

ZUR GEOLOGIE DER BERGAMASKER ALPEN, NÖRDLICH DES VAL STABINA

von W. J. JONG,
mit Tafeln 11—13.

I N H A L T.

	Seite.
Abkürzungen	50
Vorwort	51
I. Allgemeiner Teil und Topographie	53
II. Stratigraphie und Petrographie	54
1. Kristallines Grundgebirge	55
2. Karbon	59
3. Perm	60
A. Eruptivgesteine	60
1. Die Basalen Tuffoide	61
2. Die eigentlichen Porphyre und Porphyrtuffe	63
B. Klastische Sedimente	69
Uebersicht	69
1. Collio-Schichten	72
2. Verrucano	76
4. Werfener Schichten-Servino	79
5. Muschelkalk	82
6. Hauptdolomit	83
7. Jüngere Bildungen	84
III. Die Ueberschiebungszonen	87
IV. Tektonik	93
V. Exkursionen	102
Literatur	103
Tafeln.	

VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN.

Folgende gemeinübliche Abkürzungen der italienischen Ortsbezeichnungen sind im Texte, wie auf der Karte und in den Profilen, zur Anwendung gelangt:

A.	<i>Alpe</i>	Alp.
B.	<i>Baita</i> , (-one, -ella)	Stall, kleine Sennhütte.
Bocch.	<i>Bocchetta</i>	Sattel (auch wohl: „Colle“).
Cas.	<i>Casera</i> , Casere (Mz.)	Sennhütte.
Cap.	<i>Capanna</i>	Hütte.
Csta.	<i>Costa</i> , Cresta	Kamm, Grat.
F.	<i>Fucellino</i>	Sattel (auch wohl: „Colle“).
L.	<i>Lago</i>	See.
Mte., M.	<i>Monte</i>	Berg, im Gebrauch auch wohl: Alp.
Pni.	<i>Piani</i> (Mz.)	Flache Bergwiesen.
Pssso.	<i>Passo</i>	Pass.
Pzo.	<i>Pizzo</i>	Spitze.
T.	<i>Torrente</i>	Wildbach, Bach.
V., Vlle.	<i>Val</i> , -le (Mz.)	Tal.

VORWORT.

Auf Anregung meiner beiden Lehrer, Prof. Dr. B. G. ESCHER und Prof. Dr. H. GERTH, übernahm ich, Anfang 1926, die Aufgabe einer Kartierung des Porphyrgebietes von Ornica, im oberen Brembotal. Es zeigte sich aber bald, dass eine genauere Kenntnis der Lage weiter westlich zu einem richtigen Verständnis der Verhältnisse bei Ornica unentbehrlich war. Dementsprechend wurde die Westgrenze des zu kartierenden Gebietes weiter nach Westen verlegt.

Die Feldarbeit fand in den Monaten April—Juni 1926 und Juni—September 1927 statt, umfasste also insgesamt etwa sechs Monate; die petrographischen Untersuchungen und die Bearbeitung des Materials nahmen den grössten Teil der beiden Wintersemester 1926—27 und 1927—28 in Anspruch.

Die vorliegende Arbeit fängt, nach einer kurzen topographischen Uebersicht, mit einer Beschreibung der Stratigraphie des Aufnahmegebiets an. Es enthalten die einzelnen Darstellungen ebenfalls die Ergebnisse der petrographischen Untersuchungen und einige historische Bemerkungen.

Die Ueberschiebungszone der orobischen Ueberschiebung in erster Linie, dann aber auch die Einflüsse des Druckes an anderen Stellen, meinte ich in einem dritten Abschnitt unterbringen zu müssen; ein viertes Kapitel ist der Tektonik gewidmet. Zum Schluss mag eine kurze Beschreibung einiger geeigneten Exkursionsrouten folgen.

Ein Literaturverzeichnis, das aber keinesfalls Vollständigkeit beansprucht, ist hinten angefügt; es sind nur die im Texte genannten Veröffentlichungen berücksichtigt worden. Die Nummern zwischen Klammern hinter den Autornamen beziehen sich auf dieses Verzeichnis.

Für ihre unentbehrliche und immer freundliche Hilfe und Ratschläge möchte ich an dieser Stelle allen danken, die mir in diesen zwei Jahren zur Seite standen, namentlich den beiden Professoren ESCHER und GERTH und Herrn Dr. PH. KUENEN, Assistenten am hiesigen Geologisch-Mineralogischen Reichsmuseum, dessen Hilfe bei der Anfertigung der Mikrophotographien usw. mir von grossem Nutzen war.

Die italienischen Geologen, insbesondere Herrn Prof. Dr. ERR. CAFFI, und meinen oftmaligen Gefährten Dr. C. SPANDRIO u. a., deren Gastfreiheit und Freundschaft mir den Aufenthalt in Italien erleichterten, und meinen Kollegen Herrn Dr. J. COSIUN möchte ich an dieser Stelle nicht vergessen.

Ich möchte darauf aufmerksam machen, dass, wo zwischen Dr. COSIUN und mir ein reger Gedankenaustausch stattfand, es nicht zu vermeiden war, hie und da ihm entlehnte Gedanken und Tatsachen zu benutzen, ohne dass es in allen Fällen möglich war, solche genau von den eigenen zu trennen.

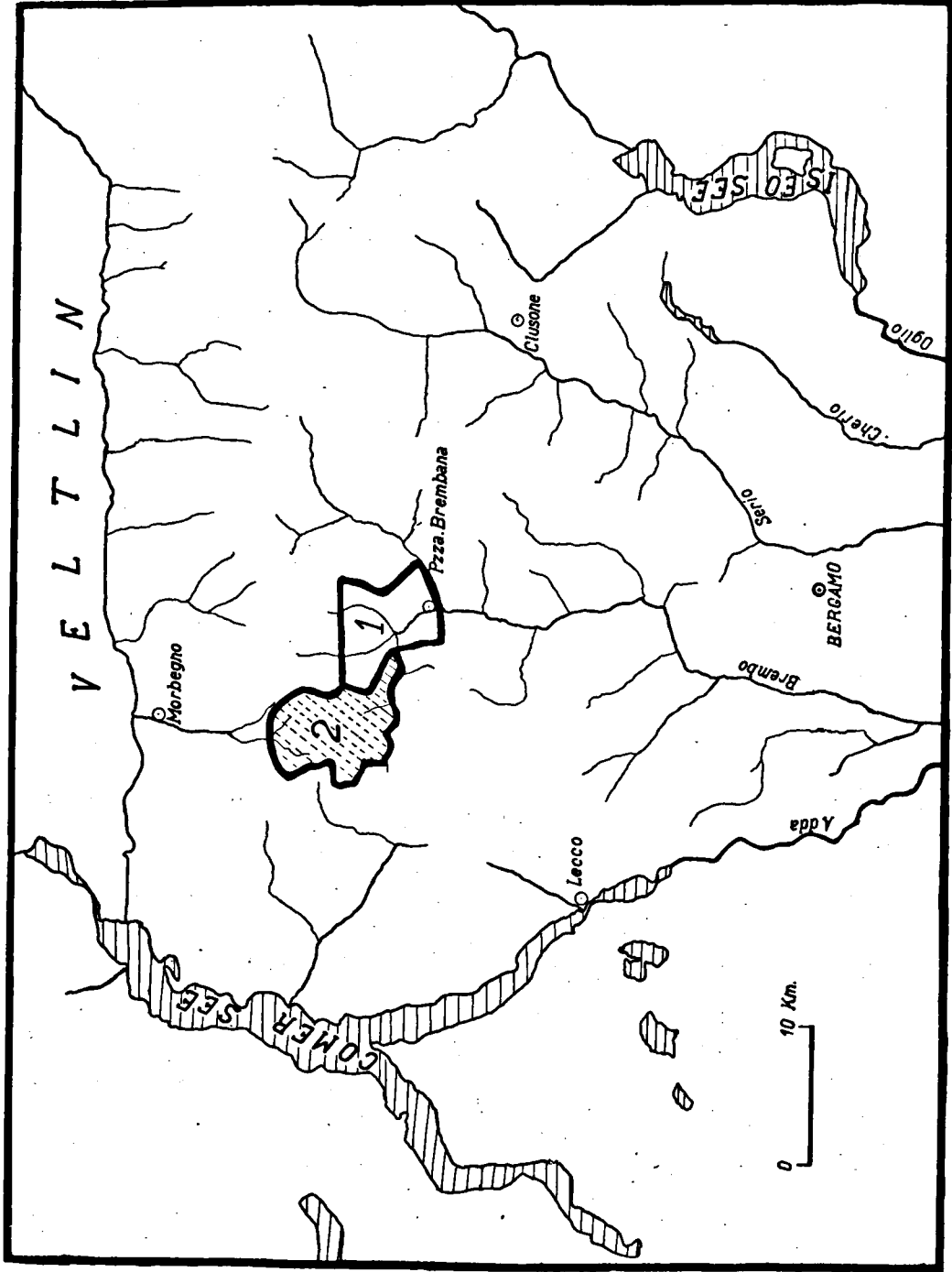


Fig. 1.

Das Gebirge zwischen Comer- und Isco See.

1. Aufgenommen vom Dr. J. COSIJN (5). 2. Aufgenommen vom W. J. JONG.

I. ALLGEMEINER TEIL, TOPOGRAPHIE.

Nebenstehende Kartenskizze mag dienen zur allgemeinen Orientierung über die Lage der von Dr. J. COSIUN (5) und mir aufgenommenen Gebiete.

Als topographische Grundlage bei der Feldarbeit dienten die photographischen Vergrößerungen 1 : 25 000 der Messtischblätter des *Istituto Geografico Militare*.

Es wurden benutzt die Blätter:

Foglio 18, III Morbegno *Sud-Ovest* und *Sud-Est*,

id. 33, IV Piazza* *Brembana Nord-Ovest* und *Nord-Est*.

Das Gebiet wird südlich vom Val Stabina und nördlich von der Parallele von Piazza di Gerola begrenzt.

Die östlichen und westlichen Grenzen werden gebildet von der Wasserscheide von Pzo. di Cusio über Mte. Avaro, Mte. Ponteranica zum Mte. Motta, bezw. von der von Pzo. Melase über Pzo. Varrone, Pzo. dei Tre Signori, den topographischen Punkt 1862 bis an die Lokalität Falghera und von hier das Val Stabina entlang.

Das Gebiet umfasst also sowohl Teile des südlichen, als auch des Veltliner Abhanges der Bergamasker Alpen.

Auf dem Bergamasker Abhang ist die Stabina der Hauptfluss, in welchen eine Menge kleinere Bäche ausmünden. Von diesen wird er in drei Teile zerlegt, die Täler der oberen Stabina, des Baches von Rava — aus der Vereinigung einer Anzahl kleinerer Rinnen ein wenig oberhalb Rava entstanden — und des Val d'Ornica, das sich bei Ornica aus dem Zusammenfluss des Val d'Inferno und des Val di Salmurano bildet.

Auf dem Veltliner Abhang finden wir zwei Täler, das Val della Pietra und das Val di Pescegallo, in deren beiden oberen Hälften sich einige kleinere Seen: L. di Trona, L. di Pescegallo, L. d'Inferno und L. di Piazzotto, finden. Die beiden Täler vereinigen sich bei Piazza di Gerola zum Tal des Bitto di Gerola, eines Zuflusses der Adda bei Morbegno.

Der höchste Punkt ist der Pzo. dei Tre Signori (Dreiherrnspitze), 2554 m. An der orobischen Wasserscheide entlang finden wir die beiden Pässe des Val d'Inferno und des Salmurano, in bezw. 2303 und 2026 m Meereshöhe.

Nördlich der Kammlinie treffen wir den Pzo. di Trona (2508), Pzo. di Tronella (2514), Pzo. Varrone (2332) und weiter östlich den Mte. Ponteranica (2378), die die höchsten Erhebungen im Verrucano-konglomerat darstellen, während der 2402 m hohe Pzo. Melase ganz im Grundgebirge steht.

Die ersten sind mit ihren steilen Konglomeratwänden nicht immer leicht zugänglich, im Gegensatz zum sanft geböschten Pzo. Melase. Nach Süden wird die Böschung zum Val Stabina nur von den überlagernden Dolomitmassen unterbrochen, die aber erst jenseits des Tales ihre grösste Erhebung erreichen. Diesseits treffen wir nur den Pzo. di Cusio und den Mte. La Piaccha, beide etwa 1400 m hoch.

Im Anschluss an die vorliegende Arbeit ist von Dr. J. COSIUN (5) eine Kartierung im angrenzenden Gebiet des oberen Brembotales ausgeführt worden, und wird eine solche vorgenommen werden von Herrn TH. KLOMPÉ im Gebiet östlich vom Mte. Ponteranica.

Eine zusammenfassende Uebersicht der älteren Literatur findet man bei PORRO (16), der 1903 eine Uebersichtskarte 1 : 100 000 veröffentlichte. Nachher ist keine grössere Arbeit mehr ausgeführt worden; nur sind einige zerstreute Untersuchungen von PORRO (17) und TARAMELLI (24) erschienen.

Später hat noch CACCIAMALI (3, S. 21 ff.) in einer sehr bemerkenswerten Uebersicht über den Zusammenhang zwischen dem Deckenbau in den Bergamasker und den Brescianer Alpen, mit einigen Zeilen den Gegenstand berührt.

Bei der Feldarbeit auf den Alpen Pescagallo und Valletto waren grosse Schwierigkeiten zu überwinden, denn im ersten Jahre war der Schnee im Juni erst bis auf etwa 1800 m geschmolzen und waren die beiden Alpen also unzugänglich; und 1927 war infolge der herrschenden Maul- und Klauenseuche der Zutritt verboten. Die Grenzen konnte ich hier also leider nur angedeutet einzeichnen.

II. STRATIGRAPHIE UND PETROGRAPHIE.

In meinem Gebiete sind folgende Horizonte vertreten:

Trias.

Norische Stufe	Haupt-Dolomit
(Karnische und Ladinische Stufe fehlen.)	
Anisische Stufe	Muschelkalk
Skythische Stufe	Werfener Schichten-Servino.

Perm.

Verrucano (Konglomerate usw.)
Collio-Schichten (Tonschiefer usw.)
Eruptivgesteine.

Karbon (?).

Aporphyrische Konglomerate.

1. KRISTALLINES GRUNDGEBIRGE.

Als Unterlage der permo-triadischen Ablagerungen finden wir in den Bergamasker Alpen einen Komplex kristalliner Schiefer und Gneise. Ueber die Lagerungsverhältnisse von diesen und den jüngeren Sedimenten ist viel gestritten worden.

Mit PORRO (16, S. 9) meine ich, dass es sich um eine diskordante Auflagerung handelt und dass beide Komplexe verschiedenen Bildungsepochen entsprechen. Ueber das Alter dieser Gesteine kann ich nichts aussagen; es scheint mir aber, dass man kein archaisches Alter anzunehmen braucht.

SALOMON (20, S. 311) bespricht in diesem Zusammenhang die Untersuchungen FRECH's in den Karnischen Alpen. Er meint, es lasse sich aus diesen auf ein kambrisches, bezw. jüngstes archäozoisches Alter schliessen, und ich glaube ihm in dieser Hinsicht beipflichten zu können.

Auch CACCIAMALI (3, S. 22) schliesst sich dieser Ansicht an, glaubt sogar hieraus auf ein kaledonisches Alter der prä-alpinen Faltungen in den Bergamasker Alpen schliessen zu können.

Gewiss stellen die eigentlichen Kristallinen Schiefer des Veltlin, mitsamt denjenigen, welche in den Fenstern des Bergamasker Abhanges zu Tage treten, keine metamorphe Ausbildung der überlagernden Sedi-

mente dar, wie die älteren Autoren glaubten¹⁾. Die Metamorphose gehört durchaus der Meso-Stufe an, während die permischen Sedimente kaum in die Epi-Zone gelangt sind. Uebrigens geht aus den Messungen des Streichens und Fallens im Veltlin eine Diskordanz hervor, obwohl diese, wie schon PORRO (16, S. 20) betonte, am Kontakte vom Gebirgsdruck verwischt worden ist.

Ich kann über diese Gesteine nur wenig sagen, eine Gliederung bin ich nicht imstande zu machen. Dies stimmt auch zu der Angabe MELZI's (9, S. 711), der sämtliche, nachher auch von mir untersuchten Gesteine in den oberen Horizont des von ihm als archaisch beschriebenen Komplexes stellte. Es sollen diese Gesteine hauptsächlich granatführende Glimmerschiefer sein, Turmalin solle sich nur in den tieferen Horizonten vorfinden. Ich stellte jedoch, neben Granat, häufig Turmalin fest.

Die von PORRO (16, S. 5) als „*Gneiss chiari*“ beschriebene Abart dieser Gesteine — der „Colmit“ SALOMON's (20, S. 321) — kommt nach seinen Abgaben im Aufnahmegebiet nicht vor; ich glaube aber, dass einige Gesteine aus der später zu berücksichtigenden Ueberschiebungszone vielleicht dieser Abart angehören.

Amphibolite traf ich nicht an, ebensowenig Augengneise. Porphyritgänge fand ich nur auf der Bergamasker Seite; ich werde diese im Zusammenhange mit den anderen Eruptivgesteinen besprechen.

In erster Linie finden wir Glimmerschiefer, untergeordnet Quarzite und Gneise.

Die Glimmerschiefer sind den Quarzlagenphylliten — Edoloschiefern — SALOMON's (20, S. 310) gleichzustellen. Ich ziehe aber den Namen Glimmerschiefer vor, weil diese Gesteine sämtlich zur Meso-Stufe gehören; und nach der Nomenklatur GRUBEMANN's Phyllite Epi-Gesteine sind. SALOMON (20, S. 310) gründet seine Einteilung auf die Grösse der Glimmerblättchen im Handstücke.

Echte Gneise sind selten, unter meinen Dünnschliffen fand sich nur ein einziger, der als **Meso-Biotit-Alkalifeldspat-Gneis** zu bestimmen war.

Dieser enthält neben Quarz, Orthoklas und viel Plagioklas, grössere Apatite und Biotit. Letzterer ist gebleicht und oft chloritisiert, dann tritt Rutil in Sagenit-Gittern hinzu. Im Biotit findet sich ebenfalls Zirkon mit pleochroitischen Höfen. Vereinzelt sind Quarz und Feldspat myrmekitisch verwachsen. Die Struktur ist granoblastisch; die Textur im Handstücke ausgesprochen schieferig, im Dünnschliffe weniger deutlich.

Die **Quarzite** enthalten, neben Quarz in grosser Menge, untergeordnet auch Feldspat — Orthoklas und sauren Plagioklas —, stellenweise serizitisiert. Der Glimmer ist in erster Linie Muskovit, daneben kommt auch Biotit vor. Vereinzelt ist letzterer chloritisiert. Der Granat ist oft randlich in grünlichen, anomalen, oder bräunlichen, stark doppelbrechenden Chlorit umgewandelt. Die Einschlüsse sind nicht zentral angehäuft, vielmehr in hervortretenden kristallographischen Richtungen angeordnet. Als Uebergemengeteile finden sich Zirkon, Magnetit und rote Fleckchen

¹⁾ Vgl. bei PORRO (16, S. 4).

von Hämatit, vereinzelt gesellt sich dazu Pyrit oder Rutil. Stark pleochroitischer Turmalin ist verbreitet. (ϵ : hellbräunlich grün, ω : dunkel olivengrün bis braun, vereinzelt auch ϵ : bläulich-grün, ω : fleckig dunkelblau).

Die Struktur ist granoblastisch, vereinzelt porphyroblastisch (Granat!) die Textur deutlich schiefrig.

Die **Glimmerschiefer** sind den Quarziten sehr ähnlich, unterscheiden sich jedoch von diesen durch den weit grösseren Gehalt an Glimmer, meistens Muskovit; in einzelnen Gesteinen jedoch vorherrschend Biotit. Bei der öfters auftretenden Chloritisierung ist Ilmenit ein häufiges Umwandlungsprodukt. Zoisit, Epidot treten vereinzelt hinzu; Turmalin und Granat sind in der oben beschriebenen Ausbildung weit verbreitet. Andeutungen mechanischer Beanspruchung sind verbreitet, aber schwach; sie beschränken sich auf eine unregelmässig verteilte undulöse Auslöschung, vereinzelt findet sich auch eine beginnende randliche Zertrümmerung.

Die Struktur ist durchaus granoblastisch bis lepidoblastisch; öfters sind die Granate, vereinzelt auch die Quarze und Feldspäte porphyroblastisch ausgebildet, ohne dass man jedoch im letzteren Falle von einer blastoporphyrischen Reliktstruktur sprechen kann. Die Textur ist immer deutlich schiefrig bis lentikular, die Schieferung aber ziemlich grob, und im Dünnschliffe oft kaum festzustellen. Helizitische Fältelung findet sich im normalen Gestein nur vereinzelt. Im festen Gestein kann man oft die Wechsellagerung von glimmerreicheren und glimmerarmen-quarzreicheren Teilen beobachten, oder die Einlagerung häufiger Quarz-Linsen in flasriger Anordnung. Der Name „Quarzlagenphyllite“ rührt eben daher.

Sämtliche Gesteine sind wahrscheinlich sedimentogener Entstehung, mithin zu den Para-Gesteinen zu stellen.

In den oberen Teilen des Grundgebirges des V. Stabina finden wir einen schmalen Streifen kristalliner Gesteine, die unbedingt noch zu den Kristallinen Schiefer gehören, wie auch die mikroskopische Untersuchung zeigt, in mancher Hinsicht aber doch eine eigene Stellung im Rahmen dieser Gesteine einnehmen. Sie zeigen durchaus die Spuren stärkster mechanischer Beanspruchung; der Quarz ist von Trümmerstreifen durchzogen, öfters ist deutliche porphyroklastische oder Mörteltextur wahrzunehmen. Sie sind wohl als gequetschte Kristalline Schiefer anzusprechen und als Epi-Serizit oder Epi-Turmalin-Gneise, -Schiefer oder -Quarzite zu bezeichnen. Im Zusammenhang mit ähnlichen Gesteinen der Veltliner Seite, werde ich sie im dritten Kapitel eingehender besprechen.

Südlich der orobischen Ueberschiebung treten die Kristallinen Schiefer in Fenstern in den überlagernden permo-triadischen Massen zu Tage. Es sind dies die Fenster vom Val d'Inferno, Valsassina-Val Stabina, weiter östlich die von Caprile, Mezzoldo, Trabuchello usw., und das Salmurano-Fenster. Diese wurden schon alle von PORRO (16) verzeichnet, nur zeichnete er das Salmurano-Fenster als einen Teil des Veltliner Kristallins. Detaillierte Aufnahmen stellten aber heraus, dass die Ueberschiebungszone, sowie ein schmaler Streifen Verrucano sich noch zwischen den beiden hindurchzieht. Das Fenster im V. d'Inferno ist auf meiner

Karte ein wenig grösser gezeichnet als dies von PORRO geschah; es tritt das feste Gestein aber nur an wenigen Stellen zu Tage, meist ist es von den jüngeren Ablagerungen des V. d'Inferno bedeckt. Ich fand aber auch an der rechten Talseite, im Bache oberhalb Zucco, einen etwa metergrossen Aufschluss im Kristallin; und es sind im Gehängeschutt die Kristallinen Schiefer weitaus vorherrschend. Dieser Schutt kann hier, auf der Nord-Seite der Csta. Peghera, unmöglich vom Kristallin des V. Stabina, an der Südseite dieser Wasserscheide, herrühren. Diese Tatsachen, sowie der Verlauf des Ausstreichens des tiefsten permischen Horizonts, der Basalen Tuffoiden, veranlasste mich, eine grössere Ausdehnung für dieses Fenster anzunehmen.

Der Lagerungsform dieser Gesteine habe ich nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt, es zeigte sich alsbald, dass sich in dieser Hinsicht im beschränkten Aufnahmegebiet nichts feststellen liess.

Eine Einsicht in die Beziehungen zwischen der alten Faltung der Glimmerschiefer und den jungen alpinen Bewegungen könnte nur nach eingehenderen Untersuchungen im ganzen Gebiete des Veltliner Kristallins gewonnen werden.

In der Landschaft treten die Kristallinen Schiefer nicht hervor, die Abhänge sind sanft gebösch, Felswände finden sich nur in der Hochregion, wohl ist die Verwitterungsdecke an mancher Stelle vom Wasser fortgeschafft worden; dies hat die im Veltlin so häufigen Rutschungen zur Folge, die sich von den Schuttmassen der Sedimente dadurch unterscheiden, dass sie nur untergeordnete Teile des festen Gebirges führen.

Zum Schluss dieser Darstellung möchte ich etwas sagen über die Erzführung.

Es hat von Alters her in diesem Gebiete einen intensiven Bergbau gegeben, der aber in den letzten Jahrzehnten fast völlig verschwunden ist.

Die Eisengruben des Val Varrone, die ehemals das Eisen für die berühmte Waffenindustrie des Valsassina lieferten, sind verlassen, von den Hütten des Val Stabina stehen nur noch die Ruinen da.

Es sind nur noch zwei Mineralien, deren Ausbeutung noch lohnend sein könnte: Bleiglanz — wegen des Silbergehalts — und Baryt. Letzteres ist sehr häufig als Gangart, es lässt aber seine Ausbeutung, nach einem kurzen Wiederaufblühen während des Krieges, nunmehr wieder nach. Der Bleiglanz wurde bis vor kurzem noch abgebaut bei Camisolo, man hat aber auch hier die Arbeit aufgeben müssen.

Versuche zur Ausbeutung eines sehr reichhaltigen Erzganges im oberen Val Stabina zwischen Scasletto und Falghera sind leider gescheitert. Es finden sich hier: Pyrit, Siderit, Limonit, Chalkopyrit, Bornit, Malachit, Galenit, Cerussit, Sflalerit, Smithsonit. Gangart ist Baryt.

Weiter gibt es noch einen schmalen Quarz-Pyritgang im Bache oberhalb Rava; Eisen in verschiedenen Barytgängen auf den Piani dell'Avaro. Ein einziger, bei Foppa, ausserhalb der Grenzen des Aufnahmegebietes, wird ausgebeutet mittels einer Seilbahn nach Averara im V. Mora.

Nach einer Handschrift des Erzbischofs von Mailand vom Ende des XII. Jahrhunderts, soll es am Pzo. dei Tre Signori Gold geben, das damals auch ausgebeutet wurde und nach anderen Berichten dem PLINIUS

schon bekannt gewesen sein soll. Eingehende Untersuchungen in den letzten Jahren blieben aber ohne Erfolg.

Die Mineralisierung geht in meinem Gebiete bis in den Verrucano, die Erzführung des oberen Esinokalks, des „*calcare metallifero*“ PORRO's — Grigna, Brembotal — deutet aber auf eine weit jüngere Entstehung.

Ich glaube den Ursprung in den grano-dioritischen Intrusivmassen die im Valsassina zu Tage treten, suchen zu müssen.

PORRO (16, S. 11) schreibt diesen Massen ein vorpermisches Alter zu. Mit SALOMON (20, S. 589) bin ich aber der Meinung, dass es in den Südalpen wenigstens vier Intrusionsepochen gegeben hat, von welchen wenigstens zwei postpermischen Alters sind: im Trias — (Tuffe der Raibler Schichten) — und im Tertiär. Die überaus reiche Turmalinführung der Ueberschiebungszonen, besonders am Südrande des Fensters der Val Stabina (vgl. S. 89), welche doch alpiner, also kretazeischer bis jung tertiärer Entstehung sind, veranlasst mich, die Mineralisationsvorgänge in die jüngste Intrusionsepoche zu stellen. Es fehlt mir jedoch das Material, diese Frage eingehender zu behandeln.

2. KARBON (?).

Von den älteren Autoren wurde manches unter dem Namen „Karbon“ zusammengefasst, was im Lichte späterer Untersuchungen gar nicht hierher gehörte, sondern entweder zum Grundgebirge, oder zum Perm gestellt werden musste.

Ich werde hier nicht weiter auf diese älteren Auffassungen eingehen.

Als wahrscheinlich zum Karbon gehörig beschreibt PORRO (16, S. 11) ein aporphyrisches Konglomerat von Rollstücken des Grundgebirges. In meinem Aufnahmegebiete verzeichnet er es aber auf seiner Karte nicht.

MELZI (9, S. 708) verzeichnet ein aporphyrisches Konglomerat mit sehr groben Komponenten vom oberen V. Bitto, zwischen Gerola und dem L. di Trona. Ich habe es hier aber nicht auffinden können.

Gehen wir von Gerola das V. della Pietra hinauf, so durchqueren wir zunächst typische Glimmerschiefer, im Anfang allerdings fast ganz von Moränenmaterial und Schutthalden verdeckt. Dann beobachten wir bei der Fussbrücke einen hellweissen „Serizit-Gneis“, der noch eingehendere Besprechung finden wird. Im Tale folgt dann von neuem eine grosse Bergsturzmasse, höher auf dem Abhang aber finden wir stark gequetschte Porphyre, Verrucanokonglomerate und andere Glieder der hier etwa 100 m mächtigen Ueberschiebungszone, dann aber sogleich die grauen schieferigen bis plattigen Sandsteine der Collio-Schichten. Diese liegen auf typischen, roten Verrucanokonglomeraten, die sich bis an den L. di Trona fortsetzen.

Wahrscheinlich hat MELZI entweder Teile der Ueberschiebungszone oder eine lokale, grobere Ausbildung des Verrucano für aporphyrisches Konglomerat gehalten. Es besteht jedoch die Möglichkeit, dass hier in der Ueberschiebungszone karbonische Konglomerate auftreten; sie sind mir aber von dieser Stelle nicht bekannt, und können kaum eine beträchtliche Dicke erreichen.

Nur an einer Stelle habe ich aporphyrische Konglomerate nachweisen können, in der Felswand an der rechten Seite des Val di Pescegallo,



Fig. 2.

Aporphyrisches Konglomerat von der rechten Talseite des V. di Pescegallo.
ca. 10 ×

unterhalb des gleichnamigen Sees. Es handelt sich um eine etwa 2 m dicke Bank, die zur Ueberschiebungszone gehört. Es ist ein ziemlich feinkörniges Gestein von grauer Farbe, in dem aber schon mit dem unbewaffneten Auge Quarzgerölle von etwa 2—3 cm Durchmesser zu erkennen sind. Unter dem Mikroskop zeigen diese Gerölle deutliche Spuren mechanischer Beanspruchung; die ursprüngliche granoblastische Struktur der Grundgebirgegeröllstücke ist verwischt durch eine flaserige Undulosität, und die äussere Form zeigt ebenfalls den Einfluss des Druckes; schon

makroskopisch kann man eine Auswalzung und Quetschung wahrnehmen. Der Zement ist völlig umgewandelt in ein äusserst feines Gemenge von Serizit und Quarz von fast phyllitischer Struktur. Es ist eine undeutliche Kristallisationsschieferung im Zement zu beobachten (fig. 2).

Die Stellung dieses Horizonts in der Ueberschiebungszone wird später besprochen werden.

3. PERM.

Die permischen Bildungen sind im Aufnahmegebiet vertreten durch klastische Sedimente und diesen unterlagernde Eruptivdecken.

A. Eruptivgesteine.

Zwischen den Kristallinen Schiefen und den Klastischen Sedimenten schiebt sich in manchen Teilen der Bergamasker Alpen — es scheint mir sogar dass solches überall im normalen Schichtverbande der Fall ist — eine mächtige Decke porphyrischer Gesteine ein.

In der älteren Literatur sind diese Gesteine manchmal zum Verrucano oder zum Grundgebirge gestellt worden, vgl. z. B. die Karten v. HAUER's (8) und VARISCO's (25); schon TARAMELLI (23) und PORRO (16) haben sie jedoch von diesen getrennt.

In meinem Gebiete werden diese Gesteine im Liegenden am Kontakt mit dem Grundgebirge von einem schmalen Streifen dunkler Gesteine

begleitet, die ich auf der Karte gesondert eingetragen und als Basale Tuffoide bezeichnet habe. Diese sollen zuerst behandelt werden.

1. DIE BASALEN TUFFOIDE.

Als Basale Tuffoide habe ich einen dünnen Streifen stark gequetschte Tuffite im Sinne Müggé's¹⁾ bezeichnet. Meines Wissens wurden diese Gesteine bisher in der Literatur nicht erwähnt, nur hat sie COSIJN (5, S. 258) in den Fenstern von Caprile und Mezzoldo nachgewiesen und sie als „*glaslava*“, („*Lave avec inclusions de tuf*“) beschrieben.

Es sind dunkle, kurzklüftige Gesteine; auf den häufigen Klüftflächen hat sich meist Limonit angesiedelt; gewöhnlich sind gute Handstücke nur mit Mühe zu schlagen. In einer aphanitischen Grundmasse fallen dem unbewaffneten Auge vereinzelte eckige Quarz-Einschlüsse auf. Manchmal jedoch tritt diese dichte Grundmasse stark zurück und findet sie sich nur in Fetzen zwischen den grossen eckigen Einschlüssen von hellerer, immerhin noch dunkelgrauer Farbe.

In dieser Ausbildung sind diese dann leicht mit den gequetschten kristallinen Schiefen des Grundgebirges in der Nähe des Kontaktes zu verwechseln; in der aphanitischen Ausbildung ähneln sie mehr den Tonschiefern der Collio-Schichten; mikroskopisch sind sie unschwer von beiden zu trennen, und nach einiger Uebung gelingt solches auch im Handstücke.

Es hält schwer einen genauen Wert für die Mächtigkeit dieser Gesteine festzustellen, denn sie sind meistens nur sehr ungenügend aufgeschlossen.

Am besten kann man sie anstehend beobachten im V. d'Inferno; hier bilden sie auf der linken Talseite eine etwa 25 m hohe Felswand, am Fusse des Abhangs im linken Seitental. Diese ist aber übrigens von Moränen bedeckt und so lässt sich, weil alle auf das Fallen bezüglichen Anweisungen fehlen, kaum ein Wert für die Mächtigkeit aufstellen.

Auf der rechten Talseite, unterhalb Zucco, ist es hierum nicht besser gestellt; das Gestein steht in vereinzelten, aus der Schotterausfüllung des V. d'Inferno hervorragenden Felsen an.

Auf der Csta. Peghera finden wir die Basalen Tuffoide in grosser Verbreitung, aber man kann hier ebensowenig die Mächtigkeit bestimmen.

Im später zu besprechenden Profil am Fussweg von Valtorta nach Cantello steht über eine Strecke von etwa 6 m das feste Gestein an; an beiden Seiten folgt dann eine Lücke im Aufschluss.

Es lässt sich jedoch hier jedenfalls eine scheinbare Konkordanz zwischen den Basalen Tuffoiden, den Porphyren und dem Verrucano feststellen und aus dem Verlauf der Grenzen ein ziemlich genauer Wert für das Fallen bestimmen; es ergibt sich etwa 45° S., bei einem ungefähr ost-westlichen Streichen. Im Anschluss an die obengenannten Werte und mit Berücksichtigung der nicht aufgeschlossenen Strecken lässt sich auf eine Mächtigkeit von im Durchschnitt etwa 25 m schliessen.

¹⁾ O. Müggé. Untersuchungen über die Lenneporphyre in Westfalen und den angrenzenden Gebieten. N. J. f. M., Beil. Bd. 8, 1893, S. 535 ff.

Im V. d'Inferno dürften sie jedoch beinahe das Doppelte erreichen, während an anderen Stellen im V. Stabina die Mächtigkeit auch geringer sein mag. Am Bache oberhalb Rava z. B. dürfte der Maximalwert etwa 15, wahrscheinlich nur 10 m betragen.

Diese Werte stimmen mit den von COSLIN (5, S. 318) gefundenen (2—50 m) überein. Die Schwankung genauer festzustellen war unmöglich, im V. Stabina sind die Aufschlüsse durchweg sehr ungenügend.

Die beiden oben erwähnten Ausbildungen, eine massige und eine mehr tuffige, finden sich nebeneinander; im V. d'Inferno scheint erstere vorzuherrschen. Hier wäre es vielleicht möglich einen unteren, mehr tuffigen von einem oberen mehr massigen Horizont zu trennen; eine solche Verteilung der beiden Ausbildungen findet man z. B. im Bache unterhalb Zucco.

Unter dem Mikroskop (Taf. 13) lassen sich ebenfalls zwei Typen unterscheiden; sie gehen durch allmähliche Uebergänge ineinander über.

Das massige Gestein zeigt in einer grünlich-braunen Grundmasse eckige Einschlüsse von porphyrischen Gesteinen, nebst häufigen vom Grundgebirge. Quarz- und Feldspateinsprennlinge mit anhaftender felsitisch-entglaster Grundmasse herrschen unbedingt vor; die mehr abgerundeten Grundgebirgsstücke sind fast nur verzahnte Quarze. Die Grundmasse ist mikrofelsitisch, stellenweise auch wohl felsitisch entglast; diese Stellen zeigen im gewöhnlichen Lichte ein hellere Farbe und eine geringere Lichtbrechung. Die Grundmasse enthält häufige kleine eckige Quarz- und Feldspatfragmente; Serizit und fein verteiltes Erz sind verbreitet, stellenweise häufig.

In anderen Gesteinen werden die Einschlüsse grösser und häufiger; die Grundmasse ist fetzig verteilt, erscheint eingeklemmt und verschwindet zuletzt fast völlig.

Die dunkle Farbe bleibt makroskopisch erhalten, im Dünnschliffe jedoch verschwindet sie bisweilen fast ganz.

Zoisit, Epidot, Calcit in grosser Menge, als Zersetzungsprodukte des Feldspats treten hinzu; vereinzelt auch Chlorit aus den seltenen Glimmermineralien. Turmalin ist ein häufiges, Titanit ein seltenes Nebengemengteil. In der Nähe des Kontaktes mit dem Grundgebirge sind die Grundmasse sowie die Einschlüsse erfüllt von hellen Mikrolithen, oft von grünlicher Farbe und pleochroitisch; diese mögen dem Turmalin angehören; andere, ebenfalls grünlich, dunkler, mit einem Auslöschungswinkel ($c - c$) von etwa 30° mögen irgendein augitisches Mineral vertreten; bei der Kleinheit dieser Mikrolithe ist dies jedoch nicht festzustellen.

Pyrit und Magnetit als primäre, Limonit und Siderit als sekundäre Erze sind nebst Zirkon akzessorisch.

Neben den oben verzeichneten Vorkommen kenne ich diese Gesteine noch, ebenfalls im Liegenden der Porphyre, von A. Camisolo in der tuffigen, und von der Fahrstrasse zwischen Trabucchetto und Branzi in der massigen Ausbildung; dann finden sich sehr ähnliche Gesteine in der orobischen Ueberschiebungszone, diese werden noch im betreffenden Kapitel besprochen werden.

Ich glaube diesen Horizont als einen stetigen Begleiter des Kontaktes

zwischen Porphyry und Grundgebirge anmerken zu dürfen, doch kann dies nur nach eingehenderen Begehungen in den Porphyrgebieten des Valsassina, des E.-Brembotals und des oberen V. Seriana festgestellt werden.

In der Landschaft spielen diese Gesteine keine Rolle.

2. DIE EIGENTLICHEN PORPHYRE UND PORPHYRTUFFE.

Die 200—350 m mächtige Eruptivserie der unteren Dyas ist im Aufnahmegebiet in erster Linie im V. d'Inferno entblösst. Die Abtragung ist hier, in einer kleinen sekundären Kulmination der grossen Aufwölbung Valsassina-Mezzoldo, nur auf beschränkter Oberfläche bis ins Grundgebirge vorgeschritten, während im Süden in der grösseren Kulmination des V. Stabina die Eruptivdecke bis auf einen ringförmigen schmalen Streifen völlig verschwunden ist, woran übrigens auch eine, von tektonischen Vorgängen hervorgerufene, geringere Dicke beteiligt sein mag.

Wenn auch auf meiner Karte, im Vergleich mit der PORRO'schen, das Grundgebirge auf Kosten des Porphyrs eine grosse Ausdehnung erfahren hat, so nimmt letzterer immerhin im V. d'Inferno noch eine erhebliche Oberfläche ein.

Ich will hier sogleich bemerken, dass, wenn im Folgenden von Porphyry die Rede ist, die ganze Eruptivserie, ausser den Basalen Tuffoiden gemeint wird; handelt es sich um irgendein bestimmtes Gestein, so werde ich immer die vollständige Bezeichnung verwenden, also: Quarzporphyrykristalltuff, usw.¹⁾

Die Aufstellung eines Profils bietet aus zwei Gründen grosse Schwierigkeiten; erstens sind die Tuffe von den Effusiva und in beiden die porphyrischen von den porphyritischen Gesteinen im Felde nicht immer deutlich zu trennen. Diese Schwierigkeit ist nur durch eine sehr grosse Menge Handstücke und Dünnschliffe zu überwinden aber dies kann nur dann zu einem Resultat führen, wenn die Proben in systematischer Weise, also längs einem Profil geschlagen werden können. Und es liegt eben die zweite Schwierigkeit im völligen Fehlen zusammenhängender Profile. Die besten Aufschlüsse liegen gerade im Streichen des wichtigsten Glieds des Komplexes, der etwa 200—250 m mächtigen Serie der Quarzporphyry und ihrer Tuffe.

Diese sind auf beiden Seiten des V. di Salmurano vorzüglich aufgeschlossen; weiter, hier aber, wie PORRO (15, S. 114) bemerkt, in häufiger Wechsellagerung mit Tuffen, im unteren V. d'Inferno. Auf der Wasserscheide zwischen dem V. d'Inferno und dem V. di Salmurano finden wir in etwa 1050 m Höhe gute Aufschlüsse in schönen, bläulichen, deutlich fluidalen Quarzporphyren.

Höher am Abhang und längs dem Kamm finden wir von neuem eine Reihe Aufschlüsse, aber wieder in demselben Horizont der Quarz-

¹⁾ Ich habe in dieser Bezeichnung die Einleitung PIASSON's (12) verwendet. Dieser unterscheidet: Glastuffe („*vitrio tuffs*"), Kristalltuffe („*crystal tuffs*") und Gesteintuffe („*lithio tuffs*").

porphyrische. Im Liegenden dieser Gesteine finden wir leider nur vereinzelte Aufschlüsse. Es sind Porphyrite, auch wohl Porphyrituffe, und es scheint, dass diese im V. d'Inferno überall die Basalen Tuffoide unmittelbar überlagern, ich konnte dies aber nicht genauer feststellen. Nur an einer Stelle, auf der linken Talseite des V. d'Inferno, etwa 100 m im ersten linken Seitenbach, kenne ich etwa 10 m im Hangenden der Tuffoide einen Quarzfelsophyr; es ist aber möglich, dass sich noch Porphyrit zwischen diesen und die Tuffoide einschleibt, oder vielleicht handelt es sich nur um eine stellenweise Wechsellagerung mit dem Porphyrit, denn ein wenig höher, aber auch westlicher, kenne ich einen Aufschluss in diesem.

Ich glaube für die Mächtigkeit der Gesteinsserie zwischen den Basalen Tuffoiden und dem Quarzporphyr auf einen Wert von etwa 10—40 m schliessen zu dürfen. Ausser den angeführten Vorkommen, steht der Porphyrit z. B. noch an im rechten Seitenbache des V. d'Inferno der gegenüber der Kapelle („Oratorio“ der topographischen Karte) ausmündet. Sie sind hier makroskopisch nicht von den überlagernden Quarzporphyren zu trennen; beide sind stark serizitisiert und die resultierenden grünlichen Gesteine erscheinen einander völlig ähnlich. Ein zweiter Aufschluss findet sich im linken Arm desselben Tales, dort wo der Weg zur Alpe vom Tal her die Wasserscheide zwischen den beiden Armen hinaufsteigt. Hier ist das rötliche Gestein unschwer in seiner Natur zu erkennen. Ähnliche Aufschlüsse finden sich ebenfalls auf der südwestlichen Seite der Wasserscheide zwischen dem Val d'Inferno und dem V. di Salmurano. An einer Stelle konnte ich hier im bräunlichen Gestein auf den Bruchflächen einen sammetroten bis purpurnen Mineralansatz wahrnehmen, der sich als Goethit auswies.

Im Norden wird der Porphyr von einer Ueberschiebung durchquert, welche im Osten ziemlich deutlich porphyritische Gesteinstuffe im Hangenden von Quarzfelsophyren im Liegenden trennt. Erstere sind an der Basis der hängenden Scholle fast überall deutlich ausgebildet und werden von neuem von Felsophyren überlagert; diese bilden z. B. die ausgehöhlte Felswand oberhalb Chiusura, deren Form grosse Uebereinkunft mit den bekannten Hohlkehlen in Kalken zeigt.

Im Liegenden des Verrucano finden wir an der Südseite des Porphyrgebietes immer Felsophyre, bei Ornica lässt sich eine später zu besprechende mylonitische Umwandlung beobachten.

Gehen wir weiter nach Westen, so finden wir im Liegenden der Collio-Schichten — an der Nordseite —, eine Serie Kristall- und Glastuffe, meist porphyrischer Natur; jedoch ist eine Wechsellagerung mit porphyritischen Abarten verbreitet. Diese Serie vermittelt den Uebergang zu den basalen Teilen der Collio-Schichten.

Die Glastuffe setzen sich eine grössere Strecke in den Collio-Schichten fort; wechsellagern dann jedoch, statt mit Kristalltuffen, mit tuffigen Sandsteinen. Ein jeder wird die Grenze zwischen den beiden Horizonten: basalen Collio-Schichten und oberer Tuffserie, im Felde anders ziehen; ich habe im grossen und ganzen die Grenze an die Basis derjenigen Gesteine gelegt, an welchen sich klastisches Material sedimentärer Herkunft in erheblichem Masse beteiligt. Diese Wechsellagerung hält ober-

halb Lavez durchschnittlich noch 100—150 m an, bei etwa 45° nördlichem Fallen ergibt dies eine Mächtigkeit von ungefähr 75—100 m, von denen etwa 40—60 m auf die Porphyre entfallen dürften.

An der Basis dieser Serie finden wir die Quarzporphyre, bei A. Radice jedoch kaum 100 m dick; weiter westlich kenne ich sie nur noch von A. Stavello, sie setzen hier wahrscheinlich an der Ueberschiebung ab. Dass diese hier verläuft ist um so mehr wahrscheinlich, als ich in den unteren Schichten der Tuffserie wiederholt Tuffporphyroide beobachten konnte.

Im Liegenden dieser Quarzporphyre sind in den Tälern zwischen den Alpen Radice und Stavello rote Kristalltuffe sehr schön aufgeschlossen. Von den ebenfalls roten Verrucanosandsteinen unterscheiden sie sich durch ihre dunklere Farbe und die dünne Schieferung. An manchen Stellen sind heller gefärbte Abarten eingelagert oder nimmt die Grundmasse stellenweise eine grünliche Farbe an. Es sind mehr Quarzporphyrische, also saurere Varietäten; sie finden sich in erster Linie in den hangenden Schichten.

Die eingehende Limonitisierung der Grundmasse verschleiert aber oft das Gefüge dermassen, dass eine Entscheidung über die Zugehörigkeit auch unterm Mikroskop schwer fällt; in solchen Fällen habe ich immer das Fehlen oder Vorhandensein von Hornblenderesten als ein Kriterium betrachtet.

In der Umrahmung des V. Stabina-Fensters befinden sich im E., hauptsächlich quarzporphyrische Gesteine; nach W. herrschen mehr basische Abarten vor. Die geringere Mächtigkeit der Eruptivserie wird wohl von tektonischen Einflüssen bedingt.

Auf A. Lavez habe ich Quarzporphyre anstehend nicht nachweisen können; die beiden Tuffserien sind hier insgesamt etwa 100—150 m dick und nur schwer zu trennen, die untere Serie der roten Tuffe ist weniger gut aufgeschlossen, auch wohl weniger ausgebildet; sie wird hier vielleicht, wie mehr östlich die Gruppe der Quarzporphyre, von der Ueberschiebung abgeschnitten.

Im W. nach dem Punkte 1869 hin nimmt die Mächtigkeit der beiden Serien stark ab, sie werden von einer Ueberschiebung abgeschnitten, die auf dem Sattel Grundgebirge und Verrucano in unmittelbaren Kontakt bringt. Niedriger, auf etwa 1600 m, stehen unmittelbar im Hangenden der Basalen Tuffoide porphyritische Gesteinstuffe an.

Im grossen und ganzen können wir etwa folgende vergleichende Profile aufstellen.

Im Westen.	Im Osten.
Hangendes: Collio-Schichten,	
Sandsteine.	Tonschiefer.
40—100 m Kristall- und Glastuffe,	25—40 m Quarzporphyre und
vereinzelt porphyritisch.	Tuffe.
	25—40 m Porphyritische Gesteinstuffe und untergeordnet Kristalltuffe,

Ueberschiebung.

0—100 m Quarzporphyre und Tuffe.	150—200 m Quarzporphyre und Tuffe.
50—150 m Rote, vorherrschend porphyritische Kristall-, und vereinzelt Gesteinstuffe.	10—50 m Porphyrite und Tuffe.
0—25 m Brecciöse porphyritische Gesteinstuffe.	
Gesamtmächtigkeit: 200—250 m.	250—350 m.

Die Quarzporphyre sind durchaus Felsophyre mit hypokristallinem Gefüge. Makroskopisch sind es im frischen Zustande bläuliche, meist aber weisse bis grünliche Gesteine, mit häufigen Fleckchen von ockerbraunem Limonit. Die Quarzeinsprenglinge fallen meistens schon dem unbewaffneten Auge auf.

Zahlreiche Quarzeinsprenglinge und -fragmente mit magmatischen Resorptionserscheinungen liegen in einer felsitisch entglasten Grundmasse mit sekundären Quarzschuüren; vereinzelt finden sich Sphärolithe und Reste perlitischer Sprünge.

Hie und da wird von parallel angeordneten dunklen Mikrolithen eine Fluidaltextur hervorgerufen, oder man kann eine mehr lagenartige Ausbildung beobachten.

In der Grundmasse finden wir Feldspat in wechselnder Menge, niemals aber vorherrschend. Die Einsprenglinge sind ausser Quarz, in erster Linie Orthoklas, dann auch Plagioklas, beide stark serizitisiert.

Einige Messungen mittels des Universaldrehtisches ergaben einen durchschnittlichen Anorthitgehalt von 5—15 %, also: Abit; die Zwillingengesetze waren: Albit, Albit-Karlsbad.

Zuweilen konnte ich Feldspat wahrnehmen, der unter gekreuzten Nikols ein Perthit-ähnliches Aussehen zeigte; nur war das Ganze weit regelmässiger als dies bei Perthit der Fall ist; die Messungen wiesen aus, dass es sich um polysynthetisch verzwilligten Albit handelte.

Dunkle Gemengteile sind selten, Biotit findet sich zerstreut. Als Akzessorien fand ich: Magnetit, Pyrit, Hämatit, Zirkon, vereinzelt Titanit. Die Zersetzung lieferte als sekundäre Gemengteile: Serizit, Calcit, weniger Epidot, Zoisit und Quarz aus den Feldspäten; Ilmenit und Chlorit nebst Rutil aus dem Biotit. Auch der sich oft in schönen Rhomboedern vorfindende Siderit ist sekundärer Entstehung. Druckererscheinungen sind in der Eruptivserie überaus häufig. Eine geringere mechanische Beanspruchung verrät sich durch undulöse Auslöschung des Quarzes und des Feldspats, die Lamellen des letzteren sind dann meistens verbogen. Stärkere Wirkung des Druckes ruft eine eingehende Serizitisation, zuerst nur des Feldspats, später auch der Grundmasse hervor. Es ziehen sich dann breitere Serizitstränge um die Phenokriste herum, bis zum völligen Unkenntlichwerden des Gefüges in den Serizitporphyroiden. Makroskopisch verrät die Serizitisation sich durch glänzende blass-grünliche Gleitflächen und einen grünlichen Ton des ganzen Gesteins. Die Serizit-

porphyroide zeigen eine deutliche schiefrige bis flaserige Textur, sie sind dunkelgrün bis grau gefärbt. Diejenigen der orobischen Ueberschiebungszone werden im betreffenden Abschnitt besprochen werden.

Die **Kristalltuffe** der Quarzporphyre, sowohl aus der Quarzporphyrserie wie aus den beiden Tuffserien, sind schwer von den Felsophyren zu trennen; sie zeigen dasselbe felsitische Aussehen, die grünliche Farbe usw. Unterm Mikroskop zeichnen sie sich aus durch einen grossen Gehalt an Quarzfragmenten, an welchen die Resorptionserscheinungen oft noch ersichtlich sind. Auch finden sich Einsprenglinge; in den Resorptionslöchern ist dann bisweilen eine Grundmasse wahrzunehmen, die sich durch meistens gröbere Entglasung von der umringenden abhebt. Fein verteiltes Erz, meist Limonit, daneben auch Pyrit, umrandet bisweilen die Einschlüsse, vereinzelt auch die seltenen Grundgebirgsfragmente; letztere zeigen eine mehr abgerundete Form.

Gebleichter Biotit, selten Muskovit, tritt vereinzelt hinzu.

Die felsitisch-entglaste Grundmasse zeigt bisweilen noch Andeutungen einer vitroklastischen Struktur (S. unter Glastuffen).

Einmal konnte ich einen Sphärokristall von Feldspat wahrnehmen; in einem anderen Gestein, aus der orobischen Ueberschiebungszone, einen von Quarz.

Die Textur ist meist massig, bisweilen aber, hauptsächlich in den Tuffserien, deutlich geschichtet.

Akzessorisch fand ich Pyrit und Zirkon; sekundärer Entstehung sind Calcit, fleckiger Limonit und Siderit, vereinzelt Zeolite. Ein Gehalt an kleinsten Grundmasse-Einschlüssen vermittelt den Uebergang zu den Gesteinstuffen; echte porphyritische Gesteinstuffe habe ich nicht angetroffen, es sind jedoch in den porphyritischen zerstreut auch Einschlüsse quarzporphyrischer Gesteine beigemischt.

Die **Porphyrite** finden sich nur in den unteren Schichten als Effusiva, in den höheren Teilen finden sich nur Tuffe.

Makroskopisch fallen in den rötlichen bis grauen Gesteinen die rechteckigen Feldspäte schon dem unbewaffneten Auge auf, gewöhnlich schon zersetzt und dann durch ihre weisse Farbe noch deutlicher. Es sind durchaus Quarz-Hornblendeporphyrite; zwar kenne ich den Quarz nicht aus allen Dünschliffen als Einsprengling, im Handstück ist er jedoch immer als solcher nachzuweisen.

In erster Linie sind die Einsprenglinge Feldspäte, Plagioklas, weniger häufig auch Orthoklas, dann chloritisierte Hornblenden. Die an den Feldspäten vorgenommenen Messungen ergaben einen Anorthitgehalt von 30—40 %, sie gehören also zum Andesin. Es wurden folgende Zwillingsgesetze nachgewiesen: Karlsbad, Roc Tournée. Leider waren die meisten zu sehr serizitisiert um mittels des Universaldrehtisches bestimmt werden zu können.

Die Form ist im Allgemeinen gut ausgebildet, rechteckig.

In der Grundmasse herrscht Plagioklas unbedingt vor neben Orthoklas; Quarz tritt zerstreut hinzu.

Die dunklen Gemengteile sind völlig chloritisiert, die Form deutet auf Hornblende, bisweilen sind Resorptionsränder erhalten (Opacitsaum). Gebleichter Biotit findet sich vereinzelt.

Die Grundmasse ist meistens felsitisch entglast, mit einer Tendenz zur orthopyhrischen Struktur infolge der ebenmässigen Ausbildung der Feldspäte. Trachytische Strukturen kenne ich unter den anstehenden Gesteinen nicht; bisweilen fand ich aber eine zweite Generation der Feldspäte, in einer leistenförmigen Ausbildung; die dunklen Gemengteile sind in einer zweiten Generation nicht nachzuweisen, wahrscheinlich sind sie durch die Chloritisierung völlig in die Zersetzungsprodukte der Grundmasse aufgenommen. Serizitische Zersetzung der Feldspäte herrscht vor, doch kann man zerstreut auch Epidot, Zoisit und Calcit unter den Umwandlungsprodukten antreffen, letzteres sogar häufig. Vereinzelt konnte ich noch Opalisierung der Plagioklase nachweisen. Bei der Zersetzung bleiben oft Andeutungen des häufigen zonaren Aufbaus erhalten. Akzessorisch treten Magnetit und sekundärer Siderit hinzu.

Die eingehende Zersetzung, die häufigen verbogenen Lamellen und undulösen Auslöschungen verraten Kataklyse in verschieden starkem Grade. Es wurde schon bemerkt, dass eingehende Umwandlung eine makroskopische Aehnlichkeit mit ebenfalls umgewandelten Quarzporphyren hervorrufen kann.

Die **Porphyrit-Tuffe** unterscheiden sich in erster Linie von denjenigen der quarzporphyrischen Gesteine durch ihren Gehalt an chloritisierter Hornblende (Form!). Sie sind erzeich, in erster Linie tritt Pyrit auf; Limonit und Siderit sind sekundärer Entstehung.

Einschlüsse des Grundgebirges und der Felsophyre vermitteln den Uebergang zu den lithischen Tuffen.

In guter Ausbildung kenne ich diese z. B. von A. Lavez. Die rötliche Farbe rührt, wie es ebenfalls in den Kristalltuffen der Fall ist, von Limonit her, der bis zur Unkenntlichkeit die Grundmasse verdeckt. Unter den Einschlüssen fand ich: Quarzfelsophyre, zuweilen fluidal, lose Einsprenglinge von Quarz und Feldspat, meistens zerbrochen. Die Quarz-Hornblendeporphyrite herrschen in den beschriebenen Ausbildungen deutlich vor, vereinzelt finden sich mehr trachytische Formen, wie sie weiter auch nach aus den Verrucanokonglomeraten beschrieben werden sollen. Die Grundmasse-Feldspäte sind in grosser Menge leistenförmig ausgebildet und annähernd parallel angeordnet.

Einmal konnte ich unter den Einschlüssen granophyrisch verwachsenen Quarz und Feldspat nachweisen.

Sekundär treten auf: Zeolithe, Chlorit, Siderit und in erster Linie Calcit und Limonit.

Wenn nicht von Limonit verdeckt, erweist die Grundmasse sich sehr feinkörnig, bis fast unauflöslich unterm Mikroskop; so dass nur schwache Aggregatspolarisation ersichtlich ist.

Die **Glastuffe** werde ich im Zusammenhange mit den tuffigen Sandsteinen der unteren Collio-Schichten besprechen.

Im Anschluss an das Vorhergehende werde ich hier die Porphyritgänge besprechen, deren ich einige an verschiedenen Stellen der Bergamasker Seite fand. Ich kenne sie von unterhalb Piazz, in etwa 1700 m Höhe, dann in etwa gleicher Höhe an der anderen, westlichen Seite; des weitern am Weg von Scasletto nach A. Lavez auf der Westseite des Sporns von A. Stavello, ein wenig östlich von Costa Superiore, und im

untern V. d'Inferno, im linken Seitenarm, unmittelbar oberhalb der Trennung. Sie sind allenthalben sehr schlecht aufgeschlossen, im Durchschnitt wird die Dicke etwa 1—3 m betragen.

Es sind sehr dichte, dunkelgrüne bis graue Gesteine.

Mit einer Ausnahme erwiesen sie sich untern Mikroskop als holokristallin; das Gefüge war granitoporphyrisch, die Einsprenglinge: Feldspat, meist Plagioklas, und dunkle Gemengteile, durchaus gut ausgebildet. Sie entsprechen dem II. Typus MELZI's (10, S. 484), wie aus der Beschreibung hervorgeht.

Die dunklen Gemengteile sind völlig chloritisiert und serpentiniert, die Form deutet auf Hornblende; vereinzelt, nur in einem Gestein (NE-Abhang von A. Piaz), herrschte gebleichter Biotit vor. Als Akzessorien fand ich Magnetit, Hämatit, Pyrit, Apatit und Titanit.

Die Umwandlungsprodukte sind in erster Linie: Calcit, Chlorit und Serpentin nebst Serizit; zerstreut treten Epidot und Zoisit hinzu. Die Form der oft unregelmässigen Chloritflecken schien in einem Falle auf Augit zu deuten, dies war jedoch nicht weiter nachweisbar.

Im aus der Umwandlung des Biotit hervorgegangenen Chlorit konnte ich Ilmenit und Rutil wahrnehmen.

In einem einzigen Dünnschliff, vom Gange an dem SW-Abhang von A. Piaz herrührend, ist zwischen den grossen Feldspäten und Hornblenden (chloritisiert!) eine Interstitialmasse aus Glas erhalten, in der nur eine sehr geringe Entglasung ersichtlich ist. Der aus der Hornblende hervorgegangene Chlorit ist typischer Pennin, deutlich anomal, mit untergeordneten Beimischungen von Serpentin und Calcit. Akzessorisch tritt Pyrit auf. Dieser Gang war in der Oberfläche eines halben Quadratmeters aufgeschlossen, der Kontakt mit den umringenden Tuffen, die erst nach einigen m aufgeschlossen waren, jedoch nicht blossgelegt. Wahrscheinlich handelt es sich um den Salband eines grösseren Ganges, vielleicht derselbe, der auch an der anderen Seite des Berges ansteht, obwohl jener Biotit führt, welcher in diesem fehlt. Um ein Effusivgestein kann es sich hier kaum handeln, nach beiden Seiten hin wird der Aufschluss von den Kristalltuffen der oberen Serie umgeben.

In der Landschaft zeigt der Porphyrr gewöhnlich sanft geböschte Formen; vereinzelt kann man jedoch, wie in den Tälern zwischen A. Stavello und A. Radice, steile Felswände wahrnehmen.

Im grossen und ganzen zeigt er dieselben abgerundeten Formen wie der Granit und auch der Verrucano.

B. Die klastischen Sedimente.

UEBERSICHT.

Die höheren Teile der orobischen Wasserscheide, nördlich des Porphyrrs bis an die grosse Ueberschiebung des Grundgebirges, werden, mit Ausnahme einiger kleineren Servinoschuppen, gänzlich von klastischen Sedimenten aufgebaut.

Dieser Komplex wird von VARISCO (25), TARAMELLI (23) und PORRO (13–17) in seiner Gesamtheit als Verrucano bezeichnet.

Auch Teile des Porphyrs und des Servino wurden von TARAMELLI (23) in diesen, von ihm „*arenarie variegata*“, bunte Sandsteine, beschriebenen Komplex miteinbezogen.

Ich werde anfangen mit einer kurzen historischen Uebersicht über die verschiedenen Auffassungen des Begriffes Verrucano.

Eine ausführlichere Darstellung findet sich bei MILCH (11, S. 1 ff); dieser berücksichtigt aber in erster Linie die Verhältnisse in den Glarner und Graubündner Alpen.

Der Name Verrucano wurde ursprünglich gebraucht für ein Konglomerat von der Verruca-Schanze bei Pisa, ging aber von dort in die Beschreibungen der Südalpen über.

Die älteren Autoren, wie von HAUER (8, S. 455) und CURIONI¹⁾, betrachteten die das Liegende der roten Konglomerate bildenden Tonschiefer und Sandsteine, die „*Scisti di Carona*“ und „*Scisti antrasitiche*“ der italienischen Geologen, als zum Karbon gehörig.

Diese Auffassung erfuhr aber eine eingehende Veränderung durch die Pflanzenfunde im V. Trompia.

In seinem Aufsatz über diese wichtige Entdeckung beschreibt SUESS (21, S. 115) den typischen Verrucano als: „Ein rotes Konglomerat von Geröllen kristallinischer Felsarten mit zahlreichen Geröllen von weissem Quarz.“

Die pflanzenführenden Schichten des Mte. Colombino, Sandsteine und Sandsteinschiefer, werden im Hangenden, wie im Liegenden von einer Porphyrbreccie begrenzt, die den Uebergang, einerseits zum Verrucano, andererseits zum Porphyry vermittelt.

Nach eingehenden Studien in den Veneter, wie in den Judikarier Alpen, kommt GÜMBEL (6, S. 238) zum Schluss, dass die Caronaschiefer und die grauen, oft konglomeratischen Sandsteine bei Fiumenero im V. Seriana eine von den roten Konglomeraten unabhängige Bildung darstellen; letztere aber, ihres engen Zusammenhangs mit den Naticella-führenden Schichten (Servino, Seisser- und Campiler-Schichten) wegen, zur Trias gehört.

Der Name Verrucano sei mithin für diese Konglomerate zu vermeiden, weil er zu Verwechslung mit den Konglomeraten des Rotliegenden führe. Er schlägt deshalb die Bezeichnung „Grödener Schichten“ für diesen oberen Horizont vor und Collio-Schichten für die pflanzenführende Serie des Val Trompia und ihre Aequivalente.

Am Ostufer des Comersees fehlen, ebenfalls nach GÜMBEL (7, S. 549), die Collio-Schichten; die Konglomerate gehören zur Trias.

BENECKE (1, S. 205) aber hält diese für dyadisch, wenn auch ein Teil derselben zur Trias gehören möge. Er schliesst sich der älteren Auffassung über die Verhältnisse im Grigna an und lässt die Trias erst mit dem Servino anfangen.

Nach TARAMELLI¹⁾ und VARISCO¹⁾ verläuft irgendwo durch den Komplex dieser „*arenarie variegata*“ die vielumstrittene Grenze zwischen Dyas und Trias, ohne dass diese genau zu trennen sind.

¹⁾ Zitiert nach PORRO (16, S. 14).

PORRO (16, S. 14 ff.) schneidet diese Streitfrage ab, indem er die Grenze an die Basis des Servino verlegt, und ich glaube ihm in diesem Punkte folgen zu müssen. Nur beschränke ich mit BENECKE den Begriff Servino nicht auf die fossilführenden Schichten, wie weiter unten ausführlicher dargelegt werden soll.

TARAMELLI (21, S. 205) schliesst sich der PORRO'schen Auffassung an, stellt dann aber die Zugehörigkeit gewisser Konglomerattuffe oberhalb Caprile im V. Mora in Frage, wie noch besprochen werden soll.

MELZI (9, S. 715) stellt die roten Konglomerate zum Verrucano, d.h. zum Perm; die ihnen unterlagernden Sandsteine und Porphygeröllfreien Konglomerate zum Karbon.

TOMMASI¹⁾, gliedert mit GÜMBEL an einem Profil zwischen Valtorta und den Pzo. dei Tre Signori, die Konglomerate und Sandsteine usw. in in einen unteren, den Collio-Schichten gleichstehenden und einen obern Verrucano-Horizont, die er jedoch beide zum Perm stellt.

Die Fossilien, die schon seit von HAUER (8, S. 460) vom Mte. Pontenica bekannt sind, schienen die Auffassung zu gestatten, dass wenigstens grössere Teile der Konglomerate zur Trias gehören: die Naticella-führenden Schichten finden sich ja in den liegenden Teilen. Auch PORRO (16, S. 14, vgl. auch 3, S. 8) schloss sich anfänglich dieser Meinung an. Auf Anregung TARAMELLI's kam er aber zu der Einsicht, dass es sich hier um eine durch tektonische Ursachen hervorgerufene Wechsellagerung handle. Diese Erklärung, die ihm zur oben beschriebenen Trennung zwischen Servino und Verrucano führte, war in Bezug auf die ältere Auffassung ein entschiedener Fortschritt. Die Vereinigung der Sandsteine und Tonschiefer mit den Konglomeraten unter der Bezeichnung Verrucano kann aber unmöglich als ein solcher angemerkt werden. PORRO wurde dadurch genötigt, die wiederholte Wechsellagerung von diesen beiden Elementen durch Facieswandlung zu erklären.

Allein andererseits schien eben diese häufige Wechsellagerung, die erst aus genauen Detailaufnahmen hervorging, kaum eine andere Erklärungsmöglichkeit zu gestatten.

Es fehlten ja noch die tektonischen Einsichten, die erst durch die langjährige, mühsame Arbeit der Alpengeologen in anderen Gebieten gewonnen werden konnten. Ich selber habe mich nur schwer, und erst nach längeren Besprechungen mit meinen beiden Lehrern, den Professoren ESCHER und GERTH, entschliessen können, die Trennung der beiden Horizonte durchzuführen.

Es fällt dem jungen Geologen immerhin schwer, die kompliziertere tektonische Deutung der einfacheren stratigraphischen vorzuziehen, wenn sie auch nur scheinbar ein einfachere ist; denn eine Erklärung der im horizontalen, wie im vertikalen Gesteinsverbände so schnell wechselnden Sedimentationsbedingungen dürfte nicht weniger schwierig sein.

Auf Grund meiner eigenen Untersuchungen komme ich also zur folgenden Einteilung:

¹⁾ Palaeontographia Italiana I, Pisa, 1896, zitiert nach PORRO (16, S. 21), das Original war mir leider nicht zugänglich.

1. Verrucano. Rote Konglomerate und mit ihnen wechsellagernde rote Sandsteine (Sernifite).
2. Collio-Schichten. Sandsteine, Sandsteinschiefer und Tonschiefer.

Ich behalte also den Namen Verrucano für die Gesteine bei, die der SUSS'schen Beschreibung entsprechen. Derartige Konglomerate sind mir, auch in der Umgegend, nicht aus dem unteren Horizonte bekannt, und ich glaube nicht, dass wenn man sich an diese Beschreibung des typischen Gesteins hält, er zu Verwechslung mit Konglomeraten des Rotliegenden (Collio-Schichten) Anlass geben wird.

Ich bin mir vollkommen bewusst, dass diese Ansicht, oder mehr noch, ihre tektonischen Konsequenzen noch eingehenderer Prüfung in den übrigen Teilen der Bergamasker Alpen bedarf; glaube jedoch, dass sie grundsätzlich richtig ist.

Es gibt noch viele Fragen, zu deren Lösung mir Zeit und wohl auch Gelegenheit im Bereich meiner Kartierung fehlten, z. B. die richtige stratigraphische Stellung gewisser konglomeratischen Sandsteine, die einmal mit den Collio-Schichten, andermal mit dem Verrucano in nahe Beziehungen treten.

Auch konnte die Eintragung der Grenzen der beiden Horizonte nicht mit einheitlicher Genauigkeit erfolgen; die Notwendigkeit dieser Trennung ergab sich erst, als mir die Zeit zu einer solchen fehlte. Am Pzo. dei Tre Signori und am Mte. Avaro habe ich die Grenzen noch detailliert kartieren können — eben aus den Beobachtungen am Wege von der Colle Sta. M. Maddalena zu den Piani di Avaro und oberhalb Lavez, ergab sich die Notwendigkeit der Trennung —, im zwischenliegenden Gebiete musste ich mich ganz auf die früheren Aufzeichnungen und die Ergebnisse einiger Durchquerungen verlassen (vgl. auch Kap. IV).

Auch die Tatsache, dass so oft die Störungslinien innerhalb einer der beiden Formationen durchstreichen und dann, namentlich im Verrucano, kaum nachzuweisen sind, beeinflusste die Genauigkeit der Kartierungen. Dennoch glaube ich nicht, dass in der geologischen Karte noch grosse Fehler sind.

Zum Schluss möchte ich noch einige Bemerkungen machen über das Alter dieses ganzen Komplexes. M. E. vertreten die drei Elemente: Collio-Schichten, Verrucano, Servino eine einzige Bildungsperiode, die den Uebergang zwischen Paläozoikum und Mesozoikum bildet.

1. DIE COLLIO-SCHICHTEN.

Zwischen dem Verrucanokonglomerat und den Effusivdecken befindet sich ein Komplex von Tonschiefer und Sandsteinen, von schwarzer bis grauer Farbe, der, obwohl durch Uebergänge mit dem Hangendem und dem Liegendem verbunden, doch ein selbständiges Ganzes darstellt.

Typisch sind in erster Linie die schwarzen Tonschiefer, die im Aufnahmegebiete wohl nirgends eine so schöne Querschieferung zeigen wie bei Carona im E-Bremotal, durch ihre Farbe wie ihre Lagerung jedoch einen deutlich hervortretenden Horizont bilden.

Sie sind in grossen Zügen dem Verrucano konkordant untergelagert,

es ist aber schwierig dies genau festzustellen. Denn einerseits zeigt der Verrucano oft fast keine Schieferung, und andererseits ist es nicht immer möglich Druckschieferung und Schichtung der Tonschiefer auseinander zu halten. Im allgemeinen scheint es, als ob die „*Clivage*“ weniger geneigt sei als die Schichtung der unterlagernden Porphyrittuffe, nach unten aber eine grössere Neigung annehme, so dass die Uebergänge zwischen den Tuffen und den unteren Gliedern der Collio-Schichten unter einander doch konkordant sind.

Die Wiedergabe eines Profils, aufgenommen im Bache, unmittelbar westlich von der Wasserscheide zwischen V. Bindo und V. d'Ornica, also von den Pni. dell'Avaro hinunter bis an die Colle Sta. M. Maddalena, wird am besten einen Einblick in den wechselvollen Aufbau dieses Komplexes gewähren.

Profil im Bache zwischen den Pni. dell'Avaro und Colle Sta. M. Maddalena.

1716 m	Meereshöhe, Hangendes.	Servinoschiefer, in beckenförmiger Lagerung.
	± 320 m	Rote Konglomerate, wechsellagernd mit Sernifiten. Streichen 36° E. Fallen 44° NW.
1400 m	„	± 60 m Tonschiefer, oft glimmerreich, alternierend mit massigen Sandsteinen. Str. N. 65° E, Fallen 40° NE.
1320 m	„	Diese überlagern scheinbar diskordant (tektonische Störung?)
	± 50 m	Massige Sandsteine.
	± 20 m	Grobe tuffige Konglomerate und Sandsteine.
1250 m	„	Den Fussweg entlang treffen wir dann
	± 20 m	Graue Sandsteine, mit auf den Bruchflächen Liesegangsche Ringe von Limonit.
	± 17 m	Grobe tuffige Sandsteine mit zwischengelagerten grünen Glastuffen, verkieselt.
	± 50 m	Rote Konglomerate, Sandsteine und abermals Konglomerate und Sandsteine, sehr schlecht geschichtet, wahrscheinlich steil stehend. In den letzten
	2 m	wechsellagern diese mit einigen dezimeterdicken Schichtchen der grauen tuffigen Sandsteine.
	15 m	Graue tuffige Sandsteine.

Im Aufnahmegebiet, nicht weiter aufgeschlossen, auf der Seite des V. Bindo folgen bald steilgestellte Mergel des Servino.

Dieses Profil hat jedoch sehr viel von seinem Wert eingebüsst durch die Erfahrung, dass mindestens zwei Verwerfungen hindurchstreichen, eine in etwa 1450 m Meereshöhe in den Konglomeraten, die andere in etwa 1350 m Meereshöhe in den Collio-Schichten. Letztere hatte ich bei der Begehung als Möglichkeit im Profil eingetragen, ich war aber damals meiner Sache noch nicht gewiss; die Unentbehrlichkeit der Annahme dieser Störungen ging erst aus der Bearbeitung der Profile in meinem Gebiete, sowie in dem Dr. J. COSLIN's (5, S. 320) hervor.

Die Ueberschiebung in den Konglomeraten, die in den gezeichneten Profilen eingetragen ist, habe ich oben nicht angeführt, weil ich keinerlei Anhaltspunkt kenne, der zu einer genaueren Feststellung der richtigen Stellung dieser Ueberschiebung beitragen könnte.

Die Tonschiefer sind in dieser Gegend nicht von Trockenrissen und Wülsten durchzogen, wie GÜMBEL sie aus dem Bereich seiner Untersuchungen im V. di Freg und zwischen Pezzaza und dem Oglialtal (6, S. 170, 196) beschreibt. Die ebenfalls von ihm angeführten Wülste auf der „Clivage“-Flächen habe ich vereinzelt angetroffen.

Viel stärker metamorphosiert sind die Collio-Schichten im Südflügel der Aufwölbung Valsassina-Ornica. Hier finden wir z. B. am Fussweg nach Cantello:

Im Hangenden:	Rote Verrucanokonglomerate.
± 20 m	Graue Sandsteine.
± 10 m	Nicht aufgeschlossen.
± 25 m	Schwarze, gefältelte Tonschiefer.
± 15 m	Porphyrtuffe.
± 6 m	Nicht aufgeschlossen.
± 6 m	Basale Tuffoide.
± 2 m	Nicht aufgeschlossen.
Im Liegenden:	Grundgebirge.

Die ganze Schichtenfolge fällt etwa 40° nach Süden, wie aus dem Verlauf des Ausstreichens hervorgeht.

Die Tonschiefer hielt ich zuerst für Grundgebirge, sie sind jedoch von diesem noch durch die Eruptivgesteine getrennt.

Unterm Mikroskop zeigen die Tonschiefer ein sehr feinkörniges Gefüge von Quarz und Serizit, das feinste Aggregatspolarisation zeigt. Man kann von einer blastopelitischen Struktur sprechen, und das Gestein alsdann für einen in Umwandlung zum Phyllit begriffenen Tonschiefer halten. Die Kristallisationsschieferung ist noch nicht vorherrschend, die makroskopisch deutliche Schieferung ist eine primäre, Druckschieferung ist anwesend, aber nicht vorherrschend.

Die groben tuffigen Sandsteine wechsellagern an mancher Stelle mit verkieselten Glastuffen.

Sie finden sich in den liegenden wie in den hangenden Teilen des Vorkommens; es ist oft schwierig zu entscheiden um welches der beiden es sich handelt, namentlich dort, wo weder der Porphyry, noch der

Verrucano im ungestörten Schichtverbande auftritt, wie z. B. in den Tonschiefermassen des V. di Salmurano.

In den unteren Teilen erschweren diese tuffige Sandsteine (vgl. auch 21, S. 113) die Trennung zwischen Collio-Schichten und Porphyren, es ist oft, auch mikroskopisch, unmöglich zu entscheiden, ob die zwischen den Glastuffen vorkommenden Gesteine noch als Tuffe oder schon als tuffige Sandsteine anzusprechen, also zu den Tuffiten im Sinne MÜGGÆ's (vgl. S. 61) zu stellen sind.

Diese **Glastuffe**, „*vitric tuffs*“ im Sinne PIRSSON's (12, S. 194 ff.), sind sehr schön aufgeschlossen auf dem Abhang des Pzo. dei Tre Signori, oberhalb der Alpen Radice, Stavello und Lavez.

Ein weiterer Aufschluss findet sich ein wenig nördlich des Sattels von Sta. M. Maddalena. Es sind 3—5, höchstens 10 cm dicke Bänkchen mit ebener Bruchfläche, auf welchen sich Limonit angesiedelt hat. Vereinzelt finden sich Chalcedon-Konkretionen, die dann schon dem blossen Auge durch ihre weissere Farbe auffallen.

Unter dem Mikroskop zeigt sich eine sehr fein mikrofelsitisch entglaste Grundmasse, worin, im gewöhnlichen Lichte, bei gesenktem Kondensator und geschlossener Blende, sich die typische von PIRSSON (12, S. 198) beschriebene vitroklastische Struktur beobachten lässt. Das Gestein von Sta. M. Maddalena zeigt dies nur sehr undeutlich, es ist stark verkieselt, hierin finden wir auch die Chalcedon-Konkretionen. Die Gesteine von A. Lavez enthalten ein chloritisiertes Mineral, das, wie aus der Form hervorgeht, wahrscheinlich Hornblende gewesen ist. Neben Chlorit und Serpentin gehört auch Quarz zu den Umwandlungs-Produkten. Diese Gesteine führen weiter vereinzelte Fragmente von stark serizitisierten Feldspäten. Erz tritt nur in unbedeutender Menge hinzu.

Vielleicht sind diese Gesteine den Wetzschiefen des SUSS'schen (21, S. 116) Profils gleichzustellen.

Die **tuffigen Sandsteine** unterscheiden sich von den gewöhnlichen Sandsteinen durch das felsitische Aussehen der stellenweis rot und grünlich-gefärbten Grundmasse. Der Aehnlichkeit wegen dürften sie mir jedoch hie und da entgangen sein. Ich kenne sie von Sta. M. Maddalena vom vorher beschriebenen Profil im Bache der Pni. dell'Avaro, vom Abhang unterhalb des Punktes 1734 und aus der Nähe von Piazzocco. Sie sind unterm Mikroskop bei oberflächlicher Betrachtung dem Verrucano sehr ähnlich, nur fällt das Fehlen der grossen Mengen Limonit auf. Doch sind einzelne Porphyrfragmente dicht mit Erzpartikelchen besät. Die Grundgebirgsfragmente, mit Quarz und Feldspat in granoblastischer Verwachsung, auch wohl nur aus verzahntem Quarz bestehend, finden sich in wenig abgerundeten Formen in erster Linie neben kleineren eckigen Fragmenten von felsitisch oder mikrofelsitisch-entglaster Porphyrgrundmasse, stellenweis serizitisiert. Vereinzelt kann man Fluidaltextur erkennen, sowie Fragmente mit trachytischem oder sferulitischem Gefüge.

Die trachytischen Stücke enthalten noch Reste chloritisierter Hornblende (?) neben stark serizitisierten Feldspateinsprenglingen. Eckige Quarze, aus einem Kristall, mit Resorptionserscheinungen sind ebenfalls eruptiver Herkunft. Weiter finden sich häufig kleinste Quarzkörnchen, neben Serizit in grosser Menge, schwebend in einer oft unauflöslchen

Grundmasse, die unter gekreuzten Nikols beim Drehen nur schwach aufleuchtet. Stellenweise gehen hieraus felsitisch-entglaste Partien hervor. Ich glaube diese Gesteine denen des oberer V. Mora gleichstellen zu müssen, die von PORRO (17, S. 865 ff.) als von sedimentärer Entstehung aufgefasst werden.

TARAMELLI (24, S. 209) hatte diese als Porphyre angesprochen, aber PORRO wies unterm Mikroskope die klastische Natur dieser Gesteine nach. Er meinte jedoch, dass es ebensowenig Tuffe sein könnten, weil die von MÜGGE beschriebene Aschenstruktur fehlte. Diese ist aber, wie aus der ursprünglichen Veröffentlichung¹⁾ hervorgeht, nichts anderes als die obengenannte vitroklastische Struktur PIRSSON's (12, S. 298). Es ist wahr, dass diese in den von mir beschriebenen Gesteinen fehlt, aber selbst in den reinen „*vitric tuffs*“ PIRSSON's kann dies nach seinen Beschreibungen der Fall sein. M. E. soll man in diesem Falle die positiven Anzeichen, die aus der typischen felsitischen Entglasung einzelner Teile hervorgehen, sowie die grosse Häufigkeit der Gemengteile eruptiver Herkunft in nur wenig abgerundeten Stückchen, schwerer wiegen lassen. Es ist jedoch nicht unmöglich, dass es sich hier um umgearbeitete Tuffe handelt.

In der Landschaft sind die Collio-Schichten wenig auffallend. In den höheren Teilen jedoch wird mancher Grat von den Tonschiefern gebildet, z. B. der Grat der sich vom Pzo. Varrone über Piazzocco zum Pzo. dei Tre Signori zieht, welcher grossenteils aus diesen Gesteinen besteht.

Die Gipfel zeigen dann eine auffallende Asymmetrie: fast senkrecht, dort wo die Schichten in die Luft ausstreichen, in der Richtung des Fallens nur sanfte Böschungen. Aber auch in der Hochregion bilden die Collio-Schichten oft nur die weniger geneigten Teile der Abhänge, zwischen den Felswänden der Konglomerate. Es ist dies z. B. sehr deutlich im Kessel der Vlle. Pianella.

2. VERRUCANO.

Ich habe diesen Namen beibehalten, weil er dermassen in der Literatur eingebürgert ist, dass er sich schwer eliminieren lässt.

Dass einerseits die Konglomerate von der Verruca-Schanze bei Pisa zum Teil vielleicht älter, nämlich karbonisch sind (vgl. MÜLCH (11, I, S. 85), andererseits so mannigfaltige, verschiedenartige Bildungen als Verrucano bezeichnet werden, muss in Kauf genommen werden.

Der Name Verrucano in meiner Darstellung schliesst sich an die Bestimmungen v. HAUER's (8, S. 457) und SUSS' (21, S. 115) an, und bezieht sich nur auf die Ablagerungen, deren Zugehörigkeit zum Verrucano, in den Ost- und Südalpen niemals in Zweifel gezogen wurde. Er umfasst ausser den roten Konglomeraten die ihnen zwischengelagerten roten Sandsteine (Sernifite).

In den oberen Teilen dieser Serie soll, u. a. nach PORRO (16, S. 15), sich eine Wechsellagerung mit Servinoschiefern vorfinden; z. B. im Val Biandino westlich des Pzo. dei Tre Signori. Im Aufnahmegebiet habe ich

¹⁾ O. MÜGGE, Der Quarzporphyr der Bruchhäuser Steine in Westfalen. N. J. f. M. usw. X. Beil. Bd. (S. 757 und Fig. 14), Stuttgart, 1896.

solches nicht beobachten können; vielmehr werden die letzten Konglomerate, mit spärlichen Geröllen, unmittelbar von dünngeschichteten roten, oder an anderen Stellen dünnbänkigen gelben Schiefern oder Sandsteinen überlagert, die unmöglich als Verrucano angesprochen werden können; ohne dass in den höheren Schichten noch Verrucanokonglomerate auftreten. Im Liegenden des letzten Konglomerates finden sich keine Servino-ähnlichen Gesteine, die roten Sandsteine zeigen viel zu dicke, undeutliche Bänke, während die Servinogesteine, wie auch SALOMON (26, S. 373) bemerkt, durchweg dünnschiefbrig sind.

Die Angaben über die Mächtigkeit des Verrucano sind sehr schwankend. Nach PORRO (16, Profile) soll sie am Pzo. dei Tre Signori etwa 800 m betragen, am Südflügel der Aufwölbung Valsassina-Ornica jedoch kaum 200 m.

Nach meiner Auffassung kann die Mächtigkeit des Konglomerates, mitsamt den Sernifiten, maximal etwa 300 m betragen; dergleichen Zahlen finden wir auch bei SUESS (21, S. 108) und BENECKE (1, S. 203); sie schwankt bedeutend, wird aber im normalen Schichtverbande wohl nirgends unter 100—150 m herabgesunken sein. Am Südschenkel der Aufwölbung Valsassina-Ornica sind die Verhältnisse tektonisch zu sehr gestört, um sie einer solchen Bestimmung zugrunde legen zu können.

Eine Schwankung innerhalb dieser Grenzen, also um einen Betrag von etwa 150 m, scheint mir für eine terrestrische Ablagerung wie der Verrucano ist, durchaus zulässig.

Der Verrucano i. e. S. ist nach SUESS (21, S. 115):

„..... Ein rotes Konglomerat von Geröllen kristallinischer Felsarten mit zahlreichen Geröllen von weissem Quarz.“

In dieser Bestimmung möchte ich „kristallinischer Felsarten“ ersetzen durch: „von vorherrschend Effusivgesteinen“. Es fehlen ja, wie schon PORRO (16, S. 11) bemerkt, im Verrucano Gerölle der granodioritischen Gesteine des Valsassina. Rollstücke von Glimmerschiefer sind verhältnismässig selten, das Grundgebirge wird gewöhnlich nur durch Quarzgerölle vertreten.

Der Zement ist im unveränderten Gestein meistens deutlich körnig; die Körnergrösse und das Verhältnis des Zementes zu den Geröllen sind überaus wechselnd.

Es finden sich Gerölle bis zur Faustgrösse, durchschnittlich erreichen sie aber nur etwa Bohnengrösse.

In der Nähe der Störungslinien ist oft der Zement dichter, und von Strängen serizitischer und chloritischer Substanz durchzogen.

Im extremen Falle ist die Umgrenzung der Komponenten makroskopisch weniger deutlich, unterm Mikroskop zeigt sich dann schon eine beginnende Verwachsung der Gerölle in das Gefüge des übrigen Gesteins. Das Gestein ist durchaus rot gefärbt, die Gerölle, wenn sie dem Porphyrit oder dem Porphyrit angehören, meistens ein wenig dunkler; vereinzelt finden sich, neben dem weissem Quarz, noch hellere Gerölle, die dann aus dem Grundgebirge stammen; nur sehr selten finden sich auch helle, grünlich gefärbte Rollstücke der Effusiva.

Vereinzelt finden sich jedoch Ausbildungen, in welchen diese helleren Komponenten vorherrschen; im Aufnahmegebiet kenne ich diese aber nur

erratisch, z. B. auf Alpe Lavez, anstehend fand ich sie zwischen Branzi und Valleve im E-Bremotal.

Unterm Mikroskop zeigen die **roten Konglomerate** eine Grundmasse, die oft dermassen von Limonit durchtränkt ist, dass die Struktur völlig unkenntlich geworden ist. Wenn weniger gefärbt, kann man zahlreiche kleine Quarzkörnchen beobachten, nebst ebenfalls abgerundeten Stückchen einer felsitisch entglasten Porphyrgrundmasse. Oft tritt Serizit oder Chlorit in erheblicher Menge hinzu.

Die Gerölle sind in erster Linie solche porphyrischer Gesteine; daneben findet sich häufig weisser Quarz, aus dem Grundgebirge herrührend, wie aus dem verzahnten Gefüge hervorgeht. Stellenweise kann man auch Mörteltextur beobachten; der Quarz zeigt dann Drucklinien und undulöse Auslöschung.

Unter den Porphyrgeröllen finden sich häufig Stücke einer felsitisch bis orthophyrisch entglasten Grundmasse, sehr feldspatreich, in welcher Quarz oft fast völlig fehlt. Makroskopisch fallen diese Stücke durch ihre blutrote Farbe und ihren muscheligen Bruch auf. Es kommt mir wahrscheinlich vor, dass diese Gerölle von einem Glastuffe oder einem Vitrophyr herrühren, beide porphyritischer Natur. Es lässt sich dies aber bei der intensiven Färbung kaum entscheiden. Weiter finden sich Stücke von ebenfalls porphyritischen Kristalltuffen, in denen unter dem Mikroskop zahlreiche, meistens stark zersetzte Feldspat- und Hornblende (?)-Einsprenglinge auffallen. Quarzeinsprenglinge finden sich aber nur vereinzelt.

Ein Stück enthielt in einem Gerölle noch Grundgebirgseinschlüsse, aus Quarz und Muskovit in granoblastischer Verwachsung. Daneben fanden sich häufig korrodierte Quarze und wenig Feldspat, und wir müssen es somit als ein Quarzporphyr mit einem Grundgebirgseinschluss auffassen.

Andere Stücke, ebenfalls von Quarzporphyr, enthielten nebst Quarz die schon beschriebenen Perthit-ähnlichen sauren Plagioklase (vgl. S. 66).

Einmal liess sich auch Fluidaltextur wahrnehmen.

Häufiger als die beschriebenen Gerölle sind aber diejenigen, deren Struktur dermassen vom Limonit verdeckt worden ist, dass sie unbestimmbar geworden sind. Aus den eben beschriebenen lässt sich aber feststellen, dass, ausser den vielleicht von Glastuffen herrührenden, die Gerölle den aus dem Aufnahmegebiet bekannten porphyrischen Gesteinen sehr ähnlich sind. Nur die gleichmässig-felsitisch bis orthophyrisch entglaste Grundmasse ist mir aus dem Aufnahmegebiete, sowie aus der Umgebung, nicht im anstehenden Gesteine bekannt geworden.

Die **Sandsteine, Sernifite**, sind ebenfalls rot gefärbt; unter den Gemengteilen lassen sich schon mikroskopisch Porphyrkörner erkennen, den Geröllen des Konglomerats völlig ähnlich, gleichfalls von blutroter Farbe und felsitischem Aussehen.

Die roten Sandsteine sind den Konglomeraten sehr ähnlich, nur fehlen die grösseren Gemengteile.

Der Zement ist auch hier ein Gemenge kleinerer Quarz- und Porphyrkörner, stark von Limonit durchtränkt, in welchem sich vereinzelt grössere Körner vorfinden, meistens Quarz. Stellenweise werden die einzelnen Körner von ergänzendem Quarz verkittet.

In der Landschaft fällt der Verrucano meist schon durch seine bräunlich-rote Farbe auf.

Die Verwitterungsformen erinnern an die des Granits, vorherrschend finden wir abgerundete Formen. Weite Klüfte entstehen oft zwischen den verschiedenen Teilen derselben Masse; z. B. das von PORRO beschriebene „*Camminetto*“ (15, S. 111) am Pzo. dei Tre Signori.

Fast alle höheren Gipfel im Bereich der permischen Ablagerungen werden von meistens sehr groben Konglomeraten gebildet; z. B. der Pzo. dei Tre Signori (2554), di Trona (2508), di Tronella (2514), Mte. Pontenarica (2378) usw.

In der Hochregion finden sich sehr steile Abhänge; die ganze Form ist aber immer eine abgerundete, im Gegensatz mit den Dolomitbergen jenseits des V. Stabina.

Die abgestürzten Blöcke sind überall im Aufnahmegebiet weit verbreitet; die Haupttäler: V. Stabina, die beiden V. d'Inferno und V. di Salmurano, sind mit ihnen besät; sie sind wohl meistens vom Eise mitgeführt worden.

Die vereinzelt Blöcke auf den Abhängen, ausser dem Bereich der Bergstürze des anstehenden Verrucano, sind wahrscheinlich ebenfalls glazial verfrachtet worden.

4. WERFENER SCHICHTEN—SERVINO.

(Buntsandstein).

Die roten Verrucanokonglomerate unmittelbar überlagernd, treffen wir fast überall in den Bergamasker Alpen einen Komplex glimmerreicher Schiefer oder Mergel, der von den italienischen Geologen Servino genannt worden ist.

In unserem Gebiete hat PORRO diesen aber nur dann als Servino auf seiner Karte eingezeichnet, wenn er fossilführend ist; so am Südabhang des Pzo. Tre Signori, in der Nähe von Valtorta und bei Valletto.

Von den Sandsteinen und Schiefen in der Nähe von Ornica, welche denen von Valtorta lithologisch vollständig ähnlich sind, spricht er ebenfalls noch im Jahre 1902 (15, S. 117) als vielleicht zum Servino gehörend; er hat also erst bei der definitiven Veröffentlichung seiner Karte die fossilführenden Schichten von den andern getrennt, und letztere alsdann dem Verrucano, also der Dyas zugerechnet.

Ich glaube aber, dass zu einer solchen Trennung keine Anweisungen vorliegen. Es ist mir nur an einem der von PORRO als fossilführend verzeichneten Vorkommen gelungen, Spuren von Fossilien aufzutreiben, nämlich am Pzo. dei Tre Signori, doch habe ich solche auch an anderen Stellen des Complexes, so bei Ornica, am Mte. Avaro und am Mte. La Piaccha, gefunden.

Gut erhaltene bestimmbare Fossilien konnte ich jedoch nirgends nachweisen.

Ich habe diesen Komplex aus der Nähe von Valtorta in stets gleicher lithologischer Ausbildung bis nach Ornica und von da bis an die Colle di Sta. M. Maddalena verfolgen können.

Ich habe deshalb gemeint alle, das letzte Verrucanokonglomerat überlagernden Sandsteine, Mergel und Schiefer, mitsamt den eingeschlossenen Kalk- und Dolomitbänken, bis an die schwarzen Kalke des unteren Muschelkalks, dem Servino zurechnen zu müssen, und habe sie auch als solche auf der Karte vermerkt.

Wir finden alsdann die folgende Verbreitung:

- 1°. An der südlichen Ueberschiebung von Valtorta bis an die östliche Wasserscheide entlang, in einem etwa 200 m breiten Streifen, der aber östlich von Ornica von einigen kleineren Ueberschiebungen verdoppelt wird.
- 2°. In vier einander überlagernden Schuppen auf den Piani dell' Avaro und bei Baita Avaro und Valletto.
- 3°. In zwei Schuppen am Südabhang des Pzo. dei Tre Signori.

In diesen drei Gebieten habe ich wenigstens Spuren von Fossilien angetroffen, wie aus untenstehender Liste hervorgeht:

- No. 212. Spuren von Pflanzen, vielleicht dieselben wie in 292. Von Valtorta, in Schiefeln.
- No. 263. Muscheldurchschnitt aus den Sandsteinen von Castel Reino, bei Camisolo. Von demselben Fundort weiter: Spuren von *Lamellibranchiaten*, möglicherweise *Pecten* (?) und *Myophoria* (?)
- No. 292. Spuren von *Equisetum arenaceum*, bestimmt nach dem von VARISCO beschriebenen Material im Museo Civico in Bergamo. Bei Ornica in Schiefeln.
- No. 305. Spuren von *Lamellibranchiaten*, vielleicht *Myophoria* (?) in den Sandsteinen am Mte. Avaro.

Ein zusammenhängendes Profil habe ich nirgends auffinden können, wohl wegen der Rolle des Servino als Gleifläche.

Das am besten aufgeschlossene Profil an der Fahrstrasse bei Ornica, 250 m lang, zwischen dem Dolomit und den Ausläufern einer kleinen Verrucanomasse, ist infolge tektonischer Einflüsse in den unteren Teilen kaum entwickelt, wie schon aus der Gesamtdicke (etwa 150 m) hervorgeht; dürfen wir doch im allgemeinen für die Dicke des Servino in dieser Gegend etwa 220 m annehmen.

Servinoprofil bei Ornica.

Hangendes: Hauptdolomit.

1. \pm 5 m . Schwarze, gelbeaderte, brecciöse dolomitische Kalke, Muschelkalk (?).
2. \pm 25 m Sandige Mergel.
3. \pm 50 m Rote und grüne, glimmerreiche Tonschiefer mit vereinzelten Sandsteinbänken. Streichen 84° E. Fallen 40° S.

4. ± 40 m Nicht aufgeschlossen.
5. ± 15 m Rote, glimmerreiche Schiefer, mit vereinzelt Sandsteinbänken.
6. ± 20 m Gelbe, dickbänkige, gefältelte Sandsteine mit charakteristischen Witterungserscheinungen.

Liegendes: Rote Verrucanokonglomerate.

Im grossen und ganzen können wir folgende Dreiteilung vornehmen:
 Oberer Servino. Grünlich-gelbe sandige Mergel, in meinem Gebiete fast überall tektonisch stark gestört, mit vereinzelt Kalk- und Dolomitbänken ± 40 m.

Mittlerer Servino. Rote, graue und grüne, glimmerreiche Tonschiefer mit zwischengelagerten dickeren, gelben, groberen Sandsteinen ± 110 m.

Unterer Servino. Rote und gelbe Sandsteine, mit charakteristischen Witterungserscheinungen und gewöhnlich von einer bräunlichen Verwitterungskruste überzogen ± 50 m.

Kalkige oder dolomitische Zwischenlager sind selten, im Gegensatz mit dem von COSJN (5, S. 273) beschriebenen Vorkommen bei Bordogna. Dieser, d. h. der untere Horizont, ist aber in meinem Gebiete fast nie auch nur einigermaßen gut ausgebildet, am besten noch am Pzo. dei Tre Signori, bei Castel Reino ¹⁾ ²⁾.

Die am Westrande der Piani dell'Avaro, oberhalb des Punktes 1512, vorkommenden dunklen Kalke, mitten im Servino, sind wahrscheinlich auf eine tektonische Zwischenklemmung von einem Teil des unteren Muschelkalks zurückzuführen.

Die mikroskopische Betrachtung einiger Dünnschliffe der Servinogesteine zeigte fast immer eine mehr oder weniger starke mechanische Beanspruchung. Besonders deutlich zeigte dies ein **Sandstein** des untern Servino von Castel Reino am Pzo. dei Tre Signori.

In einem Gemenge von fein- bis mittelkörnigen Quarzkörnchen, die oft unter gekreuzten Nikols durch ihr verzahntes Gefüge ihre Herkunft aus dem Grundgebirge verraten, liegen in leicht-schiefriger Anordnung eine Unmenge Serizitblättchen, die sich den Umrissen der Quarzkörnchen anschmiegen, und stellenweise mit diesen schon ein blastopsammitisch-struiertes Ganzes bilden.

Es fallen nebenbei noch vereinzelt Körner einer felsitisch-entglaster Porphyrit-(?) Grundmasse auf, wie sich grössere im Verrucanokonglomerat finden.

Die brecciösen **Mergel**, die die oberen Schichten des Servino bilden und fast überall dem Dolomit unmittelbar unterlagern, zeigen im übrigens Quarz- und Serizitführenden Zement, und gleichfalls in den feinkörnigen Kalkfragmenten, eine beginnende Sammelkristallisation des Karbonates. Ähnliches finden wir bei den schwarzen, gelb-geaderten dolomitischen

¹⁾ Dolomitbänke im unteren Servino erwähnt gleichfalls GÜMBEL, (6, S. 237) weiter östlich im Val del Gleno.

²⁾ Castel Reino ist der volks tümliche Name für den Gebirgsvorsprung nördlich des Cma. di Camisolo, zwischen dem L. di Sasso und A. Biandino.

Kalken, die stellenweise vielleicht den Muschelkalk vertreten. Das Karbonat zeigt eine ausgesprochene Zwillungslamellierung, die jedoch vielleicht auf das Schleifen zurückzuführen ist.

Die **Schiefer** zeigen eine sehr fein-körnige Grundmasse, welche unter gekreuzten Nikols nur sehr schwach aufleuchtet. Hierin schweben in grosser Anzahl kleinste Körnchen von Quarz und Feldspat, nebst annähernd parallel gestellten Serizitblättchen. Dies ruft die ausgesprochene primäre (Sedimentations-) Schieferung hervor. Es sind glimmerreiche Skleropelite.

Zirkon ist in sämtlichen Gesteinen, nebst Pyrit und Magnetit, ein stetiger Gemengteil.

Es ist noch zu bemerken, dass ich in der Identifizierung des Servino mit dem Buntsandstein, PORRO (16, S. 15) gefolgt bin, und also die ganze Schichtenfolge der unterlagernden Konglomerate, Tonschiefer und Sandsteine vollständig zum Perm stelle, obwohl keine Beweise beizubringen sind, dass nicht der obere Teil derselben schon von untertriadischem Alter sei, ja, solches, nach der stratigraphischen Stellung der Servinofauna, wie schon von GÜMBEL (6, S. 239) betont wurde, sogar wahrscheinlich ist.

5. MUSCHELKALK.

Nur an einer Stelle, nämlich ein wenig südlich von Valtorta, tritt in meinem Gebiete dieser Horizont zu Tage. Hier ist er aber tektonisch dermassen gestört, dass nur ein Vergleich mit den Vorkommen ausserhalb meines Gebietes die Feststellung des Alters ermöglichte. Fossilien fehlen ganz.

Im Bach östlich vom Friedhof des Ortes können wir folgendes Profil aufnehmen, das aber von einer Unmenge kleiner tektonischer Störungen durchzogen ist:

Im Hangenden: Verkitteter Dolomitschutt.

1. ± 12 m Dünn geschichtete, brecciöse, grünliche, glimmerreiche Mergel, aus dem Servino.
2. ± 18 m Graue, bankige, dolomitische Kalke, mit mergeligen Zwischenlagern und welligen Schichtflächen. Streichen 73° E, Fallen 45° S.
3. ± 19 m Schwarze, gelb-geaderte Kalke in Bänkchen von etwa 10 cm Dicke.
4. ± 24 m Grünliche, dolomitische Kalke.
5. ± 6 m Schwarze Kalke.
6. ± 1 m Grünliche, dolomitische Kalke.
7. ± 16 m Schwarze bis graue dolomitische Kalke in dicken Bänken.
8. ± 18 m Verkitteter Dolomitschutt verdeckt das feste Gestein.

9. \pm 80 m Schwarze gelb-geaderte Kalke, wechsellagernd mit 3 bis 4, etwa 10 cm dicken Bänken der grünlichen glimmerreichen Mergel.

Wahrscheinlich sind dies Ueberschiebungsreste von Servinoschichten, die längs der Gleitfläche mitgeführt worden sind.

Liegendes: Mergel des oberen Servino.

Wie aus dem Profil hervorgeht, kann man diese Schichten unmöglich zum Dolomit rechnen, wie auf der Karte PORRO's (16) geschehen ist. Besonders die schwarzen, gelbgeaderten Kalke, unter den Nummern 3, 5 und 9 im Profil angeführt, sind den unteren Schichten des Muschelkalkes in den angrenzenden Gebieten sehr ähnlich.

Noch an zwei anderen Stellen fand ich einige, etwa meterdicke, schwarze, gelbgeaderte Kalkbänke, die wohl dem Muschelkalk angehören:

- 1°. Etwa 200 m über der Fahrstrasse bei Ornica, an der Grenze zwischen Dolomit und Servino.
- 2°. Am westlichen Abhang des Mte. La Piaccha, ebenfalls zwischen Servino und Dolomit.

Ein mögliches drittes Vorkommen im Servino der Pni. dell'Avaro ist schon besprochen worden.

In der Landschaft spielt der Muschelkalk keine Rolle, wie aus obengesagtem schon hervorgeht.

6. HAUPT-DOLOMIT.

Der Dolomit findet sich nur im südöstlichen Teil meines Gebietes. Die ihn von den liegenden Servino- und Perm-massen trennende Ueberschiebung verläuft etwa über Valtorta—Rava—Dudello—Ornica—Sta. M. Maddalena.

Neben der gewöhnlichen, massigen Ausbildung dieses Horizonts können wir folgende Abarten unterscheiden:

1. Dünn geschichtete bis schieferige dolomitische Kalke, in den oberen Teilen des Vorkommens.

Diese stehen an im Bache, W. vom Friedhofe des Dorfes Cassiglio im unteren Stabinatal.

Möglicherweise ist hier eine tektonische Störung vorhanden und wären diese Schichten mitten in den Dolomitmassen rhätischen Alters; es scheint mir dies aber wenig wahrscheinlich¹⁾.

Eine Zunahme der Bankung nach Süden hin ist wohl an der Strasse Ornica—Fontanone zu beobachten, nach Cassiglio hin aber finden wir eher eine Abnahme, also dickere Bänke.

Die Meinung PORRO's (15, S. 118), es solle die zunehmende Bankung

¹⁾ PHILIPPI beschreibt eine solche Ausbildung des Hauptdolomits in Resegone. (Geologie der Umgegend von Lecco und des Resegone-Massivs in der Lombardei, Z. D. G. G. 1897, S. 350).

auf die Anwesenheit Raibler Schichten unter dem Talboden deuten, scheint mir mithin unbegründet.

2. Brecciöse, fest verkittete Dolomite, vorherrschend in den unteren Horizonten, wie solche auch von Dr. J. COSIUN (5, S. 300) im Brembotal und bei Averara beobachtet worden sind.

Weil Dr. COSIUN in den südlichen und östlichen Teilen des Dolomitgebietes ein eingehendes Studium der Diploporen vorgenommen hat, (5, S. 300) habe ich gemeint ein solches hier unterlassen zu können.

Andere Fossilien, sind wie gewöhnlich, im Dolomit selten. PORRO (15, S. 116/117) erwähnt folgende Fundorte:

1. Am Südabhang des Pzo. di Cusio, etwa 100 m über dem Talboden des Val Stabina.
2. In den Schutthaufen gegenüber Forno Nuovo.

Von mir wurde an der zweiten Stelle nur ein einziger *Avicula*-Rest gefunden, während Dr. J. COSIUN, von dem ersten, ebenfalls in meinem Gebiet befindlichen Fundort, eine *Gervillia* sammelte.

In dem Dolomit sind zahlreiche Schutthalden und Bergstürze zu beobachten. Sehr schön kann man ein wenig oberhalb Rava eine verkittete Bergsturzmasse sehen, worein sich der Bach etwa 10 m eingeschnitten hat.

Gewaltige Schuttmassen haben oft nach Norden hin die Grenze gegen den Servino verdeckt und sind bis weit in die Täler vorgedrungen. Der „Frane“ (Bergsturz) von Valtorta (1888) besteht ebenfalls fast ganz aus Dolomitschutt.

In der Landschaft tritt der Dolomit in scharfen Spitzen und schroffen Abhängen hervor, gegen die Täler, sowie gegen die älteren Horizonte oft von senkrechten Felswänden begrenzt. Besonders schön kann man solches an der grossen Ueberschiebung bei Ornica beobachten, wo sich die Grenze als ein etwa 30 m hoher Sprung im Abhang des Pzo. di Cusio zeigt.

Oft aber steigen die Dolomitfelsen erst aus vorgelagerten Schutt- und Bergsturzmassen hervor.

7. JUENGERE BILDUNGEN.

Im Bereich meiner Aufnahmen stellt der Hauptdolomit den jüngsten präglazialen Horizont dar.

Ich habe die glazialen und alluvialen Ablagerungen nur dann auf der Karte eingetragen, wenn sie in grösseren zusammenhängenden Massen das feste Gebirge verdecken. Eine Trennung zwischen den beiden habe ich nicht vorgenommen, erstens hätte dies einen Zeitaufwand erfordert, der zu den zu erzielenden Resultaten in keinem Verhältnis stünde und zweitens wäre eine solche Aufgabe nicht ausführbar gewesen ohne weit über die Grenzen des Aufnahmegebietes hinaus sich erstreckende Ausflüge.

In das Val Stabina mündet ein wenig oberhalb Valtorta das Seitental von Geresola, in dem PORRO (16) jüngere Bildungen verzeichnet. Diese Talausfüllung reicht bis an den Kniebogen des Val Stabina. Hier steht

festes Gebirge an (Verrucano und Grundgebirge). Jenseits dieser Schwelle aber ist das feste Gestein von neuem verdeckt, diesmal von der Dolomitschuttmasse des Corna Grande (2090). Es beteiligt sich aber auch die Schotterausfüllung des Val Geresola an dieser Bedeckung, die erratischen Dioritblöcke des Val Stabina deuten m. E. darauf hin. Uebrigens enthält auch der von dieser Schuttmasse stammende „Frane“ von Valtorta Material glazialer Herkunft, Verrucano und Grundgebirge, das ebenfalls vom Val Geresola herrühren mag.

Weiter abwärts finden wir im Bache nur noch wenig bedeutende jüngste Flussablagerungen, die nur in den Innenbuchten der Mandern zusammenhängende Streifen bilden. So z. B. an der Brücke von La Piaccha und bei Fontanone, wo das Val d'Ornica sich mit dem Val Stabina vereinigt. Zwischen Fontanone und Cassiglio hat der Bach sich im den Dolomit eingeschnitten, erst unterhalb letzterer Ortschaft erweitert sich das Tal wieder und stellen sich an beiden Seiten Flussablagerungen ein.

Eine gewaltige Schuttmasse hat sich ebenfalls vom Corna Grande her gegen Rava vorgeschoben, ihre wellige Oberfläche bildet die sog. Piani di Valtorta. Im nicht von der Schuttmasse eingenommenen Teil des Seitentals mäandert ein verkümmertes Bach langsam dahin über den viel zu breiten Talboden, bis er etwa 100 m über dem Talboden des Haupttals sich ins feste Gestein einschneidet und in einem Wasserfall seinen Abfluss zur Stabina findet.

Diese Schuttmassen bestehen aus eckigen Dolomitbruchstücken, von einem helleren Zement verkittet; der Dolomit wittert leichter aus und es entsteht ein Rauhwaacken-ähnliches Gebilde, das im Bache beim Friedhof von Valtorta sehr schön aufgeschlossen ist. Bei der Schuttmasse von Piani di Valtorta habe ich diese Verkittung nicht nachweisen können, es fehlt jeder Aufschluss. Ich glaube dieser Schuttmasse ein interglaziales Alter zuschreiben zu müssen, sonst kann ich mir die ebene Oberfläche und die Ausdehnung nur bis ins Seitental, also noch etwa 100 m über dem Haupttal, nicht erklären.

Der Kessel von Rava, zwischen Pigholotto, Dudello und La Piaccha wird in den flächeren Teilen von einer etwa meterdicken Decke Gehängeschutt bedeckt, in welcher Moränenmaterial nicht selten ist.

Die verkittete Bergsturzmasse von Rava ¹⁾ steigt etwa bis 1000 m den Berg hinan; hier haben sich die zum Val Stabina verlaufenden Rinnen eingeschnitten und es geht ein aus scharfen Spitzen und Nadeln zusammengesetztes Detailbild hervor.

Im Val d'Ornica gibt es gleichfalls deutliche Anzeichen der Vergletscherung. Wie schon TARAMELLI (24, S. 310) betont hat, ist das Dorf Ornica auf Teile einer Moräne gebaut, welche sich an der Grundmoränendecke der Prati Vergadella anschliesst. Deutlich ist diese aufgeschlossen oberhalb Chiusura, jenseits des Seitenbaches, und unmittelbar oberhalb Ornica, an der rechten Talseite des Val di Salmurano.

Im Val d'Inferno sind die Aufschlüsse nicht so deutlich; das Land-

¹⁾ Vgl. S. 84.

schaftsbild aber, mit seinen welligen, terrassenförmigen Verbreiterungen, wie bei Zucco auf der Alpe V. d'Inferno usw., mit seinem in Stufen geteilten Gefälle, und seiner an den abgerundeten Formen der Prati Vergadella anschliessenden Wiesendecke, mit Verrucanoblöcken besät, spricht in deutlicher Weise von der Vergletscherung.

Eine grosse Schutthalde reicht vom Punkte 1512 hinunter bis an den Salmuranobach und vermischt ihr Material mit der Grundmoräne.

Im Seitental bei Pusnello finden wir ebenfalls deutliche Spuren der Vergletscherung in den oberen Teilen; es bestand hier vielleicht in den späteren Stadien der Vergletscherung, über dem Sattel von Sta. M. Maddalena, eine Verbindung mit dem Gebiete des Val Mora.

In den höheren Teilen sind karenartige Formen nicht selten, ich nenne u. a. die oberen Teile des Val d'Inferno, so an der Bergamasker wie an der Veltliner Seite, den Salmurano-Alpkessel, Alpe Valletto, und die sogenannte Alpe Pescegallo „vago“ (d. h. „Im Schatten“) oberhalb des Punktes 1602.

In den beiden Tälern, die bei Gerola das Val del Bitto bilden, finden sich, wie schon gesagt, mehrere Alpenseen, welche der glazialen Ueberbietung zu verdanken sind. Die drei Seen im Val d'Inferno sind im festen Gestein und dem es verdeckenden Schutt eingebettet, das L. di Pescegallo aber findet sich in einem moorigen, schwachwelligen Wiesengelände.

Eine ähnliche Landschaft bildet, ein wenig tiefer, der obere Teil des gleichnamigen Tales.

Unterhalb der Cas. di Pescegallo sind mehrere Wasserinnen nicht oder falsch in der topographischen Karte eingetragen, so dass, auch wegen des Fehlens geeigneter Orientierungspunkte, die Orientierung hier sehr schwierig ist.

In der Ausmündung des L. d'Inferno sind sehr schöne „*roches moutonnées*“ zu beobachten.

Im Val di Pescegallo befindet sich an beiden Seiten ein etwa 200 m breiter Streifen, der von jüngsten Ablagerungen ausgefüllt ist. Es handelt sich hier offenbar um Schotterablagerungen, aus einer Zeit, als sich die Gletscher schon wieder in beträchtliche Höhe zurückgezogen hatten.

Bei Gerola kann man deutlich drei verschiedene Terrassen unterscheiden mit etwa 50 m Höhenunterschied. Weiter talabwärts sind diese nicht zu verfolgen, es schneidet das Tal sich ins anstehende Gestein ein.

Diese terrassenförmige Ausbildung scheint mir für eine fluvioglaziale Entstehung zu sprechen.

Bergstürze sind auf dieser Seite weit seltener als auf dem Bergamasker Abhang. Es findet dies m. E. seinen Grund in den Erosionsformen des Grundgebirges, die weniger Veranlassung zur Bildung grösserer Schuttmassen geben.

Die einzigen finden sich dementsprechend im Gebiete der dyadischen Ablagerungen, z. B. an der Trennung des Val della Pietra und auf der linken Seite der Alpe Pescegallo vago, unterhalb des Pso. di Salmurano.

III. DIE UEBERSCHIEBUNGSZONEN.

An den grossen Störungslinien konnte ich im Aufnahmegebiet oftmals deutliche Spuren mechanischer Beanspruchung nachweisen. Diese Ueberschiebungszonen werde ich hier im Zusammenhang besprechen. Auf die Karte habe ich nur eine einzige eingetragen, diejenige der orobischen Ueberschiebung. Es erwies sich hier im Felde unmöglich, Perm und Kristallin zu trennen, und zugleich konnte ich hier ein ziemlich konstantes Profil aufstellen, so dass ich die Ueberschiebungszone als eine Einheit kartierte. Ich werde diese Erscheinungen von Nord nach Süd der Reihe nach besprechen.

Die südliche Ueberschiebung des Hauptdolomits hat in den hangenden Schichten des Servino eine Reibungszone hervorgerufen, die aber niemals grössere Ausmasse erreicht.

Es wurde bei der Beschreibung der betreffenden Gesteine schon betont, dass durchweg Spuren des Druckes anwesend sind, ohne dass dieser jedoch das Gestein wesentlich umgewandelt hat.

Die Wirkung ist nur eine mechanische, das Resultat ist meistens eine Reibungsbreccie; mineralogische Umwandlungen sind in bemerkenswerten Ausmassen niemals vorhanden; sie beschränken sich auf die beschriebene Sammelkristallisation des Karbonats und die Serizitisierung der ursprünglich tonigen Substanzen.

Nur an einer Stelle konnte ich eine eingehendere Umwandlung beobachten; an einem Gestein vom linken Seitenbach des Tales von Sta. M. Maddalena. Es hat ein brecciöses Aussehen und führt viel Limonit und Serizit; die Farbe ist graulich.

Unterm Mikroskop zeigt es eine Lagentextur feinerer und gröberer Parteen. In den gröbereren Teilen befinden sich häufig Stückchen aus Porphyrgrundmasse und andere aus verzahntem Quarz, bisweilen mit Muskovit. Die äussere Form ist nicht erhalten, in der Nomenklatur M_{LCH}'s (11, S. 22) sind es kamptomorphe Gemengteile. In einigen der Grundmassefragmente kann man chloritisierte Hornblende (?) wahrnehmen.

Der Kitt ist eingehend serizitisiert, die annähernd parallel gestellten Serizitschüppchen durchziehen in Strängen das Gestein, zwischen und in den Porphyrfragmenten und Quarzkörnern.

Wahrscheinlich ist dieses Gestein ein umgewandelter tuffiger Sandstein der unteren Collio-Schichten, denn gerade hier setzen diese an der Ueberschiebung ab.

In der Nähe der Störungen zeigen die permischen Gesteine zumeist eine dichtere, serizitisierte und chloritisierte Grundmasse, was besonders auf den häufigen Gleitflächen deutlich hervortritt. Auf diesen hat sich

oft Hämatit angesiedelt; sehr schön konnte ich dies wahrnehmen an der Fahrstrasse nach Valtorta.

Die Störungen innerhalb der permischen Sedimente verraten sich in den Porphyren meistens durch die Ausbildung von Serizit- und Tuffporphyroiden, wie schon beschrieben wurde. An anderen Stellen ist der Kontakt nur selten aufgeschlossen.

Am Pzo. dei Tre Signori fand ich jedoch an einer Stelle, nämlich dort, wo der Weg zum Gipfel den Berg steil hinansteigt und der Querweg¹⁾ nach rechts abbiegt, ein Gestein, an welchem die Wirkung des Druckes sehr gut ersichtlich ist. Beim ersten Anblick hält man es für ein tuffiges Gestein. Es sieht felsitisch aus und zeigt die eigentümlichen Farben der zersetzten Felsophyre. Unterm Mikroskop finden wir in erster Linie Quarz und Serizit, Feldspat fehlt, wahrscheinlich ist er völlig in Serizit übergeführt. Die Struktur ist noch deutlich klastisch, psammitisch, die Gemengteile rühren vom Grundgebirge her; vereinzelt treten solche der Porphyre hinzu.

Die Textur ist leicht schieferig; dies wird sowohl durch Serizit als durch eine faserige Anordnung der Quarzfragmente verursacht.

Der Kitt ist stark serizitisiert, eine Rekristallisation ist jedoch nicht nachweisbar in den spärlichen, nicht von Serizit eingenommenen Teilen. Wahrscheinlich stammt dieses Gestein ebenfalls aus den Collio-Schichten.

Ein makroskopisch ähnliches Gestein kenne ich von der Basis der Uberschiebung des Trona-Schuppens. Es steht an am Wege von Castel Reino nach Piazzocco, auf dem Westabhang des Pzo. Varrone, also ausserhalb meines Gebietes.

Unterm Mikroskop zeigt es eine noch deutlich felsitische, von häufigen Quarzsnüren durchzogene Grundmasse; in dieser serizitisierten Basis finden sich eine Unmenge zertrümmerter Quarz- und Feldspateinsprenglinge. Der Feldspat (Orthoklas) ist meist stark zersetzt. Die Serizitstränge rufen eine leichte Schieferung hervor; Biotit in verbogenen Blättchen und Turmalin sind häufige Nebengemengteile. Der etwa meterbreite Streifen dieses Gesteins stellt wahrscheinlich einen an der Basis der Uberschiebung mitgeführten Teil des Porphyrs dar.

Der Porphyr an dem Südschenkel der Aufwölbung des V. Stabina zeigt allenthalben die Wirkung des Druckes, ohne dass dieser jedoch zur Bildung eigentlicher Porphyroide führte.

Die Quarze zeigen undulöse Auslöschung und sind gewöhnlich zerbrochen; die Lamellen des Plagioklases sind verbogen, Serizit spielt eine hervorragende Rolle.

Die Epi-Serizit-Gesteine der hangenden Teile des Grundgebirges dieses Fensters zeigen durchaus dieselbe mechanische Beanspruchung. Die Quarzlinsen sind von Trümmerzonen durchzogen, in denen sich reichlicher Serizit angehäuft hat; die Körner zeigen eine deutlich sekundär undulöse Auslöschung.

Das Gefüge ist grano- bis nematoblastisch, die Textur kristallisationschieferig, jedoch mit starken Tendenzen zur mechanisch-schieferigen. Das Ganze ähnelt dem typischen Bild der porphyroklastischen Strukturen.

¹⁾ Das sog. „*Sentiero della Soliva*“ der „*Guida*“ des S. E. L. (vgl. S. 102).

Man könnte ungewiss sein, ob es sich in diesen Gesteinen um ursprüngliche Meso-Gesteine handle, die sekundär durch kataklastische Einflüsse umgewandelt sind, oder um Epi-Gesteine aus den jüngeren Horizonten des Grundgebirges. Ich meine auf ersteres schliessen zu müssen; die Anwesenheit grösserer, sekundär klastisch umgewandelter Feldspäte deutet wenigstens in diese Richtung, und weiter kenne ich ähnliche Gesteine aus der orobischen Ueberschiebungszone, hier jedoch im Liegenden der überschobenen Scholle.

Von den normalen Kristallinen Schiefen unterscheiden sie sich durch die hellere Farbe, den seidenartigen Schimmer des häufigen Serizits und die grobflaserige Schieferung.

Mikroskopisch zeigen sie einen geringeren Gehalt an dunklen Gemengteilen und eine überaus reichliche Turmalinführung. Wie schon bei der Besprechung der Erzführung (S. 58) betont wurde, ist diese Turmalinführung wahrscheinlich auf eine pneumatolytische Mineralisierung entlang der Ueberschiebungsflächen zurückzuführen, wie auch aus der Verbreitung der Turmalinmikrolithe in manchen Basalen Tuffoiden hervorgeht (S. 62).

In einem Gestein bildet der Turmalin ein grobmasiges Gewebe durch den ganzen Schliff, man könnte sogar von einem „Turmalin-Quarzit“ sprechen. Zirkon und Pyrit sind häufige Akzessorien.

Neben Serizit finden sich in den Trümmerzonen und längs der Klüfte häufig kleinste Schüppchen anomaler Chlorite und Prochlorite. An der orobischen Ueberschiebung entlang findet sich ein etwa 40—120 m breiter Streifen stark gequetschter Gesteine.

Man kann für diesen Streifen in grossen Zügen etwa folgendes Normalprofil aufstellen:

20—40 m Porphy mit porphyroidischen Einlagerungen.

30—50 m Epi-Serizit-Gneise.

0—30 m Schwarze, den Basalen Tuffoiden ähnliche Gesteine.

Von diesem Normalprofil abweichend kommen jedoch häufig andere Schichtfolgen vor: Einlagerungen von Chlorit-Edoliten, gequetschtem Verrucano, aporphyrischen karbonischen (?) Konglomeraten usw.

Auf der Karte habe ich zu der Ueberschiebungszone meist nur die Gesteine des Normalprofils gebracht; die noch deutlich zum Grundgebirge oder zum Verrucano gehörenden Gesteine, insoweit sie nicht durch irgendwelche Einlagerungen von diesen getrennt werden, habe ich mittels der betreffenden Signatur angegeben. Dies trifft ebenfalls zu für die Edolite, die unterhalb der Bocch. di Trona ganz innerhalb des Kristallins liegen.

An der Bocch. di Trona ist die Ueberschiebungszone nur schmal, höchstens 40 m, es schliesst sich hier jedoch eine Zone der gequetschten Kristallinen Schiefer an, breiter als weiter nach E.

An der Bocch. di Trona finden wir zuerst schiefrige rote Gesteine, die sich durch ihre Farbe, wie auch unterm Mikroskop durch ihre Zusammensetzung noch deutlich als Verrucano erweisen: sie führen ja die typischen Porphygerölle. Der recht erhebliche Limonitgehalt ist grösstenteils in Magnetit umgewandelt. Die makroskopisch deutliche Schieferung

verrät sich im Dünnschliffe nur wenig; die der Länge nach ein wenig ausgezogenen Gemengteile sind flaserig angeordnet.

Diese Gesteine, die noch nicht zur eigentlichen Ueberschiebungszone gehören, grenzen im Hangenden an einem etwa 2 m breiten Streifen eines porphyroiden Gesteins tuffogener Entstehung, wie noch aus den häufigen Einschlüssen einer porphyrischen Grundmasse hervorgeht; die eigene Grundmasse ist felsitisch entglast, es sind Tendenzen zu einer sekundären faserigen Anordnung bemerkbar, dunklere Partien sind wahrscheinlich mehr mikrofelsitisch entglast.

Der zerstreut hinzutretende Serizit durchzieht in schmalen Strängen die stark zertrümmerten Quarzeinsprenglinge, deren ursprüngliche Natur noch aus den Resten magmatischer Resorptionsercheinungen hervorgeht.

Im Hangenden folgt dann etwa 10—25 m eines weissen Serizit-Gneises, welcher weiter unten beschrieben werden soll. Dieser Streifen ist schwierig von den unmittelbar überlagernden gequetschten Gneisen des Kristallins, die sich nur durch ihre dunklere Farbe unterscheiden, zu trennen.

Diese führen Quarz, vorherrschend jedoch Orthoklas und Chlorit wie die später zu beschreibenden Edolite. Der in erheblicher Menge sich vorfindende Chlorit ist wahrscheinlich aus Biotit hervorgegangen. (Vgl. bei den Edoliten, S. 91).

Oestlich des topographischen Punktes 1853 ist die Ueberschiebungszone am besten ausgebildet. Hier findet sich, auf der Wasserscheide zwischen V. della Pietra und V. di Pescegallo:

im Norden,

Im tektonisch Hangenden: Gequetschte Glimmerschiefer.

75 m Epi-Serizit-Gneise.

45 m Porphyritische Gesteine.

Im tektonisch Liegenden: Glimmerreiche Sandsteinschiefer der unteren Collio-Schichten.

Die **Porphyrite** sind die bekannten felsitisch bis orthophyrisch entglasten Quarz-Hornblendeporphyrite, mit einem ziemlich geringen Gehalt an dunklen Gemengteilen.

Sie sind deutlich gequetscht, stellenweise bis zur Bildung typischer Serizitporphyroide, übrigens unterscheiden sie sich in nichts von den ihnen ähnlichen gequetschten Porphyriten der Bergamasker Seite, wie sie z. B. anstehen im Seitenbach gegenüber der Kapelle im untern V. d'Inferno.

Der **Epi-Serizit-Gneis** ist ein hellweisses grobflaseriges Gestein aus Quarz und Muskovit. Neben Quarz finden sich zerstreut Plagioklas mit verbogenen Lamellen und zersetzter Orthoklas.

Der Muskovit besitzt ebenfalls oft verbogene Blättchen. Die Textur ist deutlich porphyroklastisch; breite serizitisierte Trümmerzonen durchziehen den ganzen Schliff und begleiten ringsum die linsenförmigen, weniger zertrümmerten Partien, in denen Quarz selbstverständlich vorherrscht. Die Störung verrät sich in diesen Gesteinen hauptsächlich durch

optische Anomalien; eine eigentümliche Auslöschung in faserförmigen, annähernd parallelen Feldern ist weit verbreitet. Die jedoch noch deutlich zu erkennende ursprüngliche, typisch granoblastische Struktur, sowie die myrmekitische, stellenweise sogar poikiloblastische Verwachsung der felsischen Gemengteile lässt keinen Zweifel darüber bestehen, dass es sich hier nur um sekundäre kataklastische Umwandlungserscheinungen innerhalb eines ursprünglich schon kristallinen Gesteins handelt.

Diese Umwandlung gehört der Epi-Stufe an; das ursprüngliche Gestein wird, wie die übrigen Gesteine des Veltliner Kristallins, wahrscheinlich der Meso-Zone angehört haben.

Ich glaube dieses ursprüngliche Gestein als ein Äquivalent des „*Gneiss Chiari*“ (PORRO (16, S. 5)) oder des Colmites SALOMON's (20, S. 321) betrachten zu dürfen. Nur gibt PORRO eine etwas grössere Menge Feldspat an.

Wenn dies zutrifft, so wäre dieser Streifen der Epi-Serizit-Gneise vielleicht als eine Fortsetzung der sich weiter nach E. vorfindenden Einklemmung dieser Gesteine an der orobischen Ueberschiebung zu betrachten.

Als Akzessorien fand ich Apatit, Titanit, Pyrit, Hämatit und Magnetit.

Die Zertrümmerung ist nicht überall gleich weit vorgeschritten, bisweilen umziehen die Trümmerzonen nur in schmalen Streifen die ungestörten Partien, in anderen Schliffen jedoch füllen sie schon bei der schwächsten Vergrößerung das ganze Gesichtsfeld aus. Dann durchziehen sie die einzelnen Körner, und führen Serizit und Chlorit in beträchtlichen Mengen.

Diese Gesteine kommen in grosser Verbreitung an beiden Seiten des Sattels beim Punkte 1853 vor; und auch jenseits des V. di Pescegallo, in der Ausmündung des gleichnamigen Sees, stehen sie in steilen, durch ihre hellweisse Farbe auffallenden Felsen an.

An der ersten Stelle schiebt sich zwischen diese Gesteine und das eigentlich Grundgebirge noch ein etwa 30 m breiter Streifen der den **Basalen Tuffoiden** ähnlichen Gesteine ein.

Es sind bräunliche bis schwarze, dichte, schalige Gesteine, ohne Schieferung und von zahllosen Klüften durchzogen, auf welchen sich eine glaskopfartige Substanz in dünnen Häutchen abgesetzt hat.

Unterm Mikroskop sind die einzelnen Einschlüsse weitgehend zertrümmert, jedoch ohne beträchtliche Serizitbildung. Diese findet sich in erster Linie in der trüben, wahrscheinlich mikrofelsitisch entglasten Grundmasse. Einzelne Schliffe scheinen sogar noch echte **Vitrophyre** zu sein; bei stärkeren Vergrößerungen jedoch stellt sich durchaus eine geringe Entglasung heraus, die sich durch ein schwaches Aufleuchten unter gekreuzten Nikols verrät. Stellenweise ist die Entglasung weiter fortgeschritten; es zeigt sich dann das bekannte Bild der felsitischen Devitrifizierung.

Es sollen hier nunmehr noch die **Edolite** besprochen werden. Ich kenne diese Gesteine, wie schon gesagt, von unterhalb der Bocch. di Trona; dann aber auch vom Abhange unterhalb L. di Pescegallo.

Es sind dunkelgrüne bis fast schwarze, deutlich schiefrige, sehr dichte

Gesteine, in denen unter dem Mikroskop in erster Linie Feldspat und Chlorit auffallen. Beide sind in grossen granoblastisch verwachsenen Körner ausgebildet, der Chlorit oft in fast idioblastischen Formen, der Feldspat in mehr linsenförmiger Gestalt.

In einem Gestein des Vorkommens bei Pescegallo fand ich eine feinkörnige Ausbildung, an welcher sich jedoch auch Quarz beteiligte; welches Gestein somit einen Uebergang zu den von den Bocch. di Trona beschriebenen chloritisierten Gneisen darstellt.

Der Feldspat ist stark zersetzt, meistens Plagioklas; vereinzelte Körner, in welchen sich keine Lamellen nachweisen liessen, mögen zum Orthoklas gehören.

SALOMON (20, S. 301) hat den Namen Edolit vorgeschlagen; GRUBEMANN¹⁾ bezeichnet solche Gesteine als Biotit-Plagioklas-Schiefer. Man könnte hier somit von Epi-Chlorit-Edoliten sprechen, denn es ist m. E. wohl kaum zweifelhaft, dass meine Gesteine nur eine in der Ueberschleifungszone umgewandelte Ausbildung der Edolite darstellen, wobei der Biotit völlig in Chlorit übergeführt worden ist. Der Chlorit ist typisch anomaler Pennin, in grösseren Partien von zusammenhängenden Blättchen.

Bei stärkerer Vergrösserung beobachtet man häufige Einschlüsse kleinster Rutilnadeln, oft mit deutlicher Zwillingsbildung nach (101), seltener nach (301) („Knie“- bzw. „Herz“-zwillingen). Es deuten diese ebenfalls auf eine Entstehung aus Biotit.

¹⁾ Die Kristallinen Schiefer, S. 241, Berlin 1910.

IV. TEKTONIK.

PORRO (16, S. 19 ff.) hat als erster eine sich auf moderne Ansichten stützende Darstellung der tektonischen Verhältnisse der Bergamasker Alpen gegeben.

Selbstverständlich kann ich hier einen solchen Versuch nicht anstellen, und muss ich mich auf eine Besprechung der aus eigener Erfahrung in einem beschränkten Gebiete gewonnenen Ansichten beschränken.

Meine Untersuchungen und die von Dr. J. COSLIN führten zu einer Auffassung, die nur durch eingehende Untersuchungen in anderen Teilen der Bergamasker Alpen geprüft und dann erst zu einem einheitlichen Ganzen ausgebildet werden kann. Bei der Aufstellung einer Arbeitshypothese war ich genötigt, die neuesten Anschauungen über die anderweitigen Verhältnisse zu berücksichtigen. Von grossem Nutzen waren mir ausser der grundlegenden PORRO'schen Darstellung die Aufsätze CACCIAMALI's (2, 3, 4) und RASSMUSS' (18). Zu eigenen Beobachtungen ausserhalb des Aufnahmegebiets, mit Ausnahme derjenigen die ich während einiger Ausflüge im Valsassina und im E-Brembotal machen konnte, und deren Ergebnisse im Texte angeführt worden sind, fehlte die Zeit.

Ich muss mich hierin also in erster Linie auf die PORRO'sche Karte verlassen.

Ich werde anfangen mit einer kurzen Darstellung der Auffassung PORRO's, zu welchem Zweck ich hierunter einen Teil seiner Karte reproduziere (Fig. 3, S. 94).

PORRO betrachtet als tektonisches Leitmotiv die grosse nach E. unterteufende Antiklinale Valsassina-Ornica-Caprile-Mezzoldo., in welcher die Grundgebirgsfenster vom Valsassina und Val Stabina, mitsamt denen von Ornica, Caprile und Mezzoldo sekundäre Aufwölbungen darstellen. Nach Süden und Norden hin wird diese Antiklinale von zwei grossen Ueberschiebungen begrenzt, während eine dritte sich quer zwischen den beiden schon genannten hindurchzieht. Es sind dies:

I. Die grosse orobische Ueberschiebung, nördlich fallend, die vom Pzo. Zerna im E. bis an den Comer See im W. die Kristallinen Schiefer des Veltlins ins Hangende der jüngeren Sedimente bringt. Im Aufnahmegebiet fällt besonders eine Ausbiegung auf, die PORRO beim Pso. Salmurano zeichnet, und die genau der bei den topographischen Verhältnissen zu erwartenden Ausbiegung nach Norden entgegengesetzt verläuft.

II. Die Ueberschiebung Ponte Chiuso (bei Introbio im Valsassina) Valtorta-Averara (im V. Mora, im E.). Diese Ueberschiebung fällt ziemlich flach nach Süden und bringt den Hauptdolomit in unmittelbaren Kontakt mit Servino, Verrucano oder Porphyry (im W., auf der Wasserscheide zwischen Valsassina und V. Stabina).

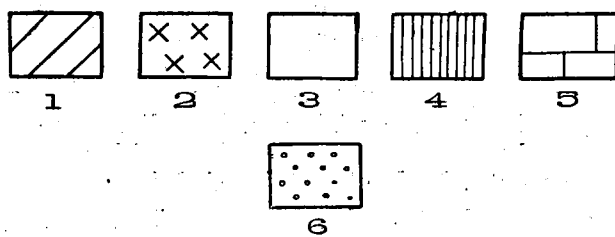
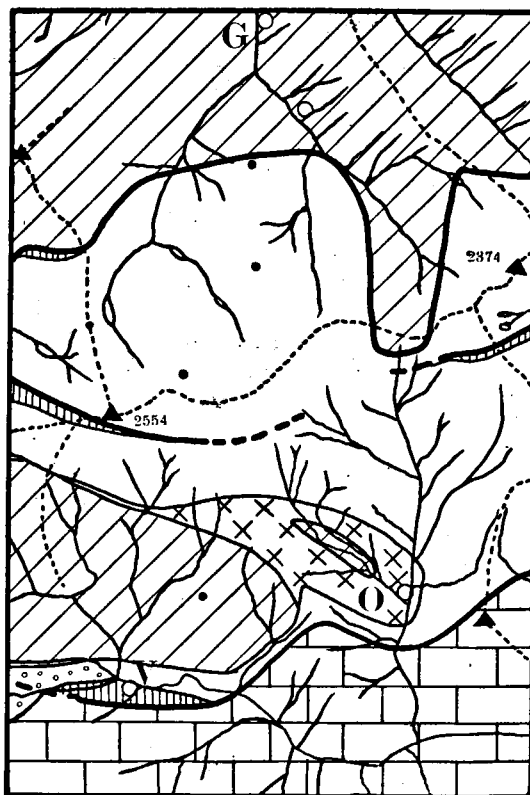


Fig. 3.

Geologie der Bergamasker Alpen, nördlich des V. Stabina,
nach PORRO, 1903.

1 : 100 000

- | | |
|--------------------------------|---------------------------|
| 1 = Kristallines Grundgebirge. | 4 = Servino. |
| 2 = Porphyre. | 5 = Hauptdolomit. |
| 3 = Verrucano. | 6 = Jüngste Ablagerungen. |
| V = Valtorta. | G = Gerola. O = Ornica. |

III. Die nördlich fallenden Ueberschiebungen am Pzo. dei Tre Signori und bei Valletto, an denen entlang eine zweite Verrucanoscholle ins Hangende der ersten Verrucano-Servinoscholle geschoben ist.

In dieser Darstellung brachte ich eigenen Beobachtungen entsprechend folgende Aenderungen an:

1. Die Umbiegung der orobischen Ueberschiebung verläuft nicht wie sie von PORRO gezeichnet wurde, sondern sie folgt der Topographie und biegt in dieser Gegend nach Norden aus. Es folgt dies aus den detaillierten Aufnahmen auf dem Abhang unterhalb L. di Pescegallo. Zwischen dem Grundgebirge des Pso. Salmurano, das, wie schon betont wurde, ein Erosionsfenster bildet nach der Art der Fenster von Ornica, Mezzoldo usw., und dem Perm, schiebt sich noch die Ueberschiebungszone, sowie ein schmaler Streifen Verrucano ein. Es braucht aber diese Tatsache keine grosse Aenderung in die Darstellung PORRO's zu bringen, denn das Salmurano-Fenster ist den Aufwölbungen weiter südlich ähnlich; nur findet sich kein Porphyr. Diese Aufwölbung kann sehr gut der Antiklinale des V. Brembana in der alten Darstellung entsprechen.

2. Infolge der neuen Auffassung der Stratigraphie der permischen Sedimente, die auf eine Zweiteilung der klastischen Sedimente herausläuft (Collio-Schichten und Verrucano), muss eine erhebliche Anzahl schuppenförmiger Aufschiebungen, die auch Teile der Porphyre umfassen, vorhanden sein.

Es sind dies der Reihenfolge nach von Nord nach Süd:

I.	der Schuppen von Dossetto-Pescegallo,	enthält Verrucano und	
			Collio-Schichten.
II.	„ „ „	Tronella-Ponteranica	id.
III.	„ „ „	Trona-Valletto	id.
IV.	„ „ „	Tre Signori-Avaro	Servino id.
V.	„ „ „	Castel Reino-Pni. dell'Avaro	id. id.
VI.	„ „ „	Piaz-Bregagnolo	id. id.
VII, VIII,	die beiden Schuppen in den Tonschiefern		
	des V. di Salmurano		id. id.
IX.	der Schuppen von Taina	} diese drei umfassen Collio-Schichten, Verrucano und Servino und sind nur im Osten erhalten.	
X.	„ „ „ Pusnello		
XI.	„ „ „ Ornica		

Ich werde mit einer kurzen Uebersicht der der Annahme dieser Ueberschiebungen zugrunde liegenden Beobachtungen anfangen.

I. Schuppen. Es wurde überall die verkehrte Lagerung der beiden Elemente beobachtet, nur oberhalb L. di Pescegallo sind die Beobachtungen weniger genau. Dies trifft auch für die östlichen Teile der Schuppen II und III zu.

Das betreffende Gebiet war im Juni 1926 noch grösstenteils von Schnee verdeckt, im Sommer 1927 leider der Mund- und Klauenseuche

wegen unzugänglich. Somit musste ich mich auf meine Aufzeichnungen einiger Begehungen im ersten Jahre verlassen, und diese beschränken sich auf Beobachtungen an den Felswänden der Gipfel. Aus diesen lässt sich jedoch in jedem Falle auf eine Wechsellagerung von Collio-Schichten und Verrucano schliessen; die Grenzen sind hier selbstverständlich nur annähernd richtig eingetragen.

Für die westlichen Teile der Schuppen II und III standen mir die Aufzeichnungen einiger Durchquerungen im Gebiete auf der rechten Talseite des oberen V. di Pescegallo und längs der Wasserscheide im Westen (oberen V. d'Inferno) zu Gebote. An diesen Stellen sind die Grenzen also kartiert, im zwischenliegenden Gebiete jedoch nach älteren Beobachtungen eingetragen; diese Strecken sind also weniger genau, um so mehr als die Felszeichnung der italienischen Karte nur sehr schematisch ist und besonders in der Vergrösserung 1 : 25 000 schwer zu lesen.

Die Ortsbestimmung geschah also in erster Linie mit dem Kompass und war des Fehlens geeigneter Anhaltspunkte in nicht zu grosser Entfernung wegen schon von Anfang an weniger genau als in andern Teilen.

Dennoch dürften sich in der Darstellung kaum grössere Fehler eingeschlichen haben; es ist jedoch nicht unmöglich, dass sich in dieser Gegend irgendwo noch ein Schuppen einschiebt oder an die Stelle einer anderen tritt.

Dieselben Bemerkungen treffen, allein in geringerem Masse, auch zu für die zentralen Teile der Schuppen IV und V, die aber an den Rändern durchaus nach Detailaufnahmen eingetragen sind. Für die Eintragung der zentralen Teile fand sich ein weiterer Anhaltspunkt in Beobachtungen aus grösserer Entfernung, es fällt ziemlich leicht die Lagerung der beiden Elemente Verrucano und Collio-Schichten aus der Ferne zu ermitteln, die Wechsellagerung im Kessel des oberen V. Piana kann man z. B. sehr schön vom Westabhange der Pni. dell' Avaro beobachten.

Von den Schuppen VI, VII und VIII lässt sich, wie aus der Karte ersichtlich ist, oberhalb Radice nur ein einziger nachweisen, die Ueberschiebung ist deutlich sichtbar im Felsen bei der Quote 2055.

Mit Ausnahme des schwierig zugänglichen Abhanges oberhalb dieses Felsens wurden die Grenzen in diesen Schuppen detailliert aufgenommen, weiter östlich jedoch streichen die Störungslinien in die Tonschiefermassen des V. di Salmurano über und sind nicht mehr zu verfolgen.

Die Eintragung der Aufschiebungen stützt sich hier völlig auf die gezeichneten Profile.

Die südlichsten Schuppen zwischen Bregagnolo und dem Dolomit stellten sich durchaus aus den Aufnahmen heraus.

Die Ueberschiebung im Liegenden des V. Schuppens streicht im Westen durch den Porphyry, sie verrät sich in erster Linie durch die Anwesenheit von Tuff- und Serizitporphyroiden, wie schon beschrieben wurde.

Im Liegenden des Dolomits finden wir, östlich von Ornica, im Tale die Reihenfolge: Servino — Verrucano — Servino — Collio-Schichten, auf der Colle Sta. M. Maddalena jedoch die Folge: Collio-Schichten — Verrucano — Servino — Collio-Schichten. Man könnte dies erklären mit

der Annahme einer nach Osten austretenden Antiklinale, deren Kern von Verrucano und Collio-Schichten gebildet und die von der Dolomitüberschiebung schräg abgeschnitten würde. In ähnlicher Weise könnte man das beschriebene Profil im Muschelkalk bei Valtorta erklären mittels einer Synklinale, mit Muschelkalk im Kern, ebenfalls nach Osten austretend, wodurch das Verschwinden des Muschelkalks weiter nach E. seine Erklärung finden würde.

Es haftet aber beiden Erklärungen der Mangel an, dass sie sich dem tektonischen Stile der nördlicheren Teile des Gebirges nicht anpassen; ein östlicher Achsenaustritt ist eben bei Ornica wenig wahrscheinlich, denn gerade hier teuft ja der Porphyry nach E. unter.

Ich habe es deshalb vorgezogen, einige nach N. fallende Aufschiebungen anzunehmen, wie aus den Profilen ersichtlich ist. Diese Erklärung schliesst sich m. E. der Struktur der anderen Teile besser an. Eine Entscheidung könnte jedoch nur durch weitere Aufschlüsse gegeben werden, die leider sowohl im Aufnahmegebiet wie jenseits der Wasserscheide zwischen V. d'Ornica und V. Bindo fehlen. Es sprechen jedoch die schmalen gequetschten Servino-Einlagerungen im Muschelkalk des westlichen Profils ebenfalls für die Richtigkeit der zweiten Erklärung.

Eine andere, weit wichtigere Frage ist die Stellung des Porphyrs.

SALOMON (20, S. 370) meint, dass dieser nur eine lokale Ausbildung des unteren Perms darstellt.

Ich glaubte ursprünglich ihm im untern V. d'Inferno eine sehr grosse Mächtigkeit zuschreiben zu müssen wegen des unmittelbaren Kontaktes zwischen Verrucano und Porphyry östlich von Ornica.

Nachher fand ich hier aber einen gequetschten Tuff- oder Serizitporphyroid, und aus näher darzulegenden Gründen meine ich auch hier eine Ueberschiebung annehmen zu müssen.

Es bleibt jedoch die Frage, ob der Porphyry sich an der Schuppenbildung der hangenden Sedimente beteiligt.

Im Norden ist diese Frage durchaus bejahend zu beantworten, hier streicht die Ueberschiebung in die Porphyre hinein.

Des weitern folgt die Schuppenbildung im Porphyry aus dem spitzen Winkel in der Umgrenzung des Porphyrs bei Chiusura. Man könnte sogar einen Teil der Glastuffe an der Basis der Collio-Schichten bei Sta. M. Madadlena noch zum Porphyry stellen.

Es bleibt aber die diskordante Auflagerung wechselnder Schichten des Perms auf dem Porphyry südlich von Chiusura als ein Beweis dafür, dass die unteren Teile des Porphyrs sich wenigstens nicht an diesen Schuppen beteiligt haben.

Es ist aber möglich, dass sich im Porphyry ein von den Schuppen der klastischen Sedimente unabhängiger Schuppenbau vorfindet. Es würden die weit verbreiteten porphyroidischen Ausbildungen vielleicht in dieser Richtung gedeutet werden können, obwohl weitere Anweisungen fehlen.

Anfänglich glaubte ich die beiden Teile des Porphyrs, unter- und oberhalb der Ueberschiebung, als gesonderte Bildungen, vielleicht ungleichen Alters, betrachten zu müssen.

Wie jedoch aus den Beschreibungen im betreffenden Abschnitt hervorgeht, beteiligen dieselben Gesteine sich an beiden Teilen.

Ich glaube somit, dass die Porphyre sich an der Schuppenstruktur beteiligen, teilweise jedoch unabhängig von derjenigen der überlagernden Gesteine.

— Entweder, weil sie primär nur lokal ausgebildet sind oder weil sie anders auf den Druck reagierten als die Klastischen Sedimente, bilden sie eine lentikuläre Einlagerung zwischen diesen und dem Grundgebirge.

An dem Südflügel der Aufwölbung kommen in anscheinend normaler Reihenfolge die Gesteine vom Servino bis zu den Basalen Tuffoiden vor, alle jedoch in verhältnismässig geringer Mächtigkeit.

Ich glaube die Ursache hiervon in der grossen Nähe der Dolomitüberschiebung suchen zu müssen; die Ueberschiebung der Dolomitmassen hat alsdann in den anderen Teilen die Schuppenstruktur hervorgerufen. Ich werde diese Ueberschiebung nunmehr eingehender besprechen. Im nach Süden gefalteten Komplex der Dinariden glaube ich diese Dolomitmasse, ungeachtet des südlichen Fallens der Ueberschiebungsfläche, doch als eine von Norden überschobene Scholle betrachten zu müssen.

CACCIAMALI (3, S. 1 ff.) hat nachgewiesen, dass es in den Orobischen Alpen eine Menge ähnlicher von N. nach S. überschobener Schollen gibt, die, wenn sich auch nicht die Ausmasse der Helvetischen Decken erreichen, doch kaum anders dann als Ueberschiebungsdecken beschrieben werden können. Es gibt aber in dieser Hinsicht in den südlichen Teilen der Bergamasker Alpen noch vieles, was erst nach detaillierter Aufnahme erklärt werden kann.

PORRO (16, S. 25 ff.) verzeichnet ausser der Ueberschiebung „Ponte Chiuso-Averara“, deren Fortsetzung jedoch, wie von COSLJN (5, S. 306) nachgewiesen wurde, nicht nach Averara sondern nach Cusio stattfindet, noch zwei ähnliche Ueberschiebungen im Süden des Porphyrgbietes von Trabucchetto und am Presolana-Massiv.

CACCIAMALI (3, S. 2) hat nachgewiesen, dass sich letztere an die von PHILIPPI im Resegone nachgewiesene Ueberschiebung anschliesst. Die andere hat er nach seinen Angaben bis ans Veltliner Kristallin verfolgen können. Nach ihm soll die Ueberschiebung im Süden des Aufnahmegebiets ebenfalls nicht nur bis Averara, sondern nach Foppolo verfolgt werden können (3, S. 22/23).

Es ist mir dies nicht recht klar, denn zwischen Averara, oder nach den Angaben COSLJN's, zwischen Cusio und Foppolo schiebt sich noch die Esinokalk-Masse des Mte. Pegherolo ein. COSLJN (5, S. 320) glaubt die Ueberschiebung in den Servinoschichten suchen zu müssen, die die Trias-„Klippen“ zwischen den Porphyrfenstern von Caprile und Mezzoldo umranden. So lässt sich vielleicht der von CACCIAMALI behauptete Zusammenhang nachweisen.

Es dürften in dieser Hinsicht die Untersuchungen der Herren KLOMPÉ, WENNEKERS und BOUMAN in den oberen Brembo-tälern weitere Klärung schaffen.

COSLJN (5, S. 327) hat schon die Beziehungen zwischen dieser Auffassung und den R. STAUB'schen Profilen dargelegt, ich glaube mich ihm anschliessen zu können.

Der Hauptdolomit ist meiner Ansicht nach von N. her über die Verrucanomassen überschoben worden und hat in diesen die Schuppenstruktur erzeugt. An dieser Schuppenstruktur beteiligen sich, wie aus der Karte hervorgeht, ein Teil des Muschelkalks und grössere Teile des Servino. In dieser Hinsicht besteht ein Unterschied zwischen mir und COSLJN. Dieser hat nämlich die Ueberschiebungsfläche überall an die Basis der Servino gelegt und somit zwischen diesen und den Verrucano auf der Südseite der Pni. dell'Avaro eine hypothetische Ueberschiebung eingetragen; nach meiner Ansicht jedoch, und so habe ich es in der Karte dargestellt, herrscht hier Konkordanz, und ist dieser Servino ein Teil des VII. Schuppens.

Er wird im Norden deutlich diskordant von Verrucano überlagert während er nach der Auffassung COSLJN's über diesen überschoben sein soll ¹⁾. Der Kontakt mit dem Verrucano ist im Liegenden nicht aufgeschlossen.

Die Porphyserie hat sich jedenfalls in den oberen Teilen an der Schuppenstruktur der permischen Sedimente beteiligt; vielleicht ist in den unteren Teilen jedoch eine unabhängige Schuppenstruktur ausgebildet.

Es bleibt die Frage, ob der Porphyry in seinen unteren Teilen als eine von der Verrucano-Decke getrennte Decke aufgefasst werden soll oder nur eine Einlagerung sekundärer Bedeutung darstellt.

Zwischen dem Porphyry oder dem Verrucano (mitsamt den Collio-Schichten) und dem Grundgebirge glaube ich allenthalben eine Ueberschiebung annehmen zu müssen. Diese Ansicht möchte ich in erster Linie begründen mit den beobachteten Druckwirkungen in den oberen Teilen des Grundgebirges im V. Stabina; dann scheint das schräge Absetzen der permischen Horizonte an dem Grundgebirge auf A. Lavez in derselben Richtung zu deuten, doch sind diese Verhältnisse der Schuttbedeckung wegen nicht absolut sicherzustellen. Ein anderer Hinweis liefert das Absetzen der verschiedenen Horizonte an dem Grundgebirge des Salmurano-Fensters; die Grenzen der beiden permischen Formationen stehen fast senkrecht auf der Umgranzung des Fensters.

COSLJN (5, S. 321) kommt in dieser Hinsicht zu demselben Schluss, und schlägt dementsprechend einige Aenderungen in den STAUB'schen Profilen vor.

Nach dieser Auffassung sind also drei tektonische Einheiten zu unterscheiden: Die Trias-Decke (im Aufnahmegebiet der Hauptdolomit), die Perm-Decke (Porphyry, Collio-Schichten und Verrucano) und das Grundgebirge. Erstere stellt selbstverständlich nur eine der vielen weiter südlich von CAACLAMALI nachgewiesenen Decken dar. ?

Ueber diesen ganzen Komplex ist die orobische Ueberschiebung entlang das Veltliner Kristallin nach Süden überschoben.

Ich habe nachgewiesen, dass es an der Basis dieser Ueberschiebung eine breite Reibungszone gibt, in welcher sich auch vielleicht eine Fortsetzung der weiter östlich eingeklemmten „Gneiss Chiari“ findet. Diese

¹⁾ Vgl. sein Längsprofil.

orobische Ueberschiebung ist nach SALOMON (20, S. 371) eine Fortsetzung seiner Gallinera-Linie, nach STAUB (22, S. 219) die alpin-dinarische Grenze.

CACCIAMALI (3, S. 24 ff.) bemerkt, dass PORRO auch nördlich dieser Ueberschiebung noch Verrucano in einzelnen schmalen Streifen nachgewiesen hat, und dass diese schmalen Streifen wahrscheinlich eingeklemmte Teile der permischen Massen darstellen; dass also die von ihm im Süden nachgewiesene Schuppenstruktur („*Struttura embriciata*“) sich jenseits der orobischen Ueberschiebung fortsetzt. Die Gallinera-Linie ist nach ihm der nördlicher im Veltliner Kristallin hindurchstreichenden „*Zône du Canavèse*“ von LUGEON und HENNY durchaus identisch, die alpin-dinarische Grenze finde sich jedoch in der Fortsetzung der Tonallinie im Adda-Tal.

Er glaubt diese Auffassung begründen zu können mit der Tatsache, dass weiter nach E., vom Pzo. Zerna an, das Veltliner Kristallin, anstatt sich dem Verrucano aufzulagern, sich unter diesen oder sogar unter den Karbon einschiebt.

Er meint, dies sei jedoch nur scheinbar so, weil hier in den höchsten Teilen der orobischen Wasserscheide die ursprüngliche Bedeckung des Kristallins erhalten sei, in der Tiefe jedoch überschiebe sie den Verrucano in der bekannten Weise. Weiter westlich oder östlich in den niedrigeren Teilen sei diese Ueberschiebungsfläche alsdann durch die Abtragung blossgelegt worden.

Es ist hier aber zu betonen, dass jedenfalls diese Ueberschiebung weit grössere Ausmasse erreicht als diejenige innerhalb der Verrucano-Decke; nach CACCIAMALI ist das Veltliner Kristallin unmittelbar nördlich der orobischen Ueberschiebung der Kern einer weit nach Süden überschobenen Falte, also die Wurzel einer dinarischen Decke (3, S.24).

Ebenso betrachtet er die Aufwölbung von Valsassina-Mezzoldo. Hier kann ich ihm aber nicht beistimmen, denn er führt als Motiv für diese Auffassung das Fehlen des Servino am Südrand an, und gerade hier habe ich diesen durchaus nachgewiesen! Ich kenne aus meinem Gebiete keine Anhaltspunkte für eine solche Betrachtungsweise; vielleicht finden sie sich im Westen im Valsassina, oder im Porphyrgebiete von Trabucchetto. An der Strasse nach Caprile wies COSLIN eine Diskordanz zwischen dem Grundgebirge und den Porphyren nach, die vielleicht als eine Ueberlagerung des letzteren durch ersteres gedeutet werden könnte; allein es sind die Verhältnisse hier wenig klar.

Im übrigen kann ich mich der Auffassung CACCIAMALI's in grossen Linien anschliessen. Ich weiss keinen Grund, der eine Trennung des Grundgebirges, nördlich und südlich der orobischen Ueberschiebung, motivieren würde, es sind dieselben Gesteine, die Edolo-Schiefer SALOMON's. Es wird dies u. a. bewiesen durch den Nachweis der Basalen Tuffoiden, eingeklemmt zwischen den Colmiten und dem Grundgebirge in der Ueberschiebungszone, es sind dies doch unzweifelhaft dieselben als diejenigen des Bergamasker Abhangs, die den Dinariden angehören. Wenn wir in der Unterlage der Dinariden dieselben Gesteine finden, die an anderen Stellen auf sie überschoben sind, so kann ich mir dies nur in der Weise erklären, dass auch letztere dinarisch sind, die alpin-dinarische Grenze also weiter nach N. verläuft; ob in der Fortsetzung der Gallinera-Linie

oder der Tonale-Linie vermag ich selbstverständlich aus meinen Aufnahmen nicht zu schliessen. Es bleibt aber die Möglichkeit, dass die Dinariden, nach der R. STAUB'schen Auffassung nicht ein selbständiges, nach Süden gefaltetes Orogen darstellen, sondern nur eine Rückfaltung des alpinen Orogens.

Dann würde die Verrucano-Decke eine Fortsetzung des Drau-Zuges darstellen, und ihre Wurzel würde dann die Trennung zwischen dem Alpen und Dinarischen Kristallin darstellen.

V. EXKURSIONEN.

Eine zweckmässige Uebersicht des Aufnahmegebiets erreicht man am besten im Anschluss an die von PORRO (15, S. 103 ff.) beschriebene Tour: Introbio—Ornica—Piazza Brembana. Man übernachtet aber besser in der neuen Hütte, Cap. Alberto Grasso der S(ocietà) E(scursionisti) L(ecchesi), 2026 m, unmittelbar unterhalb der, auf der topographischen Karte vermerkten „*Miniera di Camisolo*“. Der von PORRO beschriebene Weg durch das Val Troggia ist mit Wegmarken ●● der S. E. L. vermerkt. (Näheres über Bergtouren und eine ziemlich gute Routenkarte in der „Guida alla Regione der Pzo. dei Tre Signori“, herausgegeben vom S.E.L., zu haben in Introbio und Lecco, Via Cavour 15).

Von hier aus hat man eine gute Uebersicht des schuppenförmigen Aufbaus des Verrucanogebirges, indem man, nach dem Ersteigen des Pzo. dei Tre Signori (Wegmarke ■) über Piazzocco nach Gerola geht (Wegmarken □, T, .•.). An der Bocchetta di Trona, Profil durch die Ueberschiebungszone der orobischen Ueberschiebung, Rif. Casa Pio XI.

Von Gerola — Wirtschaft „*Trattoria del Pzo. dei Tre Sign.*“ — am anderen Tag nach Ornica über den Pso. Salmurano, Ueberschiebungszone oberhalb Fenile im ersten linken Seitenbach, unterhalb des Pso. di Salmurano das Grundgebirge des Salmurano-Fensters. Im V. Salmurano Schuppenstruktur, nur in den oberen Teilen deutlich; später streichen die Störungslinien in den Collio-Schiefern hindurch, und verraten sich nur durch wechselnde Richtung der Druckschieferung.

Bei Ornica kann man über eine kurze Strecke im Val d'Inferno den Porphyr beobachten. Besser hier nicht übernachten, sondern nach Cusio weitergehen, etwa 70 Minuten. Hinauf zu den Ställen von Pusnello, auf dem Abhang des Pzo. di Cusio (1454), der Pfad fängt gerade hinter den Häusern des Salmuranobachs, bei der oberen Brücke, an. Im Seitental Servino, Verrucano und Dolomitschutt. An der Colle Sta. M. Maddalena ein wenig nach links abbiegend, findet man hinter den letzten Häusern die Konglomerattuffe an der Basis der Collio-Schichten, der Sattel selbst liegt im Servino.

Will man sich den Porphyr und die Tuffoide an ihrer Basis genauer ansehen, so geht man den von PORRO beschriebenen Weg durch das Val d'Inferno. Man beobachtet hier zwei Servino-Schuppen, PORRO nennt nur den vom Pzo. dei Tre Sign., nicht den von Piaz.

Unter letzterem folgt die normale Schichtenfolge bis zum Porphyr. Auf der Prati Vergadella hält man stark links, überquert den linken Arm des V. d'Inferno und erreicht nach dem Ueberschreiten der aus Grundgebirge aufgebauten Wasserscheide zwischen diesem und einem Seitenbach, in letzterem die Basalen Tuffoide. Von hier aus geht man das Tal weiter hinab bis Ornica und von dort wie beschrieben nach Cusio.

LITERATURVERZEICHNIS.

Es steht in diesem Verzeichnis: R. I. L. II für Rendiconti del Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere, Serie II.

1. BENECKE, E. W. Erläuterungen zu einer geologischen Karte des Grignagebirges, N. Jahrb. f. Min. usw. Beil. Bd. III, S. 172. Stuttgart 1885.
2. CACCIAMALI, G. B. Falde Alpini e loro radici, limite alpinodinarico, pieghe dinariche. R. I. L. II, XL. S. 685 ff. Milano, 1917.
3. CACCIAMALI, G. B. Schema tectonico-orogenico delle Prealpi Lombarde. Rend. R. Com. Geol. d'Italia. Vol. XLVIII, No. 4. Roma, 1920.
4. CACCIAMALI, G. B.¹⁾ La Tectonica delle Dinardi Lombardi C. R. du XIII^eme Congr. Int. de Géol. S. 707 ff. Bruxelles, 1922.
5. COSIJN, J. De Geologie van de Valli di Olmo al Brembo, avec résumé en français. Leidsche Geol. Mededeelingen, II. S. 251 ff. Leiden, 1928.
6. GÜMBEL, C. W. Ein geognostischer Streifzug durch die Bergamasker Alpen, Mitt. aus den Alpen VI. Sitz. Ber. der Math. Phys. Kl. der K. Bayr. Ak. d. W. Bd. 10, S. 114 ff. München, 1880.
7. GÜMBEL, C. W. Das Gebirge am Comer und Luganer See. Mitt. aus den Alpen VII, ebenda S. 542 ff.
8. v HAUER, FR. Erläuterungen zu einer geologischen Uebersichtskarte der Schichtgebirge der Lombardie. Jahrb. der K. K. Geol. Reichsanstalt, IX. S. 405 ff. Wien, 1858.
9. MELZI, GILB. Sunto di alcune osservazioni stratigrafiche e petrografiche sul versante Valtellinese delle Prealpi orobiche occidentali. R. I. L. II, XXIV, S. 704 ff. Milano, 1891.
10. MELZI, GILB.²⁾ Le Porfiriti della Catena Orobica settentrionale. R. I. L. II, XXVIII, S. 481 ff. Milano, 1895.
11. MILCH, L. Beiträge zur Kenntnis des Verrucano, I, II, Leipzig, 1892.
12. PIRSSON, L. V. The microscopical Characters of volcanic Tuffs. Am Journ. of Sc. IV, XL. S. 191 ff. New Haven, 1915.
13. PORRO, C. Cenni preliminari ad un rilievo delle Alpi orobie (Valsassina e Pizzo dei Tre Signori), R. I. L. II, XXX. S. 1. Milano, 1899³⁾.
14. PORRO, C. Cenni preliminari ad un rilievo geologico della Catena orobica, dalla Valsassina al M. Venerocolo, R. I. L. II, XXXII, S. 1. Milano, 1897³⁾.
15. PORRO, C. Das Gebirge zwischen Como- und Iseo-See, in: TORNQVIST, A. Geol. Führer durch Ober-Italien I. S. 96 ff. Berlin, 1902.

¹⁾ Eine jüngere Veröffentlichung desselben Verfassers, Spaccati geologici attraverso le Prealpi Lombardi. Comm. Ateneo di Brescia, 1925, S. 91, war mir leider nicht zugänglich.

²⁾ Das grössere Werk: Ricerche microscopiche sulle rocce del versante Valtellinese della Catena Orobica occidentale. Giorn. di min. crist. e petr., dott. SANSONI, Fasc. I, Vol. II, Pavia, 1891, war mir leider nicht zugänglich.

³⁾ Die betreffenden Seitenzahlen beziehen sich auf den Separat-Abdruck.

16. PORRO, C. Alpi Bergamasche, Note illustrative della Carta Geologica e delle Sezioni. Mit Karte 1 : 100 000. Milano, 1903.
17. PORRO, C. Note Geologiche sulle Alpi Bergamasche e Bresciane, R. I. L. II, XLIV, S. 863 ff. Milano, 1911.
18. RASMUSS, H. Der Gebirgesbau der Lombardischen Alpen, Z. D. G. G. Monatsber. S. 86 ff. Stuttgart, 1913.
19. REINHARD, M. und PREISWERK, H. Ueber die Granitmylonite im Aiguilles-Rouges-Massiv. Verh. der Naturf. Ges. in Basel, XXXVIII, S. 189 ff. Basel, 1927.
20. SALOMON, W. Die Adamellogruppe I, II. Abh. K. K. Geol. Reichsanstalt XXI. Wien, 1908.
21. SUSS, E. Ueber das Rothliegende im Val Trompia. Sitz. Ber. Math. Naturw. Kl. der Ak. derW. zu Wien. Bd. LIX, I, S. 107 ff. Wien, 1869.
22. STAUB, B. Der Bau der Alpen, Mit 1 tektonischer Karte in 1 : 1 000 000, 2 Profiltafeln usw. Beitr. z. Geol. Karte der Schw. Neue Folge, 52. Lieferung. Bern, 1924.
23. TARAMELLI, T. Carta Geologica della Lombardia, con spiegazione. ¹⁾. Milano, 1890.
24. TARAMELLI, T. Osservazioni stratigrafiche nell' Alte Valle Brembane e presso a Como, R. I. L. II, XLIII, S. 202 ff. Milano, 1910.
25. VARISCO, A. Carta geologica della provincia di Bergamo, con note illustrative ¹⁾. Bergamo, 1881.

¹⁾ Erläuterungen mir leider nicht zugänglich.