes Festland dagewesen sein müsse, als die Grenzbrecien zwischen den Quarzphyllitgebieten und dem Südtiroler Quarzporphyrgebirge sich bildeten, stimmt die Ansicht, dass

die grossen Granitgebirge in Verbindung mit Gneissphylliten den Kern älterer Festlandtheile (Inseln oder Landzungen) andeuten, zwischen denen sich und auf denen sich Schichten der Quarzphyllitgruppe und eventuell auch Grauwackenbildungen etc. ablagern konnten, hinreichend gut überein.

2. Quarzphyllitgruppe.

Obwohl Gesteine dieser Gruppe und besonders Thonglimmerschiefer, natürlich mit Ausnahme des grossen Südtiroler Pophyrgebietes, in den vortriadischen Gebieten der Westflanke das herrschende Material sind, so wird das Maass ihrer Verbreitung und Mächtigkeit doch beschränkt, nicht nur das Auftreten von Gneissphylliten, sondern auch durch Gesteins-complexe höherer Gruppen. Nachdem aber die Verbreitung der in der Folge genannten Schichten der Kalkthonphyllitgruppe, der älteren Grauwackenformation und der Carbon- und Permformation noch nicht genauer verfolgt wurde und überdies das Verhältniss der Einlagerung und eventuellen localen Stellvertretung speciell der älteren dieser Gruppen durch die glimmerigthonigen Phyllit- und Schiefergesteine innerhalb der ganzen Pauschalgruppe erst studirt werden muss: so kann eine speciellere Begrenzung dieser Gruppe nach unten und oben noch nicht gegeben werden. Wenn ich mich vorderhand auch mehr zu der Ansicht hinneige, dass das locale Auftreten von Grauwackengesteinen inmitten der Züge der Quarzphyllitgruppe eher auf Rechnung der faltigen und welligen Gebirgsstructur kommen wird, als auf Rechnung einer regelmässigen stratigraphischen Einreihung: so kann ich die Möglichkeit des letzteren Verhältnisses von vornherein weder principiell noch erfahrungsmässig ablehnen. Der Umstand, dass in den inneralpinen Gebieten Kalksteinlager mit thonglimmerschieferartigen Zwischenschichten im weiteren Verlauf einerseits ganz durch Kalkgebirge, andererseits durch Phyllit- und Schiefergebirge ersetzt sind und dass andererseits in den Südalpen die oberen Phyllit- und Schieferzonen und selbst die Kalksteine der dort entwickelten Kalkthonphyllitgruppe schon in engere, stellvertretende Wechselbeziehungen und Uebergänge zu den älteren Grauwackengesteinen treten, lässt gerade auch hier eine theilweise Stellvertretung besonders der Kalkthonphyllitgruppe, sowie auch von Gliedern der Grauwackenformation und selbst der Carbonformation durch Schichten, welche petrographisch dem Typus der Quarzphyllitgesteine ähnlich sind und von demselben noch nicht getrennt gehalten werden konnten, als durchaus nicht unwahrscheinlich erscheinen. Es werden hier eben beide Fälle Geltung gewinnen und die Schwierigkeit der Klarlegung der stratigraphischen Gliederung erschweren.

Vorzugsweise im Pusterthaler Hauptzug wird durch eine speciellere Verfolgung der Schichten, welche vom Hauptentwicklungstypus der Quarzphyllite abweichen, die Lösung der Frage nach der Vertretung der Kalkthonphyllitgruppe und der jüngeren paläozoischen Formationsglieder in einer den Thonglimmerschiefern und Urthonschiefern ähnlichen petrographischen Faciesentwicklung gesucht werden müssen.

Es kommen sowohl die typischen, an Quarzlamellen reichen, phyllitischen Thonglimmergesteine, als auch die mehr ebenfächigen, urthon-

schieferartigen Bildungen in bedeutender Menge, Ausdehnung und in sich wiederholenden Zonen vor.

Südwärts entlang der Grenze gegen die ersten Grenzbreccien der oberen Hauptgruppe sind meist grünliche, talkige Thonglimmergesteine herrschend, welche ebenfalls theils reich an glänzenden Quarzlagen sind, theils den Charakter von filzigfasrigen, seltener von ebenflächigen Schiefen haben.

3. Abweichende ältere Gesteinsbildungen innerhalb der verschiedenen Quarzphyllitgebiete der Westflanke.

a) Kalksteine und Schiefer vom Typus der Gesteine der Kalkthonphyllitgruppe kommen, soweit die bisherigen Beobachtungen reichen, nur im Pusterthaler Hauptzug, sowie im Adamello-Gebiet in ansehnlicherer Vertretung vor.

Ich rechne aus dem ersteren Gebiet hieher die schwarzgrauen, kalkigen Thonschiefer, welche die Bahnstrecke Ehrenhausen — Brunnek und Brunnek-Welsberg aufgeschlossen hat, den Kalkstein bei Brunnek, den auch die alte Tiroler Karte schon angibt, endlich die Kalkzüge und die begleitenden Schiefer, welche die Tiroler Karte im Sylvesterthal nächst Kandellen und bei Winbach zwischen Vierschach und Sillian eingezeichnet enthält, eventuell endlich auch den nördlich an der Grenze zwischen dem Glimmerschiefer und Thonglimmerschiefer der Karte bei Kalchstein angegebenen Kalksteinzug. Der Winbacher Zug dürfte im westkarnischen Gebiet wohl zunächst in den nördlich unter den Silvellaspitz ausstreichenden Kalkzügen eine Fortsetzung finden.

Es handelt sich hier bei diesen Kalksteinzügen wohl nur darum, ob sie hier die Vertretung eines Niveaus der Kalkthonphyllitgruppe des Gailthaler Gebirges übernehmen oder ob sie noch dem Quarzphyllit in der Weise angehören, wie die Kalksteinlager der Quarzphyllite bei Innsbruck und im Voldererthal.

Im zweiten Gebiet setzen Kalksteinzüge enthaltende Schichten dieser Gruppe, wahrscheinlich in Verbindung mit talkigen Quarzitschiefern, graubraunen Kalkthonschiefern und schwarzen Thonschiefern, die die Nordwestgrenze des Adamellogebirges begleitenden Bergstriche zusammen. Wie hier die Andeutungen G. v. Rath's, so sprechen in dem Gebiete zwischen dem Adamellostock und dem M. Castello die Angaben Escher's für die Vertretung dieser an marmorartigen Kalksteinlagen reichen Gruppe.

Im Veltliner Zug beobachtete ich zwischen Tirano und Aprica schwarze Thonschiefer in Verbindung mit Kalksteineinlagerungen. Diese Kalksteine zeigten aber mehr den Typus alter Grauwackenkalken. Sie liegen jedoch im Ausstreichen der Kalksteinschichten des Tonalezuges und sie geben vielleicht noch einen Anhaltspunkt für die Beurtheilung jener mehr krystallinischen Kalken ab, denn sie sind in Bezug auf die Möglichkeit von Petrefactenfunden jedenfalls versprechender als jene Kalksteinzüge, als deren Fortsetzung sie erscheinen. Aus den übrigen Gebieten ist mir bisher nichts bekannt geworden, was sich hier anschliessen liesse.

b) Grünliche und weissgraue Grauwackenschiefer und Conglomerate in Verbindung mit Talkquarziten, überhaupt Schichten, welche den grünen, zwischen Thonglimmerschiefer und den

schwarzen, obersilurischen Schiefeln in den Nordalpen liegenden, von Stur, Lipold etc. erwähnten Grauwackenschichten am nächsten stehen und nicht minder an die grünen, quarzitäen Grauwacken der inneralpinen Gebiete erinnern, d. i. an jene Zone, welche zwischen dem unteren Bänderkalk und den schwarzen und grauen Thonschiefermassen der Kalkthonphyllitgruppe erscheint, haben auch hier ihre Repräsentation.

Sehr wahrscheinlich gehören hieher: im Pusterthaler Hauptzug die mit den Dioritgesteinen von Klausen, insbesondere mit den davon abweichenden, gröberen gabbroartigen Hornblendegesteinen und deren Schiefeln in enger Verbindung stehenden, quarzreichen, zum Theil fast gneissartig erscheinenden schiefrigen Talkglimmerquarzite, Knotenschiefer und conglomeratischen, grünen Grauwackengesteine, welche den Eingang in das Villnössthal und wahrscheinlich auch in das Affererthal bilden. Schichten mit Bittersalz-Auswitterungen erscheinen hier, wie in den Talkquarziten des Zillerthaler Gebietes etc., nicht selten.

Nicht unwahrscheinlich ist es, dass auch die nächst der Grenze der unteren grünen Verrucano-Conglomerate des Sexten-Thales aus dem karnischen Hauptgebiet in das Pusterthaler Gebiet durchstreichenden Talkquarzite hieher gehören. Jedoch ist hier die Möglichkeit, dass diese Gesteine in ein höheres Niveau gehören, nicht ausgeschlossen. Die ganze Schichtenreihe von den groben, porphyrfreien Mühlsteinconglomeraten aufwärts durch die Dyas liegt jedoch mehrfach discordant an ihnen an.

Dieser tiefere Grauwackenhorizont dürfte ferner innerhalb der Talkquarzite des Gebietes von Recoaro und vielleicht auch von Agordo, ferner mit grösserer Wahrscheinlichkeit in der Adamellogruppe, besonders unter den von Escher aus dem Gebiete von Val Savioere beschriebenen grünlichen und röhlichen, conglomeratischen, festen Quarzgesteinen vertreten sein. Ich glaube ferner, dass hieher auch die talkigen, grünlichen und röhlichen conglomeratischen Flaser- und Schiefergesteine mit Uebergängen in grobe Quarzbrocken enthaltende, grauwackenartige Schichten gehören, welche man im Veltliner Hauptzuge auf dem letzten Anstieg und auf der Höhe des Venerocolo-Passes antrifft.

Endlich dürften auch die oberen, durch gneissartige Einlagerungen charakterisirten Schichten des Schiefergebirges von Val Trompia einst hier mit einbezogen werden müssen. Curioni führt im Durchschnitt durch Val Pezasse als Liegendes des rothen Verrucano und der Sandsteine Kieselglimmerschiefer mit Spatheisensteinlagern an und bezeichnet diese Schichten als Aequivalent der Grauwacke anderer Länder.

Hier können wir vorläufig auch die in den Quarzphylliten südlich von St. Lorenzen im Pusterthal am Eingang ins Gaderthal erscheinenden Schiefer mit Lagermassen eines grünlichen, theils porphyrtartig, theils aphanitisch ausgebildeten Massengesteines anschliessen.

c) Schwarze, graphitische Kieselschiefer und braune quarzitäe Glimmersandsteine. Diese, wie es scheint, mehrfach wechsellagernden und eng mit einander verbundenen Schichten sind im Villnös- und im Afferer-Thal ziemlich mächtig entwickelt. Sie scheinen über den vorgenannten Grauwackengesteinen zu liegen. Der Porphyr des Vermolberges liegt abwärts von S. Peter nahe der Strasse ganz deutlich auf dem schwarzen Schiefer. Wenn man diese jedenfalls schon zum älteren Grauwackengebirge gehörenden Schichten mit einer der schon

bekanntem Horizonte vergleichen will, so ist das Nächstliegende der Grapholithenschiefer der Südalpen und in zweiter Linie der graphitische, obersilurische Schiefer der Nordalpen. Leider waren bis jetzt alle Versuche, organische Reste darin aufzufinden, vergebens. In anderen Gebieten wurden diese Schichten bisher nicht beobachtet. Ein von dem hier erwähnten verschiedener, aber sehr alt aussehender brauner Quarzitsandstein kommt auch über dem Talkquarzite im Gebiet von Recoaro vor.

d) Die schwarzen, spath-eisensteinführenden Thonschiefer, welche in Verbindung mit schwarzen, glimmerigen Sandsteinen und schwarzen, sandigen Kalksteinen im lombardischen Hauptverbreitungsbezirk der paläozoischen Schichten auftreten, gehören nach v. Hauer's Beschreibung wohl kaum mit den vorgenannten Schichten zusammen. Studer verglich dieselben zwar mit der silurischen Grauwacke der Nordalpen, die Beschreibung v. Hauer lässt aber in der That beinahe eher auf Schichten der Steinkohlenformation schliessen. Es ist nichts gar so Unwahrscheinliches, dass hier im lombardischen Zuge, wie im Gailthaler Gebirge, Silur- und Culmschichten vertreten sind.

e) Kalksteine, welche zu den älteren Grauwackenhorizonten gehören könnten und das Aussehen von silurischen oder devonischen Kalken haben, treten nur ganz sporadisch auf. Dieselben sind noch nirgends angegeben, weder in der Literatur noch auch auf der Karte. Trotz ihres sporadischen Herkommens will ich derselben Erwähnung thun in der Hoffnung, dass ich nach weiterer Verfolgung derselben, etwas mehr daraus werde machen können.

Im Pusterthaler Quarzphyllitgebiet kommt im oberen Afferer-Thal ein ockrigverwitterter, innerlich blaugrauer, feinkrystallinischer, etwas kiesiger, harter Kalkstein vor, der demjenigen Ockerkalk sehr verwandt ist, welcher nächst der Grapholithenschieferzone des Osternig ansteht.

Im Gebiet von Recoaro kommen in der Nähe der oben erwähnten Sandsteine sehr grobkrystallinische, gelbgraue Krinoidenkalke vor, welche an die obersilurischen Krinoidenbreccien des Seeberges im Karawanken-Gebiet erinnern, aber immerhin auch viel jünger sein können.

Hieran schliesst sich der schon erwähnte Grauwackenkalk im Veltliner Zug zwischen Tirano und Aprica. Jünger als dieser sind wohl die grosskrystallinisch, körnig brechenden Kalkstücke, welche ich als Einschlüsse im rothen Porphyrt des Naifschluchtgebietes bei Meran beobachtete. Mit diesem letzteren Fund ist vielleicht die kleine Kalkpartie in Beziehung zu bringen, welche auf der Tiroler Karte südwärts von S. Pankraz im Ultenthal am Ausfluss des Marauner-Baches zwischen dem Thonglimmerschiefer und der porphyrischen Grenzbreccie angegeben ist.

4. Jüngere discordante Gesteinsschichten des Obercarbon? und der Dyas.

Oberes Carbon. Repräsentanten der alpinen Coal measures und der oberen, alpinen anthracitführenden Steinkohlenformation sind bis jetzt weder in tieferen noch in höheren Horizonten durch bestimmbare Petrefactureste nachgewiesen. Es scheint jedoch immerhin vorhanden zu sein und zwar wird es höchst wahrscheinlich durch die unteren Verrucano-Gesteine und durch die ältesten Porphyrt-Eruptionen

repräsentirt. Nachdem durch Heer, auf Grund der Funde von Meneghini im Verrucano von Jano, nachgewiesen wurde, dass der eigentliche Verrucano Toscana's zum Carbon gehört und zwar, wie sich aus der Vergleichung der von dort aufgeführten Bestimmungen ergibt, zu einem dem von Unger aus der Anthracitflora von Kärnten bekannt gemachten, gleichwerthigen oder mindestens ganz nahe stehenden Niveau, so dürften die tieferen unter dem älteren Porphyrliegenden oder in Verbindung mit den älteren Porphyrausbrüchen auftretenden, zum Verrucano gestellten Bildungen gleichfalls in die obere Abtheilung der alpinen Steinkohlen-Formation gestellt werden. Wenn man einerseits sieht, dass die dem tieferen kärntnerischen Hauptniveau so nahe stehende Flora der Verrucano's von Toscana (nach Heer und Geinitz) in die obere Etage der Geinitz'schen Zone der Annularien und Farne gestellt wird und andererseits diese selbe Flora in Kärnten (nach Unger und Höfer) in so naher Verbindung mit einem Productenhorizont und fusulinenführenden Schichten der unteren Abtheilung des Obercarbon auftritt, muss man annehmen, dass es ein verhältnissmässig nicht sehr mächtiger Schichtencomplex ist, in welchem sich in den Alpen die Aequivalente der productiven Steinkohlenformation repräsentiren. Dieser Annahme entsprechen auch die bisher beobachteten Verhältnisse und selbst die Beobachtung Gumbel's bezüglich des Vorkommens von Resten der Carbon-Formation in den jüngeren, dem Rothliegenden angehörenden Porphyrgesteinen bei Bozen und Meran sprechen nicht gegen die Annahme einer Vertretung der obersten Carbonschichten der karnischen Reihe durch die untersten Verrucano-Gesteine und Porphyre in der Westflanke. Die Beschaffenheit gewisser Sandsteinbänke innerhalb der über dem unteren, grünen Quarzconglomerat von Sexten folgenden Reihe von porphyrischen Quarzconglomeraten mit Tuff- und Sandsteinlagerungen erinnert sehr an die über dem Fusulinenkalk des Kronberges noch folgenden, röthlichgrauen Sandsteinbänke, die ich bereits als Rothliegendes aufgeführt habe.

Im Fall sich die hier angedeutete Ansicht bestätigen sollte, würden für eine eventuelle Vertretung oberster carbonischer Schichten in Betracht zu ziehen sein:

1. Im Pusterthaler Hauptzug — die unteren grünen Quarzconglomerate bei Innichen und im Sextenthal, gewisse Quarzconglomerate und sandsteinartige Schiefer zwischen dem Ploseberg und Afferer-Thal, 2. Im Porphyrgebiet und in dem anschliessenden Cima d'Asta-Gebiet *a*) die Grenzbreccien und untersten Porphyrconglomerate und Tuffe, die auf verschiedenen Strecken ringsumher unterhalb der Porphyrmassen erscheinen, und zwar vorzüglich an der unteren Grenze des Porphyrs im Villnöss, Gröden, im Eisakgebiet (Trostdorf, Atzwang, Ganderbach), im Sarntalgebiet (Schwarzer See, Dick, Ottenbach-Thal), in der Naifschlucht bei Meran, Ultenthalgebiet (Finkenbach-Maraunerbach), nächst Villazano bei Trient, ferner nördlich vom Fersinabach in grosser Verbreitung von Orsola bis Civezzano als Porphyrbreccien und Quarzbreccien des Thonglimmerschiefers, bei Torcegno nördlich Borgo zwischen dem Cima d'Asta-Granit und dem Porphyrl, endlich bei Siror nächst Primiero und im Val Mis zwischen Sagron und Vall'alta; *b*) die älteren Porphyre F. v. Rieht hof e n's, also insbesondere der Blumauer- und Branzoller-Porphyrl.

3. Im Gebiet von Recoaro sind nach Maraschini und Schau-roth gleichfalls an der Grenze des Thonglimmerschiefers gegen die rothen Conglomerate und Sandstein oder gegen den Porphyrr Quarzconglomerate ohne porphyrische Bestandtheile vorhanden. 4. Im Adamellogebiet sind auf der Tiroler Karte Grenzconglomerate des Thonglimmerschiefers gegen den überliegenden Kalk zwischen Val d'Arno und Val Roncone, sowie bei Tione eingezeichnet, welche hieher gehören dürften. 5. Im Veltliner Zug zeigen die Conglomeratmassen, welche über dem älteren Schiefergebirge liegen, so kolossale Mächtigkeiten, dass hier die Conglomerat- und Sandsteinbildung gewiss schon weit früher begann, als die Schichten mit den Rothliegendpflanzen von Val Trompia auf dem älteren Porphyrr jener Gegend abgelagert wurden. Auch Stoppani und Negri unterscheiden ältere Conglomerate und grünliche Quarzsandsteine von den durch Porphyrrbestandtheile ausgezeichneten Verrucano-Conglomeraten des oberen Brembanagebietes. 6. Im Gebiet von Val Trompia ist die Hauptmasse der Conglomerate und rothen Sandsteine über dem unteren Rothliegendniveau verbreitet. Es fehlen hier die tieferen Conglomerate; an ihrer Stelle liegt eine Porphyrrdecke an der Basis der Rothliegendschichten.

Permformation. Nach dem durch Suess in Val Trompia zwischen dem Porphyrr der Cclombina und dem unteren rothen Quarzconglomerat (oberen Verrucano) des rothen Sandsteins eine Schichtenreihe von Breccien, Tuffen und Schiefeln nachgewiesen wurde, welche Reste einer echten Flora des Rothliegenden enthalten, gewinnt auch die Bestimmung einer grossen Reihe anderer hier einzustellender Schichten einen sicheren Halt. Eine Gliederung in bestimmter Schichtenreihe ist natürlich noch nicht herzustellen. Wir führen nur auf, was in erster Linie als Aequivalent unterer oder oberer Glieder dieser Formation in Betracht kommen kann.

a) Die mittleren und jüngeren Porphyrgesteine Südtirols mit ihren Breccien, Tuffen und Sandsteinbildungen (also insbesondere v. Richthofen's Bozener-, Hocheppaner-, Layener-, Trostburger- und Kastelrutter-Porphyrr mit seinen Annexen) — in und an der Grenze des Pusterthaler Hauptzuges, im Südtiroler Hauptgebiet (Bozener, Nonsberger, Eppaner und Lagorai oder Avisiogebiet), im Valsuganagebiet, im Gebiet von Recoaro auf der Ostflanke der Adamellogruppe, in Val Trompia und im Veltliner Hauptzug, in welchem letzteren mächtige Puddinggesteine und Conglomerate (oberer Verrucano), sowie Sandsteine mit Porphyrrbestandtheilen erfüllt sind, obwohl nur vereinzelte, wenig ausgedehnte feste Porphyrrmassen zum Vorschein kommen.

b) Die Folge von Tuffen, Breccien, Sandsteinen und Wetzschiefeln mit der Rothliegendflora von Val Trompia wird in nähere Beziehung zu den Porphyren bezüglich ihrer Altersstellung gebracht werden können, sobald die Gleichartigkeit in Alter und Ausbildungsweise der ihr Liegendes bildenden Porphyrrdecke mit einem Gliede der von v. Richthofen für das Bozener Gebiet aufgestellten relativen Altersfolge von Porphyrgesteinen festgestellt worden ist. Inzwischen ist die Auflagerung von Schichten mit unterpermischen Pflanzen auf einer Porphyrrdecke immerhin beachtenswerth.

In der Zukunft wird wohl auch in Bezug auf das relative Alter der Haupt-Eruptionen der Quarzporphyrs innerhalb des Obercarbon und der Permformation eine schärfere Distinction möglich werden.

c) Rothe Quarzconglomerate und untergeordnete Sandsteine. (Obere Verrucanogesteine.)

Wo die grossen deckenartigen Porphyrmassen mit ihren Tuffen und Breccien fehlen, treten an ihre Stelle mächtige conglomeratische, sandige und zum Theil auch tuffartige Sedimente mit geringer Unterbrechung von kleinen Porphyrstöcken und Decken, aber mit einer gewissen Abhängigkeit der Gesteinsbildung von zerstörtem, porphyrischen Material. Diese Ausbildungsweise herrscht im Westen des grossen Bozener Quarzporphyrgebietes in weit auffallenderer Weise vor als im Osten.

Im Pusterthaler Gebiet ist nur der vom Sexten-Thal ober Innichen gegen Toblach ziehende Strich zu erwähnen, wo derartige Conglomerate in Verbindung mit tuffartigen Schiefen und Sandsteinen im Niveau unter dem Grödener-Sandstein herrschen. Weiterhin herrscht der als Grödener-Sandstein zusammengefasste Complex von rothem, gelb- und grünlichgrauem und weissem Sandstein fast allein. Es bleibt noch eine offene Frage, ob der Grödener-Sandstein, welcher auf den Porphyrplateaux oder zwischen dem Porphyr und einer jüngeren Kalkmergel oder Sandsteinschicht lagert, als ein volles Aequivalent der Schichten bezeichnet werden kann, welche ohne Zwischentreten von Porphyr zugleich an dessen Stelle und an Stelle des über demselben liegenden Sandsteins zwischen den alten Thonglimmerschiefen etc. und der Trias erscheinen.

Dieses fragliche Verhältniss hat besonders statt bei den zwischen den Thonglimmerschiefen oder den Grenzbreccien und den unteren Triasgesteinen des Seisser oder Werfener Horizontes liegenden rothen Sandsteinen sowohl im Pusterthaler als im Cima d'Asta- und Recoarogebiet.

In den den Adamellostock in O., S. und W. umgebenden, zum Theil zwischen Thonschiefer und höheren Kalken eingeschalteten Conglomerat und Sandsteinmassen, sowie in den mächtigen Massen, welche die Schiefer-Insel von Val Trompia umgeben und die breite Südflanke der Bergamaskerkette bilden, gestattet die bedeutende Mächtigkeit an eine Vertretung der Permformation und des Buntsandsteins zugleich zu denken.

d) Der Grödener-Sandstein entwickelt sich also theils als oberste Decke aus den Porphyrtuffen der grossen Porphyrgebiete, theils als höheres Niveau der Rothliegendeconglomerate und Sandsteine, theils selbstständig zwischen älterem Schiefergebirge und Triasschichten. Unter diesen Verhältnissen erscheint er als ein Uebergangsglied zwischen Permformation und der unteren Trias, aber eine Gliederung oder Trennung desselben bleibt vorderhand undurchführbar, wenn auch etwa der weisse Sandstein innerhalb des ganzen Sandsteincomplexes ein bestimmtes Niveau einnehmen sollte. Man müsste darin Kalksteinlagen mit einer bezeichnenden Fauna finden, aber selbst diese würden vielleicht nicht entscheidend sein, weil sie wahrscheinlich eine Uebergangsauna zwischen Permformation und Trias enthalten würden.

e) Die Kalksteine, welche auf der Tiroler-Karte zwischen dem Grödener-Sandstein und den Werfener-Schichten (Seisser- und Campiler-Schichten v. Richthofen's) in langem Zuge aus dem Sexten-Thal bis ins

Pragser-Thal bei S. Veit ziehen und auch südlich von Brunnek, zwischen dem Geiselberger-Thal und Campiler-Thal, sowie auch bei Primiero und bei Trient angegeben sind, müssten, nach dieser Lagerung zu urtheilen, entweder ein kalkiges Aequivalent des oberen Grödener-Sandsteines sein, also der untersten Trias oder sie müssten sich in discordanter Lagerung befinden. Gegen letzteres spricht der Umstand einer gleichförmigen Lage zwischen den genaunten Niveaux auf so grosse Strecken und die Beobachtungen v. Richthofen's. Derselbe erwähnt dieser schwarzen Kalksteine, als eines unter seinen Seisser-Schichten liegenden, aber mit den petrefactenführenden Mergelschiefen mit *Pos. Clarai* nach oben in Zusammenhang und Wechsellagerung tretenden Complexes.

Ich vermuthete in diesen Kalken am ersten eine Uebergangsauna zwischen Zechstein und unterer Trias zu finden. Eine mit H. Hofrath v. Hauer in die Gegend von S. Martin nordwärts unternommene Excursion, führte zwar zur Entdeckung einer neuartigen Fauna, aber der erste Eindruck derselben war eher der einer höhertriadischen Fauna. Dennoch kommen eigenthümliche Formen (*Monotis sp.*, *Spirifer sp.* und *Belerophon sp.*) vor, welche mich noch immer hoffen lassen, es werde sich hier, wenn man verschiedene Niveaux von den Claraischichten abwärts bis zum rothen und weissen Grödener-Sandstein durchsucht, ein Uebergang zu den nächst tieferen Faunen der Zechsteinformation ergeben.

Tektonisches.

Bei der ungenügenden Kenntniss der stratigraphischen Gliederung und der Aehnlichkeit des petrographischen Charakters vieler dem Horizont nach verschiedener Formationsglieder ist bis jetzt eine befriedigende Vorstellung von dem Gebirgsbau der einzelnen unter den Triasmassen hervortauchenden Gebiete und noch weniger der klare Einblick in den tektonischen Zusammenhang derselben im Ganzen zu erreichen gewesen.

Um diesem Ziel näher zu kommen, muss das Studium und die Lösung einer Reihe wichtiger Vorfragen vorausgehen. Unter diese Fragen gehört vor allem die nach der Art und Weise der Lagerung der den petrographischen Typus der Kalkthonphyllitgesteine, der älteren Grauwackengesteine oder der Gesteine der Steinkohlenformation zeigenden, aber innerhalb der Hauptmasse der Quarzphyllitgruppe auftretenden, grösseren und kleineren Schichtmassen.

Die Beobachtungen von Frantzins, Richthofen und Gumbel deuten auf eine Zerstörung von verschiedenen Schichtmassen der Festlandsküsten bei Beginn und in den ersten Perioden der submarinen Porphy-Eruptionen.

Es liegt also nahe, die Frage zu stellen, wie die Reste von älteren vom Haupttypus der Umgebung abweichenden Schichtencomplexen, welche hier mehrfach innerhalb der unter dem tiefsten Grenzconglomerate der Porphyergebiete, unter Porphydecken oder unter tuffartigem, rothem Sandstein heraustretenden Quarzphyllitgebieten zum Vorschein kommen, sich tektonisch verhalten.

Sind es mit in das Faltenystem der Phyllit-Unterlage einbezogene Schollen von älteren Schichtenmassen, welche gegen Süd eine bedeutendere Ausdehnung hatten und gegen Norden lappenförmig über die ältere

Thonglimmerschiefer- und Urthonschiefer-Unterlage übergriffen? Es liegt nahe, dass bei Gelegenheit der Conglomeratbildung am Beginn der Eruptionszeit der Porphyre durch Zertrümmerung und später durch Uebergreifen der Porphyrdecken und der auf diese folgenden und mit diesen wechselnden Tuff- und Sandsteinbildungen über die Hauptstriche der älteren Grauwackenformation dieser Gegend mehrfach solche inselartige Partien zurückbleiben konnten.

Die schwarzen, kieseligen Schiefer des Villnöss- und Afferer-Thales einerseits und die grauwackenartigen, Kieselschieferfragmente enthaltenden Conglomerate über dem Thonglimmerschiefer des Naifthaales, welche Frantzius erwähnt, würden, sich gegenseitig ergänzend, diese Annahme unterstützen.

Die zweite Variante bleibt freilich, dass gewisse Partien der südlichen Quarzphyllitgruppe in der Form von Kalkthonphylliten, andere in Form von Grauwackengesteinen ausgebildet sind, während das Hauptgestein des Niveau's, dem diese oder jene Schichten angehören, in der weiteren Erstreckung wieder den petrographischen Charakter der Quarzphyllite annehmen. Es wird der Nachweis zu führen sein, inwieweit und in welchen Fällen die eine oder die andere Erklärung zutreffend ist.

Eine zweite Vorfrage gilt dem Auftreten und der Abscheidung von Schichten der tieferen Gneissphyllitgruppe von der höheren Hauptgruppe der Quarzphyllite.

Es ist gewiss, dass sowohl im Pusterthaler Hauptzuge, wo auch die Tiroler Karte im Lüsental ein Herausstossen älterer Glimmerschiefer aus der Thonglimmerschiefermasse eingezeichnet enthält, als auch im lombardischen Quarzphyllitzug und selbst in einigen der kleineren Quarzphyllitgebiete ältere Phyllit- und Schiefergesteine auftauchen, wie sie in den Hauptgebieten der Gneissphyllitgruppe zu erscheinen pflegen.

Da aber andererseits innerhalb dieser Gruppe auch solche Schichten vorkommen, die zwar ein gneissartiges Gefüge und Ansehen haben, in der That aber als arkosenartige, mehr oder minder feinkörnige oder conglomeratische Grauwackengesteine zu betrachten sind, so muss man darauf achten, letztere Schichten, die der Quarzphyllitgruppe angehören und eingelagert sind, anders aufzufassen als die phyllitischen Gneisse der tieferen Gruppe, welche bei faltenförmig welligem Bau sich eventuell wie ein Zwischenglied repräsentiren können.

Eine dritte wichtige Frage ist die, nach dem Alter und der Art des Auftretens und der tektonischen Beziehung der innerhalb der Quarzphyllitgebiete erscheinenden granitischen Massengesteine.

Man weiss darüber verhältnissmässig äusserst wenig. Sehr richtig hat Suess speciell mit Bezug auf das Cima d'Asta-Massiv das passive Verhalten des Granites gegenüber allen Gebirgsstörungen der Alpen betont und dass dieser Granit älter ist als die ihm im Norden aufgelagerten und im Süden gegen ihn einfallenden Thonglimmerschiefer und Thonschiefer geht gleichfalls aus der Darstellung dieses Gelehrten hervor.

Welcher Theil der ganzen Quarzphyllitgruppe dort vertreten ist, ist schwer zu sagen; nach den Andeutungen von G. v. Rath über ältere krystallinische Schiefer wohl ein tieferer.

Der Cima d'Asta-Granit bildet also wahrscheinlich ein Formationsglied, welches entweder der ältesten Abtheilung der Quarzphyllitgruppe

oder der jüngeren Abtheilung der Gneissphyllitgruppe angehört und nicht schob, sondern erst in späterer Zeit aus seiner Hülle herausgehoben wurde. Ob die Granite von Brixen, der Tonalit oder Adamellogranit, die Granite des Martell- und Suldenthal's etc., welche petrographisch doch immerhin hinreichende Eigenthümlichkeiten zeigen, völlig gleichaltrig sind oder ob sie innerhalb der Quarzphyllitgruppe in verschiedene Niveaux hinaufreichen, darauf könnte erst eine Specialgliederung der Schichten dieser Gruppe führen. Inzwischen kann man es für wahrscheinlich betrachten, dass die Eruption von deckenartig sich ausbreitenden Granitmassen nicht nur während der Bildung der Gneissphyllite statthatte, sondern auch in die Zeit des Absatzes der Quarzphyllite hineinragte.

Die granitischen Inselgebirge mit den sie umlagernden, älteren Schiefen und Phylliten bildeten die Küstengebirge einer grossen Bucht eines grösseren, insularen Festlandes oder einer Halbinsel schon in sehr alter Zeit. Die Ablagerungen der Grauwackengruppe und der Steinkohlenformation, welche hier abgesetzt worden waren, wurden zerstört; sie geriethen ausser Zusammenhang mit dem grossen östlichen, karnischen Zuge dadurch, dass ihr Absatzgebiet am Ende der Carbonformation und durch die ganze Zeit der älteren Permformation der Herd einer plutovulcanischen Thätigkeit war, welche das Sinken des Küstenstriches unter gleichzeitigem Aufbau grosser deckenartigen Porphyrröme, mächtiger Tuffbildungen und porphyrtiger Conglomeratmassen zur Folge hatte, welche stellenweise landbildend geworden sein mögen. Im Ganzen aber erweiterte sich die Bucht mehr, das Meer griff weiter landeinwärts und am Anfang des Absatzes der eine einförmige Küstenfauna beherbergenden Seisser- und Campiler-Schichten war, wie die Ausbreitung des oberen rothen Sandsteines von Gröden zeigt, das Cima d'Asta-Gebirge wahrscheinlich noch in Verbindung mit der Lagoraiette eine Insel in der grossen cadorischen Bucht oder der Bucht von Trient zwischen dem vom krystallinischen Festland der Pusterthaler Gebirge abzweigenden landzungenartigen Sporn des westlichsten Theiles der karnischen Kette und dem Küstengebirge der Iffinger- und Adamellokette.

Ehe wir über die Tektonik eines jeden der hier behandelten Sondergebiete einige Bemerkungen zur allgemeinen Charakterisirung anschliessen, schicken wir nur voraus, dass die Stellung der Schichten der Quarzphyllitgruppe und der untergeordnet innerhalb derselben auftretenden älteren Schichtgesteine im Allgemeinen und Grossen unabhängig von den Schichtenmassen der permischen Gruppe ist, welche übergreifende Lagerung zeigt und wohl nur local eine anscheinend concordante Auflagerung auf Schichten der Quarzphyllite beobachten lässt.

Ueberdies ist im Grossen von der altkrystallinischen Gebirgsmasse her gegen Süd unter der Kalkzone hindurch der Uebergang aus der steil faltenförmigen in eine flacher wellige Schichtenbiegung in den Gebieten der älteren Formationsgruppen die Regel und die Steilwellen im Norden der Kalkzone verlaufen ziemlich parallel W.—O. (natürlich mit untergeordneten Abweichungen gegen N. und S.) mit den flacheren Wellen, welche die mitten im Kalkgebirge hervortauchenden südlicheren Gebiete zeigen. Eine bedeutendere Abweichung aus W. in O. in SW.—NO. findet nur in dem von der Streichungsrichtung der Adamellokette abhängigen Theil der älteren Schichtmassen statt.

1. Der Pusterthaler Quarzphyllitzug präsentirt sich daher im Wesentlichen als ein System von mehreren Hauptlängsfalten, welche in steil 80—45 Grad südwärts geneigter Stellung eine westöstliche Hauptrichtung einhalten und theils ältere Schichtmassen (Gneissphyllite und Glimmerschiefer) zwischen sich hervortreten lassen, theils gleichalterige oder jüngere Schichten vom Typus der Gesteine der Kalkthonyphyllite und der Grauwackengruppe zwischen sich einschliessen.

In der mittleren Strecke, welche sich im Wesentlichen an das Antholzer Gneissgebirge anlehnt, erscheint das Faltengebiet durch das Vordringen des Dolomitgebirges schmaler, während es sich gegen Ost und West durch das Zurücktreten der übergreifenden Schichten des ihm aufsitzenen Gebirges in zahlreicheren Falten auseinanderlegt.

In der östlichen und in der mittleren Partie nehmen Kalke und Schiefer der Kalkthonyphyllitgruppe Antheil an der Zusammensetzung des Gebirges und es lagern theils ältere Rothliegendeschichten, theils noch fragliche, ältere, weisse und rothe Sandsteine, theils jüngere rothe Sandsteine und Schiefer der unteren Trias darüber.

Im westlichen Theil ist es vorzugsweise die südliche, buchtartig unter den Porphyrringreifende Partie der Quarzphyllitzone zwischen dem Lüssen- und Grödener-Thal, welche die vom allgemeinen Typus abweichenden Schichtmassen enthält und zwar nicht unmittelbar an der Grenze gegen die liegendsten Conglomerate des Porphyrrgebietes oder gegen die unteren Porphyrrdecken selbst, sondern von diesen getrennt durch Thonglimmerschiefer und selbst zum Theil durch gneissartig ausgebildete Schichten, wie dies der Eisenbahndurchschnitt von Klausen abwärts zeigt.

Es liegen also hier die sicheren tieferen Repräsentanten der Permformation, der Porphyrr nebst seinen Tuff- und Conglomeratbildungen, sowie die mit der unteren Trias enger verbundenen höheren porphyrischen Tuff- und Sandsteinschichten in der Weise im Grossen discordant auf dem älteren Grauwackengebirge des Quarzphyllituzuges, dass sie sich nicht ein und derselben Steilfalte der älteren Schiefer-Unterlage anschliessen, sondern von S. gegen N. über mehrere und verschiedene dieser südlich geneigten Parallelfalten übergreifen.

Welche specielleren localen Störungen der Lagerung durch die älteren Dioritgesteine von Klausen, durch einzelne Porphyrrdurchbrüche, sowie durch die späteren Eruptionerscheinungen der Melaphyrr und Augitporphyrrgruppe in dem vorgenannten südwestlichsten Theil des Quarzphyllituzuges herbeigeführt sind, bedarf noch sehr genauer Untersuchungen, obgleich uns die Beobachtungen Trinker's, v. Richthofen's und Pichler's in dieser Richtung schon sehr beachtenswerthe Andeutungen und Ausgangspunkte gegeben haben.

Ebenso wird im westlichsten Zipfel des Gebietes, der sich an den Granitstock des Iffinger anlehnt, das Verhältniss der Thonglimmerschiefer und der von Frantzius beschriebenen Grauwacke in ihrem Verhältnisse zu Granit und Porphyrr noch genauer zu prüfen sein.

2. Das grosse südtirolische Porphyrrgebiet ist ebenso in seiner Altersstellung durch den Nachweis der ausgedehnten und regelmässigen Ueberlagerung durch die ältesten Sandsteingebilde der Trias (oberer Grödener Sandstein) wie in seinen tektonischen Hauptzügen von

v. Richthofen so richtig aufgefasst worden, dass man dasselbe stets als die Basis annehmen muss, auf welcher ins Detail weiter gearbeitet werden kann.

Ich kann daher in kurzem Umriss hier nur das vorausschieken, was bei der specielleren Darlegung des Beobachtungsmaterials sich aus v. Richthofen's Arbeit für die Tektonik des Gebietes ergibt.

Das Verhältniss des Porphyrs zu den Schichten unserer Quarzphyllitgruppe (Thonglimmerschiefer), an welche er mit seiner nördlichen und südlichen Hauptgrenzlinie direct herantritt, ist ein zweifaches. Entweder er lagert deckenförmig direct auf den Gesteinen der Quarzphyllitgruppe, wie dies besonders schön die mit ihrem Hauptstrom nicht ganz zusammenhängende Porphyrplatte des Raschötz auf der Nordflanke zeigt oder es schiebt sich ein Bruchstücke von älterem Schiefergestein enthaltendes, zum Theil fast daraus bestehendes Conglomerat mit porphyrisch tuffartigem oder sandsteinartigem Bindemittel zwischen den Schiefer und die jüngeren Porphyrdecken ein, wie das schon durch Buch beobachtete Conglomerat, welches in der tiefen Thalspalte des Kuntersweges unter Kollmann ansteht.

Nach v. Richthofen deutet dies auf die Nähe einer Eruptionsspalte; aber es sind die Durchbruchstellen der älteren Porphyrmassen überhaupt ganz überwiegend von den Decken der jüngeren Porphyr-Eruptionen verdeckt; dieselben sind nur dort zu sehen, wo besonders tiefe Thalrisse und Auswaschungen die Schiefer-Unterlagen auf weitere Strecke zu Tage gelegt haben.

Es mag hiebei bemerkt werden, dass es wohl auch Grenzconglomerate zwischen Porphyr- und Thonschiefergebirge geben kann, welche bei Gelegenheit der älteren Porphyr-Eruptionen in weiterer Entfernung von der directen Eruptionsspalte als Strandbildungen abgesetzt wurden, auch wenn sie zerriebenes porphyrisches Material als Bindemittel neben dem älteren Trümmerwerk enthalten; denn letzteres kann eben sowohl durch die mechanische Wirkung eruptiver Kräfte, als durch die Brandung gelockert und aufgehäuft worden sein.

Jedenfalls ist das Studium der verschiedenen Grenzconglomerate wichtig für die Beurtheilung der verschiedenen Schichtmassen, die hier verbreitet waren und zerstört wurden und für die Beurtheilung des Alters der ältesten Porphyr-Eruptionen.

Wichtig ist nun, dass v. Richthofen nicht nur nachweist, dass es verschiedene Abänderungen des Quarzporphyrs sind, welche das grosse Bozener Porphyrplateau zusammensetzen, sondern dass er auch für das naturgemässe Verhältniss einer Succession verschiedenartiger Eruptionen, für den Durchbruch älterer Porphyrmassen durch jüngere, sich deckenartig über den ersteren ausbreitende Ströme Beweise beibringen kann. Das Auftreten jüngerer porphyrischer Eruptivmassen innerhalb des Gebietes der älteren Quarzporphyrgebiete in der Form von Stöcken, Gängen und gebirgsbildenden Strömen wird erläutert durch die begleitenden Conglomeratbildungen, worin „Porphyr durch Porphyr verbunden ist“ und das Verhältniss der Grundmasse zu den eingeschlossenen Bruchstücken die Elemente für die petrographische Entwicklungsgeschichte des Quarzporphyrs liefert.

Im grossen Style betrachtet, ist also das grosse, bei 16 Quadratmeilen umfassende Gebirgsland des Quarzporphyrs, welches sich in Form einer gewaltigen, von O. gegen W. geneigten und verbreiternden, gegen N. und S. aber zu höheren, gegen die Quarzphyllit-Unterlage steil abstürzenden Gebirgswällen aufgeschwellten und im eingesenkten Mittelstück plateauartig ausgebildeten Gesteinsdecke zwischen die vortriadischen Schiefer- und Grauwackengebiete der südlichen Westflanke einschleibt, tektonisch ein System von verschiedenartigen und verschiedenalterigen Eruptionsmassen, welche sich und ihre jeweiligen, zum Theil sedimentären Tuffe und Conglomeratbildungen in einer gewissen Reihenfolge durchsetzen.

Es gilt dabei im Grossen, dass die ältesten Eruptionen vorzugsweise gang- und stockförmige Massen zeigen und wahrscheinlich noch dem Festlande angehörten. Bei den mittleren und jüngsten Porphyrmassen lässt die deckenartige Ausbreitung in Strömen und das Ueberhandnehmen von mit den Eruptivmassen wechselnden, sedimentären Tuff- und Conglomeratbildungen, sowie der endliche Uebergang in die regelmässig aufgelagerten marinen Schichten der Trias durch eine Versteinerungsleere, im unteren Theile noch tuffartige, mächtige Sandsteinmasse auf eine überwiegend submarine Entstehung schliessen.

Die inselförmige, flache Auflagerung von grösseren und kleineren Partien desselben rothen Sandsteines, der auch als Grenz- und Zwischenschicht unter den grossen aufsitzenden Triasgebirgsmassen der langen West- und Ostgrenze des Porphyrgbietes erscheint, vervollständigt den tektonischen Umriss.

Die stratigraphische Frage, wie weit diese nach v. Richthofen noch zum Theil tuffartigen Schichten des Grödener Sandsteins enger mit der in der Hauptmasse der Permformation angehörenden Porphyrgruppe verbunden sind und inwieweit sie nach oben mit dem Röth verknüpft sind und den Buntsandstein repräsentiren, kommt hiebei weniger in Betracht.

In Bezug auf die Beurtheilung der ausserhalb dieses Hauptgebietes der Rothliegendporphyre in den anderen Gebieten auftretenden kleinen Porphyrmassen wird es von Wichtigkeit sein, den von v. Richthofen angebahnten Weg der relativen Altersbestimmung petrographisch unterscheidbarer Porphyrtypen weiter zu verfolgen. Bei dem Umstande, dass auch in dem kleineren und durch triadische Gebirgsmassen von dem Hauptgebiet isolirten Quarzphyllitgebiet Porphyre nicht nur in stock- und gangförmigen Durchbrüchen, sondern auch in der Form von losgerissenen Theilen eines deckenartig ausgebreiteten Stromes vorkommen, würde der Nachweis der Zugehörigkeit zu einem der von Richthofen bezeichneten Alterstypen des Hauptgebietes von Interesse sein, nicht nur für die Verbreitung der Eruptionsthätigkeit, sondern auch für die Altersbestimmung der diesen Porphyren unmittelbarer aufgelagerten Schichten.

3. Das Cima d'Asta-Gebiet mit seiner Hülle von theils dem älteren krystallinischen Gebirge, theils der jüngeren Quarzphyllitgruppe angehörenden Schiefergesteinen, gibt durch die bis jetzt bekannten Thatsachen seiner Tektonik gewiss manchen widersprechenden Anschauungen und Vermuthungen Raum.

Tektonisch und in Bezug auf die an seiner Zusammensetzung theilnehmenden Formationsglieder zerfällt das langgestreckte Gebiet im Wesentlichen in vier ungleiche Abschnitte.

Im Grossen ist es ursprünglich eine, dem Faltenstrich des Pusterthaler Quarzphyllitgebietes parallele Steilwelle des älteren krystallinischen Schiefergebirges und der Thonglimmerschiefer und Thonschiefer der Quarzphyllitgruppe mit am Nordrande nördlich, am Südrande südlich von der mittleren Hauptaxe abfallenden Schichten. Auf der ganzen, langen von Civezzano bis Cavallazo im oberen Cismone-Gebiet reichenden Grenzlinie der Nordflanke ist nach der Tiroler Karte und Foetterle, nach G. v. Rath und Suess das normale Verfläichen der Schieferschichten nördlich und das direct auflagernde Formationsglied ist der Porphyry der Lagoraiette oder ein Grenzconglomerat desselben.

Ebenso zeigt die Südgrenze des Gebietes bei vorherrschender Ueberlagerung durch tiefere und höhere Schichten der Trias mit südlicher Neigung ein südwärts geneigtes Einfallen der Südflanke dieser alten Steilwelle von Vigolo bis Borgo und von Canal di Sotto bis Primiero. Die Westgrenze zeigt zum Theil westwärts, die Ostgrenze ostwärts abgedrückte Neigung der Schichten und an der Stelle, wo sich von der südlichen Flanke das Thalgebiet von Vall'alta durch Zusammentreten des nördlichen und südlichen Dolomitgebirges am Pass von Cereda abschnürt, ist zwischen Primiero und Mis das Thonschiefergebirge von der unter dem rothen Sandsteine hervortretenden Porphyrydecke fast ganz verdeckt.

In dem Gebiet der Schiefer-Ellipse von Vall'alta ist nach G. v. Rath das Hauptstreichen der Schieferschichten von SSW. gegen NNO. bei steilem, nordwestlichem Einfallen der Schichten; bei Agordo constatirt Fuchs einen Uebergang aus steiler Schichtung in eine normale, südöstliche Fallrichtung für die den Thonschiefer des Erzstockes überlagernden rothen Sandsteine. Hier in dieser schmalen Fortsetzung der südlichen Flanke des Hauptgebietes gegen Ost scheinen demnach die tektonischen Verhältnisse besonders gestört und abweichend zu sein.

Mit der Störung des normalen Verhältnisses, welche das grosse Mittelstück der Südflanke entlang der Grenze gegen den Granitkörper der Cima d'Asta dadurch zeigt, dass hier die Schichten statt südwärts in Nord gegen den Granit einfallen, können diese Abweichungen nicht mehr zusammenhängen, da nach den Einzeichnungen der Tiroler Karte schon bei Canal di Sotto am Ost-Ende des Granitgebietes wieder das normale Südfallen in der südlichen Schieferzone herrscht.

Wollen wir die Tektonik der einzelnen Abschnitte des ganzen Gebietes nach der Art ihrer Abweichung von der ursprünglichen Normal-Anlage charakterisiren, so müssen wir das Gebiet der Fersina und oberen Brenta, welches im Ganzen als Val Sugana-Gebiet bezeichnet werden mag, von dem Cima d'Asta-Gebiet als dem mittleren Hauptstück und dieses wieder von dem Gebiet von Cauria oder Val Sorda trennen, ganz abgesehen von dem ganz isolirten Abschnitt von Vall'alta.

a) Im Fersina-Val Sugana-Abschnitt, von welchem die kleine Thonschiefer- und Porphyryconglomeratpartie zwischen Trient und Villazona abgeschnürt erscheint, zeigt ein mittlerer Durchschnitt durch den breiten, westlichen Theil von dem Porphyrrücken der Costa alta über den Hornberg bei Pergine und durch den Caldonazzo-See gegen Centa ein

südliches bis südwestliches Hauptfallen mit 55 Grad auf der südlichen, breiten Flanke des Hornberges zwischen Vattaro und Caldonazzo, ein (55 Grad) nördliches Einfallen auf der Nordseite des Fersina-Thales bei Canezza. Hier sind es Porphyrbreccien und darüber Porphyr, dort rother Sandstein und gypsführende Seisser-Schichten, welche das Thonschiefergebirge zunächst überlagern.

Von den Hauptrichtungen abgedreht sind die Fallrichtungen der Schichten in diesem Gebiet an der westlichen Grenzlinie des Gebietes und in dem mittleren, der Granitinsel von Rocegno genäherten Theil. Sie gehen hier aus der directen nördlichen in nordwestliche, rein westliche und südwestliche Neigungsrichtungen über, ehe sie die Südrichtung und Südostrichtung annehmen, wie sie sich an der südlichen Grenzlinie sowohl in der Gegend von Caldonazza als zwischen Roncegno und Torcegno nicht nur in der überlagernden Trias, sondern auch in den unterteufenden Thonschiefern zeigt. Hier ist die mantelförmige Umlagerung der Schiefermassen um den nur stellenweise aus ihr herausgehobenen Granitkörper, welche v. Buch betonte, noch nicht durch secundäre Abweichungen unkenntlich gemacht.

Die Tiroler Karte gibt überdies südlich von dem Porphyrstock des Monte Zacon zwischen Monte Armentara und Cima Mandriola ein Hervortreten der südlichen Thonschieferflanke in einer Spalte der Triasketten an.

b) Das Hauptstück des Cima d'Asta-Stockes zwischen dem Val di sette Laghi und dem Scheiderücken des Monte Marande zeigt nun nach der Tiroler Karte, sowie nach v. Rath und Suess, eine durchgreifende Unregelmässigkeit und Abweichung von der ursprünglichen mantelförmigen Umlagerung des Granitgebirges durch das Schiefergebirge. Während nämlich auf der Nordlinie, abgesehen von der Strecke, wo der bis zum Granitwall übergreifende Porphyr das Verhältniss verhüllt, der Schiefer regelmässig vom Granitstock gegen Nord unter die Porphydecke abfällt, bemerkt man an der südlichen Grenzlinie des Granitstockes ein Einfallen der Schieferschichten gegen, also scheinbar unter den Granit.

Mir scheint dieses Verhältniss am besten erklärbar, wenn man das Vorhandensein eines mächtigen Granitgewölbes voraussetzt, dessen Eruption und Aufbau zwar in jüngere Zeit fällt, als die Bildung des alkrySTALLINISCHEN Gneiss- und Schiefergebirges, aber vor die Ablagerung der Schichten der Quarzphyllitgruppe. Eine Berstung der gewölbten Granit-Unterlage bei Beginn der ersten grossen Porphyr-Eruption und ein Emporschieben und Aufstauen des Gewölbtheiles, welcher jetzt als Hauptmasse des Cima d'Asta-Stockes erscheint, kann naturgemäss das Absinken eines südlichen Stückes der festen Decke sammt ihrer Schiefer-Auf-lage mit zur Folge gehabt haben.

Der locale Fall, welchen Suess in seinem Cima d'Asta-Profil zeichnet, wo der Granit nicht nur über Thonglimmerschiefer, sondern auch über eine Reihe jüngerer Schichten mit Inbegriff von Eocänschichten zu lagern scheint, dürfte sich durch secundäre Abrutschung und Ueberschiebung einer grösseren Theilmasse des Granitstockes und eine damit zugleich erfolgte Ueberkippung eines Theiles der anlagernden Schichtenfolge erklären lassen. Diese Erscheinung kann ganz unabhängig von jüngeren Eruptionen erklärt werden, sie kann aber auch mit irgend welcher basaltischen

oder trachytischen Eruption der Zeit nach zusammenfallen und die Folge von neuen Spaltenbildungen in Folge bedeutender Erderschütterungen sein.

c) Der östliche Abschnitt des ganzen Gebietes mit Cauria und Val Sorda ist dadurch als abweichend in seinem Baue charakterisirt, dass erstens die Granitmasse durch das Eingreifen einer von Ost gegen WSW. — von Cauria gegen das Obere Val di Regna bis über die Passhöhe zwischen Cima d'Asta und Col de Croce — gestreckten Zunge von Schiefergesteinen gegabelt erscheint, und dass zweitens hier, nach der Beschreibung v. Rath zu urtheilen, ältere krystallinische Schiefergesteine in bedeutenderer Ausdehnung an der Zusammensetzung des Gebirges theilnehmen.

Glimmerschiefer mit dioritischen Hornblendegesteinen, Glimmerschiefer mit Granaten und, wie es scheint, auch der porphyrtartige, chloritische, grüne Gneiss, sowie silberweisse Glimmerschiefer werden aus diesem Gebiet von v. Rath erwähnt.

Diese ältere Schieferzone erscheint vorzugsweise in Val Sorda und zwischen den beiden Granitzungen.

Während nach den Einzeichnungen der Tiroler Karte bei Canal di Sotto die Schichten der südlichen Schieferzone unter 60 Grad südwärts fallen, gibt v. Rath für die nordwärts von Val Longa (Longhe) gegen Canal (S. Bovo) entlang der Granitgrenze hinziehenden Schichten ein Nordwestverflachen mit 25 Grad an. Hier ist es also ersichtlich, dass die südliche Schieferzone einem ursprünglich südwärts fallenden, nur gegen die Granitgrenze zu nordwärts umgebogenen Complex angehört. Dabei ist überdies auch noch nicht auf eine Trennung älterer und jüngerer der Quarzphyllitgruppe angehörender Schiefer Bedacht genommen. Ganz entschieden zur älteren Gneissphyllitgruppe, also zu Schichten, die eventuell älter sind, als der Granit selbst, scheint die Hauptmasse der Schiefer zu gehören, welche zwischen die Granitzungen eingeschoben erscheinen und im Sorda-Thal steil nordwärts fallen, wie die Schichten der nördlichen Zone jenseits des Granitgebirges im Fossernica-Thal an der Grenze des Porphyrs.

In dem grossen, mit diesen Grenzstrichen gegen den Granit zusammenhängenden Schiefergebiet, welches sich gegen Val Cismone ausdehnt, kommen an der Grenze gegen das östliche Triasgebirge Wendungen in die östliche Fallrichtung vor, die auch hier an die ursprüngliche mantelförmige Umlagerung des älteren Gebirges durch die jüngere Schiefergruppe hindeuten.

Tektonisch klar zu machen ist das ganze Gebirge, besonders in diesem Abschnitt wohl erst dann, wenn die verschiedenalterigen Schieferhorizonte, deren Vorhandensein hier nur im Allgemeinen angemerkt werden konnte, getrennt und in ihrem Verhältnisse zum Granit studirt sein werden.

d) Das kleine Gebiet der ellipsenartigen Schiefermasse von Vall'alta kann wohl in gewissem Sinne als eine Fortsetzung der südlichen Schieferzone betrachtet werden, aber es hat durch das Zwischentreten der Porphyre und durch das Erscheinen einer direct östlichen Fallrichtung der Thonschiefer auf der Westseite des trennenden Porphyrsattels bei Primiero und einer fast westlichen Neigung derselben auf der Ostseite am Zusammenfluss des Pezza- und des Misbach bei

Vall'alta den Charakter einer abgesonderten und von der Hauptrichtung des Astazuges abgelenkten Schichtenwelle, bei der die nordwestliche Fallrichtung vorherrscht.

4. Die Schieferinsel von Recoaro zeigt nach den Beobachtungen, welche wir in den citirten Arbeiten Maraschini's und Schaueroth's niedergelegt finden, und welche ich nach dem Eindruck, den mir eine nur flüchtige Tour hinterlassen hat, bestätigen kann, sehr einfache Verhältnisse.

Man hat es mit einer flachwelligen, von einigen tiefen Thaleinschnitten entblössten, im mittleren und nördlichen Theil auch zur Höhenlinie von Berggrücken reichenden Fortsetzung der Quarzphyllitgruppe zu thun und zwar mit einem oberen Complex derselben, welcher ähnliche, Bittersalze efflorescirende talkige, quarzreiche Schiefer enthält, wie sie auch in der mittleren Gruppe der Kalkthonphyllite auftreten.

Das vorherrschend südliche Verfläichen (S. bis W.), welches Maraschini angibt, enthält eine Abwechslung durch das NW.-Verfläichen, welches die wellig gebogenen Schichten wiederholt zeigen; aber es ist Alles flach angelegt, steile Schichtenstellungen und Faltungen dürften höchstens local, aber nicht in irgend wie den ganzen Bau beeinflussender Weise zu finden sein.

Porphyrische Gesteine durchsetzen und überlagern diese Unterlage, jedoch nur stellenweise ganz direct.

Es kommen Schiefer und Sandsteine von grauwackenartigem Charakter in dem oberen Niveau vor und ebenso sind die porphyrfreien Quarzconglomerate mit Talkschiefer und Thonschieferfragmenten sowohl die, welche Maraschini erwähnt, als das durch Schaueroth angeführte, seinem Glimmerschiefer unmittelbar aufliegende, dunkle Conglomeratgestein für den Vergleich mit anderen Gebieten wichtig; denn wir können Repräsentanten der unter den Porphyrmassen anderer Gebiete liegenden, obercarbonischen oder unterpermischen Grenzconglomerate sehr wohl darin vermuthen.

Ueberhaupt scheint es mir durchaus nicht feststehend, dass der bunte Sandstein, der allerdings sowohl ringsum um das Inselgebiet, wie auch auf dem Rücken zwischen den Thälern von Recoaro und von Valle dei Signori die am regelmässigsten und constantesten verbreitete Hangendformation sein mag, überall direct auf den Gesteinen der Quarzphyllitgruppe aufliegt. Es sind vielmehr Anzeichen vorhanden, dass nicht nur der Dyasporphyr und mit ihm verbundene Breccien und Sandsteine vorhanden sind, wie auch die Einzeichnungen der v. Hauer'schen Karte im N. und SO. des Gebietes andeuten, sondern dass auch noch Reste älterer, einst über dem Quarzphyllit verbreiteter Formationsglieder an einigen Punkten sitzen geblieben sind.

Ich verweise auf die in diesem Sinne bereits in der stratigraphischen Uebersicht erwähnten Gesteine des Rückens zwischen den Thalgebieten von Recoaro und Valle.

Man wird, wie mir scheint, hoffen können, frei aufsitzend in Schollen oder überlagert durch Dyas, Buntsandstein oder die Röhthdecke mit dem Werfener Horizont auch noch Spuren verschiedener, älterer Schichtgesteine im Bereich dieses kleinen Quarzphyllitgebietes aufzufinden.

5. Die Schieferzonen der Adamellogruppe. Was wir über das tektonische Verhalten zwischen dem Granitmassiv des Adamellostockes und den ihn unlagernden Schieferzonen sagen können, beruht nur auf Interpretation der Beobachtungs-Elemente, welche wir aus den Einzzeichnungen der Tiroler Karte und aus den Angaben von G. v. Rath, Escher, Hauer und Curioni entnehmen können.

In gewissem Sinne würden wir hier nur die gegen O. und S. gekehrten Schiefer- und Verrucanovorgänge des Adamellogebirges zu berücksichtigen haben, da die nord- und westwärts gekehrte Zone von Schichten, die als Äquivalente paläozoischer Schichten (eventuell in Betracht kommen können, zwischen älteren krystallinischen Schiefergebieten eingeschoben sind und demnach nicht der südlichen Hauptzone, sondern dem südlichsten Abschnitte der inneralpinen Gebiete zufallen. Es scheint jedoch diese nördliche Zone mit dem westsüdlichsten Theile der östlichen Umhüllung und sammt dieser mit dem Veltliner Hauptzug in Zusammenhang zu stehen.

Wir wollen dieselbe daher hier berühren, und lassen es offen, auf ihre Zusammensetzung und den Bau des Adamellogebirges bei Besprechung der westlichsten, inneralpinen Gebiete, d. i. der Gebiete der Ortlergruppe noch einmal näher zurückzukommen, im Fall sich Gelegenheit zu Ergänzungen oder Berichtigungen bieten sollten.

Nach v. Rath's Beobachtungen im Breguzzo-Thal und im Val S. Valentino, sowie nach den Angaben der Tiroler Karte besteht die südöstliche Schiefervorlage des Granitgebirges aus zwei Gruppen und wird theils von den rothen Quarzconglomeraten und Sandsteinen mit Porphyredecken und Durchbrüchen überlagert, welche der Permformation und in ihren höheren Lagen eventuell schon der Trias angehören, theils von Kalkstein und Dolomitschichten, welche in die untere oder mittlere Abtheilung der Triasperiode gestellt wurden.

Der an den Granit zunächst angrenzende Theil der Schiefervorlage ist in der Tiroler Karte als Glimmerschiefer ausgeschieden und wird von G. v. Rath als ebenflächiger, lichter, silberweissen Glimmer enthaltender Glimmerschiefer aufgeführt, welcher zum Theil in Talkschiefer übergeht und dichtere Chloritschieferlagen enthält und überdies auch an zwei Punkten kleinere, isolirte Tonalitpartien in sich birgt. Diese Schieferzone streicht parallel mit der Tonalitgrenze und zeigt in der Grenzgegend ein südöstliches Einfallen von 85—75 Grad, welches nach auswärts an Steilheit abnimmt.

Die nach auswärts gegen das überlagernde Perm- und Triasgebirge folgende Schiefergruppe wird von G. v. Rath als ein grob und uneben schiefriger Glimmerthonschiefer mit schwarzem Glimmer und gewundenen handbreiten Quarzlagen beschrieben. Das Verflachen dieser Gruppe fällt von 50 bis auf 30 Grad.

Während wir bei der unteren Abtheilung schwankend sein können, ob wir darin einen Repräsentanten der Hülschiefer der centralen Gneissmassen oder der höheren, mit Chloritschiefern wechselnden Abtheilung des Kalkphyllits oder der äquivalenten unteren Partie der Kalkthonphyllitgruppe sehen wollen, also dem Alter nach — obere Schichten der Gneissphyllitgruppe oder tiefere Schichten der höheren Phyllitgruppen, so erkennen wir in dem oberen Gliede, welches v. Rath beschreibt, deutlich

ein Hauptgestein unserer Quarzphyllitgruppe, welches untergeordnet wohl auch in der mittleren Abtheilung der Kalkthonphyllitcomplexe erscheint. Ueberdies ist zu bemerken, dass die Tiroler Karte an zwei Stellen die Grenzconglomerate des Thonglimmerschiefers angibt. Sehen wir uns die Nordflanke etwas näher an, so fällt auf der Tiroler Karte zunächst auf, dass die obere der Quarzphyllitgruppe angehörende Schiefergruppe dicht am Granit liegt und gegen denselben südwärts einfällt.

Es ist dies jedoch nur auf der östlichen Strecke der nördlichen Grenzlinie des Granitstockes, welche der Cornisellamasse zwischen Piz del Mezzodi und Monte Barco vorliegt, der Fall; aber es scheint doch dafür zu sprechen, dass diese Schiefer früher stellenweise über die ältere Schiefergruppe bis zum Granit oder vielleicht über denselben übergriff, ganz abgesehen davon, dass die abnorme Lagerung für eine ähnliche mechanische Verschiebung von Theilen des älteren Granitgewölbes gegen einander spricht, wie wir sie vom Südrand des Cima d'Asta kennen gelernt haben. In dieser Beziehung scheinen die Verhältnisse des Adamellostockes jedoch noch complicirter, wie wir bemerken werden, wenn wir das Lagerungsverhältniss der denselben umgebenden Schieferschichten weiter verfolgen. Gegen West von dem eben genannten Thonglimmerschieferstreifen sind in der Strecke gegen den Tonale-Pass die tieferen Glimmerschiefer als direct gegen den Granit angrenzend eingezeichnet und jenseits der Strasse sind in denselben bedeutende Kalkeinlagerungen und ein Abfallen vom Granitstock gegen Norden unter 70 und 80 Grad angegeben.

In der directen Fortsetzung dieser Schichten liegen gegen Edolo auf der Nordseite des gleich der Granitgrenze südwestlich ziehenden Oglio (Oberes Camonica-Thal) ähnliche, bedeutende Kalkeinlagerungen im Schiefer und die Südseite dieses obersten Camonicagebietes besteht nach G. v. Rath aus braunen, groben 75—80 Grad in Norden vom Hauptstock abfallenden Thonschiefen.

Die Grenze dieser Thonschiefer, welche G. v. Rath im Avio-Thal aufsuchte, gegen den Granit ist ganz scharf. Die Grenzfläche des in steilen, 2000 Fuss hohen Thalwänden aufsteigenden Granites setzt entweder senkrecht oder steil auswärts geneigt in die Tiefe von der Mitte des Avio-Thales bis auf den Tonale-Pass, wo er in Süd als steile Felsmauer erscheint.

Der Thonschiefer schliesst sich der steilen Stellung der Grenzfläche an und wird erst gegen auswärts etwas weniger steil geneigt. Aus diesem Verhältniss ergibt sich für mich Zweierlei: erstens glaube ich mit einiger Sicherheit in dieser Schiefergruppe in Verbindung mit den Kalksteinlagern auf der Nordseite des Oglio eine Repräsentation der Kalkthonphyllitgruppe annehmen zu dürfen; zweitens scheint mir die Art der Begrenzung in keinem Falle dafür zu sprechen, dass der Granit als eruptives Magma durch den Thonschiefer emporgedrungen sei und denselben bei dieser Gelegenheit steil aufgestellt habe. Eruptive Massen vermögen nicht im Aufdringen zu einem hohen Steilgebirge mit steiler ebener seitlicher Grenzfläche zu erstarren. Wir haben es hier mit einem in starrem Zustande emporgeschobenen Theil eines Granitgewölbes von höherem Alter, als der darauf liegende, steil aufgerichtete Thonschiefer ist, zu thun, wie bei der Cima d'Asta-Masse. Ein durch eine Spalte des Thon-

schiefergebirges erumpirtes, plutonisches Magma würde den Thonschiefer nicht steil aufgerichtet, sondern local, vielleicht etwas verändert und zertrümmert, aber vorzugsweise deckenartig überströmt oder überwältigt haben.

Hiemit werden sich wohl auch die verwickelteren Verhältnisse in Einklang bringen lassen, welche nach Escher in der Schieferbucht von Val Savioire zwischen dem Granit der Adamellogruppe und dem der Castellogruppe zu herrschen scheinen, sowie in dem Val di Fa nächst Breno. Hier werden neben schwarzen, thonschieferartigen Schichten, grünen quarzreichen Glimmerschiefeln und weissen, marmorartigen Kalksteinen auch feinkörnige roth, grün und weiss gefärbte Quarzconglomerate (wahrscheinlich die grünen, talkigen Grauwackengesteine der Nordalpen und der mittleren Zone der Kalkthonyphyllitgruppe der Südalpen) und besondere rothe Quarzconglomerate erwähnt, welche von v. Hauer gegen Süd mit dem Dyas- und Triasverrucano und Sandstein vereint wurden. Escher vermuthete, dass die Schiefercomplexe des Val Savioire zwischen dem Adamellostock und dem südlichen Granitstock durchsetzen, wodurch dann nicht nur die Verbindung der nördlichen, sondern auch der südöstlichen Schieferzone des Adamellostockes mit dem Veltliner Hauptzuge hergestellt würde.

Zwischen Paspardo und Lago d'Arno herrscht Westfallen, gegen die Ausmündung von Val Savioire Südwestfallen und im schwarzen Glimmerschiefer von Val di Fa südliches Einfallen der Schichten vor. Ueberdies wird hier nicht nur von gangartigen Porphyren, sondern auch von Syenit- und Granitsyenitgängen im Glimmerschiefer und Kalkstein gesprochen.

Höchst wahrscheinlich sind hier nicht nur die porphyrischen Eruptionen der Permzeit, sondern auch eine Reihe von dioritischen und syenitischen Eruptionen in schon vorpermischen Perioden, jedoch mehr als mechanisch bewegende, wie als Massen bildende Factoren in Wirksamkeit gewesen.

Gewiss wird man wie in den umliegenden Schiefermassen, so auch in der Hauptmasse des Granitkörpers derartige jüngere, nur untergeordnet und gangartig auftretende Eruptivgesteine noch nachzuweisen vermögen. Im Süden, wo die permischen und triadischen Gesteine der Bergamasker Alpen an dieses Gebiet herantreten und zwischen dem Granit des Monte Ferrone und der Schieferinsel von Val Trompia hindurch die Verbindung mit der Verrucano und Sandsteindecke des südlichsten Theiles der Ostflanke in Verbindung stehen, wird das directe Abstossen sowohl der überlagernden Kalkgesteine als der tieferen Servino- und Verrucanoschichten gegen das Granitgebirge von Studer und Hauer hervorgehoben.

Dass die Hauptmasse des Adamellogranites älter sein müsse, als die in beschriebener Weise ihn umgebenden Schiefer, dafür spricht sich auch Curioni aus, aber er hält die Gesamtmasse dieser Schiefer im Sinne von Suess für carbonisch und setzt den Granit dem Alter nach demgemäss zwischen Carbon und Devon. Ich selbst will hier, wo weder carbonische noch silurische Schichten mit Sicherheit nachgewiesen sind, eine so bestimmte Altersangabe für den Granit nicht wagen und kann ihn nur für älter als die ihn umgebenden Schichten der Kalkthonyphyllitgruppe

und der Quarzphyllitgruppe erklären. Er dürfte demnach auch hier entweder in die älteste Zeit dieser Bildungen oder in die jüngste Zeit der Bildung der Schichten der Gneissphyllitgruppe zu versetzen sein.

6. Der Veltliner Gebirgszug steht mit den nördlichen und westlichen Flankengebieten des Adamello-Gebirges sowohl durch die Schiefergruppen als durch den gewaltigen Complex der übergreifend darüber gelagerten Massen der Quarzconglomerate und rothen Sandsteine des Perm und der unteren Trias in directer Verbindung, und es darf dabei vermuthet werden, dass auch ein gewisser tektonischer Zusammenhang zwischen den beiden Gebieten bestehe.

In der That spricht der Durchschnitt über den Venerocolo von Tirano nach Schilpario einigermaßen dafür, dass hier in diesem östlichsten Theil des Bergamasker oder Veltliner Hauptrückens eine mittlere, im Wesentlichen auf die Nordseite entfallende Hauptwölbung der tiefsten Gesteinszonen in der Fortsetzung des am stärksten herausgehobenen Theiles der Adamellogruppe liegt und damit in Beziehung gebracht werden kann.

Die Hauptmasse der Gesteine dieser mittleren Wölbung scheint den jüngeren, mit der Quarzphyllitgruppe oft eng verknüpften Abtheilung der Gneissphyllite anzugehören. Im Norden liegt dieser Welle eine Zone von Thonglimmerschiefer vor, innerhalb welcher zwischen Stazzona und Belvedere an der Strasse nach Edolo auch graue, thonschieferartige Gesteine und Kalke vom Aussehen älterer Grauwackenkalksteine liegen. Alles fällt hier nordwärts und ich zweifle nicht, dass dieses die Fortsetzung der über den Tonalepass durchziehenden, kalkreichen nördlichen Schieferzone des Adamellostockes ist.

Der südliche Flügel der Grundwelle wird von den Schichten des Hochkammes gekrönt, welche zwar vorwiegend schiefrig sind, aber doch selbst als Schiefer oft einen feinconglomeratischen oder sandsteinartigen Typus haben und nicht selten auch durch Einmischung grösserer Quarzbrocken an Grauwackenconglomerate erinnern. Die Farbe dieser vorherrschend talkigen Thonschiefergesteine ist grünlichgrau, zum Theil auch röthlichgrau.

Man wird dabei an die Schiefer und grauwackenartigen, grünen und röthlichen Conglomeratgesteine erinnert, welche Escher aus der Gegend zwischen Paspardo, Lago d'Arno und Val Savio beschreibt und man wird sich nicht täuschen, wenn man diesen Südfügel des Veltliner Hauptzuges, der theils flach aufsitzt, theils südwärts geneigt ist, in gewissem Sinne als eine Fortsetzung der südlichen Vorlage des Adamello betrachtet. Es ist eigentlich wohl mehr die Fortsetzung des schon unter der übergreifenden Verrucanomasse liegenden, durch das Vorstossen der tiefer liegenden Thonglimmerschiefer und Phyllitgesteine von dem auf der Höhe sitzenden Complex getrennten Stückes der südlichen Zone grauwackenartiger Gesteine. Die erstaunlich mächtige Masse von röthlichen Verrucanogesteinen, welche sich abwärts von der Passhöhe zunächst in breiter flacherer Lagerung über das ältere Gebirge legt, aber gegen Schilpario zu sich zu der steilen Stellung umbiegt, welche auch die unmittelbar überlagernden Triasschichten zeigen, erweckt hier fast den Verdacht, dass ausser der mit den Porphyr-Ausbrüchen enger verknüpften Dyas in

den tiefsten Horizonten, wo porphyrfreie Quarzconglomerate vorherrschen, schon obercarbonische Schichten repräsentirt sein könnten.

Die Profile, welche weiter im Westen durch Studer's Mittheilungen in Band I seiner Geologie der Schweiz (Seite 353 und 349) bekannt wurden, vermag ich noch nicht tektonisch zu interpretiren.

Es ist mir wahrscheinlich, dass eine zweite, vielleicht vom Granitvorschub des M. Masuccio und M. Combolo abhängige Welle oder Steilfalte der Gneissphyllit-Unterlage parallel oder divergirend mit der beschriebenen, vom Adamello abhängigen Gebirgswelle den Gebirgszug etwas schief auf seine westöstliche Hauptstreckung durchzieht, so dass die paläozoischen Schiefer und eventuell auch die permischen Gesteine und selbst Trias im Osten im Wesentlichen der Südflanke der flacheren Adamellofalte des Belvisio-Thales mit vorwiegender Südneigung aufliegen, während die grössere, westliche Masse der Schiefer- und Verrucanogesteine theils dem nördlich geneigten Flügel dieser Welle auflagern, theils in die nordwärts geneigte Steilmulde zwischen diesem und dem südlichen Flügel der in den Bitto-Thälern hervortretenden Combolofalte eingebettet sind.

Bei dieser Annahme würde sich auch für das durch v. Hauer betonte, scheinbare Einfallen der schwarzen Schiefer etc. unter die krystallinischen Schiefergesteine der Bergamasker Alpen und vielleicht für auch manche andere stratigraphische und tektonische Besonderheiten eine entsprechende Erklärung gewinnen lassen.

7. Die Gebirgsinsel des Monte Muffatto mit dem oberen Val Trompia ist in ihrem tektonischen Hauptcharakter durch Suess gewiss ganz entsprechend und anschaulich dargestellt worden.

Sie stellt eine durch den Aufbruch eines überliegenden Gewölbes von Gesteinsschichten der Dyas und Trias blossgelegte, flach gewölbte Welle von Schichten der Quarzphyllitgruppe vor, deren nördlicher, nordwärts geneigter Hauptflügel regelmässig gebaut erscheint, während der stellenweise nur in geringer Breite blossgelegt erscheinende Südflügel zwar der Hauptanlage nach südwärts unter den mit dem Nordrande correspondirenden südlichen Deckentheile einfällt, aber streckenweise und speciell auf der Strecke Ronchi-Costa fredda an der Grenze gegen den rothen Sandstein abgebrochen, verworfen und in mannigfacher Weise gestört ist. Porphyrkeile, die bis in die Spalten des rothen Sandsteines vordringen, lassen die zahlreicheren Porphyr-Eruptionen des Südrandes als Ursache dieser gestörten Lagerungsverhältnisse erscheinen.

Inwieweit sich die unmittelbar unter der Porphyrdecke des nördlichen Randes liegenden Schichten mit Gneissbänken als Schiefer mit Einlagerung eines talkig-gneissartigen Conglomerates vom Typus der durch Escher zwischen Paspardo und Lago d'Arno erwähnten conglomeratischen Schichten und somit als Aequivalente dieser und der auf dem Venerocolo vertretenen Grauwackenhorizonte werden erklären lassen, ist noch nicht mit Sicherheit hinzustellen.

Jedenfalls erscheint aber die flachere Schieferwelle von Val Trompia, wie diejenige von Recoaro, als ein tektonisch und stratigraphisch mit ihren nördlicheren, steileren Parallelwellen zusammenhängendes Terrain.

II. Das Beobachtungsmaterial.

Beobachtungen früherer Forscher.

Wir schicken das der Literatur entnommene Material, geordnet nach der in der vorangeschichteten Uebersicht und auf der dem ersten Abschnitt beigegebenen Orientirungskarte bereits in Anwendung gebrachten Reihenfolge der Einzelgebiete, voran, und lassen die in diesen Gebieten bisher gemachten, vereinzelt eigenen Beobachtungen, sowie die den Bau der Westflanke illustrierenden Durchschnittsprofile zugleich mit den auf die Ostflanke bezüglichen Daten und Durchschnitten in dem nächsten die Südalpen-Gebiete abschliessenden Hauptabschnitt (Nr. 3) folgen.

I. Pusterthaler Hauptzug.

Was sich über dieses Hauptverbreitungsgebiet der Quarzphyllitgruppe an Specialdaten Verwerthbares findet, beschränkt sich auf Angaben in grösseren Arbeiten einiger weniger Autoren. Die ausführlichsten Nachrichten über dieses auf der Tiroler Karte als Thonglimmerschieferzone erscheinende, so einförmige Gebiet verdanken wir den in den Erläuterungen zur geognostischen Karte von Tirol niedergelegten Beobachtungen Stotter's und Trinker's. Ueberdies haben wir v. Richthofen's und Pichler's Beobachtungen über einzelne Partien oder Gesteinsgruppen und bezüglich kürzerer Angaben v. Buch, Frantzius, Gumbel und Klipstein zu nennen.

1824. Leopold v. Buch's Beobachtungen (Geognost. Briefe I. c. VIII.) streifen, wenngleich nur flüchtig, auch den grossen Pusterthaler Quarzphyllitzug mit seinem verschiedenen Inhalt.

Er lässt sein Grauwacken- und Thongschiefergebirge schon von dem Pass ab beginnen, der von Buchenstein ins Gaderthal führt, und betont, dass ein talkiger Glimmerschiefer die Hauptgebirgsart von Sillian gegen Sexten aufwärts sei. Ueberdies mag wiederholt werden, dass die groben, aus Glimmerschiefer und Quarz bestehenden, oft rothgefärbten Conglomerate, welche die niedrigere Vorstufe bei Sillian und gegen Sexten bilden, sammt den sie überlagernden, schiefrig-feinkörnigen, ganz rothen Schichten dem Rothliegenden zugezählt werden. Diese Schichten fallen SW. vom Glimmerschiefer ab gegen den Dolomit.

1851. D. Frantzius. Ueber die in der Gegend von Meran vorkommende Grauwacke. (Jahrb. geol. Reichsanst. Bd. II, pag. 6.)

Das Conglomerat, welches im Naif-Thal hinter der Einsiedelei, wo das Thal enger wird, ansteht, sowie das der schwarzen Wand von Lana gegen Schloss Brandis hält Frantzius für eine der Grauwacke oder der Steinkohlenformation angehörige Gebirgsart.

Das Gestein besteht hier wie dort aus einer schwarzen, feinkörnigen, sandsteinartigen, sehr festen Bindemasse, in welcher grössere Brocken eingeschlossen sind.

Unter den Brocken ist nur schwarzer Kieselschiefer ziemlich unverändert erhalten. Die Bruch- und Rollstücke bilden bandartige Schichten in der schwarzen Masse und der grösste Durchmesser der Stücke liegt parallel zur Schichtung, daher kann man nicht an Reibungcongglomerate des Porphyrs denken.

An beiden Punkten ist das Gestein von Quarzporphyr bedeckt, welcher vom bunten Sandstein überlagert wird.

Frantzius fand dasselbe Gestein auch im Valentinthal hinter der kleinen Kirche, wo sich die Thalwände zu erheben beginnen und verfolgte es einerseits bis zu dem Fahrweg von Obermais nach St. Katharina oberhalb des Valentinertales, worauf Quarzporphyr erscheint und andererseits bis zu den Lehmgruben bei Schloss Trautmannsdorf, wo die Grenze von Grauwacke und Porphyr schön zu Tage steht. Ebenso besteht daraus die ganze Bergkuppe südlich von den Bauernhöfen, bei welchen der Weg nach S. Katharina vorüberführt und ferner sieht man am Wege, welcher oberhalb des südlichen Abhanges des Naif-Thales nach Hassling führt, das nämliche Gestein.

An der gegenüberliegenden nördlichen Wand des Naif-Thales sticht der helle Porphyr gegen die dunkle Grauwacke in scharfer Grenzlinie ab.

Die wichtigste Stelle ist hinter der Einsiedelei, dem Vernauer Bauer gegenüber gelegen. Hier findet man dünnplattige Kohlenspiuren. An der nördlichen Wand des Naif-Thales, etwas hinter dem Vernauer Bauern, sieht man wellig gebogene Schichten von Glimmerschiefer fast senkrecht aufgerichtet, an welche sich sehr regelmässige, schräg nach dem Thale zu abfallende Schichten von Grauwacke anlegen, welche zum Theil aus Kieselschiefer, zum Theil aus feinem, sandsteinartigem Gestein bestehen.

Die nördlichste Begränzungsstelle der Grauwacke liegt Mitte Wegs vom Vernauer zum Gsteirer Bauer, wo oberhalb der bunte Sandstein auf dem Quarzporphyr liegt.

Die Zurechnung dieser Tuffschichten zum Devon oder zu einer unteren Abtheilung der Steinkohlenformation, wie Frantzius beansprucht, scheint mir nach Besichtigung der Schichten im Naifgraben nicht haltbar. Man kann dabei nur an Aequivalente des Obercarbon oder an eine tiefere Abtheilung des Rothliegenden denken.

1853. Josef Trinker's: Petrographische Erläuterungen zur geognostischen Karte von Tirol, worin zugleich Stotter's treffliche Beobachtungen verarbeitet sind, enthalten viele gute Anhaltspunkte.

Es wird der Thonglimmerschiefergruppe die ganze Masse von glimmerigen Schiefergesteinen mit untergeordneten Kalksteineinlagerungen und mit verschiedenen Dioriten und Serpentinegesteinen zugezählt, welche sich von der älteren Penser Gebirgsmasse bis an die grosse, südtirolische Quarzporphyrmasse erstreckt und für die Linie Flaggeralp-Eisack-Einschnitt unter Kollmann eine Mächtigkeit von 13.000 Klaftern ausgerechnet. Es ist also hier der Gedanke vorwiegend, dass man es mit einer gewaltigen, ziemlich gleichartigen Schichtenfolge zu thun habe, in welcher anders geartete Gesteine nur locale Einlagerungen bilden.

Als solche locale — (auf der Tiroler Karte nicht speciell ausgeschiedene) Einlagerungen werden die schwarzen, abfärbenden Kieselschiefer im Villnöss- und Aferer-Thal genannt.

Der weisse, krystallinischkörnige Kalkstein in der Nähe von Brunneck, welcher mehrere Lager im Schiefer bildet, wird dem Marmor von Laas im Vintschgau zur Seite gestellt und seine Verschiedenheit von den mit gelblichbrauner Farbe verwitternden, eisenhaltigen Bitter-

spath, Ankerit oder auch spath-eisensteinführenden, dolomitischen Kalksteinlagern der Nordalpen hervorgehoben.

Bezüglich des Dioritgesteines von Klausen, welches vom östlichen Vorsprung der Villander-Alpe beginnt und beinahe unter gleicher Streichungsrichtung mit dem Thonglimmerschiefer ober Sulfurbruck das Eisack-Thal verquert und in Findlingen auch auf dem Wege in das Lüten-Thal noch zu finden ist, ist Trinker der Ansicht, dass die von L. v. Buch gebrauchte Bezeichnung: „Hypersthenfels“ die richtige ist. Das Vorkommen desselben im Bergbau am Pfundererberg ist von Interesse. Es lassen sich dort in dem O. bis SO. streichenden, 50—80 Grad gegen Süd einfallenden Thonglimmerschiefercomplex und in der innerhalb desselben als im Grossen gleichartig einfallenden, lagerartigen Dioritmasse folgende Beobachtungen machen:

Der Liegendeschiefer (mit dem Francisci-Unterbau) ist ein mehr talkschieferartiger Glimmerschiefer, das Hangendschiefergestein der Dioritmasse jedoch gehört mehr der thonschieferartigen Ausbildungsform der Thonglimmerschiefer an. Das massige Gestein, welche diese beiden Schieferlager trennt, besteht in seinem unteren Theil vorwiegend aus röhlicher, dichter Feldspathmasse, in der Mitte aus einer grobkörnigen Breccie, welche Trinker mit der Contactbreccie des Thonglimmerschiefers und Quarzporphyrs vergleicht und erst im oberen Theile aus dem eigentlichen Grünstein.

Drei unter den Namen Hangend-, Mitter- und Liegendkluft unterschiedene Gänge durchsetzen in einer Mächtigkeit von 2'—50° alle diese Gesteinsarten. Die Art der Erzführung ändert sich aber nach der Verschiedenheit des Gebirges; im Grünstein ist er ein buntes Gemenge von silberhältigem Bleiglanz, Kupferkies und Schwefelkies nebst Granatblende (Tatermandlerz der Bergleute), im Feldspathgesteine führen die Gänge fast nur Gelferze, in der oberen Thonglimmerschiefer-Etage Kugelerze mit stark hältigem Kern und tauber Hülle oder umgekehrt, im Trümmergestein sind nur die oberen Reviere erzführend.

Die von L. v. Buch dem Rothliegenden zugezählten Breccien, welche bei Sexten im Pusterthal zu Mühlsteinen gebrochen werden, sind hier als Breccien des Thonglimmerschiefers aufgeführt.

In ähnlicher Weise, wie in den Nordalpen, ist auch am südlichen Gehänge der Centralmasse besonders im Pusterthal dieses Conglomerat des Thonglimmerschiefers mehrfach das unmittelbare Liegende des rothen, schieferigen und körnigen Sandsteines, über welchem rothe Kalkbreccie mehrfach mit Rauchwacken und Gyps folgt. Dies ist die Normalfolge, jedoch kommen nicht selten Abänderungen vor. Zuweilen liegt nämlich die Kalkbreccie unmittelbar auf Thonglimmerschiefer und das Kieselconglomerat fehlt ganz oder man sieht nur das Kieselconglomerat und der rothe Sandstein und das Kalktrümmergestein fehlt, so dass auf dem Kieselconglomerat sogleich dolomitischer Kalk folgt, oder endlich es tritt das Trümmergestein sammt dem ganzen Complex des rothen Sandsteines zurück und statt seiner erscheint nur ein Lager von Gyps und Rauchwacke, welches den Thonglimmerschiefer frei überlagert oder von höheren Kalkmassen trennt.

Es wird schliesslich die scharfe Grenze hervorgehoben, die durch diese Gesteinfolge gegen das Uebergangsgebilde des Thonglimmerschie-

fers, in welchem ungefähre Aequivalente der cambrischen Schichtenreihe vermuthet werden, gekennzeichnet wird.

In Bezug auf den Quarzporphyr am Eisack wird der innige Zusammenhang mit dem rothen Sandstein hervorgehoben und seine Auflagerung auf Thonglimmerschiefer besonders zwischen dem Eisack- und Talferer-Thal bis zum Getrumjoch, ferner zwischen dem Afferer- und dem Villnöss-Thal und zwischen diesem und Gröden angeführt.

„Das massige Porphyrgestein“ sagt Trinker, „bildet hier gleichsam ein mächtiges Lager zwischen rothem Sandstein und Uebergangsschiefern und steht mit ersterem durch mannigfaltige Uebergänge so in Verbindung, dass sich eine Grenze nur annäherungsweise bezeichnen lässt, während nach unten vom Porphyr in den Thonglimmerschiefer eine Art Ueberganges durch ein eigenthümliches Trümmergestein verbreitet ist.“

Es wurde auf der Karte ausgeschieden bei S. Pankratz in Ulten, in der Naif bei Meran, im Sarnthal bei Dick, bei Trostburg, bei Layen, bei Theis am Eisack; ferner in der Gegend von Trient und Pergine und der Fersina und bei Condino in Judicarien. Das Gestein besteht aus scharf-randigen Stücken eines dunklen, meist braunen Quarzporphyrs und einem grauen, porösen Cement, überdies erscheinen darin Bruchstücke von dioritischen und aphanitischen Felsarten und daneben Quarzkörner und Eisenkieskrystalle in der dichteren, lauchgrünen Grundmasse (Dick im Sarn-Thal); durch Aufnahme von Thonglimmerschieferstücken und Quarzkörnern geht die Porphyrbreccie in das Quarzconglomerat des Thonglimmerschiefers über (Gegend von Pergine und Civezzano). In der Naif bei Meran und in Ulten (Eingang ins Marauner-Thal) kommt mit der Porphyrbreccie ein dunkelgrauer, feinkörniger, zum Theil in einen festen dichten, lichtgrünlichgrauen Schiefer übergehender Sandstein vor, der dem Thonglimmerschiefer des Iffinger Granites aufgelagert ist, sich jedoch auf dem halben Wege zur Jochhöhe sammt dem Trümmergestein verliert; so dass an seiner Stelle der Quarzporphyr mit dem rothen Sandstein erscheint und in unmittelbarer Berührung mit Granit tritt.

Trinker kommt zu dem Schlusse, dass *a*) die Conglomerate des Thonglimmerschiefers und als localer Ersatz die unteren Breccien des Quarzporphyrs, *b*) der Quarzporphyr, *c*) der rothe Sandstein mit körniger und schiefriger Textur, *d*) Kalktrümmergesteine und *e*) Gyps und Rauchwacke über einander folgende und je nach Mächtigkeit local und zum Theil sich ersetzende Glieder einer Schichtengruppe (Gruppe des rothen Sandsteines) sind, deren frühere Altersbestimmung als „rothes Todtligendes“ (v. Buch) zum mindestens ebenso wenig verwerflich als die Auffassung als „bunter Sandstein“ zuverlässig sei. Die unter (*a*) aufgeführten Konglomerate gegen den Thonglimmerschiefer ist er sogar geneigt, der Kohlenformation zugute zu schreiben.

1860. F. v. Richthofen liefert in seinem Werke über Südtirol: — „Geognostische Beschreibung von Predazzo, St. Cassian und der Seisser-Alpe in Südtirol“. — (Gotha. Seite 154.) — auch einige Nachrichten über die sein Gebiet gegen Nord abgrenzende, grosse Thonglimmerschiefer-Zone.

Von den drei grossen Gesteinsgruppen: — I. Thonglimmerschiefer, II. Quarzporphyr, III. Sedimentärschichten (von dem rothen Grödener-) Sandsteine, der hier als der Trias zugerechnet erscheint, aufwärts durch

die ganze Trias) — wollen wir an dieser Stelle nur die über die Gruppe I. gegebenen Daten anmerken.

Die ausführlichen und wichtigeren Nachrichten, die der Verfasser über den Quarzporphyr und den mit ihm in engerer, genetischer Verbindung befindlichen Grödener-Sandstein gibt, bleiben besser für den nächsten Abschnitt vorbehalten. Hier beziehen sich dessen Mittheilungen specieller nur auf Theile der nördlichen Gebirgsvorlage des Bozener Porphyryplateau's, welches durch die bedeutenden Höhen des Hörnersberges, der Plose und des Kronplatzes und durch die tief eingeschnittenen Thäler dieses Gebietes, das Gader-, Lüsen-, Afferer- und Villnöss-Thal markirt ist.

Aus der Gegend zwischen S. Vigil und dem Afferer-Thal wird das Vorwalten eines an feinschuppigem Glimmer reichen, von zahlreichen Quarzkörnern durchzogenen, schwarzgrauen Thonglimmerschiefers und dessen rothe Färbung an der Grenze gegen den rothen Sandstein hervorgehoben, welche besonders tief reichend und auffallend unter den hohen Wänden des rothen Sandsteines südwärts vom oberen Afferer-Bach am Wege von Unter-Moj nach S. Magdalena erscheint. In dem Schiefer zwischen der Plose und dem Villnöss sind mehrfach Durchbrüche von Quarzporphyr zu beobachten.

Aus der Gegend zwischen Klausen und Theiss wird neben dem Reichthum an eruptiven Felsarten auch der mannigfachen Abänderungen der Schiefergesteine der Thonglimmerschiefergruppe gedacht. Besonders bemerkenswerth dabei ist die Anführung der Graphitkieselschiefer des Villnöss- und des Afferer-Thales.

Die tiefe Spalte des Afferer-Thales, welche die Thonglimmerschieferzone in schiefem Winkel auf die Streichungsrichtung durchsetzt und gegen Süd durch den Vermol- und Kohler-Berg vom Villnöss gegen Nord durch die Schiefermasse der Plose vom Lüsen-Thal geschieden ist, sowie das weitere und weniger wilde, diesem fast parallele Villnöss-Thal, dessen Südgehänge die Quarzporphyrdecke des Raschötz krönt, haben ihre Quellen nahe der Grenzen des rothen Sandsteines und Thonglimmerschiefers, und zwar das erstere mehr auswärts im eigentlichen Thonglimmerschiefer, das zweite aber mehr im Gebiete der jüngeren Sedimentärgesteine, denn der rothe Sandstein zieht sich hier herab bis St. Peter.

Thalabwärts nimmt der Quarzgehalt des Thonglimmerschiefers in diesen Thälern zu, statt des Glimmers stellt sich Graphit ein, bis am Vermolberg eine breite Zone grauer Graphitkieselschiefer auftritt, die am Südgehänge des Villnöss-Thales eine halbe Stunde West von St. Peter fortsetzt. Einzelne Schichtencomplexe haben nicht nur die graue, glänzende Beschaffenheit des Graphitschiefers, sondern sind mit Kohle imprägnirt und von schwarzer Farbe. Sie sind alsdann stark eisenhaltig, was durch Quellen angezeigt wird, die viel Eisenoxydhydrat absetzen und an ihrem Ursprung Schwefelwasserstoff entwickeln; die Schiefer enthalten also Schwefeleisen — zwischen dem typischen Thonglimmerschiefer und diesen Gesteinen tritt in bedeutender Mächtigkeit Kieselschiefer auf, der gegenüber von St. Peter im Villnöss in mächtigen Felsen ansteht. Bei Theiss und Klausen kommen diese Varietäten nicht vor. Hier wird das Gestein glimmerschieferähnlicher.

Von Eruptionsgesteinen, welche in dem Umkreis dieses kleinen Gebietes auftreten, wird Diorit, Quarzporphyr, Melaphyr und Augitporphyr aufgeführt.

Der Diorit, der am Pfundererberg fast senkrecht zu den Flächen den mehrfach abändernden Thonglimmerschiefer durchsetzt (vergl. vorn Seite 31), ist theils, wie hier und bei Sulferbruck, in der Mitte der Masse von grosskrystallinischem Gefüge, theils ist er ein feinkörniges Gemenge von weissem Oligoklas und grüner Hornblende (Strahlstein). v. Richthofen hält gegenüber der Auffassung von Buch, der sich Trinker anschloss, die Bezeichnung als Hypersthenfels für ungeeignet und wählt die Bezeichnung Strahlstein-Diorit.

Nach v. Richthofen war Südtirol durch lange Zeit Festland und es finden sich keine Sedimente, die mit Bestimmtheit auf eine ältere Formation hinweisen würden. Das Alter des Thonglimmerschiefers lässt sich nicht feststellen, aber es wird die Möglichkeit der Zugehörigkeit zur Grauwackenformation und zugleich die Wahrscheinlichkeit eines noch höheren Alters dafür in Aussicht genommen.

Bemerkenswerth ist die Annahme, dass die Thonglimmerschiefer hier durch lange Zeit die Oberfläche eines Festlandes bildeten und der Zerstörung durch Tagewässer und die von der Centalkette herkommenden Flüsse ausgesetzt waren, ehe der Grödener-Sandstein sie überlagerte. Die Form der Grundlage des Grödener-Sandsteines spricht für eine schon damals der heutigen ähnliche Oberflächengestaltung.

1871. A. Pichler spricht sich in seinen „Beiträgen zur Geognosie von Tirol“ (Neues Jahrb. Leonh. und Gein. 1871, Seite 256 ff.) — ausführlich über (I.) die Granitmasse von Brixen (d. i. eine Meile nördlich von Brixen) aus, welche einen Theil der nördlichen Vorlage unseres Gebietes bildet und dasselbe von dem Zuge von Kalkthonyllit trennt, welcher zwischen Mauls und Azenbaum durch das Eisack-Thal zieht und gegen Ratschinges fortzusetzen scheint. Ueberdies werden (I. c. Seite 272) unter II. über den Diorit und Melaphyr bei Klausen und unter III. über Diorit im Lusen-Thal einige Bemerkungen beigefügt.

Es wird zunächst eine Begrenzung der Granitmasse West, wo sie noch tief in das Eggerthal reicht, bis gegen Kiens (bei Brunneck W.) im Osten gegeben. Der Theil zwischen Kiens und Weilenbach im Osten von Brunneck, den Pichler nach Massgabe der geognostisch-montanistischen Karte von Tirol annimmt, kommt, wie aus meinen neueren Beobachtungen hervorgeht, nicht in gleichem Grade in Betracht.

Pichler nennt in Uebereinstimmung mit mir einen Theil seiner quarzigen Thonglimmerschiefer „Phyllite“. Dass ein unterer Theil dieser Complexe vorzugsweise als Gneissphyllite, ein oberer Theil als Quarzphyllite zu unterscheiden sein wird, habe ich erst in dieser Arbeit schärfer betont.

Aus Pichler's Beschreibung der Phyllitgesteine, welche an den Brixener Granit angrenzen, geht deutlich hervor, dass auch er die Entwicklung derselben in diesem südlichen Hauptzug für ganz analog mit der in der nördlichen Hauptzone hält, und dass auch hier solche Schichtenfolgen vorkommen, welche sich den eigentlichen Quarzphylliten anschliessen sowie solche, welche schon auf eine Vertretung der Gneissphyllitgruppe deuten.

Es ist hier nicht am Platze, auf die interessanten mineralogischen Details einzugehen, welche Pichler von dem Durchschnitts- und Hauptgestein des Brixener-Granites gibt, sowie von dessen verschiedenen Abänderungen und Nebengesteinen (Flagger-Thal, Grasstein, Puntleiten, Pfunderer-Thal) und von einem neuartigen Eruptivgestein, welches den Granit an drei Punkten nördlich des Rienz (Valser-Thal, $\frac{1}{2}$ Stunde nördlich von Mühlbach, im Pfunderer-Thal bei Obervintl und bei Bichlern östlich von Terrenten) durchbrach und als Porphyrit bezeichnet wird. Vielleicht ist dies dasselbe Gestein, welches neuerdings aus der Gegend von Lienz von Dr. Doelter beschrieben wurde.

Dieser Porphyr enthält nicht sehr selten Einschlüsse des Granites in frischem Zustande und hat nicht nur das Hauptgestein, sondern auch den sogenannten Serpentinegranit Pichler's durchbrochen.

Von dem Phyllit, welcher den Granit im Süden von Puntleiten an begrenzt, erhalten wir einige bemerkenswerthe Daten.

Oberhalb Puntleiten erscheint weisser Marmor und Kupferkies (verlassene Bergbaue) in demselben; während im Eggerthal auf der linken Seite Glimmerschiefer aufgeführt wird, wird der Phyllit des nahen Flagger-Thales, welchen oberhalb der Flagger-Alm der Granit durchbricht, als bleigraues, mit Lagen von bläulichweissem Quarz und Nestern von weissem Quarz versehenes, häufig parallel gefaltetes Gestein geschildert. Der Granit ist sowohl an der Grenze als in schmalen Gängen, die er in den Schiefer entsendet, feinkörnig und meist fest, wie gelöthet, mit dem Schiefer verbunden.

Zunächst dem Granit bis etwa $\frac{1}{2}$ Fuss ist das Phyllitgestein splittrig, dichter und mit weissen Körnchen (Feldspath?) durchstreut, an einer anderen Stelle erscheint er als ein krystallinisch-körniges Gestein. In die Phyllitgruppe rechnet Pichler auch ferner den Quarzschiefer an der Brücke von Untervintl und das diesem ähnliche Gestein, welches zwischen Aicha und Schabs den Granit trifft, und welches man an der Strasse unter 50° SO. einfallen sieht. Gänge von Granit durchbrechen das Gestein bereits in der tiefen Schlucht bei Aicha; als den interessantesten Punkt für das Studium des Verhältnisses von Granit und Phyllit, bezeichnet Pichler jedoch eine Stelle links aufwärts vom Tunnel zwischen Aicha und Schabs. Unzählige Gänge eines feinkörnigen, fast biotitlosen Granites durchsetzen hier den Phyllit, spalten sich und umschliessen eckige Brocken desselben, ohne denselben merklich zu verändern, so dass hier Anhaltspunkte für Contactmetamorphose nicht zu finden sind. Ebenso wie dieser streicht auch der Phyllit von S. Sigismund gegen den Granit.

Sehr wichtig und im Allgemeinen übereinstimmend mit v. Richthofen's Ansichten sowohl, wie mit meinen eigenen, ist die Ansicht, dass der Phyllit zur Zeit, wo der Granit ausbrach, sich im nämlichen Zustande befunden habe, wie jetzt. Phyllit wird als Gattungsname bezeichnet und es wird betont, dass wir noch nicht im Stande sind, denselben sicher einer Formation zuzuweisen, noch auch nach Verschiedenheit der Varietäten in demselben, allenfallsigen Etagen conform, Unterabtheilungen zu machen.

Was über die Gesteine der Nordgrenze der Granitmasse gesagt wird, gehört in das Capitel des südlichen inneralpinen Hauptzuges und werden wir dort, darauf noch zu sprechen kommen.

In Bezug auf das junge Alter, welches dem Granit von Brixen bei dieser Gelegenheit zuerkannt wird, möchte ich nur bemerken, dass dieses weder mit der Annahme von Suess, der ihn als Lagermasse im carbonischen Thonglimmerschiefer (Casanna-Schiefer) und als gleichaltrig mit dem der Cima d'Asta auffasst, noch mit Herrn Wiek's Auffassung übereinstimmt, welcher diese Schichten für takonisch hält und den Granit zum mindesten für älter als den Bozener-Quarzporphyr. Ich selbst will mich noch nicht definitiv über diese Frage aussprechen, weil ich sie noch nicht hinreichend studiren konnte, aber ich glaube, dass weder das junge obertriadische Alter der Dolomite von Mauls trotz der Petrefactendurchschnitte, die daraus angeführt werden, noch dasjenige des Granites von Brixen wird bestätigt werden können.

Das Verhältniss zwischen den verrucanoartigen oder sernifitähnlichen Gesteinen und dem Dolomit von Mauls zu dem sie überragenden Granit spricht ebenso wenig für das jüngere Alter des Granites im Verhältniss zu diesen Schichten, als die Ueberschiebung von Granit und Thonglimmerschiefer über Jura-, Kreide- und Eocänschichten, welche Suess in dem Profil des Torrente Maso bei Borgo im Val Sugana-Gebiet (l. c. Taf. I, Fig. 1) so schön darstellt, auch von Suess nicht als Beweis für ein jungtertiäres Alter dieses Granites angeführt wird.

Der Dolomit von Mauls ist überdies wohl wahrscheinlich von höherem Alter. Ob er in der Reihe der Schichten der Kalkthonphyllitgruppe, welche übrigens auf der gegenüberliegenden Seite bei Stilfs mit Kalken und Schiefen viel deutlicher entwickelt ist, sehr hoch steht, ist vorderhand schwer zu sagen. Die als Verrucanogesteine gedeuteten Schichten entsprechen gewissen Schichten der grünlich talkigen Grauwackengesteine im Zillerthaler Zug und in der nordalpinen Grauwacken-Zone weit mehr als dem carbonischen Verrucano.

Auf Grund dieser fraglichen Altersbestimmung der Maulser dolomitischen Kalke, die südlich von Steinach am Eingange ins Trinser-Thal erscheinenden, wohlgeschichteten Kalke gleichfalls in die Trias zu versetzen, geht wohl nicht gut an. Die Ueberlagerung der Dolomite und der mit Phyllitschiefern wechselnden Bänderkalksteine der unteren Kalkthonphyllitgruppe durch die Quarzconglomerate und pflanzenführenden, glimmerig-sandigen und thonschieferartigen Carbonschichten des Steinacher Joches sind auf der Südseite der angeführten Stelle bei Trins denn doch zu deutlich, als dass man die nur durch die Thalspalte getrennten, petrographisch so nahe übereinstimmenden Schichten leicht für etwas so ganz Getrenntes und ausser Zusammenhang mit dieser südlichen Schichtenfolge Befindliches halten könnte.

Ueber den Diorit und Melaphyr von Klausen und den Diorit im Lügen-Thal spricht Pichler mit Bezug auf das von Riechhofen zum Diorit gezogene, grosskrystallinische Hornblendegestein von Sulferbrück die Ansicht aus, dass dasselbe kein typischer Diorit sei, sondern ein der Phyllitgruppe angehörendes Gestein, welches in der Schlucht von Sulferbrück mit Gneisslagen des Phyllites in Wechsellagerung vorkommt. Als typischen Diorit, zu dem dieses Gestein keinen Uebergang zeigt, bezeichnet Pichler das Gestein am Eingang in das Villnöss-Thal an der Ecke rechts. Zwischen diesen beiden Gesteinsarten erscheint in der grasigen, bewaldeten Senkung eine ausgezeichnete Mela-

phyrbreccie und Melaphyr; erstere enthält unveränderte Phyllitbruchstücke und durchquert gangartig das grobe Hornblendegestein; von letzterem steigt ein schöner Gang mit kurzem Astnurwenig Fuss mächtig durch den Phyllit und ist von einer Breccie von wenig veränderten Phyllitbrocken eingefasst. Am linken Ufer des Thinner-Baches hinter Klausen durchbricht ein schöner Dioritgang senkrecht die wenig geneigten Phyllitsehichten und verästelt sich zur rechten vielfach, ohne den Phyllit zu verändern. Schiefer und Reibungsbreccie sind, wo der Diorit in grösseren Massen erscheint, mit rothem Feldspath erfüllt und die grünen, chloritischen Schiefer sind stellenweise in eine dichte, serpentinarartige Masse verändert, bei welcher die Schieferung zurücktritt.

Im Lüssen-Thal erscheint Diorit — am Westgehänge des Berges hinter S. Nikolaus gegenüber dem Fortschellbach und am Grabenberg NW. von Lüssen — in der Ausbildungsart des kleinkörnigen Gesteins von Seben.

1871. Dr. A. v. Klipstein: Beiträge zur geologischen und topographischen Kenntniss der östlichen Alpen. Zweiter Band. Erste Abtheilung. (Giessen.)

Im Capitel I finden wir Notizen über das Lüssen- und Lasanka-Thal, welche wir nicht übergehen wollen. Der schluchtartige, unwegsame Theil zwischen der Mündung der Rienz in den Eisack und der Einmündung des Lüssen-Baches (Fench-Thales) in die Rienzschlucht wird als aus Glimmerschieferwänden gebildet angesehen.

In der Nähe der Fallmühlen kommen aus den Schluchten des Riederbaches und der Liebenau bei S. Leonhard Granitfragmente vom Typus des Brixener-Granites vor. Die beiden Seitenthälchen kommen von dem dem Plosenberg vorliegenden Tramoikogel. Ein analoges Gestein wird auch von einer den Gehängen des Pfannspitz angehörenden Schlucht des Lasanken-Baches erwähnt.

Es werden die verschiedenen Varietäten des Glimmerschiefers (Thonglimmerschiefers etc. der Quarzphyllitgruppe) in Bezug auf Verhältniss von Quarz und Glimmer besonders hinsichtlich ihrer Structur-Modificationen beschrieben. Vom sogenannten Starerboden wird das Vorkommen einer auffallend quarzreichen Lagermasse erwähnt.

1872. C. W. Gümbel (Sitzungsb. der Akademie der Wissensch. in München 1872, pag. 241) erwähnt Schollen von Sandstein und Schiefergestein mit undeutlichen Pflanzenresten, welche er im Porphyrgelände der Naifschlucht fand. Da wir auf die von Gümbel später im Bozener-Porphyrgebiet gemachten ähnlichen Funde bei Anführung der Literatur über dieses Gebiet zurückkommen müssen, begnügen wir uns hier mit dieser kurzen Angabe.

2. Südtiroler-Porphyrgebirge.

Bozener Plateau und Lagoraikette.

Das, was wir über dieses interessante, seit der jüngsten Carbonzeit die ganze Zeit der Ablagerung permischer Schichten mit seinem Wechsel von plutonischen Eruptivgesteinen und von sedimentären Conglomerat-, Tuff- und Sandsteinbildungen ausfüllende Centrumgebiet der Westflanke der paläolithischen Zone der Südalpen wissen, verdanken

wir vorwiegend der wichtigen, inhaltsreichen Arbeit v. Richthofen's, welche wir bereits oben citirten.

a) Aus früherer Zeit existiren über dieses grossartige Quarzporphyrgebiet der Permzeit fast nur vereinzelte Notizen.

Nur L. v. Buch wendete demselben wiederholt eine speciellere Aufmerksamkeit zu. Seine Auffassung vom Jahre 1862 (Geognost. Beobachtungen auf Reisen, Bd. I, S. 263 ff. Vergleichung des Passes über den Mont Cenis mit dem über den Brenner) ist der Anschauung, welche er im Jahre 1824 (Geognostische Briefe an A. v. Humboldt: Ueber das südliche Tirol etc., herausgegeben von v. Leonhard, besonders in Nr. III, S. 52 ff.¹ u. a. a. O., in dem geognostischen Gemälde von Südtirol) — vertritt, direct entgegengesetzt.

v. Richthofen hebt bereits die Stellen hervor, die den Gegensatz der früheren neptunistischen zu der späteren hyperplutonistischen Anschauungsweise in prägnantester Weise bezeichnen.

Die sich auf die Schichtung der Tuffconglomerate beziehende Stelle der erstcitirten Arbeit: „Kaum wird man eine deutlichere Schichtung an irgend einem Porphyr finden und eine lehrreichere — denn hier ist sie Beweis der Ruhe und Regelmässigkeit, mit welcher sich die Gebirgsmasse absetzte“ zeigt den Neptunisten, der nach Beweisen für den neptunistischen Ursprung des Quarzporphyrs sucht; dagegen ist v. Buch in seinen Briefen über Südtirol bereits in extremsten plutonistischen Anschauungen befangen, denn er kommt dort zu der Annahme: „dass der rothe Porphyr nicht nur Ketten, sondern Continente gehoben habe.“

Bezüglich der Altersbestimmung der Porphyre und der mit demselben eng verknüpften rothen Sandsteine, deren jüngere über den Porphydecken folgende Hauptmasse von v. Richthofen als „Grödener Sandstein“ ausgeschieden wurde, steht v. Buch, welcher das rothe Todtliegende Thüringens in diesen Bildungen zu erkennen glaubte, den hier vertretenen Ansichten auf der einen Seite ebenso nahe, wie v. Richthofen auf der anderen Seite.

Die gleiche Ansicht wie v. Buch vertritt auch 1853 Trinker sowohl auf der Karte des Tiroler-Vereines, als in den dazu gehörigen Erläuterungen (S. 66).

Aus Sc. Breislack's Mittheilung vom Jahre 1821 (Sulla giacitura di alcuni rocce porfiritiche e granitose nel Tirolo. Milano.), sowie aus der Abhandlung von Marzari-Pencati vom Jahre 1823 (Leonhard's mineralog. Taschenbuch, p. 625—644: Lagerungsverhältnisse einiger Porphyre und Granitgesteine in Südtirol) ist nichts Wesentliches für die Beurtheilung unseres Gebietes zu entnehmen.

In der aus dem Jahre 1840 stammenden Arbeit von Reuss (Geogn. Beobachtungen, gesammelt auf einer Reise durch Tirol im Jahre 1838. Leonh. und Bronn, Jahrb. 1840, pag. 127—165) finden wir wenige Worte über den Quarzporphyr von Südtirol und hat sich vorzugsweise der passende Vergleich der äusseren Erscheinungsform der Tuffconglomeratbänke des Quarzporphyrs im Bereich des Kuntersweges mit übereinandergeschichteten Wollsäcken der Zustimmung späterer Forscher, wie v. Richthofen's und Gümbel's, zu erfreuen gehabt.

¹ Vergl. Leonhard's mineralogisches Taschenbuch, 1824 II., S. 311—318, und Annales de Chimie XXIII., 276.

F. v. Richthofen hatte schon früher in kürzeren Mittheilungen sich über den Quarzporphyr von Bozen ausgesprochen (Jahrb. d. geol. Reichsanstalt Bd. IX, Sitzb. p. 7, 8. — über die Bildung und Umbildung einiger Mineralien in Südtirol, Sitzber. Math.-naturw. Cl. d. Akad. d. Wissensch. Wien, Bd. XXVII, p. 293—374); — eine ausführliche Darstellung jedoch findet sich erst in seinem 1860 veröffentlichten Werke: „Geognostische Beschreibung der Umgegend von Predazzo, St. Cassian und der Seisser-Alpe in Südtirol“.

Die Vertretung des innerhalb der Reihe unserer südalpinen Gebirgsgebiete aus vortriadischer Bildungszeit einen ganz besonderen Platz und eine besondere Bedeutung in Anspruch nehmenden Porphyrgebietes durch eine die wesentlichen Grundzüge seiner Zusammensetzung und seines Baues berücksichtigende Darstellung ist hier nur auf Grund dieser Arbeit möglich. Wenn wir dabei auch natürlich in erster Linie den stratigraphischen und tektonischen Resultaten Rechnung tragen, so können wir dabei doch auch die damit in enger Verbindung stehenden petrographisch-mineralogischen Eigenschaften, nach denen die Hauptglieder der Quarzporphyrfacies der carbonisch-permischen Gesteinsreihe getrennt wurden, nicht übergehen.

Nach Veröffentlichung dieser Arbeit v. Richthofen's sind es nur kürzere Mittheilungen von G. v. Rath, Suess, Pichler und Gumbel, welche auf dieses Gebiet Bezug nehmen. Dieselben werden im Anschlusse berücksichtigt werden.

b) Das Porphyrgebirge von Bozen nach v. Richthofen's Darstellung.

Die Plateaform im Grossen mit flachhügeliger Oberfläche und tiefen, kluftartigen Spalthälern ist der Hauptcharakter des Bozener Porphyrgebirges, welcher von einem höheren Beobachtungspunkte (wie Mendel, Schlern oder Latemar) in das Auge tritt. Mehr oder weniger abgeändert ist dieser Charakter des Porphyrgebirges in der nördlichen und südlichen Vorlage des plateauförmigen Haupttheiles und am meisten in der jenseits des tief eingeschnittenen Avisiothales das Porphyrgebirge fortsetzenden schwarzen, wildzackigen Lagoraiette. Diese Vorlagen im Norden durch das Möltner Joch, das Rittner-Horn und den Raschötz, im Süden durch den Wall des Zangenbergs und Schwarzorns zwischen Monte Borche und Pas del Gaso gebildet, steigen von dem zwischen ihnen muldenförmig eingesenkt erscheinenden Plateau sanft an, um in Steilabstürzen einerseits gegen das nördliche Schiefergebirge, andererseits gegen die tiefe Grenzkluff des Avisio-Thales das Gebiet gleichsam abzdämmen. Die beiden Höhenlinien der Nord- und Südgrenze des Porphyrgebietes sind nicht genau parallel, sondern convergiren ein wenig nach Osten. In Ost und West bilden fast sählig gelagerte Sedimente, deren untere Abtheilungen sich beiderseits entsprechen, die in fast senkrechten Wänden abbrechende Gebirgsumwallung — einerseits das Mendolagebirge, andererseits die Dolomitgruppe des Schlern mit dem Rosengarten, Latemar und Weisshornberg.

Das Plateaugebiet mit dem Flächenraume von ungefähr 16 Quadratmeilen, mit einer mittleren Höhe von 4000 Fuss, erhebt sich nirgends über 5000 Fuss, abgesehen von den Höhenpunkten seiner nördlichen und südlichen Vorlagen, die zum Theil 7000 Fuss noch bedeutend übersteigen;

es zeigt vielmehr gegen West, dem Lauf der Etsch entlang, ein Absinken von 2500 bis unter 2000 Fuss.

Die auf grosse Strecken zumcist engkluftartigen Thäler halten die Hauptrichtungen NNO.—SSW. und WNW.—OSO. ein und sind durchwegs Spalthäler mit zum Theil bis 2000 Fuss hohen Steilwänden. Hiernach kann man auf die ausserordentliche Mächtigkeit und die bedeutende Zeitdauer schliessen, in welcher die Porphy-Eruptionen wirkten.

In einzelnen, grösseren oder kleineren Partien wird die Hauptporphyrmasse des Plateaus bedeckt von dem durch v. Richthofen schon der unteren Trias zugerechneten rothen Grödener-Sandstein. Dieser selbe, in seiner Mächtigkeit sehr schwankende Complex gibt auch mit wenig Ausnahmen die einzige trennende Grenzmasse ab gegen die unteren authentischen Triashorizonte (Richthofen's Schichten von Seiss). Im Norden zieht die Auflagerungslinie des Sandsteines auf den Porphy durch das Grödener-Thal und schneidet dessen Sohle an der Mündungsstelle des Pufferbaches.

1. Die Quarzporphyre und die älteren Sedimente.

v. Richthofen ist der erste, welcher uns eine richtige Vorstellung von dem Bau und der Gliederung dieses grössten, zusammenhängenden Quarzporphyrgebietes von Europa gegeben hat, denn alles Frühere beschränkt sich auf die oben citirten, sich scharf widersprechenden I. v. Buch von 1802 und 1824 und auf wenige Bemerkungen von Reuss (1840). Den Nachweis von dem Durchbrechen des Porphyrs durch Glimmerschiefer und Thonglimmerschiefer und von seiner deckenförmigen Ausbreitung über diese Grundlage, sowie die Kenntniss von dem Vorhandensein einer Reihe von durch verschiedene, scharf abgegrenzte Gesteins-Abänderungen charakterisirten, altersverschiedenen Eruptionen mit bestimmten Verbreitungsbezirken und von dem Auftreten von Conglomeraten mit porphyrischen Bindemitteln und Porphybruchstücken verdankt man den Untersuchungen v. Richthofen's.

Bezüglich des allgemeinen petrographischen Charakters sei nur bemerkt, dass v. Richthofen hervorhebt, dass der Quarzporphy von Südtirol immer aus einer Grundmasse mit inliegenden, ausgeschiedenen Krystallen besteht; nie greift ein gänzlich Verschwinden der Ausscheidungen zu Gunsten der gleichartig dichten oder feinkörnig krystallinischen Grundmasse, nie eine granitische Ausbildung Platz.

Ueberdies kommen reine, glasartige Erstarrungsproducte (Obsidiane oder Pechsteine) gar nicht und obsidianartige Grundmasse äusserst selten vor. Gemeinsames Hauptmerkmal ist der Quarzgehalt und in zweiter Linie der in Krystallform ausgeschiedene Orthoklas. Variationen werden, abgesehen von structurellen Modificationen der Grundmasse und ihres Verhältnisses zu den Ausscheidungen durch das Erscheinen von Oligoklas neben dem Orthoklas und in einzelnen Fällen durch Magnesia-glimmer gebildet. Richthofen fand nur Quarzporphyre, nirgends quarzfreie Felsitporphyre (Porphyrite) in dem Südtiroler Porphyrgebiet.

Nach der Structur werden die Modificationen mit Uebergang in lose, tuffartige Aggregation der Gesteins-Elemente sammt den Conglomeraten und Breccien mit tuffartig-porphyrischem Bindemittel, als untermeerisch erumpirte Bildungen, von den anderen Erstarrungsmodificationen

geschieden, unter welchen solche mit dichter bis mikrokrySTALLINISCHER Grundmasse und unabhängig porphyrisch eingeschlossenen Krystallen und solche mit variablem Verhältniss und weniger scharfer Scheidung von Grundmasse und Krystall-Ausscheidungen auftreten.

Nach dem Verhältniss der verschiedenen ausgeschiedenen Krystalle werden neun Modificationen in vier Gruppen aufgeführt.

a) Wesentliche Ausscheidung nur Quarz und Orthoklas:

1. Branzoller-Porphyr, einer der ältesten des Bozener Gebietes. Braunrothe bis hornsteinartig-felsitische Grundmasse, Quarz reichlich in grossen, wasserhellen Krystallen, Orthoklas fleischroth. Branzoll bis Auer im Etschthal; bei Panneveggio dasselbe Gestein mit Glimmer.

2. St. Pelegriner-Porphyr. Grundmasse und Orthoklas gleichzeitig fleischroth, darin Quarz in zahlreichen, wasserhellen Krystallen. Bei Lastei di Cavia, Tierser-Alp und Medelberg.

b) Quarz tritt etwas zurück und es erscheint neben dem Orthoklas Oligoklas als wesentlicher Gemengtheil.

3. Castelrutter-Porphyr. Dunklere, rothe, felsitische Grundmasse, gelblich-weisser Orthoklas, reichlich kleine Quarzkrystalle, daneben grünlichmatte Oligoklaskrystalle und schwarzer Glimmer. Typus einer der letzten Haupt-Eruptionen, einen grossen Theil des Porphyryplateaus einnehmend und gern säulenförmige Absonderung zeigend. Vorkommen: Terrassenlandschaft von Völs, Seiss, St. Oswald, Castelrutt und St. Michael; überdies mit geringer Abänderung im Grödener-Thal, am Raschötz, Oberes Villnöss- und Afferer-Thal, bei Aicha und Tiers, auf den Ritten, bei Klausen. Fraglich gehört hierher auch der Porphyr von Soraga und Moëna und der von Layen.

4. Bozener-Porphyr. Blauröthliche Grundmasse mit fleischrothem Orthoklas und mittlerem Quarzgehalt. Oligoklas und Glimmerblättchen nur in einzelnen Abänderungen. Hauptgestein das als Conglomerat ausgebildete und Bruchstücke des Branzoller- und Blumauer-Porphyr's enthaltende Gestein des Calvarienberges; überdies bei Rentsch und Sigmundskron und in der Richtung von Deutschnoven gegen Meran verbreitet.

5. Porphyr von Blumau. Grundmasse feinkörnig-felsitisch, nichtsplittig, hellgraulichgrün durch charakteristische Beimengung von grünem Talk, Quarzgehalt bedeutend, Feldspath zurücktretend, zum Theil Oligoklas. Am Kuntersweg, bei Blumau und gegen Steinek, bei Rentsch, im Welschnovener-Gebirge.

6. Porphyr von Hocheppan. Grundmasse dunkelgrünlichgrau und feinkörnig. Feldspathkrystalle klein, zahlreich, verschiedenfärbig, weiss-dunkelroth, Oligoklas fraglich, Quarzgehalt sparsam, Glimmer meist vorhanden. Jüngeres Gestein mit Hauptverbreitung bei Jenesien, Oberbozen, Welschnoven und bei Klausen. Ähnliches Gestein auch im St. Pelegriner-Thal.

c) Orthoklas und Oligoklas zu gleichen Theilen, Quarzgehalt unbedeutend.

7. Sarnthaler-Porphyr. Grundmasse körnig, mit blassröthlichen und schwärzlichgrünen, hornblendartigen Bestandtheilen, Orthoklas frisch dunkelroth, in 2—3 Zoll grossen, Oligoklas in nur 3—4 Linien grossen, gelblichen, zersetzten Krystallen. Fraglich hierher zu beziehen

sind nur noch gewisse Gesteine aus dem Fleims und dem St. Pelegriner-Thal.

d) Nur Oligoklas und Quarz. Orthoklas fast ganz zurüctretend.

8. Porphy von Trostburg. Grünlichschwarze Grundmasse und grünlichweisse unregelmässige Oligoklaskrystalle. Glimmer und talkartige Ausscheidungen häufig, fleischrother Orthoklas vereinzelt, Quarz in grossen Krystallen sporadisch.

9. Porphy des Monte Rocche. Dichte, feste, schwärzliche Grundmasse, Bestandtheile nur undeutlich dagegen abgegrenzt — Quarz farblos, perlgrau oder weingelb, Feldspathkrystalle zahlreich, meist grünlicher Oligoklas, daneben selten Orthoklas, häufiger schwarzer Glimmer.

Plattenförmige Absonderung zeigen die Porphyre von Palu an der Fersina, von Branzoll und Auer und der krummschalige Blumauer Porphy. Säulenförmige Contraction zeigen die Porphyre von Bozen bei Sigmundskron und die von Castelrutt an vielen Punkten ihrer Verbreitung vom Raschötz- bis zum Tierser-Thal.

Bezüglich des tektonischen Auftretens hebt v. Richthofen gegenüber v. Buch's Ansicht hervor, dass die grosse, über dem Thonglimmerschiefer ausgespannte Porphydecke ein zusammengesetztes System sich gegenseitig durchsetzender Eruptivmassen repräsentirt und dass jedes der verschiedenartigen Eruptionsproducte durch Reibungsconglomerate mit Vorgängern und Nachfolgern verbunden erscheint.

Das Auftreten in mächtigen, ausgedehnten Gangzügen in Verbindung mit grossen, deckenartig ausgebreiteten Strömen und die Bildung bedeutender Tuffmassen und Breccien in Folge submariner Eruptionen sind die Hauptmomente für den tektonischen Aufbau des Porphygebirges. Die Gesamt-Anordnung des Materials ist in grossen Zügen angelegt, jedes Element tritt für sich gebirgsbildend auf und wo ein Wechsel von Porphy und Tuffen erscheint, bilden sie Complexe von ausserordentlicher Mächtigkeit.

Diese grösseren Verhältnisse zeigen sich sowohl bei den älteren Eruptionen, welche in mächtigen, stockförmigen Massen und ausgedehnten Gangzügen ausgebildet erscheinen und nach v. Richthofen dem Festlande angehörten, als auch bei den späteren submarinen, vorzugsweise tuffbildenden Eruptionen, bei denen die deckenförmige Lagerung im grossen Style zur Geltung kommt.

Isolirte Stücke ausserhalb der Grenzen treten, wie schon im Pusterthaler-Abschnitt erwähnt wurde, bei Theiss, im Oberen Villnöss- und zwischen diesem und dem Oberen Afferer-Thale auf, die grösste derselben ist die unterhalb der Geisslerspitzen im Oberen Villnöss-Thal.

Die Porphyre treten nur gegenüber den Schichten der unter ihnen hervortretenden und an sie angrenzenden Quarzphyllitgebiete (oder zum Theil vielleicht auch mit den noch tieferen Gneissphyllitschichten) und unter sich in mechanisch active Beziehung. Vom Grödener-Sandstein ab aufwärts ist ihre Rolle ausgespielt. Die Trias lagert flach auf ihm, wie übergreifend auf dem Quarzphyllite.

Den Beziehungen zu den durchbrochenen Phylliten wurde im vorigen Abschnitt bereits Rechnung getragen. Bezüglich des Verhältnisses zwischen älteren und jüngeren Porphyren und den bei dem Contact erzeugten Nebengesteine ist das Auftreten sowohl solcher Eruptivbreccien

za erwarten, bei welchen Bruchstücke einer zerborstenen Kruste desselben Porphyrtypus in das gleichartige, noch fließende Magma eingehüllt wurden und solche, wo Porphyrmassen einer späteren Eruptions-Epoche eckige Bruchstücke früher gebildeter Porphyrgesteine in sich schliessen. Die ersteren, welche v. Richthofen speciell als Breccie bezeichnet, sind als nur untergeordnet und nicht einmal völlig sicher für die Gegend nördlich von Bozen angegeben; die letzteren, als Reibung-conglomerate bezeichneten, sind sehr verbreitet, zeigen zumeist Grenzgebiete verschiedenartiger Porphyr-Abänderungen an und bilden vollständig feste, sich ganz und gar wie der gleichartige Porphyr verhaltende Felsmassen, indem die Einschlüsse vollkommen und ohne klüftige Absonderung mit dem Umbüllungsmaterial verschmolzen sind. Am meisten vertreten sind diese Gesteine in der Umgebung von Bozen (Eingang ins Sarnthal, Sigmundskron, untere N.- und W.-Gehänge des Rothsteines); überdies erscheinen dieselben meist in der Tiefe der Schluchten und Spalten im Gebiete des Hölles-Thales, Branten-Baches, sowie im Karneider-Thal und Etsch-Thal, am ausgezeichnetsten allerdings im Sarn-Thal.

Die unmittelbaren, mit in den Aufbau des Porphyrgebirges miteinbezogenen Sedimente des Quarzporphyrs, welchen v. Richthofen einen direct plutonischen Ursprung und eine submarine, gleichsam semiplutonische Bildungsweise zuerkennt (Santorin hat stellenweise genetisch ähnliche, vulcanische Gesteinsbildungen wie diese und die genannten Reibungsbreccien aufzuweisen), sind theils Tuffconglomerate, theils Tuffsandsteine.

Die Tuffconglomerate sind im Wesentlichen charakterisirt durch eine lockere, aus porphyrischen Bestandtheilen gebildete, tuffartige Grundmasse und eingebettete runde oder eckige Bruchstücke verschiedener Porphyre; Spuren von Schichtung, zum Theil angedeutet durch horizontale Lagerung der ellipsoidischen Bruchstücke, sind nicht selten wahrnehmbar.

2. Den Grödener-Sandstein, welchen v. Richthofen als das unterste Glied der Trias hinstellt, müssen wir einerseits wegen der etwas abweichenden Auffassung, zu der sich Suess hinneigt, und andererseits aus Gründen, welche sich aus der Darstellung v. Richthofen's ableiten lassen, noch mit hier in Rechnung ziehen, als ein wahrscheinliches, locales Bindeglied zwischen der Permformation und der Trias betrachten.

v. Richthofen betont zunächst die allgemeine Verbreitung der Stufe dieses unteren rothen Sandsteines, welchem er zur Unterscheidung von dem in den höheren Campiler-Schichten (Sch. mit *Naticella costata*) vorkommenden rothen Sandsteinen besagten Localnamen gegeben hat, in Südtirol, sowie seine constante Auflagerung auf Porphyr und krystallinischen Schieferen einerseits und seine Ueberlagerung durch jüngere Triasgebilde andererseits. Oft treten die bedeckenden Schichten wohl zurück und lassen diese Sandsteinstufe in bedeutender Ausdehnung erscheinen, selten aber tritt der Fall wie bei Deutschnoven ein, dass ein solches weiteres Gebiet dieses Sandsteines inselförmig isolirt ist. Die Mächtigkeit wechselt nach v. Richthofen mit der Tiefe des Meeresbodens und man sieht, wo derselbe wellig ist, das Schichtensystem abwechselnd anschwellen und zusammenschrumpfen.

Wo der Thonglimmerschiefer die Unterlage bildet, ist die untere Grenze der Sandsteingruppe eine scharfe und nur eine zum Theil intensiv rothe Färbung der Grenzsichten der Thonglimmerschiefergruppe und ein stärkerer Gehalt von schuppigem Glimmer auf den Schichtenflächen der tieferen Abtheilung der Sandsteingruppe erscheint als der Ausdruck secundärer Beziehungen zwischen beiden Gesteinsgruppen.

Die Grenze des Sandsteins gegen den Porphyf dagegen ist niemals scharf. Es finden Uebergänge statt, auf welche v. Buch und andere Beobachter die Meinung gründeten, dass der Grödener-Sandstein im Wesentlichen später „regnerirter Porphyf“ sei.

v. Richthofen modificirt diese Ansicht dahin, dass er den Grödener Sandstein für eine arkosenartige Tuffbildung des Porphyfs von zum Theil noch gleichzeitiger Entstehung mit dem Porphyf hält und er weist dabei auf die Analogie, die das Rothliegende in den Porphyf-Districten Mitteld Deutschlands zeigt. „Wie dort“, sagt v. Richthofen, „waren auch in Tyrol die Eruptionen (und zwar gerade die letzten) untermeerisch; ein Theil ihres Materials wurde mechanisch zerstört und in Schichten abgelagert; allein die Zerstörung fand nicht mit jener Heftigkeit statt, von der die Conglomeratbänke des Rothliegenden Zeugnisse geben.“ Demgemäss wird der Grödener-Sandstein als Sedimenttuff des Porphyfs aufgefasst. Es wird auf seine nicht unbedeutende petrographische Mannigfaltigkeit und die Uebergangsstufen in Porphyf und Tuffconglomerat hingewiesen. Die gleichmässig körnige, normal stratificirte Hauptmasse des Grödener-Sandsteines, wird als „ein Agglomerat von abgerundeten Feldspath- und Quarzkörnern, die in einer lockeren, feinerdigen, tuffartigen Masse inneliegen“ bezeichnet. Unregelmässig begrenzte Glimmerblättchen sind dort, wo die Gruppe an Thonglimmerschiefer grenzt, häufig; seltener sind auch solche von regelmässig sechseitiger Gestalt, parallel der Schichtung vertheilt. Im nordöstlichen Theil des Gebietes, d. i. also vorzugsweise dort, wo die Sandsteingruppe unmittelbar auf dem Thonglimmerschiefer liegt (Afferer-Thal, Gegend von Untermoj, Piccolein nach Pederova), herrscht der Fall vor, dass zwei tief rothgefärbte Sandsteinsysteme ein weisses einschliessen. Die Mächtigkeit der Gruppe wird auf durchschnittlich 400 Fuss geschätzt und steigt nur local auf 700—800 Fuss.

Ausser pflanzlichen Resten, die als wulstige Erhabenheiten oder als Kohle (Lavis) ihre Spuren zurückgelassen haben, sind organische Reste nicht bekannt. Gyps wird als wichtiger Begleiter des Grödener-Sandsteines genannt; seine Hauptentwicklung hat er jedoch an der Grenze gegen die Schichten von Seiss oder in diesen selbst.

Es ist nicht zu läugnen, dass einerseits die unmittelbare Auflagerung der Sandsteingruppe auf dem Thonglimmerschiefer neben den gleichfalls unmittelbar darauflagernden Porphyren und ihre Trennung durch eine Zone weisser Sandsteine in rothe Sandsteinzonen gerade in diesem Verbreitungsgebiet, sowie andererseits die gewiss für einen grösseren Theil des rothen Grödener-Sandsteines mit gutem Grunde durch v. Richthofen angenommene genetische und Altersverbindung mit den letzten Porphyfbildungen des städtirolischen Hauptgebietes dafür zu sprechen scheinen, dass der Grödener-Sandstein zum guten Theile eine gleichzeitige Bildung mit den letzten, untermeerischen

Porphy-Eruptionen sei. Wenigstens spricht nichts für eine Lücke zwischen der Porphyrbildung im Grossen und den Absätzen des tuffartigen Sedimentes der Gröden Sandsteinbildung. Wenn nun angenommen werden muss, dass die Hauptmasse der Porphyströme der Zeit nach dem Rothliegenden angehört, wofür die Rothliegendflanzen über dem Porphy von Val Trompia und die Ähnlichkeit der ganzen Erscheinung mit der Ausbildung der porphyreichen Rothliegendgebiete Deutschlands sprechen: so liegt es nahe, für die etwas höhere Gruppe der rothen Porphyrsandsteine an ein Alters-Aequivalenz mit der oberen Gruppe der Permformation zu denken. Es wäre dann eine locale Sandsteinfacies, welche, wie wahrscheinlich auch der Vogesensandstein, entweder Zechstein oder nicht nur Zechstein, sondern auch noch Buntsandstein vertritt.

Eine kurze Bemerkung über die von v. Richthofen hervor gehobene Abweichung in der Ausbildung des Charakters der Seisser Schichten im Enneberg zwischen Piccolein und Pederova und an dem Wege von S. Martin auf die Höhe des Nombladé möchte ich hier noch anschliessen. v. Richthofen sagt (l. c. p. 49): „Unmittelbar auf den rothgefärbten Sandstein folgen hier mächtige Massen eines schwarzen, weiss geaderten, sehr bituminösen Kalkes, der an viele Grauwackengesteine erinnert und aus diesem Grunde auf der vom montanistischen Verein herausgegebenen Karte als „unterer Alpenkalk“ bezeichnet ist, während die Seisser Schichten sonst zum mittleren Alpenkalk gerechnet werden. Man könnte in der That versucht sein, die Schichten für ein nicht hieher gehörendes Glied anzusehen, wenn nicht in dem oberen Theile zwischengelagerte, dünn-schichtige Mergelkalk die Fauna der Schichten von Seiss (*Posidonomya Clarai*) in reichster Entfaltung zu Tage brächten“.

Wenn Campiler- oder Werfener-Schichten dem „Röth“ entsprechen, dann kann man Seisser-Schichten wohl schon als theilweises Acquivalent des Buntsandsteines betrachten und man hätte hier dann nach unten eine kalkige Facies-Entwicklung im Buntsandstein vor sich, von welcher die Entdeckung einer die Kalkfauna der oberen Permformation mit der Fauna der unteren Trias verknüpfenden Fauna gchofft werden könnte.

c) Aus späterer Zeit haben wir Ergänzungen zu den eben gegebenen Daten nur wenige anzuführen.

1860, also im Jahre des Erscheinens der vorbesprochenen Arbeit, gibt G. v. Rath in seiner Abhandlung: „Die Lagoraikette und das Cima d'Asta-Gebirge“ (Jahrb. d. geol. Reichsanst., XI., S. 231—238) einige Notizen über den das Bozener Porphyplateau gegen Süd abschliessenden Gebirgswall der Lagoraikette, sowie über einige im Cima d'Asta-Gebiet selbst auftretende, andere Porphyre. Der Porphy, welchen G. v. Rath im Gebiet des erstgenannten wilden Felsgebirges antraf, wird von demselben als rother Quarzporphy bezeichnet, in welchem Orthoklas, Oligoklas, Quarz und Magnesiaglimmer als wesentliche Gemengtheile erscheinen. Dieses Gestein, welches wohl dem Castelrutten Porphy v. Richthofen's am nächsten steht, ist das Hauptgestein des ganzen Felsgebirges und tritt sowohl im Westen der Cima di Lagorai auf der Strecke durch Val Cadin über den Pass des Sassorotto-Gebirges und das Obere Calamento-Thal, sowie in den östlich die Schiefer complexe des Val Zanca überragenden Zacken des Monte Cece herrschend und gebirgsbildend auf.

Im Jahre 1868 hat Suess in seiner oft citirten Arbeit: „Ueber die Aequivalente des Rothliegenden in den Alpen“ sich noch directer und schärfer für die Zustellung der grossen Porphyrmassen Südtirols zur Dyas und speciell zum Rothliegenden ausgesprochen (p. 91) und obgleich er sich auch bezüglich des Grödener-Sandsteines (p. 5) einer Zuthellung zur Dyas geneigt zeigt, es schliesslich in Frage gelassen, ob derselbe etwa dem Vogesen-Sandstein oder einer höheren Abtheilung des Rothliegenden gleichzustellen sei. Diese letztere Meinung gewann überdies durch die später veröffentlichten Studien im Gebiete von Val Trompia an Gewicht.

1872 und 1873 endlich sprach sich C. W. Gümbel (Geognostische Mitth. aus den Alpen. I. Das Mendel- und Schlerngebirge. Sitz-Ber. math.-physik. Cl. d. Akad. d. Wissensch. in München.) für die Zugehörigkeit des südtirolischen Porphyrgebirges zur Dyas aus. Es wurden überdies durch Gümbel Funde gemacht, welche auf das Vorhandensein von pflanzenführenden Schichten des Obercarbon im Bereich der Festlandsküste schliessen lassen, in deren Nähe die späteren submarinen Haupt-Eruptionen porphyrischer Massen stattgefunden haben müssen.

Aehnliche, nur besser erhaltene Schollen von Gesteinen, mit Pflanzen-Einschlüssen nämlich, wie Gümbel (Sitz.-Ber. d. Ak. d. Wiss. in München, 1872, Seite 241) bereits aus dem Porphyrgebiet der Naifschlucht bei Meran erwähnte, wurden von ihm auch von Porphyr eingeklemmt oder ganz umschlossen in der Gegend von Bozen, und zwar vorzugsweise am Eingang ins Eggenthal bei Kardaun und in den grossen, dem Bahnhof von Bozen schräg gegenüberliegenden Steinbruch aufgefunden. Die Einschlüsse bestehen aus Sandstein, Schieferthon und kohligem Mulm und zeigen schlecht erhaltene Pflanzenabdrücke. Gümbel nimmt keinen Anstand, diese Gesteins-Einschlüsse mit den bekannten, von Pichler entdeckten Carbonschichten von Steinach zu parallelisiren und dieselben als Reste eines bei der Eruption des Porphyrs durchbrochenen und stückweise zwischen verschiedenen Porphyr-Ergüssen eingeklemmten Kohlengebirges zu erklären. Einen grösseren derartigen Schichtencomplex, in dem sich zu kohlig-sandigen und schiefrigen Bänken noch kalkige Schichten und Conglomerate gesellen, fand Gümbel nur an einer Stelle, und zwar im Schlernbach, unterhalb des Ueberganges von Ums nach Prössls, aufgeschlossen.

3. Das Gebiet des Cima d'Asta-Stockes.

Mit Val Sugana und Vall'alta-Agordo.

Aehnlich wie im Norden tritt auch im Süden des grossen Porphyrgebirges ein langgestreckter, an ein grösseres Granitgebirge sich anlehnender Zug von älteren Schiefergesteinen zugleich als Unterlage und Grenzgebiet auf.

Von dem Hauptgebiet der Cima d'Asta mit seinem gewaltigen Granitkern und seiner Schieferhülle, welche das Hauptquellgebiet der Oberen Brenta ist, getrennt, erscheint als östlicher Annex, wenn auch fast abgeschnürt von jener Schichtenmasse — das erzeiche Schiefer-Ellipsoid von Vall'alta-Agordo, welches schon dem Wassergebiet der Piave zugehört.

Wir schicken die Literatur-Angaben über dieses kleine Nebengebiet voraus.

a) Ueber das Gebiet von Vall'alta und Agordo haben wir neben der ausführlicheren Abhandlung von G. v. Rath etwas specieller nur die Mittheilung von W. Fuchs und J. Trinker hervorzuheben. Ueberdies hat Stapff (Bornemann und Kerl's Berg- und Hüttmännische Zeitung 1861, XX., S. 419—421) das Vorkommen von Quecksilber-Erzen zu Vall'alta vom bergmännischen Standpunkt behandelt.

Bei Suess (l. c. 1868, p. 7) finden die Mittheilungen Stapff's, Trinker's und G. v. Rath's ihre Würdigung. Er erwähnt, dass er schön geschliffene Proben des durch und durch mit Zinnober imprägnirten Gesteins aus dem O'Connor-Stollen zu Gesicht bekam, welches Stapff als Zinnober-Porphyr beschrieb, und hebt hervor, dass Stapff das liegende Trumm des Porphyrlagers als die eigentliche Erzlagerstätte bezeichnet und den graphitischen Schiefer von Vall'alta dem Silberschiefer von Idria gleichgestellt.

1845. Dr. A. Klipstein in seinen „Mittheilungen aus dem Gebiete der Geologie und Paläontologie. I. Bd. Beiträge zur geologischen Kenntniss der Alpen“ bemerkt (S. 92) über Agordo, dass in dem von Dolomitmassen eingeschlossenen, erweiterten Kesselthal dieses Gebietes von rothem Sandstein überlagerte Thonschiefer des Transitionsgebirges unter dem Dolomit hervortreten. Die reichen Kupfergänge setzen in den zunächst der Dolomitgrenze unter Agordo in weissen und grünlichen, den Thonschiefer durchziehenden chloritischen Quarzschiefern auf und erreichen eine Mächtigkeit von 5 Fuss und darüber.

1850 berührte W. Fuchs in dem in der Akademie der Wissenschaften gehaltenen und (Sitz.-Ber. d. Ak. d. W. 1850, Seite 452 ff., Taf. IX) veröffentlichten Vortrag: „Einige Bemerkungen über die Lagerungsverhältnisse der Venetianer Alpen“ — besonders die Verhältnisse bei Agordo.

Er führt hier speciell die Verhältnisse des Kiesstockes von Agordo als Beweis gegen eine frühere Meinung auf, nach welcher der Thonschiefer (Glimmerschiefer), dem der Erzstock angehört, dem Kalke der Imperina-Alpen aufgelagert wäre. Die rechtwinklig auf das Streichen des Kiesstockes geführte Durchschnittsskizze (Taf. IX, Fig. 1) bezieht sich auf einen Punkt, wo (in der Nähe des damaligen Hauptschachtes) die Kalkwände steil in das Thal abstürzen und der Thonschiefer unmittelbar den Kalk berührt.

Dort, wo sich Kalk und Thonschiefer direct berühren, fallen die Schichten (Kalkblätter) des Kalksteingebirges unter 80—85 Grad gegen, also scheinbar unter den Thonschiefer und den darin sitzenden, von einer dünneren Lage weissen Talkschiefers umschlossenen Erzstock bis zu einer Seigertiefe von 80 Meter ein. Der zwischen beiden weiterhin auch an der Oberfläche erscheinende rothe Sandstein wird hier erst in bedeutender Tiefe angetroffen, und zwar zunächst mit rothem Gyps und mit Kalk- und Thonschiefertrümmern in zerquetschten, gebrochenen Massen. Der Sandstein wird in der Tiefe mächtiger und nimmt regelmässiger Schichtung an, stellt sich zunächst vertical und fällt endlich in entgegengesetzter Richtung und normaler Auflagerung gegen SO. vom Thonschiefer ab unter den Kalkstein ein. In einer Tiefe von 140 Meter konnten

Sandstein und Kalkstein durch die ihnen zugeführten Strecken nicht mehr erreicht werden.

Weiterhin werden als älteste Gesteinsformen des in Rede stehenden Gebirges die Glimmerschiefer und Granite der Cima d'Asta (im Val di Cauria oder Canal de Vano), sowie die Glimmer und Thonschiefer von Primiero und Agordo genannt.

Als das nächste Formationsglied wird der rothe Porphyrt genannt, welcher, wo er mit Glimmerschiefer in Contact kommt, unveränderte Bruchstücke dieses Gesteins in seine Masse schliesst. Besonders deutlich sind solche Einschlüsse an einem gangartig aus Thonglimmerschiefer aufsteigenden, rothen Porphyrt zwischen Valtago und Frassene und in den Quecksilbergruben des Val delle Monache zu sehen.

Der rothe Sandstein (bunte Sandstein) mit seinen Gypslagern überlagert die beiden vorgenannten Gesteinsgruppen.

1858. J. Trinker äussert sich in seiner Mittheilung: „Die Bergbau-Unternehmung in Vall'alta“ (Jahrb. d. geol. Reichsanst. 2. Heft, IX. Sitzungsb. 122) über das Verhältniss der Erzlagerstätten von Vall'alta und Agordo bereits in folgender Weise:

„Die erzhaltige Masse besteht aus einem unregelmässigen Gemenge von körnigem Talk und Thonschiefergestein mit Gyps, Eisenkies, Porphyrt und dunklem Letten, das mehr oder weniger mit Zinnober imprägnirt ist. Das Ganze wird als Stock oder unregelmässiges Lager mit einer Hülle von theils hellfarbigem, theils schwarzem, graphitähnlichem Talkschiefer in Sandstein, der selbst von rothem Porphyrt begleitet ist, bezeichnet. Als Grundlage kann ein mächtiges Quarzconglomerat betrachtet werden, welches in den Südalpen so häufig zwischen dem Quarzporphyrt und dem Thonschiefer, in Nordtirol unmittelbar über dem Thonschiefer angetroffen wird. Das Alter der Erzlagerstätte von Vall'alta würde sich dadurch zwischen den älteren Kiesstock von Agordo und die dem „Alpenkalk“ (?) angehörenden jüngeren Spatheisensteingebilde von Primör in Tirol stellen.“

In einer zweiten 1858 veröffentlichten grösseren Mittheilung J. Trinker's: „Die Entstehung und der erste Aufschwung der Quecksilbergrube in Vall'alta bei Agordo“. (Jahrb. IX. 3. 442.) erhalten wir bereits genauere Daten, und wir können dieser zweiten Mittheilung bereits eine genauere Schichtenfolge aus diesem Gebiete entnehmen. Es ist dies die Reihe der Gesteinsarten, welche der demals auf 196 Meter geführte Schurfstollen der Venetianischen Bergbaugesellschaft durchfahren hatte. Trinker beschreibt den das Gebirge von Nord und Süd durchquerenden Durchschnitt wie folgt:

1. Quarzconglomerat, 55 Meter, vergleichbar mit jenem, welches auf der südlichen Abdachung der Central-Alpenkette zwischen dem Quarzporphyrt und dem Thonglimmerschiefer in Nordtirol auch ohne Begleitung des Porphyrs häufig über Thonschiefer vorkommt.

2. Porphyrt, 40 Meter. Der Quarzporphyrt des Mis-Thales wird als östlicher Ansläufer der interessanten Felsart angesehen.

3. Rother Sandstein, 3 Meter. Die gewöhnliche Decke des Quarzporphyrs.

4.LICHTER Talkschiefer, 98 Meter, mit einer schwarzen graphitschieferartigen Varietät im Wechsel, bildet gleichsam die Hülle der Erzlagerstätte.

5. Erzlagerstätte, ein 15—30 Meter Stockwerk mit einem Vorschub von NO. in SW. in einer Länge von 300 Meter, bestehend aus mehr-weniger körnigem Talk- und Thonschiefer, Eisenkies, Gyps, dunklem Lehm mit Porphyr. Von diesen Bestandtheilen, welche verschieden reichlich mit Zinnober imprägnirt erscheinen, waltet bald der eine, bald der andere Bestandtheil vor.

Die Verquerung erfolgte vom Thonschiefer aus gegen den Dolomit, ohne dessen kalkige Unterlagen zu erreichen. *Trinker* fügt hinzu: „Da der Bergbau von Primör mit seinen in Schwerspath einbrechenden Spath-Eisensteinen und silberhältigen Antimon-Bleierzten den Schichten des Alpenkalkes angehört, die Grube von Agordo mit ihrem grossartigen Kiesstock aber in das Gebiet des Thonschiefers fällt, so bildet Vall'alta mit den Quecksilbererzen in Porphyr und Sandstein gleichsam ein Mittelglied. Nach *Trinker* ist also der beschriebene Durchschnitt aus dem Liegenden ins Hangende geführt.

1864 hat uns G. v. Rath in seinem Bericht: „Ueber die Quecksilbergrube Vall'alta in den venetianischen Alpen, begleitet von einer geognostischen, von Herrn Director Luigi Forné entworfenen Karte“ (Zeitschr. Deutsch. Geol. Gesellsch. XVI., S. 121—153, Taf. II), über die vortriadischen Schichten, welche die Schiefer-Ellipse von Agordo zusammensetzen, sehr beachtenswerthe Nachrichten gegeben.

Das Gebiet von Schiefeln und Sandsteinen dem die zinnerführende Schichte angehört, wird als äusserste nordöstlichste Zunge des die Cima d'Asta umgebenden Schieferzuges von Pergine-Primiero ganz richtig aufgefasst.

Die alten Gesteine erscheinen unter dem überlagerten Kalkgebirge zuerst bei La Valle in der Misiagaschlucht, wenig östlich von Agordo und verbreiten sich gegen SW. wenig über die Tiroler Gränze hinaus über einen Raum von 3 Stunden Länge bei einer Breite von weniger als einer Stunde; sie erreichen die bedeutendste Höhe im Monte Armerole 4816 Fuss ü. M., — 2829 Fuss über Agordo (Schwelle der Kirchthür), während die umliegenden Kalkgebirge zwischen 8 und 10·000 Fuss Seehöhe halten. Es werden drei Hauptgesteinsformen unterschieden:

1. Schwarzer Thonschiefer, welcher in Graphitschiefer übergeht; 2. brüne Schiefer mit Uebergängen in Chloritschiefer; 3. weisser, talkiger Quarzit oder quarzreichere Talkschiefer.

Diese Gesteine scheinen mehrfach mit einander zu wechseln und im Streichen in einander überzugehen und erweisen sich dadurch sowohl, wie durch die Gleichartigkeit der Lagerung als zusammenhängende Bildung. Das Streichen ist parallel zu den in die Schiefermasse eingesenkten Thälern von SW. nach NO. gerichtet bei durchwegs nordwestlichem Einfallen und zwar (wie in dem entblösten Schichtenprofil des Cordevole-Thales) steiler an der Südostgränze, weniger steil an der Nordwestgränze bei einer mittleren Neigung von 45 Grad.

Der weisse, talkige Quarzit steht in naher geognostischer Verbindung mit der kolossalen, kupferkieshaltigen Eisenkiesmasse des Imperina-Thales, in dem derselbe gleichsam eine Hülle bildet, deren Mächtigkeit zwischen 1 Zoll und mehreren Fuss schwankt und auch durch Verzweigungen mit der Erzmasse gleichsam verflösst ist.

Der Talkquarzit, welcher in der Hütte als Gestellstein Anwendung findet, trennt die Erzmasse vom schwarzen Schiefer, dem gegen NW. grüner Schiefer auflagert. Der schwarze Schiefer ist von vielen Quarzschnüren und Quarzwülsten durchzogen. Die in NW. auf den (metamorphischen) Schiefen in gleicher Lagerung liegende, schmale Zone von rothem Sandstein ist auf der rechten Seite des Cordevole gegenüber Agordo in einem schönen Profil entblösst, mit einem, der grossen Achse der Schieferpartie fast parallelen Streichen (h. 3) bei 28 Grad Neigung in NW.

Der Complex des rothen Sandsteines zeigt im Imperina-Thal schon an tieferen Stellen, gewöhnlich jedoch erst in höheren Lagen einen Wechsel der thonig-glimmerigen Sandsteinschichten mit schwachen Lagen von oolithischem Kalk, den nach und nach glimmerige Kalkmergel verdrängen mit Einschlüssen von zahlreichen, in Kohle umwandelten Pflanzenresten (die nach Fuchs (l. c.) und Rath der v. Schlothheim'schen Abbildung von *Lycopodiolithes arboreus* durchaus gleichen). Dieser rothe (von Foetterle als Trias aufgefasste) Sandstein erscheint nicht nur am nordwestlichen Rande der Schieferpartie, sondern bildet auch an der Ausmündung des Imperina-Thales eine schmale, steilstehende, kleine Schichtenmasse, welche sich an den Thonschiefer lehnt. Dieser Sandsteinmasse, welche sich gegen SW. sehr bald auskeilt, ist eine mächtige Gypsmasse einlagert.

In NW. folgen mit flacher Auflagerung (28 Grad NW.) die Schichten des triadischen Kalk- und Dolomitgebirges, welches zu den Erzlagerstätten in keinerlei Beziehung steht. Es wird dabei der Umstand erwähnt, dass nach der Karte der geologischen Reichsanstalt gegen NW. dem rothen Sandstein zunächst der untere Triaskalk (Guttensteiner-Kalk) aufliegt, während im Imperina-Thal ein anderer Kalk (Dachsteinkalk) dem rothen Sandstein, resp. dem Thonschiefer anlagert.

In enger Beziehung zum rothen Sandstein erscheint an mehreren Punkten der nordwestlichen Grenze, besonders am SW.-Ende der Schiefer-Ellipse rother Quarzporphyr, von Conglomeraten begleitet. Die Vermuthung G. v. Rath's, dass hier ehemals die Sandsteindecke über der ganzen Schiefermasse ausgebreitet gewesen sei, hat gewiss ihre Berechtigung.

Die Schiefer-Ellipse zeigt etwa in der Mitte der Längenausstreckung vor Tiser eine niedrige Wasserscheide, welche das nordöstliche Imperina-Thal von dem südwestlichen Miss-Thal trennt, welches in seinem oberen Theile ein Längenthal darstellt. Gegen SW. erscheint das Hochthal geschlossen durch die hohen Kalkgebirge, an deren nördlichem Fuss der Weg nach Primiero führt.

Unmittelbar vor dem das Thal gegen S. absperrenden Felswänden, wo der Miss den aus dem Thal delle Moneghe strömenden Pezzea-Bach aufnimmt, liegt die Quecksilberhütte und etwa 10 Minuten aufwärts am Pezzea die Grube Vall'alta. Die Verhältnisse von Vall'alta sind verwickelter als diejenigen des übrigen Theiles des Schieferterrains.

Während in dem nordöstlichen Theile der Eisenkiesstock ausschliesslich mit dem metamorphischen Schiefer in Verbindung steht, erstreckt sich bei Vall'alta die Zinnober-Imprägnation auf die verschiedensten Gesteine, Conglomerate, rothen Sandsteine, rothen Quarzporphyr,

schwarzen Talkschiefer, Gyps. Das ist wohl eine hinreichende Andeutung dafür, dass das Quecksilber- und Zinnobervorkommen nicht an eine bestimmte, engbegrenzte, stratigraphische Zone gebunden ist.

Die Thalsohle Imperina ist zwar grossentheils erfüllt mit Geröllmassen, und nur aufwärts treten zur Linken die steilen Kalksteinwände, zur Rechten die flachen Schieferhöhen heraus; aber am SW.-Ende des Erzstockes (Pizzini-Schacht) tritt die Kiesmasse selbst in der Breite von mehreren Klaftern zu Tage und ist besonders an einem kleinen Wasserfalle sichtbar. Dort, wo sich weiter thalaufwärts das Imperina-Thal einengt, schnürt sich die Erzmasse in der Tiefe zusammen; jedoch setzt sie noch weiter fort, wie dies kupferkieshaltige Eisenkiesblöcke an der Ausmündung der Schlucht unter dem Sasso della Margarita und eine Stunde von der Schmelzhütte in SW. Spuren der Erzmasse in einem Bauernhause bei dem Dorfe Tiser beweisen.

Bei Vall'alta, am Zusammenflusse des Pezzea mit dem Miss, streichen die (metamorphischen) Schieferschichten ungefähr von SSW. nach NNO. und fallen 75 Grad gegen West. Sie bestehen im Liegenden aus einer breiten Zone von Talkschiefer und im Hangenden aus einer breiten Zone von Thonschiefer. Dem Talkschiefer sind untergeordnete Massen eines glänzendschwarzen, abfärbenden Graphitschiefers eingelagert.

Etwa 800 Meter südlich von jenem Zusammenflusse erscheint eine Quarzporphyrmasse, zwischen den Schieferschichten als Lagergang. Weiter gegen SW. bildet der Porphyr am Ufer des Pezzea pralle Wände; er ist begleitet von einer mächtigen Bildung von Conglomerat und rothem Sandstein, welche in scheinbar unregelmässiger Weise mit einander wechseln. Diese Gesteine alle bilden nur niedrige Vorhöhen, hinter welchen gegen Süd, die Kalkmauern des Monte Errara und des Pizzo di Mezdi aufsteigen.

Von allen Stollen, die seit den ersten, wohl ein Jahrhundert alten Aufschlussarbeiten der venetianischen Edelleute Nani und Pisani auf die Lagerstätte getrieben wurden (Nani-Stollen, Pisani-Stollen, Zanchi-Stollen etc.), erwies sich der durch den Bergingenieur Josef Bauer 1852 für die Società Veneta Montanistica angesetzte O'Connor-Stollen als der glücklichste.

Dieser Stollen dringt gegen SO. normal gegen das Streichen der Schichten vor.

Nicht weit entfernt von der breiten Hangend-Thonschieferzone *a*) der Karte setzt derselbe in schiefrigem Conglomerat ein und durchquert in der Richtung NW.—SO. folgende Schichten:

b) Unvollkommen schiefriges Conglomerat von Talkschiefer und Quarzitstücken mit spärlicher rother Grundmasse (75 Meters).

c) Gelblichen Talkquarzit mit Linien bis zollbreiten Schnüren von gelblichem Quarz in der unvollkommen schiefrigen Talkmasse (2 Meter). Diese Gesteinschicht nimmt gegen SW. an Mächtigkeit bedeutend zu.

d) Arcose-ähnliches Gestein, aus innigem Gemenge von Feldspath und Quarz in unvollkommenen, 1 Linie grossen Körnern und kleinen Blättchen von schwarzem Magnesiaglimmer bestehend. Schmale Zone, welche gleichfalls gegen SW. an Mächtigkeit bedeutend zunimmt. (*Arenaria schistosa porphyrica* Porphyrsandstein.)

e) Rother Quarzporphyr? (24 Meter). Das nordöstlichste Trumm des nach Fuchs im Pezza-Baches anstehenden, gegen Primiero an Mächtigkeit zunehmenden Gesteines.

Nach Haton besteht es aus dunkelrother Grundmasse, lichter rothen wohlausgebildeten Feldspathkrystallen von 4—5 Mm. und erbsengrossen Quarzkörnern. Nach G. v. Rath, dem der Porphy in der Grube entging, enthält das ihm als Porphy zur Untersuchung übersandte Stück Flasern von dunkelgrünem Chlorit beigemennt, hat ein unvollkommen schiefriges Gefüge und entspricht nicht einem typischen Quarzporphyr.

d₂) Porphy-Sandstein wie d₁, Lager von 14 Meter Mächtigkeit gegen SW. vom Stollen in 45 Meter Entfernung sich auskeilend.

f) Bräunlichrother Sandstein, aus gerundeten Quarzkörnern und kleinen Blättchen von zersetztem Glimmer bestehend (4·5 Meter) auf der Grenze zwischen d₂ und f, zeigte die gegen Süd aufgefahrene Todros-Strecke stark mit Zinnober imprägnirte Schichten.

g) Graphitischer Thonschiefer, feinblättrig, auf den Schieferungsflächen glänzend, mit Säuren nicht brausend (4 Meter).

h) Talkschiefer mit dünnen Lagen von Graphitschiefer (72 Meter). Häufige Zinnober Spuren auf den Schieferungsflächen des Talkschiefers.

g₂) Zweite Zone von Graphitschiefer (*Amasso metalifero*).

i) Zinnober-Erzstock, bei 196 Meter Länge vom Stollen-Mundloch ab, am 14. Juni 1854 erreicht. Auf der Grenze zwischen g und i fand sich gediegen Quecksilber. Der Erzstock ist gebildet aus einem Conglomerat mit talkiger Grundmasse, welches Körner von Gyps, Kalkspath und Quarz umschliesst. Zinnober in kleinen Körnern und Trümmern erfüllt das Gestein.

G. v. Rath berechnet den Quecksilbergehalt für die Hauptmasse auf 0·2 bis 1 pCt., für einzelne reiche Stellen, wo derber Zinnober die vorherrschende Grundmasse bildet, auf 24 pCt. Ausserdem durchsetzen zahlreiche, unregelmässig verlaufende, von Gypsschnüren begleitete Gänge und Schnüre von derbem Zinnober mit kleinen Eisenkrystallen den Stock, welcher auf 30 Meter bei 76 Grad NW.-Neigung vom Stollen durchfahren ist, was eine Mächtigkeit von 29 Meter für das Lager ergibt.

f) Rother Glimmersandstein wenig mächtig — und

g) Schwarzer Graphitschiefer bilden das (scheinbar) Liegende

h) Talkschiefer mit häufigen Zinnober Spuren wurde noch auf 47 Meter durchfahren.

In einer Entfernung von etwa 33 Meter gegen NO. vom O'Connor endigt das Zinnoberstockwerk mit eiförmiger Abrundung, um welche sich ringsum eine Graphitschieferschicht als Hülle legt. Dieselbe verschmälert sich im Liegenden und keilt sich zu Gunsten der Sandsteinschicht, die zwischen dem Graphitschiefer und dem Erzstock erscheint, aus. Die Sandsteinschicht gewinnt gegen SW. an Mächtigkeit.

Mittelst der Schielin-Strecke wurde die Grenze des Zinnoberlagers im Hangenden 45 Meter verfolgt und man erreichte damit gegen SW. ein 12 Meter mächtiges Porphytrum mit Gypsschnüren, welches sich stark mit Zinnober imprägnirt erwies, und welches man mit der Strecke 200 Meter weit verfolgte. An der Grenze des Concessionsfeldes wendet

sich die Schielinstrecke in weitem Bogen gegen S. und SO. und durchfährt die mit Zinnober imprägnirten Gesteinsschichten ihrer ganzen Mächtigkeit nach bis zur Kalkgrenze.

Von dem Punkte ab, wo im Liegenden des Erzstockes sich der schwarze Graphitschiefer auskeilt, dehnt sich die Zinnober-Imprägnation bis an den Kalk aus, so dass hier die Lagerstätte die Mächtigkeit von etwa 200 Fuss hat. Sie wird in ihrer Mitte getheilt durch die erwähnte, gegen SW. stets mächtiger werdende Sandsteinschicht.

Mit ihrer grösseren Ausdehnung gegen SW. hält die Verarmung der Lagerstätte an Zinnober gleichen Schritt. Im SW.-Theile stellt die Lagerstätte nur noch einen Complex von Erzmitteln dar, welche mit einander durch Ramification verbunden sind; sie ist ein Conglomerat von thonigtalkiger Grundmasse mit Einschlüssen von Kalkstein, Quarz, Porphyr und viel durch Zinnober, rothgefärbten Gyps (in Nestern und Schnüren oder kleinen beigemengten Körnern). Reichere Mittel der mit Zinnober imprägnirten Bildung scheinen südlich der Schielinstrecke nicht mehr aufzutreten. Ein reicheres Mittel ist nur von dem Punkt bekannt, wo die Schielinstrecke gegen Süd umbiegt (unter dem Mundloch des Pisani-Stollen, — 12 Meter Mächtigkeit auf 75 Meter Teufe verfolgt). Zwischen diesem und dem zinnoberreichen, nordöstlichen Hangenden des Haupterzmittels, dem die Schielinstrecke folgt, steht dieselbe auf 45 Meter in erzarmem Porphyr. Die Erzeugung 1857, — 360 Ctr. stieg 1858 auf 820 Ctr. und soll sich gehalten haben.

Der Bertistollen, Wasserabzugstollen für die Tiefbaue der O'Connor (30 Klafter tiefer — 300 Meter weiter nördlich), 404 Meter weit bis zur Kalkgrenze getrieben, zeigt nur Talkschiefer mit eingelagerten Graphitschichten ohne Erz-Imprägnation. Der auf der Tiroler Seite von einer Gesellschaft in Primiero auf der linken Seite des Pezzea-Baches in die SW.-Fortsetzung der erzführenden Masse getriebenen Terrabujo-Stollen überfuhr nur schwache Zinnoberschnüre.

Das ganze Vorkommen spricht für Sublimation und Concentration an geeigneten, durch dichte Graphitschiefermassen abgeschlossenen Punkten und gegen die Ansicht von der Constanz des Quecksilber-Horizontes.

Ausser diesen finden sich im Vall'alta-Thal auch andere Erzlagerstätten, besonders viele Spatheisensteingänge im Schiefergebirge am „Pian della Stua“ auf der rechten Seite des Miss nahe seinem Eintritt in den Canal. Einer derselben von 2 Meter Mächtigkeit lieferte Erz für den Hochofen von Primiero. Auch Kupfererzgänge sollen vorkommen.

b) Cima d'Asta-Gebiet mit Val Sugana.

Leopold v. Buch hat 1824 (in Nr. VII der von Leonhard veröffentlichten „Geognostischen Briefe“) neben seinen Bemerkungen über geognostische Erscheinungen im Fassa-Thal und über den Granit der Alpen überhaupt (pag. 141) sich specieller auch über das Cima d'Asta-Gebirge ausgesprochen. Er macht dabei mit den mineralogischen Resultaten bekannt, welche Weiss, der 1806 die Cima d'Asta bestieg, bereits mitgebracht hatte. Der Granit der Cima d'Asta wird hier bereits dem Brixener-Granit an die Seite gestellt.

Es wird überdies hervorgehoben, dass der Granitstock von dem Glimmerschiefer, in dessen Gebiet er erscheint, mantelförmig umlagert sei, dass der Granit den Schiefer gehoben und durchbrochen habe und dass er das älteste Eruptivgestein der Gegend sei. v. Buch nennt ihn wegen seines nachbarlichen Verhältnisses zum rothen Porphyry auch „Granit des rothen Porphyrs“. Wenn man sich das Hervorbrechen und die Aufrichtung der stockförmigen Granitmasse nicht als die pluto-vulcanische Action eines noch flüssigen Magmas, sondern als Bruch und Aufstauung einer schon vorhandenen festen plutonischen Gesteinsmasse denkt, also als die mechanische Wirkung einer späteren plutonischen Kraftäusserung, so ist das, was v. Buch sagt, noch zutreffend und übereinstimmend mit der von uns gewonnenen Anschauung.

Die ursprüngliche mantelförmige Umlagerung der Schieferschichten um eine gewölbte Granitdecke ist noch erkennbar, wenn auch gestört in der Linie der Absenkung des Mittelstückes des Südfügels. Ein Herausheben der Granitmasse aus der Schiefermasse hat stattgefunden, aber nicht das Hervorbrechen eines granitischen, erst später etwa zur Erstarrung gelangten Magma aus einer Spalte. Es müsste in diesem Falle eine deckenartige Ausbreitung über die Schiefermassen nachweisbar sein.

Die Beziehung zu den grossen Porphyry-Ausbrüchen kann eine zweiseitige sein. Die Porphyrymassen sind in der Nähe der Granitmasse zum Ausbruch gelangt, weil sie dort schon ältere Eruptionsspalten vorfanden und sie haben andererseits die Bildung neuer Spaltenzüge im älteren Gebirge veranlasst und damit auch Dislocationen von Theilen des älteren Gebirges.

1850. Achill de Zigno. Uebersicht der geschichteten Gebilde der venetianischen Alpen (Geolog. Reichsanst. Jahrbuch, I. Bd., 2. Heft, 181, mit einem Durchschnitte).

Mit Beziehung darauf, dass Buch 1824 den Tagliamento (d. i. dessen oberen Lauf im Canal von Sochieve) von seinem Ursprung bis zum Zusammenfluss mit der Fella als Grenze zwischen dem Kalkgebirge und dem nördlichen Grauwackengebirge bezeichnete, erwähnt Zigno, dass der glimmerige Sandstein, thonige Schiefer und eine mächtige Sandstein-Formation, begleitet von Gyps, von bittererdehaltigem und bituminösem Kalk die Gegenwart älterer Schichten in den Schluchten des linken Tagliamento-Ufers andeuten.

Die Steinkohlenlager in dem genannten Kalk wurden von Meneghini fraglich für Zechstein oder Trias gehalten. Zigno hält zwar einen grösseren Theil der Schichten wegen ihrer Versteinerungen (*Avicula-socialis* und *Terebratula vulgaris*) für triadisch; er fügt jedoch hinzu, dass diese Versteinerungen in den mächtigen Kalk-Ablagerungen unter der Trias nicht vorkommen, wesshalb diese wohl einer älteren Formation zugehören. Auch für die Psammitschichten, welche diesen Kalk überlagern, hält er die Zugehörigkeit zur Trias für zweifelhaft.

In dem nördlichen Theile Friauls bildet die Trias noch fortwährend die Unterlage des Jura bis in die Thäler, welche den Ursprung der Piave umgeben und den Fuss der Höhen des Comelico im nördlichen Theile von Cadore enthüllen. In diesem Theile nun erreichen die unteren Sandsteinschichten eine grössere Mächtigkeit und ruhen auf Glimmerschiefer (resp. Thonglimmerschiefer), welcher die mehr oder minder sichtbare Grund-

lage aller Gebirge in der Lombardie und dem Venetianischen bildet und der sich hauptsächlich am nördlichen Abhang dieser grossen Vormassen der Kärntner- und Tiroler-Alpen zeigt. Der Glimmerschiefer und der Sandstein liegen auch in den Thälern, die sich gegen Süden wenden und in jenes der Piave münden bis nach Cadore zu Tage. Diese Formationen finden sich auch mächtig entwickelt in den Bergen zwischen den Thälern von Sexten und la Boite.

Die parallele Lage der Schichten vom Glimmerschiefer bis zum Jura wird selbst für den District von Rocoaro betont und die südliche Grenzlinie des Glimmerschiefers wird vom Becken von Trento in Tirol längs der Brenta in die Valsugana gezogen, durchschneidet den Canal von S. Bovo, die Thäler Cismon, Miss, Cordevole, Mai, La Borte, geht durch den oberen Theil von Cadore und folgt, gegen West sich wendend, dem linken Tagliamento-Ufer.

In dem beigegebenen Durchschnitt von der Cima d'Asta durch das Plateau der Sette Comuni bis Bassano folgt auf den (syenitischen) Granit der Cima d'Asta der Glimmerschiefer der Kette, welche sich von Roncegno nach Pergine hinzieht. In der Val Sugana durchbricht ein Hügel von Quarzporphyr die Trias, auf welcher die höheren Kalkgebirge der Cima del Dodici etc. liegen.

1853 hat J. Trinker in seinen „Erläuterungen zur geognostischen Karte Tirols“ — (redigirt von Widmann — Seite 9, Gruppe des Gneisses) neben dem Granit von Brixen etc. auch den der Cima d'Asta erwähnt und überdies eine allgemeine Beschreibung der denselben begleitenden Schiefer (Seite 27: Gruppe des Thonglimmerschiefers) gegeben und specieller die in der nördlichen und südlichen Schieferzone vorhandenen Erzlagerstätten und die darauf betriebenen älteren oder neueren Bergbaue aufgezeichnet.

In das Gebiet des Thonglimmerschiefers fallen nach Trinker die zahlreichen und einst berühmten Silberbergwerke von Primör, sowie die mächtigen Lager von Eisen- und Kupferkies des Val Imperina bei Agordo. Aeusserst zahlreich innerhalb der Grenzen des Thonglimmerschiefers sind Bergbaue in Val Sugana, besonders in der Gegend von Pergine, Levico und Borgo.

Sie waren schon zu Trinker's Zeit grösstentheils aufgelassen und gingen, wie am südwestlichen Gehänge des Hornberges (Monte Corno), am Sasso di campo und am Monte Fronte, auf Quarzgängen mit silberhaltigem Bleiglanz, etwas Kupferkies und Blende um. In dem 1—2 Klafter mächtigen Lager von Brauneisenstein am Monte Fronte ober Levico wurde aus den 70 Perc. eisenhaltenden Erzen gelbe Farbe geschlemmt.

Verlassene Neuschurfe auf Magnetkies und Kupferkies finden sich auch in der Gegend von Roncegno und Borgo.

In die Verlängerung des Striches der Uebergangsschiefer von Pergine und zwar in die nördliche Zone, der die Masse der Cima d'Asta umschliessenden Ringgebilde fallen die Baue von Val Calamento, Val Sorda und Conserie. Hier wird theils derber, theils eingesprengter Kupferkies abgebaut, der an der Grenze des Granites in Gängen eines quarzigen, granitischen Gesteines mit einem Streichen in h. 2 bei 85 bis 90 Grad Verflächen einbricht. Der Hauptstollen, durch welchen dieser

Bau aufgeschlossen war, hatte 1846 bereits eine Länge von 120 Klafter. Ein ähnliches Vorkommen findet sich im Val Calamento. Im Val Sorda (Antoniosollen) finden sich die schönsten Gelferze lagerförmig im Thonglimmerschiefer mit SW.-Verflächen unter etwa 20 Grad. Die Lagermasse ist grösstentheils Schiefer bis 2½ Fuss mächtig, im Hangend und Liegend von einem dunkler gefärbten, mürbem Thonschiefer begleitet, stellenweise mit 2—3 Zoll mächtigem, derbem Kupferkies.

1856 und 1857. F. Foetterle: Geologische Verhältnisse des Venetianischen. (Jahrb. Geol. R.-A., Bd. VII. R.-B. 850 und Bd. VIII., S. 787) erwähnt nur kurz das Auftreten krystallinischer Schiefer bei Agordo und das isolirte Erscheinen von Glimmerschiefer sowie der bunten Sandsteine und des rothen Porphyrs von Recoaro. Ueberdies bezeichnet er den Glimmerschiefer als Unterlage der Trias (speziell der Werfener-Schichten) auf der Strecke Primör bis Pergine, westlich bei Roncon, Tione und Pinzolo und für die Strecke von Pergine über Civezzano und Lavis — den Porphyr.

1860 bespricht v. Richthofen (l. c. p. 108 ff.) neben dem Granit von Brixen denjenigen der Cima d'Asta im Sinne v. Buch's. Er erwähnt dabei der von der Cima d'Asta-Masse isolirten Granitinsel von Rocegno. Bezüglich der mineralogischen Eigenschaften wird das constante Erscheinen von Hornblende und die leichte Erkennbarkeit von Oligoklas hervorgehoben und das Gestein den Granititen beigeieht. Ein sehr ausgezeichnetes, von H. Wolf aufgefundenes Granitgestein (körniges Gemenge von Quarz mit reichlichem, grünem Oligoklas und wenig Hornblende, worin 1—2 Zoll grosse, scharf begrenzte, weisse Orthoklaskrystalle eingeschlossen sind) stammt von Camprestrini bei Borgo di Val Sugana und wird von v. Richthofen als ein Ausläufer des Cima d'Asta-Granites betrachtet. Die Granite der Cima d'Asta, des Adamello, der Umgebung von Brixen und von S. Catarina bei Bormio werden als eine selbstständige Gruppe unter den Alpengraniten bezeichnet mit gleichzeitiger Entstehung nach beendeter Bildung der krystallinischen Schiefer. v. Richthofen stellt diese Gruppe unter den Namen „Adamello-Granit“ als eine jüngere Gruppe neben den Julier-Granit G. v. Rath's, welcher den krystallinischen Schiefen selbst angehört. Für diese Trennung wird vorzugsweise in dem von Rath an den Granit von S. Catarina beobachteten gangartigen Auftreten eine Stütze gefunden.

Im Ganzen ist ein vergleichendes Studium aller innerhalb der älteren Gneisse und Gneissphyllite, sowie innerhalb der Quarzphyllitgruppe auftretenden Granitmassen noch nicht durchgeführt, weder in Bezug auf ihre chemische Mischung und ihre petrographischen Eigenschaften, noch auch auf ihre geologische Stellung innerhalb der Schiefercomplexe.

Die von v. Richthofen vertretene Ansicht wird bei Abtrennung der Quarzphyllitgruppe von der Gruppe der eigentlichen krystallinischen Schiefergesteine sich wohl mit unserer Anschauung in Einklang bringen lassen, dass die hornblendeführenden Alpengranite eine in ihren Gliedern etwas altersverschiedene Reihe bilden, deren Entwicklung aus der Zeit der Gneissphyllitgruppe noch unbestimmt weit in diejenige der Quarzphyllite oder deren Aequivalentcomplexe hineinreicht und dass verschiedene jüngere Glieder der Reihe die älteren, ähnlich wie dies bei den verschiedenen Quarzporphyren der Fall ist, gangförmig durchsetzt haben mögen.

1860. G. v. Rath's Abhandlung: „Die Lagorai-Kette und das Cima d'Asta-Gebirge“ (Jahrb. d. Geol. Reichsanstalt Bd. XI, S. 231—228) enthält die Resultate einer Untersuchung, welche sich im Wesentlichen auf den Durchschnitt von Cavalese in Fleims nach Borgo in Val Sugana, auf dem Wege von Borgo nach Cauria und auf die Besteigung der Cima d'Asta bezieht.

Die eine Stunde abwärts vom Passe Sassorotto unter dem Quarzporphyr folgende Schieferzone mit Bergbau auf Kupfererz wird als Glimmerschiefer aufgeführt und die Steilwände von weissem Granit, welche folgen, bestehen aus dem typischen, klein- und grobkörnigen Gestein des Asta-Gebirges. Weiter abwärts finden sich neben dem Hauptgestein (weisser Feldspath, weisser Oligoklas, grauer Quarz, schwärzlichbrauner Glimmer, bisweilen etwas Hornblende, zerstreut vertheilt, nicht parallel oder fasrig geordnet), syenitische Gesteine und Dioritporphyr. Abwärts von dem Punkte, wo bei Pontarso das Thal Campelle in das Calamento-Thal mündet, erhebt sich zur Linken die Granitmasse wie ein Gewölbe. Auf das herrschende Granitgestein folgt im Süden ein zweites schmales Band von Glimmerschiefer, welches von Torcegno am W.-Ende bis Canal San Bovo am O.-Ende der Granit-Ellipse der Hauptaxe des Hochgebirges parallel streicht, aber gegen dasselbe NW. einfällt. Es ist somit statt der mantelförmigen Umhüllung, welche v. Buch annahm und welche vielleicht auch die ursprüngliche tektonische Form war, hier eine grosse Verwerfungslinie zwischen der nördlichen und südlichen erzführenden Glimmerschieferzone angemerkt.

Wo die Engen des Granitgebirges sich gegen das Brenta-Thal öffnen, lehnen flache Hügel des nummulitenführenden Eocängebirges an das schroffe Hochgebirge, südlich von Borgo bei Olle das triadische Dolomitgebirge mit dem Zwölferspitz, in dessen Schluchten sich gleichfalls Eocänschichten erhielten. Von den SO. fallenden Dolomitschichten der zwei Burgen tragenden Dolomitklippe bei Borgo liegt SW. der aus dunkelgrünem Quarzporphyr bestehende Monte Visele.

Auf dem Wege von Borgo nach Caoria wurde die Glimmerschiefervorlage von Strigno durch die Valle Gallina (Chiepenna-Bach) bis über Bieno verfolgt. Ein grosses Längenthal, in welchem die Bäche Telvagola und Chiepenna gegen West fliessen, trennt die Glimmerschieferzone und durch diese das Granitgebirge von dem südlichen Kalkgebirge. Aus den Quarzporphyrblöcken (braune Grundmasse mit zollgrossen Feldspathkrystallen), die im Vereine mit Granit- und Glimmerschiefer-Blockwerk in und vor der Schlucht zwischen Agaro und Silana vorgehäuft liegen, schliesst G. v. Rath auf das Vorhandensein von Porphyrgängen im Granit des Asta-Gebirges. Die dünngeschichteten, röthlichen Kalkbänke im Hintergrunde des Telvagola-Thales fallen flach dem Granite zu, dagegen fallen die Schichten des Kalkdolomitwalles, der die Grenze gegen den Glimmerschiefer von Col Maranda her durch das Canal-Thal bezeichnet, vom Monte Tatoga gegen SO. Auf dem Wege von der Passhöhe zu den Tarnosenahütten sieht man West gegen die Connaspitze nur Schiefer und Granit, ebenso bleibt auf dem Wege durch Val Longa über Kaimeni nach Canal (S. Bovo) zur Linken der Schiefer mit 25 Grad NW.-Fallen der stete Begleiter, während auf der andern Seite die Kalkberge der Meranda in das Thal vorspringen. Wenig ober-

halb Canal beginnt der Granit in pralligen Wänden von etwa 1000 Fuss, weiter hinauf sanftere ausgedehnte Alpen tragend.

Bei dem Seebecken unterhalb Caoria, zu dem sich der Vanoi erweitert, setzt die Grenze zwischen Granit und Glimmerschiefer quer durchs Thal und der Schiefer fällt auf der linken Seite des in diese Gegend einmündenden Lorda-Thales steil gegen Nord vom Granite ab. Der das Canal- und Sorda-Thal trennende und gegen NO. zungenförmig in den Granitstock eingreifende Schiefercomplex und besonders der des Bergrückens nördlich von Caoria besteht nach v. Rath ganz aus Glimmerschiefer mit Einlagerungen eines plattenförmig abgesonderten Dioritgesteines. Derartige Hornblendegesteine sind besonders unseren oberen Gneissphylliten und zum Theil auch den tieferen Quarzphylliten eigen. An eine etwa carbonischen Schiefeln entsprechende Facies der Quarzphyllitgruppe kann man hiebei schon gar nicht mehr denken.

Der Granit des Hauptstockes ist der oben erwähnte weisse Granit, der stellenweise besonders reich ist an dunklen, glimmerreichen Einschlüssen, wie sie der Granit des Riesengebirges besonders häufig zeigt.

Die Angabe, dass die Glimmerschieferzunge von Caoria bis in den oberen Theil der Val Regana und bis selbst zum Croce-Pass vordringt und dort schwarzer Glimmerschiefer mit röthlichbraunen Granaten vorkommt, spricht sehr deutlich für die Vertretung einer Schiefergesteinszone, welche älter ist als die Quarzphyllitgruppe. Ausser grob- und feinkörnigen Granitvarietäten werden glimmerreiche, dioritische Gesteine und ein porphyrtig angelegtes Gestein (bestehend aus dunkelgrünen Chloritblättchen von Chlorithülle umgebenen Quarzkörnern und Krystallen von gestreiftem Feldspath) angeführt. Das letztere erinnert an gewisse Ausbildungsweisen von Gesteinen, welche der die Ziller-Thaler Central-Gneissmasse zu begleitenden Zone der grünlichen (chloritisch-talkigen) porphyrtigen Augen- und Knotengneisse eigen sind. In den Thälern Sorda, Zanca und Fossernica, den nördlichen Auszweigungen des Canal-Thales fand G. v. Rath nicht die gewünschten Aufschlüsse über die Lagerungsverhältnisse zwischen Glimmerschiefer und Porphyry. Die beiden Thalgehänge des Val Sorda bestehen aus gegen Nord abfallendem, silberweissem Glimmerschiefer. Das von Nord her in das Sorda-Thal mündende Val Zanca bringt bereits Blöcke des Porphyrs herab, der in steilen Wänden den Hintergrund des Thales abschliesst, aber erst über den noch die Passhöhe zwischen Val Zanca und Val Fossernica bildenden Glimmerschiefern in der flammenzungenähnlich ausgezackten Felsmasse des Monte Cece erreicht wird.

Dr. E. W. Benecke gibt in seiner bekannten Arbeit: „Ueber Trias und Jura in den Südalpen“ (München. Beiträge I. Bd., 1) auch einige Notizen über ältere Schiefergesteine (pag. 39).

Als die tiefsten Sedimentbildungen seiner Profile erscheinen, abgesehen von metamorphischen Schiefeln, die Thonschiefer bei Sella. Nach den Funden südlich der Alpen in den Monte Pisani und auf Sardinien, wo Thonschiefer mit unzweifelhaften Pflanzenresten der Steinkohlenformation vorkommen, gehören nach des Verfassers Meinung diese Schichten wenigstens theilweise in die Steinkohlenformation.

Bei Trient bilden sie zunächst südlich von Pavo eine Insel in jüngeren Schichten am S.-Ende des Porphyrrplateau's; in Nord und Süd des Cima d'Asta-Zuges bis Canal di Sotto im Venetianischen bilden sie die Grenze zwischen krystallinischen und kryptogenen Gesteinen einerseits und den jüngeren Schichten andererseits. Die einzelnen südlich dieser Hauptgrenzlinie auftretenden Partien, wie die Scholle bei Sella (Prof. VI. Borgo Val Sugana) verdanken ihre Hebung wohl localen Einflüssen.

Durch das in die Höhetreiben des Porphyrkeils, der den Monte Zacon bildet, in starrem Zustande, zur Zeit der letzten Hebung der Alpen noch südlich des Haupthebungsgebietes der nächsten Centralmassen, wurde die vorderste, den Monte Armentara bildende Scholle der Dolomite und Kalke abgesprengt und steil aufgerichtet und neben die mehr im Zusammenhang gebliebene Masse der Cima Vezana, Cima Dodici u. s. w. gestellt. In der tiefen Verwerfungsspalte, in der der Moggio hinströmt, gelangte dabei der Thonschiefer zur Entblössung.

Im Jahre 1868 hebt E. Suess (l. c. 1. Abschn.: Val Sugana. Cima d'Asta Seite 1—12) aus diesem Gebiet folgende Verhältnisse als bemerkenswerth und sprechend für seine Theorie vom carbonischen Alter der südalpinen Thonglimmerschiefer (Casannaschiefer) und der denselben zugehörnden mächtigen Granitmassen hervor:

Zuerst wird der Contrast angemerkt, der zwischen der unmittelbaren Decke der Thonglimmerschiefer in Süd und Nord herrscht. Sowohl im isolirten Thalkessel von Recoaro als im Cima d'Asta-Valsugana-Gebiet liegt an der Südseite die Trias unmittelbar auf Thonglimmerschiefer (glimmerreichen Thonschiefer), der hier wie dort erzführend ist; im Norden aber ist hier und dort zwischen beiden deckenartig der bezüglich der Erhebung der Alpen schon von Boué und Peters passiv genannte Quarzporphyr eingeschoben. Besonders spricht für diese Passivität des Quarzporphyrs sein Verhältniss zu der von einem Thonglimmerschiefergürtel umgebenen Granitmasse der Cima d'Asta, welche er in einem im Norden mehr eingeschlossenen, im Süden mehrfach unterbrochenem Zuge (man möchte sagen, nur in einzelnen Schollen) umgibt und indem er sammt der auf ihm sitzenden Trias den Thonglimmerschiefer überlagert, sich zu diesem oder eventuell zum Granit in ähnlicher Auflagerung befindet, wie die Triascomplexe des Schlern und der Mendola zum Bozener Porphyrmassiv.

Suess neigt gegenüber von v. Richthofen mit v. Buch und Trinker zu der früheren Ansicht, dass der Grödener-Sandstein noch zum Rothliegenden gehöre, und er deutet an, dass nicht nur nach oben, sondern auch nach unten der Grödener-Sandstein gut begrenzt sein werde und dass es rothe Sandsteine einer tieferen Gruppe seien, welche in Südtirol die Verbindung mit dem Porphyr herzustellen scheinen.

Bei dieser Gelegenheit betont er auch, dass sowohl im Liegenden als auch im Hangenden der deckenartigen Ausbreitung der Hauptporphyrmasse tuff- und breccienartige, sowie conglomeratische Bildungen auftreten, ja dass dieselben nicht selten von rothen glimmerigen Schiefern vom Aussehen der Werfener-Schiefer begleitet sind, welche auf kurze Strecken auskeilen oder anschwellen und überhaupt local sehr wechseln. Es sind daher die dunkelbraunrothen Conglomerate im Liegenden des

Porphyrns natürlich zu unterscheiden von den äusserlich ähnlichen, aber Porphyrgerölle enthaltenden Gesteinen Westkärnten's, welche als Einlagerungen im Grödener-Sandstein liegen oder sein Niveau repräsentiren.

Dass der Verrucano der östlichen Schweiz mit seinen Porphyren in der Hauptsache dieser Schichtengruppe Tirols entspreche, dies wird im Allgemeinen seine Gültigkeit behaupten. Es ist hiebei nur zu erwägen, dass, nachdem durch Meneghini und Heer das obercarbonische Alter des Verrucano von Toscana (bei Jano) erwiesen wurde und nachdem sehr vielfach Schichten von ganz verschiedenem Niveau, ja sogar von sehr verschiedener petrographischer Beschaffenheit nicht nur im Obercarbon, im Rothliegenden, sondern auch in der unteren Trias und zum Theil wohl auch im alten Grauwackengebirge mit dem Namen „Verrucano“ bedacht worden sind, die Bezeichnung „Verrucano“ aufgehört hat, ein stratigraphischer Begriff zu sein. Man darf sich darunter in Zukunft nichts Anderes denken, als ein conglomeratisches Gestein vom petrographischen Typus des Gesteins der Schanze „Verruca“, aber man darf es nicht einmal als stratigraphische Niveaubezeichnung, ein anderes Mal nur als petrographischen Begriff laufen lassen.

Dieser Ansicht muss wohl auch S u e s s sein, denn er bezeichnet (l. c. Abschnitt I, Seite 7) die quarzreichen Conglomerate, die nach Tr i n k e r gewöhnlich unter dem Porphyrr liegen und auch nach dem G. v. R a t h'schen Profil im O'Connor-Stollen (Vall'alta bei Agordo) vom älteren Schiefer 1. gegen den Alpenkalk zu zuerst angefahren wurden — als 2. Verrucano und lässt darüber der Reihe nach (das Profil zeigt überstürzte Lagerung) folgen: 3. Quarzporphyr und Porphyrsandstein und etwas rothen Sandstein (hieraus der mit Zinnober imprägnirte Porphyrr S t a p f f's) darauf; 4. grössere Talkschiefermasse mit dem von den dunklen graphitischen Schiefer umgebenen Erzstock (n. G. v. R a t h mit gerundeten Körnern von Gyps, Kalkspath und von Quarz); 5. Hangendschichten mit rothem Glimmer, Sandstein und schwarzen Graphitschiefer; 6. Talkschiefer; 7. darüber, nach S u e s s, die Hauptmasse des Grödener-Sandsteins; — in Val Trompia aber führt S u e s s nach Profil (Taf. I) und Text (Seite 9) auch die über dem Porphyrr und den Schieferrn mit Rothliegendpflanzen (Walchien etc.) gelagerten Conglomerate vom M. Colombina als „Verrucano“ auf.

Dass noch weniger wie der Verrucano der Theobald'sche Casannaschiefer einem stratigraphischen Begriff entspricht und dass dieser grosse, höchst wahrscheinlich unsere Quarzphyllitgruppe an Inhalt noch übertreffende Schichtencomplex es durchaus nicht verträgt, in den engen Raum zwischen die pflanzenführenden Schichten des alpinen oberen Carbon und die untere Porphyrbreccie oder das entsprechende quarzreiche Conglomerat (unteres Verrucanogestein) eingefügt zu werden, wurde bereits in Nr. 1 dieser Studien ausführlich erörtert.

Der Umstand, dass sowohl in der Schweiz wie in den Südalpen die Verrucanogesteine, und zwar die unteren (wahrscheinlich schon carbonischen) ebenso wie die oberen permischen oder eventuell der stellvertretende Porphyrr oder der rothe Sandstein auf Gesteinen unserer Quarzphyllitgruppe (resp. dem Casannaschiefer Graubündens) liegen, beweist eben nur das höhere Alter der ganzen Gruppe. Auf eine allgemein verbreitete Vertretung der höchsten Carbonschichten in den zunächst unter

den unteren Verrucanogesteinen folgenden Theil der Quarzphyllitgruppe könnte man nur dann mit genügender Sicherheit schliessen, wenn sich eine durchgreifende Concordanz der Grenzschichten auf bedeutendere Strecken nachweisen liesse und dann erst würde man dennoch den ganzen Complex nicht als eine Zwischenschicht zwischen dem hohen Stangalpen-Niveau und dem Rothliegenden auffassen können, sondern man müsste in denselben eine Repräsentation der ganzen Steinkohlenformation und selbst noch tieferer Formationen vermuthen.

Vielleicht lässt es sich noch nachweisen, dass die älteren Porphyre und Quarzconglomerate unserer südalpiner Gebiete und vielleicht auch noch ein Theil der älteren Porphyr-Eruptionen der Zeit nach äquivalente Bildungen sind mit dem (vergl. N. Jahrb. Leonh. und Gein. 1872, S. 209) als obercarbonisch erkannten Verrucano von Toscana und den oberen Quarzconglomeraten und pflanzenführenden Schiefen der karnischen und inneralpiner Steinkohlenformation. Es mögen dann auch thonglimmerschieferartige, grüne, quarzitischeschiefer in naher Verbindung mit den unteren Verrucanogesteinen dieser Gebiete ganz ebenso auftreten, wie sie auch in den inneralpiner Gebieten (am Steinacher-Joch und an der Stang-Alpe) theils unter, theils über den verrucanoartigen Quarzconglomeratbänken der dortigen Carbonformation erscheinen; dieselben werden aber dann als ein höheres Glied von der Hauptmasse der eigentlichen Quarzphyllitgruppe getrennt gehalten werden können.

v. Richthofen spricht fast immer nur von Anlagerung oder deckenförmigem Uebergreifen in Bezug auf das Lagerungsverhältniss des Porphyrs und der mit demselben nach unten oder nach oben verbundenen Sedimentgebilde, nie von einer concordanten Auflagerung und betrachtet das Thonglimmerschiefergebirge im Ganzen als älteres contourirtes Landgebiet. Damit stimmen meine Beobachtungen, nach denen es auf der Strecke zwischen Eisak und Enneberg ganz verschiedene Horizonte der Quarzphyllitgruppe sind, auf welchen das Conglomerat, der Porphyr oder der Grödener-Sandsteine lagert, auf das Beste überein.

Im Val Sugana-Gebiet scheinen diese Verhältnisse, nach Suess, etwas regelmässiger und im Sinne der Ansichten von Suess gestaltet.

Das Quecksilbervorkommen von Vall'alta gehört nach Suess einer Talkschiefermasse an, welche unter dem Grödener-Sandstein liegt, aber nach dem v. Rath'schen Profile über dem Quarzporphyr und seinem Sandsteine. Es sind hier also zwei durch Talkschiefer getrennte Horizonte von rothem Sandstein nachweisbar. Der Thonglimmerschiefer der Quarzphyllitgruppe (Casannaschiefer Suess), welchen Suess als ein aus zahlreichen welligen, zum Theil eigenthümlich verdrückten, membranösen seidenartig glänzenden Glimmerfasern zusammengesetztes Gestein mit häufigen Einschlüssen von Quarzlinsen und selteneren Kalksteinlagern beschreibt, unterteuft allenthalben den Porphyr und die Conglomerate und, wo diese fehlen, unmittelbar den rothen Sandstein. Ob dabei eine durchgreifende Concordanz der Auflagerung stattfindet, ist nicht gesagt, jedoch ist hervorgehoben, dass dieser Thonglimmerschiefer als erzführende Zone Südtirols zu bezeichnen ist und dass die zahlreichen, zum Theile aufgelassenen Bergbaue auf Kupfer oder Bleiglanz, welche von Pergine über Levico, rings die Asta-Masse umgebend, bis Primör und bis zu dem grossen Stocke des Val Imperina (Agordo) ziehen, demselben

Streifen von Casannaschiefer angehören. Dieses Gestein trennt ringsum den Granit der Asta von dem Porphyry und dem Grödener-Sandstein und in Nord und Süd vom Granit befinden sich in dem Schiefer die alten und neueren Baue auf Kupfer bei Roncegno, im Torrente Maso, im Val Calamento, Val Sorda und Conserie.

In dem Val Sugana-Cima d'Asta-Gebiet, meine ich, tritt höchst wahrscheinlich nicht die ganze Masse der Gesteinsschichten heraus, welche im Pusterthaler-Hauptzug in der Quarzphyllitgruppe eingeschlossen ist und in diesem repräsentirten Theil der Thonglimmerschiefermasse, der immerhin einen ganz ansehnlichen Abschnitt der unteren Gruppe entspricht, liegen die genannten Erzlagerstätten. Wenn man die ganze hier vertretene Schiefermasse als eine einheitliche Zone auffasst, ist die angedeutete Erzführung für dieselbe charakteristisch. Wenn man jedoch an die Möglichkeit denkt, dass diese immerhin mächtige Masse sich vielleicht gliedern lässt, stellt sich die Sache in anderer Weise. Man kann dann wahrscheinlich nicht sagen, dass die Erzführung für eine bestimmte Zone der Thonglimmerschiefer charakteristisch ist und zwar gerade nach der Auffassung von S u e s s, welcher selbst eine sehr durchgreifende Gliederung in den ganzen Complex bringt, am allerwenigsten.

Suess geht wohl mit Recht auf Grund der Beobachtungen von G. v. Rath, sowie mit Rücksicht auf die Einzeichnungen der Tiroler Karte und seine eigenen, im Vereine mit Herrn Waagen gemachten Beobachtungen von der älteren v. Buch'schen Ansicht ab, dass der Thonglimmerschiefer die Granitmasse der Cima d'Asta auch jetzt noch mantelförmig umlagere. Nach den genannten Beobachtern fällt der Schiefer in Nord und Ost vom Granit weg (also NWN. bis NO.) an der Südseite aber (von Torcegno bis Canal S. Bovo) gegen den Granit NW. ein; überdies ruht (nach S u e s s-W a a g e n) die Granitmasse des Salubio auf der rechten Seite des Torrente Maso (bei Borgo) ebenso wie der mehr gegen Nord zurücktretende Granit der Cima Ravetta auf flach einfallendem, erzführendem Thonglimmerschiefer (vergl. l. c. Taf. I, Fig. 1).

Da nun unter dem Thonglimmerschiefer mit ähnlichem NW.-Fallen jüngere Sedimentärgebilde in umgekehrter Reihenfolge von Schichten, vom Jura beginnend, durch Kreide bis in das ältere Tertiärgebirge folgen, so erklärt S u e s s dieses merkwürdige Lagerungsverhältniss als hervorgerufen durch eine Ueberschiebung der Granitmasse der Cima d'Asta aus der Richtung der Mittelzone her.

Mag eine solche Totalverschiebung auch möglich sein, so ist sie doch nicht unbedingt nothwendig zur Erklärung und sie involviret einen Widerspruch gegen die von S u e s s Seite 12 und in seinem Idealprofil angedeutete Ansicht, dass die Granitmasse der Cima d'Asta und eventuell auch die von Brixen eine dem Casannaschiefer eingelagerte Masse sei. In diesem Falle würde eine Zweitheilung der Casannaschiefermasse und eine Dreigliederung des ganzen, ins oberste Carbon versetzten Complexes (unterer Casannaschiefer, Granit und seine gleichzeitigen Schiefer-Aequivalente und oberer Casannaschiefer) nothwendig werden, dann könnten aber die erzführenden Schichten der Cima d'Asta-Gebiete in N. und S. unmöglich demselben Niveau angehören. Für dieses Gebiet ist daher die andere von S u e s s (pag. 12) noch offen gelassene Möglichkeit das Richtige, dass der Granit der Cima d'Asta den Thonglimmerschiefer

unterteuft. Er ist in Bezug auf die hier vertretene Abtheilung der Quarzphyllitgruppe wohl jedenfalls das ältere und ursprünglich mantelförmig umlagerte Gebirge, an dessen Südseite bei einer späteren Heraushebung der Hauptmasse nach der Spaltenrichtung eines aufgebrochenen Gewölbes die Südflanke absank. Dabei ist eine gegensinnig gegen das ältere Mittelgebirge sich stellende Neigung der absinkenden Schichtenfolge, verbunden mit einer Ueberschiebung oder Ueberstürzung grösserer Massen des Granitgebirges, durchaus nichts Unerwartetes und Unerklärbares.

Ich glaube nicht, dass es nothwendig ist, eine Ueberschiebung der ganzen Cima d'Asta-Masse in junger, nacheocäner Zeit anzunehmen und das allgemeinere Phänomen der NW.-Neigung der Thonglimmerschiefer an der Südseite des Cima d'Asta-Gebirges als gleichzeitig mit der nur localen Ueberkipfung jüngerer Sedimentärschichten unter einer überschobenen, überstürzten oder gegen sie abgesunkenen Masse von Granit und Thonglimmerschiefer zu halten. Die Art und Weise der Ueberlagerung der Thonglimmerschiefer-Insel des Cima d'Asta-Gebirges durch die Porphyrdecke und den rothen Sandstein spricht auch hier für das Vorhandensein eines älteren Festlandtheiles zur Zeit des Beginnes der Porphyr-Eruptionen am Ende der Carbonzeit.

4. Insel-Gebiet von Recoaro.

So bekannt dieses Gebiet durch die Untersuchung der dem älteren Gebirge aufgelagerten jüngeren Schichtencomplexe, besonders der Trias bereits geworden ist, so wenig ist in neuerer Zeit die ältere Gesteins-Unterlage zum Gegenstand eines specielleren Studiums gemacht worden.

Mit Ausnahme von Pietro Maraschini und K. v. Schaueroth hat sich kein Forscher, ausser ganz vorübergehend, über das ältere Schichtenmaterial ausgesprochen.

Obwohl in der ausführlichen Schichtenfolge, welche schon 1824 Maraschini gibt, eine grössere Reihe von Schichten unter das Niveau des Buntsandsteines gesetzt erscheinen, welche nach den neueren Ansichten noch der Trias zufallen, so dürfte bei dem Umstande, dass die Vertretung der Permformation in den Südalpen jetzt nachgewiesen ist und ihre Vertretung durch Quarzporphyre und die mit denselben verknüpften Tuffsandstein und Conglomeratbildungen sicher ist, eine genauere Prüfung der zwischen dem Röth und der Quarzphyllitgruppe entwickelten Sedimente dennoch nicht ohne Nutzen sein. Der Umstand, dass unter dem ersten rothen Sandsteine Maraschini's die grauen Kalkmergel seiner ersten grauen Alpenkalkformation liegen und darunter erst sein vom rothen Sandstein abweichender Kohlensandstein mit den Puddingsteinen aus Quarz, Talkschiefer und Thonschiefercement lässt doch die Möglichkeit einer Vertretung permischer Schichten noch offen.

Im Jahre 1824 also schon hat Pietro Maraschini in seinem *Saggio geologico* (Sulle Formazioni delle Rocce del Vicentino. Padova) gerade über die ältere Gesteinsreihe des Gebietes von Recoaro, welches, da die Gebiete des Comelico und der Carnia zum karnischen Hauptzug gehören und der schmale kleine Zwickel von älteren Schiefergesteinen, welchen das obere Val d'Agordo schneidet sich dem Cima d'Asta-

Gebiet anschliesst — das einzige, selbstständige Aufbruchgebiet paläozoischer Schichten im Venetianischen ist, genauere Nachrichten niedergelegt. Es ist hier eine Reihe von Profiltafeln und eine vollständige Schichtenreihe der im Vicentinischen vertretenen Formationen gegeben. Soweit dieselbe auf unser Thema etwa Bezug haben kann, wollen wir dieselbe anführen:

I. Grundgebirge (*Terreno fondamentale*).

A. Formation der Talkthonschiefer (*Talco scistoideo*) in Verbindung mit Pyroxengestein bei Recoaro, Torre, Valli, Posina etc. In derselben werden als untergeordnete Felsarten angegeben:

1. hartes Talkschiefergestein (Valle dell'Orco bei Recoaro, Ponte della Villuna bei Torre);
2. anthracitführendes Talkschiefergestein (Quartiero di Peserico und Val di Spolek bei Recoaro);
3. chloritisches Talkschiefergestein (Facchini bei Recoaro);
4. Thonschiefer (Valle degli Storti bei Recoaro);
5. Thoneisensteinschiefer oder eisenschüssiger Schiefer (Ferro ossidato [oligisto] scistoideo) von Trovole bei Recoaro.

B. Formation der Mimosite (sog. Trappgesteine des Uebergangsgebirges), stellenweise über einem besonderen Sandstein gelagert, wie zu Prak und im Val Calda (Hauptvorkommen Recoaro, Valli etc.).

II. Secundärgebirge (*Terreno secondario*).

A. Metassitformation oder Kohlensandstein mit thonigem Cement, zuweilen mit Pyroxengesteingängen (Recoaro, Valli, Torre etc.).

Als untergeordnete Gesteinsarten werden aufgeführt:

1. Puddingstein aus Quarz, Talkschiefer und Thonschiefercement, (Recoaro, Torre etc.);
2. Thonschiefer mit kohligen Pflanzenabdrücken — (bei Prak und Maltauro nächst Recoaro, Cuchimuri bei Valli u. s. w.);
3. fossile Kohle (Litantrace) selten, Prak und Maltauro bei Recoaro, Cuchimuri bei Valli etc.;
4. Spatheisenstein (auch durch Zersetzung Hydrate) in Lagermassen bei Prak nächst Recoaro.

B. Erste graue Alpenkalkformation befindet sich zum Theil in Contact mit Pyroxengesteingängen. Prak, Prechele und Valle degli Storti bei Recoaro, Quardia vecchia bei Valli, Maglio bei Valli, Maglio bei Tretto.

Dieser Formation untergeordnet sind:

1. Kalkmergel in der Nähe der Pyroxengesteine in Marmore modificirt, Recoaro, Valli, Tretto, Torre, Posina etc.
2. Sandstein (an denselben Fundstellen);
3. bituminöse Schiefer von Prechele und Recoaro;
4. Schieferthone (Recoaro und Valli etc.);
5. Mimosite (Valle de Pechele bei Valli) und
6. (Vachia) Rauchwacken (Valle del Pechele bei Valli).

C. Buntsandsteinformation oder zweiter rother Sandstein (Grès bigarré) Gres screziato. Mit Pyroxengesteingängen. (Spitz bei Recoaro).

Untergeordnete Gesteinsschichten sind:

1. Schieferthon (Recoaro, Torre, Valli Tretto etc.);
2. rother, oolithischer Kalk (Prak bei Recoaro, Buselati bei Valli);

3. kalksteinführende Mergel (Recoaro, Valli, Torre, Tretto etc.);
4. Gyps. Sovegliana, Recoaro, Valli, Tretto etc.;
5. Mimosite — Prak bei Recoaro, Val del Pechele bei Valli — und
6. Rauchwacke (Vachia) — an denselben Orten.

D. Die zweite graue Kalkstein- oder Muschelkalkformation.

Der „Talgo scistoideo“ Maraschini's, der auch den vulgären Localnamen „Lardaro“ führt, ist nach der Erklärung des Verfassers eine Varietät des Thonschiefers. Es entspricht wohl am meisten dem, was wir jetzt unter der Bezeichnung talkiger Thonglimmerschiefer in anderen Gebieten kennen gelernt haben und zum Theil vielleicht auch den Talkquarzitgesteinen, welche in Verbindung mit Kalkthonschiefern vorkommen. Er gehört vorwiegend wohl in die obere Abtheilung der Quarzphyllitgruppe.

Diese Gesteinsgruppe bildet die Unterlage aller übrigen im vicentischen Gebiet verbreiteten Formationsglieder und erscheint blossgelegt vorzugsweise in den Thälern des Astico, des Leogra und des Agno mit vorherrschender SW.-Neigung. Die Schiefer, welche bleigraue, grauweisse und graulichgrüne Färbung zeigen, haben als accessorische Bestandtheile neben Quarz und Glimmer ausser erdigem Eisenoxyd auch Eisenoxydul, Schwefeleisen, kohlensauren Kalk und Anthracit.

Die einzelnen untergeordneten, eben genannten Ausbildungsweisen der talkig glimmerigen Schiefergruppe werden genauer charakterisirt und die Hauptfundstellen derselben bezeichnet. In lagerförmigen Massen erscheint im Hauptgestein ein Quarzgestein, welches durch Beimengung von Glimmer eine schiefrige Structur zeigt (Agno-Thal unter der Strasse von Giara und an der neuen Brücke der Strasse nach Val d'Agno — mit Anthracit überdies in Thale von Spolek). Ausserdem wird das gangförmige Vorkommen von Quarz und das gangartige Vorkommen eines protoginartigen Gesteines, welches aus Talk, grauem, fett glänzenden Quarz und rosenrothem Feldspath besteht, bei Valli angegeben.

Das was über die pyroxenischen Trappgesteine (Formation der Mimosite) gesagt ist, ist weniger klar, weil hier allem Anscheine nach verschiedenaltige Gesteine (Angitporphyre, Melaphyre und Quarzporphyre etc.) zusammengeworfen sind. Es ist sowohl von dem Durchsetzen der Talkthonschiefergruppe durch diese Eruptivgesteine in Gängen und Lagergängen als von unmittelbarer Auflagerung deckenartiger Lagermassen die Rede. Aber nicht nur unmittelbar auf diese alte Schiefergruppe, sondern auch innerhalb viel höherer Horizonte wiederholen sich die gangförmigen und lagerartigen Massen der Mimosite Maraschini's. Es kann daher mit Bezug auf die Stelle und Verbreitung, die dem Quarzporphyr hier zufällt, nichts ganz sicheres geschlossen werden. Jedesfalls aber geht hervor, dass ein Theil der hier einbezogenen Gesteine älter ist, als seine Metassitformation, welche seinen „ersten rothen Sandstein“ enthält, und dass daher diese Abtheilung der Eruptivgesteine Maraschini's sehr wohl dem Quarzporphyr mit seinen Breccien der Position nach entspricht.

Uebrigens geht aus den Bemerkungen Maraschini's über die Art der Erscheinung des den alten Schiefer durchsetzenden und unmittelbar überlagernden Eruptivmaterials und über den Zusammenhang desselben

mit der breccienartigen Sandsteinschichte hervor, dass es der Quarzporphyr mit seinen Eruptivbreccien und tuffartigen Sandsteinen und Conglomeraten ist, welchen Maraschini beschreibt.

Freilich ist dabei der Vergleich mit vulcanischen Erscheinungen der Jetztzeit weder ganz zutreffend noch auch der v. Richthofen vertretenen Anschauung entsprechend. Es wird dabei von Auswurfsproducten, von Rapilli und vulcanischer Asche gesprochen, besonders in Bezug auf die in Val Calda bis zu erstaunlicher Höhe (fast zum Gipfel des Xon) reichenden und auf die über dem Talkthonschiefer des Thales von Prak lagernden Massen. Diese breccienartigen Sandsteine werden bereits hier mit dem rothen Todtliegenden verglichen, jedoch für älter gehalten als dieses. Für das Thal von Prak wird überdies ein Wechsel dieser Schichten mit den alten Mergelkalken erwähnt. Endlich wird auch von Eruptivbreccien, die sich beim Durchbruch des Magmas durch die Schiefermasse bildeten, gesprochen und als bemerkenswerth hervorgehoben, dass an den Contactstellen des Schiefers und des Eruptivgesteines keinerlei Veränderungen an dem durchbrochenen Schiefermaterial wahrzunehmen seien.

Das, was Maraschini als „Metassitgruppe“ über den Quarzporphyr und dessen Breccien und Tuffe versetzt, entspricht der Beschreibung nach wohl dem Quarzconglomerat (oberen Verrucano) und der tieferen Abtheilung des „Grödener-Sandsteines“.

Es findet also die Permformation wohl auch hier ihre Vertretung.

Maraschini und die älteren italienischen Geologen überhaupt, wie: L. Pasini¹ und T. A. Catullo², welche in ihren Schriften von einer Vertretung der Permformation (Rothliegend und Zechstein) in den venetianischen Alpen sprechen, erriethen demnach bereits das Vorhandensein dieser Zwischenformation zwischen Carbon und Trias in den Alpen, wenn sie auch ihre richtige Begrenzung nicht erkannten und ihr einen Theil factischer Triassschichten mit einverleibten.

1850. R. J. Murchison. Ueber den Gebirgsbau in den Alpen, Apenninen und Karpathen etc. etc. (S. 13) (deutsch von S. Leonhard).

Es wird hier in dem Profil über Recoaro als Basis der Glimmerschiefer, dartüber sogleich der rothe Sandstein mit Kohle und nächst dem sandiger Kalkstein angegeben. Maraschini's speciellere Schichtenfolge erscheint demnach hier im Kurzen zusammengezogen. Die über dem von Trappgängen durchzogenen Glimmerschiefer oder Thonschiefer folgenden Schichten werden zweifelhaft gelassen, aber eher für eine untere Abtheilung des Buntsandsteines als für etwas Tieferes angesehen.

1855. K. v. Schauth. Uebersicht der geognostischen Verhältnisse im Vicentinischen. (Akad. d. Wiss. Wien. Sitzungsab. 1855, Bd. XVII. I—III. S. 48 ff.)

Das in Betracht genommene Terrain umfasst die oberen Theile der Thäler des Chiampo, Agno, der Leogra und des Timonchio.

Die primitive Schieferformation und zwar die des Glimmerschiefers, welche wie überhaupt so oft in den südöstlichen Alpen als Talkschiefer

¹ Ricerche geologiche sull' Epoca, a cui si deve riferire il sollevamento delle Alpi venete. Padova 1831.

² Remarques extraites de l'ouvrage inédit sur la Geognosie paléozoïque des Alpes Vénétienues. Nuovi Ann. delle Scienze Naturali ser. II., T. V. Bologna 1846, und Memoria geognostico-paläozoica sulle Alpi Venete. Modena 1847.

modificirt erscheint, das Grundgebirge aller folgenden Formationen. Da die Hauptthäler ausgeschnitten sind, so ist bei dem Stüdfallen der Schichten natürlich, dass ein nördlicher, erhabnerer Theil blossgelegt ist. Von der Pilastroschlucht bei Fachini im Agno-Thal und von Torre Belvicino im Leogra-Thal an bis fast an die Quellen dieser Bäche sah der Verfasser das Schiefergebirge in den Thalsohlen und mehr oder minder hoch an den unteren Gehängen Platz nehmen.

Unmittelbar über dem primitiven Gebirge aufgelagert, folgen triadische Gebilde. Maraschini und andere Geologen berichten zwar von paläozoischen Schichten, von steinkohleführendem Sandstein; die hier auftretenden, mit Kohlen, bisweilen mit deutlichen Pflanzenresten erfüllten Sandsteine müssen aber als dem bunten Sandstein äquivalent und die Pflanzentheile selbst als triadische bezeichnet werden. Die Trias schliesst sich an den mittleren Gehängen des Agno- und Leogra-Thales dem Schiefergebirge so an, dass zu unterst der bunte Sandstein Platz nimmt, während der Muschelkalk, je nach dem Relief des Terrains, schon die oberen Theile der Gehänge und selbst die Kammhöhen erreicht.

A. Primitive Formation.

Der Glimmerschiefer erscheint hier, wie in den südlichen Alpen überhaupt, meistens als Talkschiefer ausgebildet, an einigen Localitäten aber auch Uebergänge zu Chloritschiefer und selbst zu Thonschiefer bildend. Seine Farbe ist weisslichgrau mit einer Neigung ins Grüne. Im Allgemeinen ist er fettig anzufühlen, schimmernd und durch die beigementen Quarztheilchen; fest von accessorischen Bestandtheilen erscheinen nicht selten Eisenkies, Kupferkies, Magneteisenerz, Kalkspath und Anthrazit. Ausser Quarz, welcher als wesentlicher Bestandtheil zu betrachten ist, kommen auch Anthracit und Eisenkies in grösseren Massen vor. Ersterer bei Recoaro (hinter der Königsquelle gegen le Vallette, an der Strasse nach Fonte Franca und bei Peserico, letzterer bei Torre Belvicino). Octaedrisches Magneteisenerz scheint vorzüglich an die grünen, chloritschiefer-ähnlichen Varietäten des Schiefers gebunden zu sein und findet sich häufig bei Fachini und an der neuen Strasse von Recoaro nach Rovigliana. Als eine dem Talkschiefer angehörige, aus der Verwitterung seiner Bestandtheile hervorgegangene Mineralspecies muss auch das Bittersalz angeführt werden, welches an mehreren Orten, z. B. bei Georgetti und an der Strasse nach Valli, die Felsen bedeckt.

B. Sediment-Formationen.

Das Vorhandensein der *Arenaria antica* (Rothliegend) und des *calcare alpina* (Zechstein) und anderer geschichteter Gesteine der alten italienischen Geologen, welche älter wären als Buntsandstein, existiren, nach v. Schauroth, nicht.

Er schenkte allerdings den triadischen Schichten im Agno-Thale die grösste Aufmerksamkeit. Nach ihm ist die alpine Trias eine Monas.

An Profilen, die gute Aufschlüsse geben, fehlt es im Agno-Thal und im Tretto nicht; aber leider lassen sie sich gewöhnlich nicht weit verfolgen, und dann ist es, wenn man das Gesetz der Aufeinanderfolge der Schichten erst suchen muss, schwer, bei der grossen petrographischen Verwandtschaft, welche vielen der dortigen Schichten eigen ist, sich ein Normalprofil zu construiren und ohne ein solches die bathologische Stellung an den verschiedenen Beobachtungspunkten zu erkennen.

1. Conglomerat, kein herrschendes Gebirgglied, eine gegen 1 Meter mächtige Lage, deren unmittelbare Auflagerung auf Glimmerschiefer nur an wenigen Orten beobachtet werden kann. Am lehrreichsten für diese und die unteren Schichten überhaupt ist die Schlucht von Val d'Orco mit der Quelle Giuliana und dem Militär-Etablissement. Das Conglomerat zeigt keine Porphyrbestandtheile; nur Quarz und Glimmerschiefer (und das zur Bildung der untersten Triasschichten bestimmte Material?) constituiren das wenig feste, dunkel gefärbte Conglomerat.

Schauroth spricht gegen die Zustellung zum Rothliegenden.

2. Es folgt 9 Meter mächtiger, dünngeschichteter Sandstein, untere Hälfte grobkörnig und die dunkle rothe Färbung beibehaltend, während in der oberen Hälfte feines Korn und gelblichgraue Färbung vorherrscht. Hier kommen Kohlenbrocken und unbestimmbare Pflanzenreste vor.

3. Darüber wird Thon überwiegend, rothe glimmerreiche Thone wahrer Röth, mit eingeschalteter, wenig glimmerreicher Thonschicht.

4. Kohlensäure Kalkerde und kohlensauere Bittererde stellt sich in den folgenden schieferigen Sandsteinen ein, in welchem bereits die erste, ein Meter starke, noch sandig aussehende, dolomitische Schicht eingebettet ist. Schwache Lagen von mehr weniger roth gefärbtem Sandstein im Wechsel mit blaulichgrauen, mageren Thonen folgen in buntem Wechsel wie im mittleren und oberen Keuper. Nach oben werden gelbe, aber dünngeschichtete Mergel und Kalkschichten immer häufiger.

5. Grobkörniger, heller gelblicher Sandstein (Schluss des Profils).

Die Gesamtmächtigkeit, der über dem rothen Thone lagernden Schichten 50 Meter. Darüber lagert ein Complex von gelben, dichten, meist dünngeschichteten dolomitischen Kalksteinen.

Benecke spricht sich (l. c. pag. 39), wie wir hier noch anschliessen wollen, über die Schieferunterlage von Recoaro dahin aus, dass hier, wo in sehr auffallender Weise alle jüngeren Gebilde bis auf den Thonglimmerschiefer hinab blossgelegt sind, der Thonschiefer fehlt oder mindestens keinen so bestimmt abgegrenzten Complex bildet, wie weiter nördlich. Den Thonschiefern werden auch vorzugsweise die Erzvorkommnisse Südtirols beigezählt.

5. Adamello-Gruppe.

Ueber den Bau dieses Gebirgsgebietes besitzen wir etwas eingehendere Nachrichten nur von Escher v. d. Linth, von G. v. Rath und G. Curioni. Ueberdies finden sich kürzere Notizen von Trinker, v. Richtofen, v. Hauer und Benecke vor, welche wir nicht übergeben wollen.

1851. Escher v. d. Linth gibt (in Stnder's Geologie der Schweiz I., S. 294—295) über den Südknoten des Adamello-Gebirges mit dem Monte Castello einige Nachrichten.

Auf dem Wege von Paspardo nach dem Lago d'Arno (NW.-Seite der Castello-Gruppe) herrscht zunächst schwarzes, thonschieferartiges Gestein bis etwa 100 Meter oberhalb Paspardo, dann folgt mit 40—60° Westfallen festes, körniges, feines, theils rothes, theils grün und weissgefärbtes Quarzconglomerat, grüner quarzreicher Glimmerschiefer in der

Höhe; ober dem Glimmerschiefer fortdauernd rothes Quarzconglomerat. Eine Viertelstunde vor dem See fand Escher in einem Seitentobel viele Blöcke von weissem Marmor. Im Glimmerschiefer zeigen sich (Syeuit?) Gänge, weiterhin gegen den See folgt ein 100 Meter breiter, h. 7 auch am Ost-Ufer des See-Auslaufes fortsetzender Streifen eigenthümlicher Gesteine, die Escher mit den Silicatbildungen der Somablöcke vergleicht. (Graue, feinkörnige, lose Gemenge von weissem Feldspath, schwarzer Hornblende oder Glimmer mit grünen Streifen von Strahlstein und Drusen und Nestern von fein schuppigem, schwarzen Glimmer.)

Am West-Ufer des Arno-See's steht der Granit (Tonalit) an, den Escher im Wesentlichen übereinstimmend mit v. Rath (natürlich abgesehen von der Feldspathbestimmung) beschreibt, wobei er den Adamello-Granit als einen von den Castello-Graniten und Syeniten etwas verschiedenen Hornblendegranit bezeichnet. Am Nord-Ufer des See's herrscht schwarzes Gestein, das wie veränderter Thonschiefer aussieht, vor dem Auslauf von V. Savioe noch erscheint wieder Glimmerschiefer, der mit 70—80 Grad S.—W. fällt. Merkwürdiger Weise vermuthet Escher eine Trennung der Adamello- und Castello-Gruppe durch die Schieferzone des V. Savioe. Eine halbe Stunde unterhalb des See's zeigt sich mitten im Glimmerschiefer eine bei 6 Meter breite, gangartige Masse von grünlich-grauem Porphyr mit dichter Grundmasse, Feldspath, hexagonalen Quarzkörnern und (?) Hornblende.

In der Val di Fa, nahe Brenno, verzeichnet Escher schwarzen Glimmerschiefer mit südlichem Einfallen, der sich gegen die Höhe zu immer steiler aufrichtet, und in der Nähe bei der Alpe Desome zeigen sich im Schiefer und Kalkstein Gänge von Granitsyenit.

Die Vertretung der grünen und violetten, conglomeratischen Quarzitgesteine und talkigen Schiefer, sowie der höheren schwarzen Thonschiefer der Kalkthon-Schiefergruppe, sowie der Kalkgesteine und Schiefer der alten Schieferhülle der Centralalpen scheint mir hier hinreichend deutlich angedeutet zu sein.

1853. J. Trinker (l. c. pag. 9) hebt mit Bezug auf den Granitstock des Adamello und dessen Verhältniss zu den umgebenden Schiefergebilden hervor, dass die Lagerung insofern von dem vorherrschenden Charakter jener Gebirgsmassen, in denen der Gneiss das Centrum bildet, verschieden sei, als hier eine gleichförmige, mantelartige Auflagerung der Ringgebilde sich als Regel darstellt, wovon nur die Thonglimmerschiefer, welche im Sulzberg den Indicariengranit östlich begrenzen, mit ihrem widersinnischen Verfläichen eine locale Ausnahme machen.

1858. v. Hauer (l. c. pag. 463) bemerkt, dass die grauen Schiefer, welche die Studer'sche Karte (1853) am Westgehänge des Monte Tredenos und Monte Ferrone angibt, nach Escher (Geol. d. Schw. I. S. 294) wahrscheinlich dem rothen Conglomerat aufliegen, und dass sie daher wahrscheinlich dem Serrino des Val Trompia und Val di Scalve entsprechen. Die v. Hauer'sche Karte der Lombardie zeigt daher eine bedeutende, sich an das Westgehänge des erwähnten Granitgebirges anlehende Zone von unteren Triassschichten. Der Kalkzug mit Dolomit und Rauchwacke von Breno gegen Monte Bruffione zeigt (vergl. Studer l. c. S. 446) wie seine Unterlage ein Abstossen der Schichten gegen den Granit.

1860. F. v. Richthofen (l. c. pag. 110) spricht sich auf Grundlage einer Untersuchung der von F. Foetterle und H. Wolf auf der tirolischen und von F. v. Hauer auf der lombardischen Seite der Adamello-Gruppe gesammelten Gesteine dafür aus, dass ein Unterschied von dem Brixener-Granit nicht in der Art, sondern in der Ausbildung der Gemengtheile bestehe. Die Hornblende besonders herrscht bei den Adamello-Gesteinen weit vor. Sie bildet oft grosse Krystalle von lauchgrüner Farbe und waltet in manchen feinkörnig erstarrten, jüngeren Gängen der Adamello-Gruppe ausserordentlich vor. Er hält den Adamello-Granit wie den Cima d'Asta-Granit, für jünger als die Schiefer, welche ihn umgeben. In Bezug auf den südlichsten, von Escher untersuchten Ausläufer, den Granit des Monte Castello, spricht sich v. Richthofen für ein jüngeres Alter und für die Gleichzeitigkeit und petrographische Identität der Castello-Gesteine mit dem Granit- und Syenitporphyr etc. von Predazzo aus.

1864. G. v. Rath hat in seiner Arbeit: „Beiträge zur Kenntniss der eruptiven Gesteine der Alpen“. (Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. Jahrg. 1864, S. 249.) — ausser über die mineralogische und chemische Zusammensetzung des von ihm als ein besonders geartetes Eruptivgestein zuerst erkannten Granites des Tonale-Passes und des ganzen — grossen Adamello-Gebirges, seines Tonalites, — auch über das ganze Gebirge selbst einige bemerkenswerthe Nachrichten gegeben.

Es wird der Gegensatz der physiognomischen Gestaltung des aus dem granitischen Eruptivgestein bestehenden Hauptstockes gegenüber derjenigen des Montblanc, des Gotthardt und der Asta hervorgehoben. Derselbe erscheint als ein breites hohes Felsgewölbe mit öden, grauweissen viel durchfurchten Flächen, dem einige scharfkantige und einige abgestumpfte Bergpyramiden und breitere Rücken aufsitzen. Die beiden Hauptmassen, der grosse nördliche Gebirgsstock von Laris und das kleinere Massiv des Monte Castello sind durch einen schmäleren Hochrücken verbunden. Der zwischen dem Rendena- und dem oberen Camonica-Thal gelegene Hauptstock mit dem Monte Adamello entsendet nach NO. zwischen das Genova-Thal und das obere Val di Sola den Rücken des Monte Presanella. In der Nähe des Lago d'Arno schnürt sich der Tonalit des Laris-Gebirgsstockes stark zusammen und bildet in der südlichen Castello-Gruppe wieder einen gewaltigeren Gebirgsknoten, der von schildförmig gewölbtem, rothen Sandstein (wahrscheinlich dem oberen permischen Verrucano von Val Trompia) überlagert wird.

In der nördlichen Larisgruppe ist der Gebirgsbau besonders einfach. Die hohe Eruptivmasse des Centrums, der Tonalit wird umlagert von steil aufgerichteten Schichten von Glimmerschiefer und Thonschiefer. Die Bildung der fast radial aus dem Centrum herabkommenden Thäler ist sehr übereinstimmend.

Das obere Val Camonica von Edolo aufwärts wendet sich in einem Bogen ostwärts und zeigt ein den Tangentiallinien des inneren Kreissegmentes ziemlich paralleles Streichen. Das Südgehänge dieses obersten Gebietes von Camonica nun besteht aus braunen, groben Thonschiefern, welche 75—80 in Nord vom Hauptstock wegfallen. Im Avio-Thal und im Breguzzo-Thal suchte v. Rath die Gesteinsgrenze auf.

Das Avio-Thal, welches unmittelbar am Fuss des Monte Adamello entspringt und 3 Stunden ober Edolo gegenüber Temu in den Oglio mündet, besteht in seinem unteren Theil eine Stunde aufwärts aus Thonschiefer, der 80 Grad in Nord vom Granit abfällt. Die Grenze ist scharf, fast geradlinig in 2000 Fuss hohen, steil abfallenden Thalwänden entblösst. Die Grenzfläche des Eruptivgesteins setzt entweder senkrecht in die Tiefe oder ist steil nach auswärts geneigt, die Thonschiefer-schichten richten sich je näher der Grenze um so steiler auf. Von der Mitte des Avio-Thales zieht die Gesteinsgrenze nach dem Tonale-Pass, dessen nördlicher, unter einem Winkel von 15—20 Grad sich erhebender Abhang aus Schiefer besteht, während in Süd eine hohe Felsmauer von Tonalit den Pass begrenzt.

Das Breguzzo-Thal, welches auf der SO.-Flanke des Gebirges gegen Bondo ins Hauptthal von Iudicarien herabzieht, zeigt in der Steilschlucht, in welcher es sich öffnet, verticale oder unregelmässig fallende Kalkschichten (Streichen h. 3). Ein Kilometer weit gebirgswärts von Bondo, wo die nordwestliche Thalrichtung statt der Westrichtung herrschend wird und das Thal sich erweitert, beginnen die krystallinischen Schiefer.

Im unteren Theil des Thales herrscht ein grob- und uneben schieferiger Glimmerschiefer (schwarze Glimmerblättchen und handbreite Lagen von unregelmässig gewundenem Quarz enthaltend). Das Gestein hat grosse Aehnlichkeit mit den die Cima d'Asta umgebenden Schiefer-schichten. Höher hinauf im Thal herrscht schöner, ebenflächiger Glimmerschiefer, reich an silberweissem Glimmer, mit welchem Talk verwebt ist zum Theil bis zur Verdrängung des Glimmers. G. v. Rath nennt das Gestein des Thalausgangs auch Glimmerthonschiefer.

Das Streichen ist parallel der Tonalitgrenze (h. 3—4) bei südöstlichem Fallen, welches vom Thal-Ausgang aufwärts von 30—50 Grad steigt und in der oberen Thalhälfte bis zur Grenze zwischen 75—85 Grad hält. Anzeichen von kleineren, zwischen den krystallinischen Schiefeln des Breguzzo-Thales befindlichen isolirten Tonalitpartien fand G. v. Rath an zwei Punkten innerhalb dieses Thales.

Das von Herrn v. Rath erwähnte Auftreten von Erzlagerstätten (Bleiglanzgänge und Schnüre von derbem, kupfer- und magnetkieshaltigem Erz mit kaum nennenswerthen Spuren von Silber) in den dichteren Chloritschieferlagen des Glimmerschiefers in Breguzza-Thal selbst und in dem Nebenthal V. Darno, in dessen Hintergrund die Fortsetzung der Kalkschichten von Cima de Frate sichtbar werden, deutet auf die mögliche Alterszugehörigkeit dieser Schieferzone zu der des Cima d'Asta-Gebirges.

Ebenso wie im Breguzzo-Thal fand G. v. Rath auch im Val S. Valentino hinter der steileren Thalstufe, mit welcher dasselbe gegen das Rendena-Thal abfällt, zunächst den massigen Glimmerthonschiefer mit gewundenen Quarzschnüren, weiter einwärts aber gegen den Tonalit den eben flächigen, lichten Glimmerschiefer. Aus diesem Thale sowie aus der nördlichen Umgebung des Adamello-Gebirges (St. Catharina O.) werden eigenthümliche, quarzfreie Dioritporphyre — (graue, harte Grundmasse, $\frac{1}{2}$ Zoll grosse, triklone, weisse, undurchsichtige Feldspathe und feine Hornblende-Prismen) — erwähnt.

Das Tonalitgestein (im Wesentlichen charakterisirt durch das Fehlen von Orthoklas und eine Mischung von triklinem Feldspath und Quarz mit Magnesiaglimmer und Hornblende) wird auch im Reinhthal bei Brunnek und zwischen Val Camonica und dem Comersee vermuthet.

Was den südlichen Abschnitt des Gebirges mit Monte Castello betrifft, so beruft sich G. v. Rath, wie wir, auf Escher's Mittheilungen. Die Schlüsse, die sich hier in Bezug auf Vertretung von Abtheilungen unserer verschiedenen Gruppen und zwar der Kalkthonphyllitgruppe vorzugsweise auf der SW.-Seite, der in die obere Gneissphyllitgruppe gehörenden, unteren Schieferhülle und der Quarzphyllite machen lassen, sowie unsere Ansicht über das wahrscheinlich hohe, in der Hauptsache mit dem Cima d'Asta-Granit zusammentreffende Alter wurden bereits in der Uebersicht über die Westflankengebiete herührt.

Dr. E. W. Benecke's schon citirter Arbeit: „Ueber Trias und Jura in den Südalpen“ sind auch einige Bemerkungen über die älteren Schiefer der östlichen Vorlage des Adamello-Stockes zu entnehmen.

Das Profil VII von Pieve di Bono in Indicarien zeigt die Ueberlagerung der Thonschiefer durch eine Folge von Grenzconglomeraten, Porphy, oberes Verrucano-Conglomerat und Servino.

Dieser Thonschiefer erscheint am Ost-Abhange der krystallinischen und kryptogenen Gesteine in einzelnen, langgezogenen Fetzen, besonders zwischen Roncone in Indicarien in nordöstlicher Richtung bis gegen Peluzo im Val di Rendena.

Bei Villa liegen diese Thonschiefer auf Glimmerschiefer und schiessen unter die Sandsteine der unteren Trias des gegenüberliegenden Thalgehänges ein. Normale Lagerung ist hier, sowie im übrigen Südtirol herrschend, gegenüber dem abnormen Verhältniss dieser Gesteine in der Lombardie, wo sie nach v. Hauer auf Triasgesteinen zu liegen und unter Glimmerschiefer einzufallen scheinen. Die Schiefer von Villa haben eine dunkelgraue bis schwarze Farbe und zerfallen an der Luft in griffelförmige Stücke.

Diese Art der Absonderung fand ich besonders häufig bei gewissen schwarzen Thonschiefern der Kalkthonphyllitgruppe des Brenner-Durchschnittes.

Dr. A. Baltzer spricht sich in einer Mittheilung über: „Adamello-Granit und Adamello-Granitglimmer“ (Vierteljahrs-Schrift d. naturf. Ges. in Zürich, 16. Jahrg., 3. Heft.) gegen die Absonderung des Adamello-Gesteins (Tonalits) als besondere Felsart vom Granit aus. Uns scheint mit der befürworteten Rückkehr zur möglichsten Einheit petrographischer Begriffe für den Fortschritt in der Erkenntniss des Gebirgsbaues und der Altersverhältnisse der Eruptiv- und Massengesteine denn doch zu wenig gesorgt zu werden. Um das Zusammenschörige einmal in richtiger Weise zusammenfassen zu können, muss immerhin zuerst das petrographisch und mineralogisch Unterscheidbare und das geologisch Trennbare markirt werden. Es ist doch gewiss jetzt schon erkennbar, dass die Granitfamilie eine ganze Reihe von sowohl der petrographischen Entwicklung als den Altersverhältnissen nach verschiedenen Gesteinen und Gesteins-Varietäten umfasst. Vorderhand bleibt es also nützlich, Unterschiede zu machen und die Elemente für eine Entwicklungsgeschichte der granitischen Gemenge zu fixiren.

1872. G. Curioni. Ricerche geologiche sull'epoca dell'emersione delle rocce sienitiche (Tonalite) della catena di monti dell' Adamello. Mem. Ist. Lomb. d. scienze e lettere Vol. XII, p. 341—360.

Der Verfasser spricht allen den Tonalitkern des Adamello-Gebirges zunächst umgebenden Schichten und somit auch den mehr krystallinischen, unter den Quarzphylliten und Thonschiefern liegenden Schieferen im Sinne von Suess ein carbonisches Alter zu. Die ursprüngliche Bildung und Emersion der grossen Tonalitmassen (Curioni's rocce sienitiche) fällt vor die Zeit der Bildung dieser Schiefercomplexe, also an die Grenze der Carbon- und Devonbildungen.

Abgesehen von dieser genaueren Zeitbestimmung entspricht Curioni's Ansicht im Wesentlichen unserer Anschauung von der Position dieser Alpengranite.

Einige über die Vertretung der Permformation in dem Quarzgebiete zwischen diesem und dem Gebiete von Val Trompia gegebene Daten schliessen sich besser den Beobachtungen Curioni's in diesem letzteren Gebiete an.

6. Veltliner-Hauptzug.

In diesem grossen und schwierigen, aber für das Verhältniss von Carbon und Dyas zu den älteren paläozoischen Schichten, sowie für die Art der Entwicklung der Buntsandsteinschichten aus den Ablagerungen der Permformation, wie es scheint, sehr wichtigen Gebiete sind es besonders die Mittheilungen von Studer, Escher und Hauer, welche Fingerzeige für die zukünftige genauere Durcharbeitung des ganzen, bei dem Studium der älteren Bildungen in Rede kommenden Materials enthalten. Daran schliessen sich überdies die von Negri und Stoppani in der „Geologia d'Italia“ niedergelegten Anschauungen und Beobachtungen.

1851. B. Studer's „Geologie der Schweiz“ (Erster Band, Mittelzone und südliche Nebenzone der Alpen. Bern und Zürich 1851) vermittelt uns in dem Capitel über die älteren grauen Schiefer der Mittelzone (Seite 348 ff.) eine grosse Reihe bemerkenswerther Beobachtungen, welche zum Theile auch aus Escher's Untersuchungen hervorgingen.

Er betont hier, dass die Schiefer des mittleren Veltlin derselben Gruppe angehören, wie diejenigen der Gruppe von Bormio und des Casanna-Gebirges und dass schon Necker Bedenken trug, den Schiefer zwischen Boladore und Tirano als echte Glimmerschiefer anzuerkennen.

Wir können vorderhand in den verwickelten, an verschiedenen Ausbildungsformen und wohl auch an nicht in die Normalreihe gehörenden abnormen Einschaltungen reichen Complexen von Talk- und Chlorit-schiefern, von dunklen Thonschiefern und Kalksteinen, welche nach den Studer'schen Profilen zwischen denjenigen Gesteinsgruppen auftreten, in denen wir Aequivalente unserer Gneissphyllite oder zum Theile auch unserer unteren Quarzphyllite erkennen müssen, und jenen oberen rothen Verrucano-Conglomeraten und Sandsteinschichten, welche nach Studer Buntsandstein, Rothliegendes oder eventuell noch Aelteres bedeuten können, nur einen etwas abweichend ausgebildeten Theil unse-

rer Kalkthonphyllitgruppe finden, der erst genauer studirt werden muss, um schärfer parallelisirt werden zu können.

Die Ansicht Studer's, dass das Spatheisenvorkommen in den dunklen Thonschiefern dieser Complexe auf eine Vergleichung mit dem silurischen Schiefer von Dienten hinführe, kann sich bei der neuen Auffassung des ganzen paläozoischen Materials recht gut als verträglich mit der Ansicht v. Hauer's herausstellen, welcher für die Zurechnung des Thonschiefer und Sandsteingebirges des Veltliner-Zuges zur Steinkohlen-Formation plaidirt. Auch im Gailthaler-Gebirge hat sich die Vertretung von Silur neben Culm und Obercarbon etc. herausgestellt.

Ebenso ist es mit den Verrucano-Gesteinen, rothen Schiefeln und Sandsteinen und den zum Servino gestellten Schichten. Hier wird wohl auch die von Studer andeutete Möglichkeit einer Zugehörigkeit zu sehr verschiedenen Horizonten seine Richtigkeit haben. Wir werden nach den bisherigen Erfahrungen derlei bisher oft unter einen Hut gebrachten Gesteine theils ins obere Obercarbon, theils in das Rothliegende und in die obere Permformation theils in der That in die Trias zu setzen haben. Ja es ist gar nicht so unwahrscheinlich, dass selbst ganz alte grauackentartige, conglomeratische Talkquarzgesteine, stellenweise mit unter hohe und höchste Verrucano-Schichten versetzt worden sind.

Wir lassen die Beobachtungen, welche Studer und Escher auf einer Reihe von nordsüdlichen Durchschnitten durch die Kette der Bergamasker-Alpen machten, folgen:

1. Der Durchschnitt über den Venerocolo an dem äussersten Ostgipfel des Zuges von Thonschiefern und rothem Conglomerat (S. 354) zeigt als Grundlage des Gebirges: 1. Glimmerschiefer, darauf folgt südwärts gegen Val di Scalve in abweichender und übergreifender Lagerung in mächtigen Massen 2. rothes Conglomerat mit südlichem Einfallen, darüber 3. Thonschiefer mit Spatheisensteinnestern, unter ähnlich steilem, südlichen Einfallen, in nicht bedeutender Mächtigkeit. Dies sind die Lagerstätten, welche im oberen Val di Scalve bei Dezzo und Schilpario abgebaut worden. Es wird dabei auf die Gleichartigkeit dieses Formationsgliedes mit den eisenerzführenden Schichten von Val Trompia hingewiesen, deren Stellung an der Basis des der unteren Trias zugeordneten Servino durch v. Hauer und neuerdings durch Suess constatirt wurde; jedoch auch auf die Altersverschiedenheit von alpinen Spatheisensteinvorkommen überhaupt hingewiesen. Unter 4. folgt Rauchwacke, darüber 5. Kalksteinschichten in, wie Studer vermuthet, hier wohl nur local synklinaler Schichtenstellung. 5. Weiter südlich steigen nackte, zerrissene, nach Studer dolomitische Felsmassen an, deren Schichten mit antikinialer Stellung zu den unmittelbar über der Rauchwacke liegenden Kalken angedeutet sind.

Die dem Schluss-Abschnitte über die Südalpen-Gebiete vorbehaltenen Darlegung eigener Beobachtungen wird mir Gelegenheit geben, auf die Tour von Tirano über den Venerocolo-Pass nach Schilpario und durch Val Paisco nach dem Val Camonica und somit auf diesen Durchschnitt Studer's zurückzukommen.

2. Im unteren Venina-Thale, gegenüber Sondrio, folgt nach Studer (l. c. 351) auf den fast horizontal durch die enge Schlucht am linkseitigen Thalgehänge hinführenden Wege, zunächst:

a) Grauer, sehr glimmeriger Schiefer, vertical stehend oder nordfallend, bald einem Thonglimmerschiefer, bald einem gewöhnlichen Thonschiefer nahestehend, von dem Schiefer des Wallis oder der Tarentaise nicht verschieden, mit Säuren jedoch nicht brausend.

b) Der graue Schiefer mit Einlagerungen von grünem Schiefer, hellgrünem Strahlsteinschiefer, Talkschiefer und von dichtem, an Feldspath erinnerndem, unvollkommen schiefrigem Gestein (? mit Uebergang in Hornblendeporphyr). Der grüne Schiefer herrscht bis oberhalb Forno.

c) Grauer Schiefer herrscht über Ambria hinaus im ganzen oberen Val Venina bis auf die Passhöhe, sowie auf der Südseite. Steiles Nordfallen ist herrschend. Am nördlichen Ende des Hochsee's findet man Halden von Spatheisenstein. Unterhalb der Passhöhe ist dem Hauptgestein ein fast weisser, lichter Feldspathschiefer eingelagert.

d) Rothes Conglomerat (Verrucano), vertical, geschichtet, mit faustgrossen Geschieben, beginnt etwa eine Stunde unterhalb des Passes und herrscht allein bis in die Nähe von Pagliari. e) Conglomerat, im Wechsel mit grauem Schiefer, herrscht von Pagliari südwärts bis gegen Carona. f) Verrucano gewinnt erst bei Carona wieder das Uebergewicht abwärts durch das Thal.

3. Durchschnitt über den Cocca-Pass zwischen Ponte im Veltlin und Clusone im Gebiet des Val Seriana (l. c. 349).

Escher gibt zwischen dem Granitzuge, welcher das Val Puschiavo in bedeutender Breite durchschneidet und nördlich von Ponte gegen Valle Malenco zieht und dem Kalkgebirge der südlichen Nebenzone, in welcher Clusone liegt, folgende Schichtenreihe an:

a) Glimmerschiefer. Derselbe zeigt am nördlichen Gehänge des Adda-Thales zwischen Ponte und dem Granitzuge Kalkstein-Einlagerungen; am Südgehänge durch das enge Val Arigna bis hinauf über die bereits in der Alpenregion liegende Case del Forno hält das nur selten hervortretende Gestein mit steilem Nordfallen wie bei Ponte an. Es ist nach Escher ein rauhschiefriger, kalkiger Glimmerschiefer. Weiter aufwärts glaubte Escher an den westlichen Wänden südliches Einfallen zu bemerken, jedoch erscheint diese Partie durch ausgedehnte Trümmerhalden der folgenden Gesteinsgruppe verdeckt.

b) Schwarze, graue und grüne Thonschiefer mit Lagergängen oder eingelagerten Bänken von Hornblendeporphyr oder aphanitischem Diorit (graue, dichte Grundmasse mit ausgeschiedenen, kleinen Krystallen von Hornblende und weissem Feldspath). Vielleicht entspricht dieses Gestein demjenigen des Pusterthaler-Quarzphyllituzuges bei Klausen oder dem im Gader-Thal (vergl. Seite [9]). Kurz vor dem Gletscher ist der schwarze, mit weissen Quarzitlagen wechselnde Schiefer auch schief von einem Dioritgang durchschnitten. Das Fallen des schwarzen Thonschiefers am unteren Rande des Gletschers ist deutlich steil nordwärts.

c) Grauer Quarzitschiefer, zum Theil mit zu Dachschiefer verwendbaren Abänderungen und mit Adern und Lagern von Spatheisenstein folgt jenseits des eine halbe Stunde Weges breiten, mit Firn bedeckten Gletschers. Dieses ist das Hauptgestein über die Passhöhe aufwärts bis zu dem eine kleine halbe Stunde unter der Passhöhe liegenden See und

von dort bis zu der auf einem ziemlich ebenen Vorsprung eine weitere Viertelstunde südwärts gelegenen Hütte der Cocca-Alpe.

Der graue, feinkörnige Quarzitschiefer der Passhöhe zeigt kleine weisse, schimmernde Glimmerschüppchen auf den Schieferungsflächen. Dieser Quarzitschiefer wechselt schon beim Anstieg mit dem vorerwähnten schwarzen Thonschiefer und die Trümmerhalden gegen den See zu bestehen nebst diesem Quarzitschiefer vorwiegend aus talkigschimmerndem, festem, dickblättrigem Schiefer. Nebst Abänderungen, welche nach Escher sich vortreflich zu Dachschiefeln eignen würden, nehmen Spath-Eisensteine in Lagern und Adern führende Schichten vorzugsweise die Passhöhe ein. Am See-Ufer erscheint unter dem aus den genannten Gesteinen bestehenden Blockwerk ziemlich massenhaft auch ein dunkelgrünes, mit Quarzadern durchzogenes Gestein mit metallisch-glänzenden Schuppen (Eisenglimmer?) auf den unvollkommenen Schieferungsflächen.

Schon auf der Nordseite des Passes zeigt der Thonschiefer durch eingemengte eckige Quarzstücke stellenweise Neigung zum Uebergang in Conglomerate und Escher erwähnt des Vorkommens von rothem (dem des Glarner-Gebirges) ähnlichen Conglomerate von beiden Seiten der Passhöhe. Die Schichten der Cocca-Passhöhe fallen 70 Grad in Nord und ebenso scheinen ungefähr die Schichten der Südseite gegen den See zu liegen.

d) Rothcs Conglomerat, gedrängt voll weisser, oft eckiger Quarzstücke herrscht nun südwärts am oberen Abhange gegen den Serio in sehr mächtiger Folge. Es tritt in dicken, unklar abgedcsnderten Bänken auf und fällt nordwärts.

e) Massiges, dunkles, grünes Gestein, zum Theile mandelsteinartig, von Escher als massiger Spilit bezeichnet, bildet die schroffen, knorrigcn Fclswände, über welche man nach dem Serio niedersteigt. (Murg-Thal im Glarus.)

f) Thonschiefer, ähnlich dem der Passhöhe, schwarz oder grau, oft sandsteinartig, steil nordwärts fallend, herrscht im breiten wiesenreichen Thalgrund des Serio bis Bondioni.

g) Thonschiefer, rothe mächtige Conglomeratbänke und eine nochmalige mächtige Thonschieferfolge sind auf der Skizze (S. 349) des Durchschnittes auch jenseits Bondione, das Gebirge südlich gegen Gromo bildend, eingezeichnet. Im Text wird nur erwähnt, dass diese Schichten nach Süd fallen und bald hinter Gromo unter dem gleichfalls nach Süd fallenden Kalkstein der südlichen Nebenzone verschwinden.

Es ist weder aus dem Durchschnitt, noch aus dem Texte mit völliger Sicherheit zu entnehmen, wie Escher sich das Verhältniss dieser südwärts fallenden Thonschiefer und Conglomerate zu der nordwärts fallenden Schichtenfolge vorgestellt hat.

4. Ueber den Durchschnitt M. Spluga, Morbegno, Pass S. Maron-Piazza entnehmen wir den Aufzeichnungen Studer's (l. c. p. 353) folgende Thatsachen:

Der graue Schiefer des Nord-Abfalles schwindet hier und scheint gegen West gegen den M. Legnone zu gänzlich verdrängt (nach Studer vertreten durch wahre Glimmerschiefer) und die ganze Schichtenfolge von Verrucano gegen den Granit des M. Spluga zeigt eine constant nörd-

liche Fallrichtung, so dass der Complex der Gneiss- und Glimmerschiefer-Schichten über der Gesteinsfolge der rothen Conglomerate liegt.

Auf den Granit des M. Spluga folgen, in steiler Südstellung ange-lagert, zunächst :

a) Gneiss, dessen Schichten sich fächerförmig in nördliche Fall-richtung stellen; darunter, respective darüber folgen:

b) Glimmerschiefer mit nördlicher flacherer Fallrichtung das untere Nord- und Südgehänge des Adda-Thales bis hoch ober Morbegno einnehmend,

c) Gneiss im Wechsel mit granatführendem Glimmerschiefer auf-wärts gegen den Uebergang von Sillarco,

d) Glimmerschiefer in grösserer Mächtigkeit setzen den oberen Nord- und Süd-Abfall der Passhöhe zusammen, darunter ist auf dem Durchschnitt zunächst

e) Thonschiefer und dann

f) Kalkstein angegeben. Der letztere ist schwarz sandig, mit Thonschiefer und schwarzem glimmerigen Sandstein verwachsen, dessen in breite Tafeln zerfallende Schichten den Abhang der Höhe bedecken, auf deren breiter Rückfläche sich Alpenweiden bis zu dem mittelalter-lichen Gasthause S. Marco erstrecken. Auf diesen Schichten liegt mit gleichem Nordfallen grauer und gelber, dichter Dolomit und dolomitischer Schiefer, der weiterhin zunächst am Hospiz in Rauchwacke übergeht.

In der Schichtenfolge *e)* und *f)* sieht Studer die Vertreter der grauen Schiefer des Vennina-Passes. Es folgen: *g)* grüne Verrucano-Schiefer, *h)* Feldsteinporphyr, *i)* Glimmerschiefer, *k)* rother Schiefer, *l)* eine zweite Porphyrmasse und

m) die rothen Conglomerate in mächtigen Bänken; alles dies in Nord fallend, zeigt der Durchschnitt auf der Strecke Mezzoldo-Piazza, bedeckt von übergreifendem, jüngerem Dolomitgebirge.

Den Verrucano verlässt man, wenn man von Piazza gegen den Pass S. Marco geht, auf dem Alpenboden All'Acqua dort, wo die Strasse aus der nördlichen Richtung sich westwärts einen steilen Abhang hinauf windet. Die krystallinischen Schiefer des M. Legnone überlagern hier also wie am Montblanc oder Gotthard die grauen Schiefer Studer's.

Bemerkenswerth ist die Anmerkung Studer's, dass im westlichen Bitto-Thal (der beschriebene Durchschnitt geht durch das östliche Bitto-Thal) dem Gneiss rothe Ammonitenkalke aufgelagert sein sollen. (Curioni, Notizie sulla Lombardia 1844.)

In Vall Sassina erscheint nach Curioni der Thonschiefer bei Margno und wird als Dachschiefer ausgebeutet. Die Spatheisensteinlager, die den Hochofen von Premana in Vall Varrone speisen, sind dem rothen Conglomerat, nicht dem Thonschiefer untergeordnet. Studer bezeichnet die Altersfolge der verschiedenen Bildungen dieses Gebietes durch das Eindringen von Spilit, Porphyr und anderer abnormer Gesteinsarten als in hohem Grade verwickelt.

1853. Escher v. d. Linth gibt in seinen „Geologischen Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg“ (Ak. Denkschr. d. allgem. Schweiz. Naturf.-Gesellsch. Sep. 1—135) in dem Durchschnitt Abbondio-Menaggio am West-Ufer des Comer-See's (Seite 88), sowie in dem Durchschnitt Val Sassina-Regoledo (Seite 98) genauere Notizen

über die zwischen dem krystallinischen Schiefer und dem Kalk- und Dolomitgebirge entwickelten Verrucano- und Servino-Gebilde.

a) Im Profil *Abbondio-Menaggio* folgt:

1. Glimmerschiefer. 2. Intensiv rother Schiefer. 3. Grauer und grüner servinoähnlicher Schiefer mit sandsteinartigen Lagen. 4. Eigentliches Verrucano-Conglomerat mit Brocken von weissem Quarz und rothem Porphy. 5. Weissliches feinkörniges festes Quarzconglomerat nur 4 Fuss mächtig. 6. Lichtgrauer Dolomit.

b) Zwischen *Val Sassina* und *Regoledo* ist eine umfassendere und reicher gegliederte Reihe über der Hauptmasse des Verrucano, die in a) fehlt, entwickelt, nach *Escher* folgt in derselben:

1. Grobes rothes Verrucano-Conglomerat der Scheide zwischen *Regoledo* und *Val Sassina* mit vielen Porphyrgeschieben.

2. Servino (20 Fuss).

3. Graues Quarzconglomerat (20 Fuss).

4. Servino mit glimmerigen Ablösungen (200—300 Fuss).

5. Poröses, dolomitisches Gestein (3 Fuss).

6. Servinoartiger Schiefer.

7. Intensiv rother Schiefer (40 Fuss).

8. Quarzitischer Sandstein mit quarzitischem Schiefer wechselnd (30 Fuss).

9. Gelblicher, drusiger Dolomit (etwa 200 Fuss).

10. Servinoartiger Schiefer (etwa 200 Fuss).

11. Conglomeratartiges, festes, gelbgraues Gestein (etwa 200 Fuss).

12. Glimmerige graue Schiefer (12 Fuss).

13. Rothe Schiefer mit Glimmerschüppchen.

14. Sandsteine und unebene Schiefer mit Pflanzenresten. (*Aethophyllum speciosum* *Schim.* und *Voltzia heterophylla* *Brogn.* nach *Heer*) — (200 Fuss.)

15. Sandstein mit wedelartigen Figuren.

16. Grauer unreiner Kalkstein, mit Quarzkörnern, oft mit Sandstein verwachsen und mit undeutlichen Crinoiden.

17. Dunkelgrauer Kalkstein (ähnlich dem Kalkstein mit *Myophoria Raibelliana* von *Olmo*).

18. Dolomit (400—500 Fuss.)

19. Schwarzer Kalkstein (mit *Posidonomya Moussoni*).

Jedenfalls wohl ist die untere Trias hier in den Schichten 2—16 repräsentirt. Ob dabei von den tieferen Schichten ein Theil noch zu einem Complex gehört, welcher als ein zeitliches Aequivalent der oberen Permformation das in *Val Trompia* (nach *Suess*) zwischen Porphy und der Hauptmasse der rothen Conglomerate und Sandsteine festgestellte Niveau des Rothliegenden mit der unteren Trias enger verbindet, bleibt vorderhand eine offene Frage.

1858. *F. v. Hauer's* wichtige Arbeit: „Erläuterungen zu einer geologischen Uebersichtskarte der Schichtgebirge der Lombardie“ (*Jahrb. geol. Reichsanst.* IX. Bd., S. 445), enthält neben den specielleren Beobachtungen *Studer's* und *Escher's* die beachtenswerthe, allgemeinere Darstellung der im *Velfliner-Hauptzuge* vertretenen, älteren Schichtgebilde, obwohl das Hauptgewicht der Arbeit

in die Erörterung der triadischen und nachtriadischen Schichtcomplexe gelegt ist.

In dem langen Gebirgszuge, welcher die Wasserscheide zwischen dem Veltlin und den oberen Bergamasker-Thälern bildet, ist nach v. Hauer's Aufnahme auf der neuen geologischen Uebersichtskarte (Blatt VI) ein breiter, langer Strich mit der Farbe der Steinkohlenformation eingezeichnet.

Es ist dies im Wesentlichen ein mächtiger Complex von Thonschiefern, welche untergeordnet auch eine Reihe anderer Gesteine einschliesst. Derselbe erscheint im Norden in langer, westöstlich gestreckter Grenzlinie durch krystallinische Schiefergesteine, — im Süden in einem ähnlichen, aber in der Mitte stärker nach Süd ausgebuchtete Linie durch die von Hauer mit der unteren Trias vereinigten Verrucano-Gesteine abgeschlossen. In Ost und West spitzt er, wie es scheint, durch stärkeres Uebergreifen der Verrucano-Gesteine aus. Er nimmt überwiegend die Südseite der oberen Abfälle der langen Bergkette ein. Nur im mittleren Theile gegenüber Sondrio greift er auch in Nord im oberen Venina-Gebiet weiter abwärts vor.

Der Umstand, dass zur Zeit der v. Hauer'schen Uebersichtsaufnahme noch an keinem Punkte der Südalpen sichere Gesteine der silurischen oder devonischen Grauwackenformation entdeckt worden waren, dagegen Schichten der Steinkohlenformation mit bezeichnenden Fossilien bereits mehrfach in dem unterhalb der alpinen Trias lagernden Complexen nachgewiesen waren, liess diese Auffassung wohl als die nächstliegende und natürlichste zu. Auch die allerdings undeutlichen Pflanzenreste dieses Thonschiefers, welche von Hauer damals in mehreren Sammlungen sah, schlossen diese Deutung nicht aus.

Wir haben gesehen, dass dieser mächtige Schieferzug, welcher in Ost bis zum Venerocolo-Pass und im Westen bis über den Mte. Azzarini hinaus zu verfolgen ist, von Studer und Escher an mehreren Stellen durchquert wurde, und dass Studer sich auf Grund der in diesem Thonschiefergebiet auftretenden Lager von Spatheisenstein (bei Topolo, Carona und im Venina-Thal) veranlasst fand, die Thonschiefer der Bergamasker-Alpen mit der silurischen Grauwacke der Nordalpen zu vergleichen.

Da v. Hauer ähnliche spatheisensteinführende Thonschiefer in Val Trompia in enger Verknüpfung mit dem den Werfener-Schichten parallel gestellten Servino sah und überdies auch in der Steinkohlenformation der Südalpen Spatheisenstein-Lagerstätten nachgewiesen worden waren, war eine Parallelstellung dieser älteren, spatheisensteinführenden Schichten der Bergamasker-Alpen mit der silurischen Grauwacke von Dienten nicht mehr die einzige, naheliegende Variante.

Jetzt freilich, nachdem die Steinkohlenformation der Südalpen durch den Nachweis mächtiger, älterer Schichtencomplexe beschränkt worden ist, wird auch die Frage nach der Zugehörigkeit solcher Schichten hier und mehrfach auch anderwärts neu zu prüfen sein.

v. Hauer unterscheidet in dem als paläozoisch betrachteten Schichtencomplex des grossen lombardischen Verbreitungsgebietes im Wesentlichen folgende Gesteinsgruppen:

1. Dunkle, leicht spaltbare Thonschiefer, welche nicht selten mit Quarzitschiefern wechseln; am Venina-Pass mit einer Einlage-

rung von weissem, dichtem Feldspathschiefer (nach Studer). Der dunkle Schiefer ist vorwaltend und wird bei Carona in Val Bembrana zu Dachschiefer gebrochen.

2. Schwarzer sandiger Kalkstein und schwarzer glimmeriger Sandstein. Derselbe erscheint in Verbindung mit Thonschiefer, besonders am Pass S. Marco.

3. Dolomit und Rauchwacke in scheinbarer Ueberlagerung über den Schiefer- und Sandsteinschichten. Diese Gesteine waren auf der Karte der Schweiz gleich den Kalkpartien im Gebiete der krystallinischen Schiefer als Jurakalk eingezeichnet worden.

Da dieselben jedoch ein gleiches Streichen und Fallen mit dem Thonschiefer zeigen und gleich diesem unter den in Nord folgenden Glimmerschiefer einfallen, andererseits aber die Thonschiefer im Süden auf dem Verrucano zu liegen scheinen, während sie im Norden steil gegen Glimmerschiefer einfallen, glaubt v. Hauer diese Gesteine noch der paläozoischen Schichtenfolge beizurechnen zu sollen.

Sowohl im Westen als auch im Osten des grossen Zuges fehlen nach den von v. Hauer vorgelegenen Daten diese Schiefercomplexe entweder gänzlich oder sie sind nur in kleineren, mit dem Hauptzuge nicht in directer Verbindung stehenden Partien vorhanden. Darauf deuten die Angaben von Curioni über Dachschiefer, welche in Valsassina bei Margno gebrochen werden, als auch die von Escher (Studer Geol. d. Schw. I. S. 293) ostwärts vom Venerocolo von der Westseite des Mte. Tredenos aus der Gegend von Cimbergo und Paspardo citirten Dachschiefer.

In ganz ähnlicher Weise, wie ich bezüglich der schwarzen Schiefer des Villnöss-Gebietes im Pusterthaler-Hauptzuge andeutete, wird auch hier bezüglich solcher isolirter, in der Quarzphyllitreihe erscheinender Thonschiefer aus der Reihe der Grauwackengesteine die Frage zu lösen sein, ob man es hier mit Resten einer einst weiter verbreiteten Ablagerung desselben Typus zu thun habe oder mit localen petrographischen Abänderungen eines der grossen Quarzphyllitgruppe angehörenden und auf gewissen Strecken mit dem petrographischen Typus von Gesteinen der Quarzphyllitgruppe (Thonglimmerschiefern, Talkquarziten etc.) ausgebildeten Formationsgliedes.

Jedenfalls geht aus v. Hauer's Mittheilung hervor, dass wir es hier wieder mit einer grösseren, regelmässigeren Fortsetzung der grossen südalpiner Grauwackenzone zu thun haben, welche wenngleich vielleicht gerade in wichtigen Theilen von der Masse übergreifender Verrucano-Gesteines des Perm verdeckt, doch auf aufklärende Funde hoffen lässt.

Weitere, ins Detail gehende Studien dürften wohl auch hier, zu dem Nachweis einer Vertretung der jüngeren Gruppe der Carbon- und Permgesteine, auch die Constatairung von bestimmten Horizonten der älteren Grauwackengruppe mit sich bringen.

Ueber den Verrucano und Servino, welcher die südliche Vorlage der älteren Thonschiefergruppe bildet, gibt v. Hauer's Abhandlung die wichtigsten Daten.

Obwohl v. Hauer (pag. 457) hier noch die Ansicht bevorzugte, dass mit dem von den Herrn Savi und Targioni-Tozzetti „Verru-

cano“¹ getauften, talkigen Quarzconglomeraten, welche bei Jano, südöstlich von Pisa, mit ihrer Hauptmasse in Wechsellagerung mit röthlichen und gelben talkig-quarzigen Schiefeln zwar über der durch Savi und Meneghini entdeckten, oberen Steinkohlenformation liegen, aber mit den oberen Schichten derselben noch in Wechsellagerung stehen, schon zur unteren Trias gehörende Schichtcomplex bezeichnet wurden, stimmt derselbe jetzt, nachdem die Existenz des Rothliegenden in den Alpen unzweifelhaft nachgewiesen ist, gewiss bei, wenn ich es nützlich finde, der Bezeichnung „Verrucano“ jede stratigraphische Bedeutung abzusprechen und dieselbe nur als petrographische Bezeichnung in ähnlicher Weise wie Thonglimmerschiefer, Talkquarzit etc. gelten zu lassen. Je nachdem ein conglomeratisches Gestein, welches man in älteren Grauwackencomplexen, in der oberen Steinkohlenformation, im Rothliegenden oder auch in der unteren Trias findet, petrographisch mehr oder weniger mit den talkigen Quarzconglomeraten der Schanze Verruca in den Monti Pisani petrographisch übereinstimmt, wird man für dasselbe mit mehr oder weniger Recht, aber immerhin ohne wesentlichen Schaden die Bezeichnung „Verrucano“ als Ausdruck für eine besondere Abart von Conglomeratbildung gebrauchen können.

Die Hauptmasse, der im lombardischen Hauptstrich entwickelten mit den rothen Conglomeraten von Val Trompia zusammenhängenden, und als Verrucano bezeichneten Schichten, gehört sicher dem Rothliegenden an und nur ein kleinerer oberer Theil dieser bedeutenden Massen dürfte dem über den jüngsten Porphyrströmen des Bozener-Plateau's gelagerten Grödener-Sandstein entsprechen, für den man bisher, wie für den Vogesen-Sandstein, ein triadisches Alter annahm, — aber ein jungpermisches schon annehmen kann, wenn man nur an die Wahrscheinlichkeit einer sandsteinartigen Facies-Entwicklung der Zechsteinkalke und Dolomite denkt. Jedenfalls kann man die unmittelbar unter dem Niveau der Schichten von Seiss oder von Werfen gleichförmig liegenden rothen Sandsteine nicht als „Rothliegendes“ betrachten. Dagegen ist es nachweisbar, dass in gewissen Districten vom Rothliegenden bis zum Röth eine gleichförmige vorherrschend sandige Schichtenbildung fortgedauert habe. Es ist dies gewiss nichts Auffallenderes als die Constanz der petrographischen Facies-Entwicklung des Karpathen-Sandsteins, welche von der unteren Kreide durch das Eocän bis mindestens in das jüngste Oligocän reicht.

In Bezug auf den „Servino“, ein Name, der von Brocchi für gewisse glimmerreiche Schiefergesteine der Bergamasker-Gebirge gebraucht wird, welche hier, wie in Val Trompia, über dem rothen Sandstein liegen und die Hauptmasse der Triaskalke unterteufen, ist es nach den Beobachtungen und Auseinandersetzungen v. Hauer's sicher, dass er grossen Theils einem dem Werfener-Schiefer äquivalenten Complex angehört und der unteren Trias zugerechnet werden muss. Freilich ist auch der „Servino“ ursprünglich ein petrographischer Begriff für ein Schichtgestein, welches sich in verschiedenen Horizonten und in verschiedener Gesellschaft mit anderen Gesteinen wiederholt.

Dass es auch derartige oberpermische Horizonte geben dürfte, geht daraus hervor, dass der Servino nach v. Hauer durch Wechsellagerung

¹ Leonh. und Bronn. Jahrb. 1840, Seite 409. Klöden über die Monti Pisani.
Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt. 1874. 24. Band. 4. Heft.

mit der Hauptmasse des Verrucano verknüpft ist. Herrschend und am mächtigsten entwickelt erscheint er, wie Escher's citirte Schichtenfolge zwischen Val Sassina und Regoledo besonders deutlich macht, in dem zwischen den intensiver rothen Schiefeln und dem groben, rothe Porphyrgeschiebe enthaltenden Verrucano-Conglomerat.

Nimmt man dazu die Angabe v. Hauer's über das ihm durch Herrn Fedreghini in Sarnico bekannt gewordene, westlichste Vorkommen von Schichten mit *Naticella costata* vom Monte Ponteranica, ein Verrucano-Berg wie der Pizzo de tre Signori und Pizzo di Trona, welcher hart an der Nordgrenze der Verrucano-Zone gegen den älteren Thonschiefer liegt, so erkennt man, wie schwierig hier die Aufgabe sein wird, Triasformation und Permformation gegen einander abzugrenzen.

In Bezug auf die speciellere Verbreitung des zwischen den Rauchwacken und Kalken der unteren Trias und den paläozoischen oder protozoischen Schiefergesteinen im lombardischen Hauptzug entwickelten Schichtencomplexes, dessen untere Abtheilung durch verrucanoartige Conglomeratbildungen und dessen obere Abtheilung durch mehrfache Einschübe des Servino-Gesteines charakterisirt ist, entnehmen wir der Arbeit v. Hauer's folgende Daten:

Im westlichsten Theil in der Gebirgsmasse zwischen dem Lago Maggiore und Lago Lugano erscheint der Complex vertreten durch einzelne, wenig mächtige Streifen, welche als Unterlage krystallinische Schiefer- oder Porphyrmassen und den Kalkstein als Decke zeigen.

Der westlichste dieser Streifen zieht in starken Biegungen quer durch die Berggruppe zwischen Laveno, Luino und Cuvio die gegen NW. an die Ufer des Lago Maggiore herantritt und gegen NO.—O. vom Margorobbia-Bach, gegen SO. vom Boccio eingeschlossen wird.

Die schmalen Sandsteinstreifen, die (vergl. Brunner's Karte des Lugano-See's) nordwestlich von Induno, südöstlich von Valgana und am Ost-Abhang des Monte S. Giorgio auftreten, hält v. Hauer dagegen für noch zweifelhafte Repräsentanten der hier in Rede stehenden Schichtcomplexe der Lombardei. Die Partie von Induno, welche die Strasse nach Valgana zwischen Porphyry und Dolomit schneidet, ist nur eine schmale Schicht von grob- bis feinkörnigem Quarzsandstein, welche weder roth gefärbt ist, noch auch einem glimmerreichen Schiefer ähnlich sieht. Man hat es hier also mit einem ganz anderen Niveau oder einer ganz abweichenden Facies-Entwicklung derselben Reihe mit Porphyry, Quarzsandstein und Dolomit zu thun.

Vielleicht ist es zu voreilig, auch hier für diese Gegend an die Möglichkeit eines Auftretens einer Kalk- und Dolomitfacies der Permformation mit Fusulinen zu denken.

Eine von Hauer südöstlich von Campione zwischen dem Kalkstein des Monte Generoso und dem Melaphyr des östlichen Luganosee-Ufers (nach Angaben von G. Lavizzari in Lugano) eingezeichnete Sandsteinpartie, ist in den früheren Karten von Buch, Brunner und Studer noch nicht angemerkt.

Am Nordfuss des Monte Salvore, südlich von Lugano zwischen dem nördlichen Glimmerschiefer und dem südwärts aufliegenden Dolomit des Mte. Salvore, ist eine der bekanntesten Partien der Schichtengruppe entwickelt. Sie besteht aus grobem Conglomerat, welches durch röthliche

Bindemasse verkittete Quarz und Porphyrbrocken zeigt und aus feinerem, glimmerreichem Sandstein. Durch Herrn Stabile wurden hier verkohlte Pflanzenreste gefunden, darunter Stammstücke mit feiner Längsstreifung, die sich auf Calamiten beziehen lassen.

Ostwärts von Lugano, auf der Strecke bis zum Lago di Como, grenzen die Kalkmassen unmittelbar an den Glimmerschiefer, bis nördlich von Nobiello am Comer-See der erste schmale Streifen von Verrucano wieder als Zwischenlage erscheint. Vereinzelt kleine Partien sind jedoch, nach Studer's Beobachtungen von Trümmern an der Nordseite der Kalkkette, auch weiter westlich zu vermuthen. (Vergl. S. 78 das Profil Escher's zwischen Abbondio und Menaggio.)

Am Ost-Ufer des Lago di Como zwischen Bellano und Varenna zeigt der Verrucano zunächst nur eine schmale Zone. In Val Sassina nördlich von Introbio zeigt er bereits eine bedeutendere Massenentwicklung, bildet weiterhin die Gruppe des Pizzo dei tre Signori und den Monte Cavallo und erreicht seine grösste und zwar, wie ich selbst auf dem Durchschnitt vom Venerocolo nach Schilpario sehen konnte, ein ganz erstaunlich imposante Mächtigkeit östlich von Val Brembana im Val Seriano und nördlich vom Val di Scalve.

Gegen Val Camonica wird die Zone wieder schmaler, durchsetzt dieses Thal bei Capo di Ponte, biegt nach Süd und folgt dem Westgehänge der Granitmasse des Monte Tredenos und Monte Frerone.

Die Gneiss-Insel des Monte Muffetto und Monte Dasdana, das Gebiet nordwärts Val Trompia, welches nach Suess aus Schiefen der Steinkohlenformation mit Gneiss-Einlagerungen besteht, umschliesst nach Hauer ein mächtiger Mantel von Verrucano-Gesteinen.

Das Hauptgestein der ganzen Zone von Verrucano- und Servino-Gesteinen ist nach v. Hauer das grobe, rothe Conglomerat, das neben Quarz auch andere Urgebirgstrümmer und Porphyrbrocken enthält. In der Bindemasse der Conglomerate tritt Talk, der sich zum Theil zu ganzen Talkschieferschichten absondert als wesentlicher Bestandtheil auf.

Glimmerreiche feinkörnige Sandsteine und Schiefer (im östlichen Theil der Zone mit bezeichnenden Petrefacten der Werfener-Schiefer) herrschen in der oberen oder der Abtheilung des Servino gegen das überlagernde Kalkgebirge zu.

Die Lager von Spatheisenstein, welche nach v. Hauer den Schichtencomplex technisch wichtig machen, scheinen mir vorwiegend dem mittleren Grenzcomplex zwischen der älteren Verrucano-Masse und der Servino-Gruppe anzugehören.

Bemerkenswerthe Besonderheiten in der Entwicklung der Schichtenreihe zeigt der Uferdurchschnitt des Comer-See's zwischen Bellano und Varenna. Es kommt dort nämlich in Verbindung mit dem auf den kristallinischen Schiefen folgenden Conglomerat mit talkigem Bindemittel auch ein bankweise geschichteter, dunkler, fast schwarzer glimmerreicher Sandstein vor. Ueberdies alterniren schon die Conglomeratschichten mit Rauchwacken und dolomitischen Kalksteinen. Erst in den oberen Theilen gegen Varenna zu herrschen feinkörnige, glimmerreiche, zum Theil schiefrige Sandstein-Varietäten, welche an Gesteine der Werfener-Reihe erinnern. Darüber folgt Dolomit und über diesem erst die dunklen, dünn-

geschichteten Kalksteine von Varenna und Perledo, für die v. Hauer ein obertriadisches Alter nachweist.

Diese Schichtenfolge ladet jedenfalls zu näherer Untersuchung ein und lässt die Vertretung selbst tieferer als permischer Schichten vermuthen; mit grösster Wahrscheinlichkeit ist jedoch die Permformation vorhanden.

Abgesehen von der bereits durch Escher bekannt gemachten Entwicklung bei Mennagio und bei Regoledo, wird hier aufmerksam gemacht auf das unmittelbare Einfallen grober Verrucano-Conglomerate unter die Dolomite und Rauchwacken im Süden, auf das nördlichfallende und am Granit der Grilla abstossende Verrucano-Conglomerat (Studer) im hinteren Val Biandone und auf diejenigen hierher gehörenden Massen, welche auf kurze Strecke den Wasserscheidekamm zwischen Adda- und Brembo-Gebiet mit dem Pizzo dei tre Signori, P. di Trona und P. di Ponteracica zusammensetzen.

Die mannigfache Verbindung des Verrucano mit Porphyrmassen und das Erscheinen grüner, talkreicher Quarzsandsteine neben den rothen Quarzconglomeraten wird für die Gegend zwischen Mezzoldo und dem Pass S. Marco angemerkt; aus dem Gebiet des Val Brembana, wo die Verrucano Gesteine von Val Negra bis Brauzi, und zwar in riesiger Ausdehnung und gewaltigen Felswänden besonders Conglomerate herrschen, wird hervorgehoben: dass die obersten Schichten der Reihe der Val Negra grau gefärbte Thonschiefer sind, die fast den Charakter von Thonglimmerschiefern haben und dass zwischen ihnen und den Conglomeratmassen rothe, schiefrige Schichten liegen, sowie dass zwischen Fondra und Trabucello talkige und chloritische Schiefer im Gebiet der Conglomerate erscheinen, welche von Omboni (Geol. p. 523) als Eruptivgebilde angesehen wurden.

Zwischen Brauzi und Carona geht die Grenze zwischen dem Conglomerat und den der Steinkohlenformation zugeschriebenen Thonschiefern durch. In Val Seriana herrschen die Gesteine des Brembana-Gebietes und sind mit Werfener-Schichten parallelisirbare Schichten nicht bekannt; dagegen zeigt das hintere Val di Scalve bei Schilpario und Pezzolo in dem zwischen dem Conglomerat und der Rauchwacke liegenden Schiefercomplex, welchen Studer als Thonschiefer bezeichnet, durch Petrefacten (*Myacites Fassaensis* und *Naticella costata*) charakterisirte Schichten der unteren Trias.

Auf der Strecke Capo di Ponte-Sellero, wo der Oglio die Verrucano-Zone durchschneidet, herrschen Conglomerate und darüber liegen (bei Cemmo und im Clegna-Thal) rothe und grüne Sandsteine, endlich Rauchwacken und schwarze Kalke der unteren Trias.

Die Fortsetzung der ganzen Schichtengruppe gegen West lehnt sich an den zur Adamellogruppe gehörenden Monte Tredenos und die südlichen Massen, welche sich um die ältere Gesteins-Insel des Monte Muffetto lagern, gehören zu dem Gebiete des Val Trompia.

1870. A. Stoppani e G. Negri. *Geologia d'Italia. Descrizione dei Terreni componenti il suolo d'Italia.* (Scritta da G. Negri.)

Der Standpunkt von Suess über die Bedeutung der Casanna-Schiefer ist hier im Allgemeinen festgehalten; insofern als (pag. 22) die Autoren glauben, dass die von ihnen deutlich charakterisirten Zonen

der Carbonformation und der Permformation unseres Veltliner Hauptgebietes ein Aequivalent und eine Fortsetzung der weiter im Osten entwickelten, von Suess als Casanna-Schiefer in das obere Carbon veretzten Quarzphyllitzone sind.

Es wird bedauert, dass für eine genauere, stratigraphische Gliederung der zwischen den krystallinischen Schiefen des Veltlin und der Trias der Bergamasker-Alpen entwickelten paläozoischen Complexe noch keine Arbeiten vorliegen.

Die im oberen Brembrana-Thal durch den Einschnitt des Piazzatorre blossgelegte Folge von Conglomerat und Sandstein mit Porphyrbestandtheilen, von glimmerigtalkigen Schiefen, schwarzen, zum Theil kohligten Thonschiefern (Carona) wird vom Glimmerschiefer des Veltlin scheinbar durch eine vom oberen Verrucano-Gestein abweichende mächtige Zone grüner Quarzsandsteine und Puddinggesteine getrennt; bei Manno im Norden von Lugano finden sich in dem porphyrfreien, nur Quarz und ältere krystallinische Gesteinsbrocken enthaltenden Conglomerat sandige Zwischenschichten mit carbonischen Pflanzenresten (Calamiten, Sigillarien, Stigmarien, Lepidodendron etc.). Es wird schliesslich die Meinung ausgesprochen, dass die zwischen diesem Complex und den Puddingsteinen von S. Salvatore im Süden von Lugano liegende Schichtenmasse zum Theil der Steinkohlen-Formation, zum Theil der Perm-Formation angehöre.

7. Das Gebiet des Monte Muffetto mit Val Trompia.

Hier verdanken wir, abgesehen von einigen Notizen Studer's und v. Hauer's, besonders den Beobachtungen Curioni's, sowie den Untersuchungen von E. Suess und den Bestimmungen von H. B. Geinitz die wichtigsten, nicht nur für das kleine Gebiet selbst, sondern für die Auffassung der ganzen paläozoischen Reihe der Westflanke Ausschlag gebenden Thatsachen.

1851. Studer (Geologie der Schweiz, I. 355) erwähnt der Nachrichten, die er einer älteren Schrift von Brocchi und handschriftlichen Mittheilungen v. Escher's über Val Trompia verdankt.

Nach Brocchi bildet Glimmerschiefer (Legnigno) die Grundlage des Gebirges, über demselben liegt rother Sandstein (Salese), über diesem grauer, glimmeriger Thonschiefer (Servino) und dann das Kalkgebirge.

Nach Escher's Beobachtungen ist die Zurechnung des Servino von Val Trompia und Val di Scalve zur unteren Trias schon nahe gelegt. Es ist damit nicht ausgeschlossen, dass anderwärts tiefere Thonschieferhorizonte fälschlich als Servino genommen wurden und gerade ebenso, wie mit dem Verrucano, hin und wieder stratigraphische Verwechslungen wegen einer ähnlichen, petrographischen Ausbildungsweise vorkamen. Mit Beziehung auf diese Schwierigkeiten äussert sich Studer: „Die Einordnung des Servino und der Schiefer der Bergamasker-Gebirge und von Bormio in die Triasbildungen würde uns übrigens in neue Schwierigkeiten verwickeln. Die Hauptmasse des rothen Conglomerates trägt einen von dem rothen Sandstein des südlichen Tirols abweichenden Charakter und wo auch sonst der bunte Sandstein auftritt, ist ihm die den Verrucano bezeichnende Beimengung von Talk, der Uebergang

in Talkschiefer, das Vorherrschen von Conglomeraten so fremd, dass jene Zusammenstellung nicht als eine natürliche erscheinen kann.“

1855. Curioni. (Jahrb. der geolog. Reichsanst. VI. 4., S. 887 und Giornal dell' Ist. Lomb. Nuov. Ser. Fasc. XXIX—XLI. pag. 204.) schildert specieller die Entwicklung des Verrucano und der Werfener-Schiefer des dem Val Trompia von Norden zugehenden Thales von Pezazze westlich von Bovegno und beginnt die Schichtenfolge entlang dem Gadina-Bach mit:

1. Kieselglimmerschiefer mit Lagern von Spatheisenstein, welche er als Aequivalent der Grauwacke anderer Länder betrachtet.

2. Rother Sandstein, massig aus Thonschlamm Kiesel und Porphyrestücken bestehend und astförmige Pflanzenreste enthaltend. Diesen Sandstein trennt Curioni noch von den überlagernden Schichten, mit denen Studer und Escher ihn als Verrucano noch zusammenfassen.

Darüber erst folgten: 3. Sandige und thonglimmerige, sowie eisenreiche, rothe Schiefer ohne Kalkgehalt. Mergelige Thone und Kalksteine mit Spatheisenstein und darüber rothe und grüne Schiefer mit *Myac. Fassaensis* Wissm. *Avicula Venetiana* Hau. (Röth).

4. Rauchwacken weiss und gelb. 5. Gypsmergel.

1858. v. Hauer betrachtet (l. c.) die inselartige, hervortretende Basis des Gebirges, aus welchem dem oberen Thalgebiete von Val Trompia seine nördlichen Zuflüsse zukommen, als Gneiss. Er nennt sie die Gneiss-Insel des Monte Muffetto und betrachtet die Verrucano- und Servino-Gesteine als die unmittelbar aufliegende Hauptformation, welche die krystallinische Gebirgsinsel im Norden in sehr breiter, in O., S. und W. in schmälterer Zone, wie ein geschlossener Mantel umgibt.

Dass diese Schichtenmasse in ihrem oberen Theile der unteren Trias angehört, bewiesen die an Petrefacten des Werfener-Horizontes reichen Schichten zwischen dem rothen Verrucano-Conglomerat und den Rauchwacken am Croce Domini-Pass südöstlich von Brenno. Auch vom Monte Muffetto wird *Naticella costata* citirt und in dem westlichen Theil des Gürtels, wo der Oglio zwischen Erzano und Lago d'Iseo den Verrucano im Streichen schneidet, bestehen die isolirt aus der Thalsohle emporragenden Hügel Monticolo bei Erzano und Castello bei Montecchio aus Verrucano, welcher nach oben durch Wechsellagerung mit feinkörnigen Schiefen und Sandsteinen verbunden ist, wie besonders die Schlucht zwischen Castello und St. Vigilio zeigt, wo St. Vigilio und Monte di St. Vigilio auf feinen Werfener-Schiefen stehen.

Der Gyps und Anhydrit von Ceratello, Volpino und Lovere scheint nach v. Hauer bereits dem über dem Werfener-Schiefer folgenden Kalkstein anzugehören.

Nachdem nun in diesem Gebiete zwischen einer Porphyrydecke und der Hauptmasse des rothen Verrucano-Gesteins ein deutlich charakterisirtes Niveau mit Pflanzen des Rothliegenden durch Geinitz, Suess und Curioni constatirt wurde, kann man sich auch hier des Gedankens nicht leicht erwehren, dass man es hier mit einer engeren Verknüpfung des Rothliegenden mit der unteren Trias durch eine ähnliche Facies-Entwicklung der oberen Permformation zu thun habe.

1869. E. Suess. „Ueber das Rothliegende in Val Trompia“ (mit 2 Tafeln LIX. Bd. d. Sitzb. d. k. Akad. d. Wiss. I. Abthl.).

Die Arbeit enthält die wichtigsten Nachrichten über dieses kleine, abgeschlossene Gebiet selbst und bietet Daten und Gesichtspunkte, welche auch im Allgemeinen für die Beurtheilung der paläozoischen Reihe von grossem Werthe sind. Auf Grund des Widerspruches, den Suess zwischen der Zustellung pflanzenführender Schichten von Val Trompia zur Steinkohlenformation durch G. Curioni (Rendiconti d. R. Ist. Lomb. 1865, vol. II., fasc. VI., pag. 214—218) und der von Ragazzoni bei der Vorlage eines Profils zwischen Bormio und Brescia (Versamml. d. ital. Naturforscher in Vicenza 1869) gemachten Angabe einer Ueberlagerung des Quarzporphyrs durch Lagerstätten fossiler Pflanzen entdeckte, untersuchte er selbst dieses Gebiet und vermochte auf Grund der von Geinitz gemachten Bestimmungen der ihm aus den Sammlungen der Herren P. Bruni in Collio und Ragazzoni in Brescia zur Verfügung gestellten und der durch Ronchini für ihn selbst gesammelten Exemplare den Nachweis des Vorkommens von organischen Resten des Rothliegenden in den Alpen zu führen.

Die Resultate, zu denen Suess bei seiner Untersuchung kommt, beziehen sich theils auf die Stratigraphie, theils auf die Tektonik und zum Theil auch auf die Verhältnisse der Erzführung in diesem Gebiete.

In Bezug auf die stratigraphischen Verhältnisse geht im Allgemeinen Folgendes hervor:

1. Der Streifen älterer Gesteine zwischen dem Lago d'Iseo und dem Lago d'Idro (auf der Hauer'schen Uebersichtskarte als Gneiss ausgeschieden) mit ONO.-Streichen entspricht zum grössten Theile (also auch nach Suess nicht ganz) dem erzführenden Casanna-Schiefer oder Thonglimmerschiefer anderer Theile der Südalpen. Es sind also allem Anscheine auch andere Gesteine der Quarzphyllitgruppe und vielleicht selbst Schichten der Gneissphyllitgruppe hier vertreten.

2. „Der Protogingranit vom Arnoldo und seiner Umgebung, sowie das Gneisslager unter der Colombina gehören dem oberen Theile des erzführenden Thonglimmerschiefers an, folglich genau demselben Horizonte, wie die granitischen Massen von Brixen und der Cima d'Asta und und der Granit und Tonalitgneiss von Kappel in Kärnten und die grosse Masse der erzführenden Schiefer bleibt sammt den sie begleitenden granitischen Felsarten der oberen (Farnen-) Zone der Steinkohlenformation zuzuzählen“ (p. 11).

Da wir gesehen haben, dass im Cima d'Asta-Gebiet es aus den Anführungen von Suess selbst hervorgeht, dass der Granit der Cima d'Asta älter sein muss, als der erzführende Thonglimmerschiefer, wenn nicht die nördliche und südliche erzführende Thonglimmer-Schieferzone durch die grosse, von Suess als Lagermasse gedachte und gezeichnete Granitmasse in zwei völlig altersverschiedene Horizonte getrennt erscheinen soll, so stimmt dieser Vergleich nicht ganz. Es wird angeführt, dass der grüne Arnaldogranit bis nahe an die untere Verrucano-Grenze heraussteigt; es wird ihm also, wenn man ihm eine engere stratigraphische und Altersverbindung mit dem erzführenden Casanna-Schiefer zuschreibt, auch eines der höchsten Niveaux innerhalb der Thonglimmerschieferfolge zugesprochen. In diesem Falle aber wäre er bedeutend jünger als der Cima d'Asta-Granit und die Hauptmasse der erzführenden Thonglimmerschiefer läge der Zeit nach zwischen diesen beiden Graniten.

Es geht auch hier nicht an, die Thonglimmerschiefer-Masse mit den ihnen zugehörigen Granitgesteinen auf einen so engen Zeitraum zu beschränken, abgesehen davon, dass die concordante Auflagerung des Rothliegenden nicht ganz evident ist. Bestätigt sich der von Taramelli (l. s. c. pag. 5) angeführte Fund von Trilobiten in Val Trompia durch Curioni, so ist damit ein Beweis mehr für die Ansicht gegeben, dass die Quarzphyllitgruppe, so wie sie jetzt noch besteht, vorwiegend zwar alte, zum Theil aber vielleicht auch noch jüngere paläozoische Schichten des Präcarbon und Obercarbon in sich birgt.

3. Der Quarzporphyr der Colombina, welcher unzweifelhaft über der ganzen Quarzphyllitgruppe von Val Trompia lagert, wird als Ausläufer der grossen Porphyredecke von Bozen und als Basis des Rothliegenden angenommen.

In dieser Lage entspricht er jedenfalls eher den ältesten Porphyreruptionen Südtirols (Branzoller- oder Blumauer-Porphyr v. Richthofen's), welche wahrscheinlich schon in der jüngeren Carbonzeit begann, während der vorzugsweise Decken bildende und mit Conglomerat, Tuff- und Breccienbildung in Verbindung stehende Castelrutter-Porphyr v. Richthofen's und andere jüngere Porphyre nähere Zeit-Aequivalente mit der über der Quarzporphyredecke liegenden Schichtenfolge sein dürften, zumal die daraus citirten Pflanzen des Rothliegenden erst im zweiten Schichten-Niveau der Reihe erscheinen. Es folgt nämlich:

4. Das Rothliegende in folgender Entwicklung: a) Breccien und Tuffe; b) Thonschiefercomplex, etwa in der Mitte mit schiefersandigen, Pflanzenreste enthaltenden Zwischenlagen, aus welchen bereits *Walchia pinniformis* Schl., *Walchia filiciformis* Schloth., *Schizopteris fasciculata* Gutb., *Noeggerathia* cf. *expansa* Brong., *Sphenopteris oxydata* Goebb. und *Sphenopteris* n. sp. verwandt mit *Sphenopteris Gützoldi* Gutb. aufgeführt sind; c) Wetzschiefer und Breccien und d) rother Verrucano in mächtiger Masse.

Nachdem der Verrucano Toscana's, wie Heer und Meneghini nachweisen, carbonisch ist, verliert das Wort „Verrucano“, wie schon früher angedeutet, seine stratigraphische Bedeutung und bleibt ein petrographischer, aber auch als solcher noch — ein wegen mehrfach unrichtiger Anwendung bisher nicht scharf begrenzter Begriff. Derselbe bildet die Höhe von Colombina, die Hauptmasse des Costa Fredda und des Campo Marieno und herrscht zu beiden Seiten des Val Morzegin, wo ein jüngerer Porphyr in ihm aufsitzt.

Oberhalb Bovegno in Val Trompia hat er die grösste Mächtigkeit (nach Fornerod 360 Meter). Nach S u c s s ist er hier zumeist in mächtige klotzige Bänke getheilt, zum Theil auch dünner geschichtet, in einzelnen Lagen dem typischen Verrucano ganz gleich, in der Hauptmasse dunkelroth und durch viele Gerölle von weissem Quarz und von Porphyr ausgezeichnet.

5. Servino und verschiedene mit dem Servino verbundene Schichten. Die Grenze gegen den Verrucano bilden eisensteinführende Schichten, in welchen das Erz in verlängerten Linsen auftritt. In dieser Weise liegt der Servino auf der Ostseite des Thales ober Mella, sowie auf Costa Fredda. Zwischen Collio und Val Serimanda und dem vorderen Abhang von Campo Mariena ist die Sache etwas abweichend. Collio liegt

nahe der unteren Grenze der Trias. Ausserhalb Collio gegen Norden folgt zunächst eine quer über das Thal streichende Bank von gelblicher Rauchwacke, darunter der Servino in Form von rothen glimmerigen, den Werfener-Schichten der Nordalpen ähnlichen Schieferen (Str. O.—W., 60—70 Grad S.) Zwischen diesem Servino und dem rothen, gleichfalls südfallenden (Verrucano-) Sandstein und Conglomerat des Campo Mafieno erscheinen Gesteine, welche nach Suess dem anderweitig vertretenen, eisensteinführenden Horizont entsprechen, und zwar dünngeschichtete, gelbgraue, glimmerige Quarzite, einige Lagen von lichtem, sandigem Kalkstein und von rothem Mergel in Wechsel mit Bänken von dunkelrothem Sandstein und zersetztem rothem Schiefer.

Es ist nicht vollkommen sicher, mit welcher Hauptgruppe der Servino hier enger verbunden ist, ob mit den unteren der Permformation zugerechneten Sandsteinen oder mit den darüber folgenden sicheren Trias-Horizonten: er ist wohl ein Bindeglied zwischen beiden.

Bezüglich der Tektonik des Gebietes kommt Suess zu dem Resultat, dass die Thonglimmerschiefer sammt der darauf liegenden Decke von Porphy, Rothliegendeschichten und Triasmassen eine grosse Wölbung oder Falte repräsentiren, von welcher die nördliche Flanke ungestört stehen blieb, während im oberen Val Trompia ein Einsturz der südlichen Flanke stattgefunden hat.

Demgemäss zeigt die gegen Süd gekehrte Bruchfläche des Nordflügels die Schichtenköpfe der Quarzporphydecke über den (Casanna-) Quarzphyllit-Gesteinen und zwar über dem erwähnten, gefleckten Schiefer als eine lange, beiläufig 150 Fuss hohe Mauer; die abgesunkenen, im Thalgebiet erscheinenden Fragmente der anderen Gewölbhälfte lassen durch untergeordnete Verwerfungen abgegrenzte Trümmer desselben Porphyrs zu Tage treten, unter Verhältnissen, dass man an einzelne Ausbruchsstellen glauben könnte.

1870. J. Curioni. Osservazioni geologiche sulla Val Trompia. 4^o. Milano pag. 60, 1 Tab. (Mem. del. R. Ist. Lomb. Vol. XII. III. Serie, III. Fasc. I. pag. 61.)

Der Verfasser stellt nach dem Vorgange von Suess die unter dem Porphy liegenden Schichten unserer Quarzphyllitgruppe zu dem Casanna-Schiefer Theobald's in Parallele und führt sie unter dem Namen „*Quarziti micacee*“ als Repräsentanten des „*Terreno carbonifero*“ auf. Er gibt ihnen also einen weiteren Spielraum, als Suess es anfänglich that.

In Bezug auf die von Suess erwähnten Gneiss-Einlagerungen innerhalb dieser Schichtenfolge spricht er gewiss mit Recht nur von Gesteinen von dem Aussehen von Gneissen, welche sich in allen Bergen im Norden des oberen Val Trompia finden. Derselbe enthält nicht immer Feldspathkrystalle, viel häufiger aber Quarzkörner, wie sie sich in geschichteten Gesteinen finden, wodurch das Gestein das Aussehen eines Mandel- oder Knotengneisses erhält. Die quarzreichen Bänke dieses Gesteines kommen (am Monte Muffetto und in der ganzen Kette bis Monte Moniva) in zwei Horizonten vor. Ueberdies beobachtete Curioni oberhalb Ronzano und ober Comasine im Valle di Sole eine gewöhnliche Bank von Glimmerquarzit mit Feldspathkrystallen.

Diese Beschreibung bestimmt mich, in diesen Schichten ein Aequivalent der über der unteren Kalkzone der Zillertal-er-Kalkthonphyllit-

gruppe folgenden Complexes von grünen, schieferigen und festen Talkglimmer-Quarzitbänken zu sehen, über welchen erst die schwarzen Kalkthon-Schiefergesteine (die grauen Schiefer) folgen. In diesem Complex treten ebenfalls feste quarzreiche, arkosenartige Grauwackenbänke mit durch Feldspathbestandtheile und Quarzkörner bewirktem, gneissartigem Aussehen auf. Zum Theil mögen dieselben auch an die Schweizer Serfngesteine erinnern, die ich jedoch aus eigener Anschauung nicht kenne.

Auch in dem unter der Hauptkalkzone liegenden Schieferen, welche sich stellenweise nach oben noch über den grünen Augengneissen entwickeln, gibt es grüne Knotengneisse, welche dieser Ausbildungsform nahe stehen. Dies alles aber sind viel ältere Gesteine. So richtig es ist, wenn Curioni mit Sismonda derlei Gesteine nicht als wahre Gneisse, sondern als quarzreiche, glimmerige Grauwackengesteine ansieht, so fehlen denn doch die genügenden Beweisgründe dafür, diese Gesteine sammt den begleitenden Schieferen dem durch carbonische Pflanzenreste ausgezeichneten Verrucano von Toscana gleichzustellen, dessen Parallelsirung mit den Schweizer Serfngesteinen von Heer abgelehnt wird.

Obwohl ich, wie in der Uebersicht angedeutet wurde, eine Repräsentanz auch des Carbon innerhalb der Ausbildungsweise der Quarzphyllitgruppe nicht von vornherein ausschliessen kann, stimmt doch der Charakter der aus Val Trompia beschriebenen Gesteinslagen der Gruppe weit mehr mit den eben erwähnten, in dem inneralpinen Gebiete auftretenden tieferen Complexen der grossen Kalkthonphyllit-Gebiete.

In Bezug auf die Permformation schliessen sich die Mittheilungen von Curioni gleichfalls in der Hauptsache an die Schichtenfolge an, deren Feststellung wir Suess und Geinitz verdanken. Es folgen über dem Porphy: 1. Porphyrstücke enthaltende Conglomerate, Breccien und Sandsteine. Diese Gesteine begleiten auch den Porphy des Valle Caffaro. 2. Verschiedenfarbige, feinsandige und tuffartige Schiefer mit Pflanzenresten der unteren Permformation. Ausser dem von Geinitz (l. c.) aufgeführten Pflanzenresten von 7 Arten werden erwähnt und abgebildet: erstens eine *Nöggerathia*, welche Curioni zu *Nöggerathia foliosa* stellt, und zweitens eine Platte mit Thierfährten aus den Monti di Coglio (Pulpito, gegenüber von den Quellen von Serimand), welche Geinitz auf Grund der ihm zugesendeten Skizze mit *Chelychnys Dunkani* aus dem Buntsandstein von Dumfries vergleicht. Curioni bemerkt, dass eine andere Platte auch die Abdrücke von *Ornithichnitis* sehen liess. 3. Grüne Sandsteine. 4. Kieselbreccien mit grünem Bindemittel als Zwischenglied zwischen Perm- und Carbonformation. 5. Rother Quarzconglomerat mit Porphybrocken in Verbindung mit Sandstein, Porphy und zum Theil in unmittelbarer Berührung mit Glimmerquarziten.

Dieser von Suess noch unter dem Namen (Verrucano) zum Rothliegenden gestellte Complex wird hier mit der Trias (als Buntsandstein) vereinigt. Dabei wird auf die vielseitige Anwendung der Bezeichnung „Verrucano“ aufmerksam gemacht, welche es, wie ich an anderer Stelle auseinandersetze, nicht zulässt, dass man damit noch ferner einen stratigraphischen Begriff verbindet.

Im Jahre 1872 vervollständigte G. Curioni gemeinschaftlich mit Prof. Ragazzoni die eben angeführten Beobachtungen durch genauere

Untersuchungen im Valle del Caffaro, deren Resultate mit der schon bei Gelegenheit der Besprechung des Adamello-Gebietes (Seite 73) citirten Arbeit veröffentlicht wurden.

Es wird nachgewiesen, dass hier (an der Brücke von Assa) dieselben permischen, durch Pflanzenreste (Nöggerathien) charakterisirten Schichten vorkommen, wie an der Hauptlocalität in Val Trompia, dass grüne Sandsteine, welche dort über den schwarzen Schiefer mit permischen Pflanzenresten erscheinen, hier unter diesen Schiefer liegen und in dieselben übergehen, und dass daher der grüne Sandstein mit diesen Schiefer eine zusammengehörige Gruppe bildet, welche der Permformation angehört.

In der Gegend von „La Valle“ an der Brücke über den Sanguinera-Bach unterbricht eine Dioritpartie diese Schichten. Die Hügel weiterhin, über welche die Strasse führt, bestehen wieder aus dem grünen Sandstein der Brücke von Assa und sind in fast horizontaler Lagerung bedeckt von mächtigen Schichtmassen. Dieselben schwarzen Schiefer, welche an der Fontane di Freglia anstehen, bilden die steile SW.-Flanke des Monte Misa.

Gegen Norden zu stehen nächst der Einmündung des Valle Scaglia in das Caffaro-Thal, längs des Baches, grüne, dioritische Felsen und überdies ein rother Porphyry an. Das dioritähnliche Gestein hält Curioni für eine Modification des rothen Porphyrs. Hinter diesen Felsen folgt der rothe Sandstein und mächtige Servinolager, darüber ein farinöser Kalk, aber weder Gyps noch gypsführende Mergel. Nächst der Alpe Compras endlich erscheinen isolirte Partien eines weissen Quarzconglomerates mit eckigem Korn, ähnlich dem der Berge über Darzo, welches gewöhnlich unter dem Triassandsteine liegt und die permischen Schichten von der Trias trennt.

Anmerkung. Da sich mir bei Gelegenheit der im Verlauf dieses Sommers gemachten Touren einige neue Gesichtspunkte für die Auffassung der paläozoischen Gebiete der West- und Ostflanke der Südalpen ergeben haben, so ist für die Construction der diese Gebiete erläuternden Durchschnitte der Besuch mehrerer Punkte nothwendig geworden. Der dritte Abschnitt dieser Studien, welcher die Gebiete der Ostflanke behandeln und in einem Schlusscapitel über die Entwicklungsformen der paläozoischen Reihe in den Südalpen auch die neuesten, auf der Westflanke erlangten Resultate mitzusammenfassen und in Durchschnittpprofilen erläutern soll, wird daher erst nach der Sommercampagne 1875 abgeschlossen und zur Publication gebracht werden können.

I n h a l t.

| | Seite |
|--|----------|
| Vorwort | [1] 333 |
| I. Allgemeine Uebersicht der stratigraphischen und tektonischen Verhältnisse | [3] 335 |
| A. Die stratigraphischen Haupt-Elemente | [3] 335 |
| 1. Die Gneissphyllitgruppe | [4] 336 |
| 2. Quarzphyllitgruppe | [7] 339 |
| 3. Abweichende ältere Gesteinsbildungen innerhalb der verschiedenen Quarzphyllitgebiete der Westflanke | [8] 340 |
| 4. Jüngere discordante Gesteinsschichten des Obercarbon und der Dyas | [10] 342 |
| B. Tektonisches | [14] 346 |
| II. Das Beobachtungsmaterial. Beobachtungen früherer Forscher | [29] 361 |
| 1. Pusterthaler Hauptzug | [29] 361 |
| 2. Südtiroler-Porphyrgebirge | [37] 369 |
| 3. Das Gebiet des Cima d'Asta-Stockes | [46] 378 |
| a) Vall'alta und Agordo | [47] 379 |
| b) Cima d'Asta-Gebiet mit Val Sugana | [53] 385 |
| 4. Schiefer-Insel von Recoaro | [63] 395 |
| 5. Adamello-Gruppe | [68] 400 |
| 6. Veltliner-Hauptzug | [73] 405 |
| 7. Das Gebiet des Monte Muffetto mit Val Trompia | [85] 417 |
