

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 23 (1930)
Heft: 2

Artikel: Beitrag zur Geologie der Grignagruppe am Comersee (Lombardei)
Autor: Trümpy, Eduard
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-158930>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

ECLOGÆ GEOLOGICÆ HELVETIÆ

Vol. 23, No 2. — Décembre 1930.

Beitrag zur Geologie der Grignagruppe am Comersee (Lombardei).

VON EDUARD TRÜMPY (Glarus).

Mit 1 geol. Karte (X), 3 Profiltafeln (XI–XIII), 2 Tabellen und
3 Kärtchen im Text.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort	379
Einleitung	380
Tektonische Übersicht	383
Stratigraphie.	
A. Kristalline Gesteine	394
B. Sedimente (einschliesslich Quarzporphyr)	
I. Karbon	400
II. Quarzporphyr	401
III. Permo-Werfenien	403
IV. Anisien	412
a) Mendoladolomit	414
b) Gracilisschichten	416
c) Oberes Anisien. Recoarokalk und Trinodosusschichten	420
V. Ladinien.	
1. Ladinische Riffazies. Esinodolomit und Esinokalk . .	432
2. Buchensteinerschichten	456
3. Calimerokalk	458
4. Wengerschichten	459
5. Perledo-Varenna-Kalke	460
VI. Raiblerschichten	474
VII. Hauptdolomit	476
VIII. Diluvium und Alluvium	477
Literaturverzeichnis	482

Vorwort.

Die vorliegenden geologischen Untersuchungen wurden auf Veranlassung von Herrn Prof. Dr. P. ARBENZ unternommen. Als Ziele der Arbeit waren vorgesehen:

1. Aufnahme einer geologischen Karte im Masstabe 1:25000. Im grossen und ganzen stimmt dieselbe mit den früheren Kartierungen von BENECKE (11) und PHILIPPI (83) überein. Die hauptsächlichsten

Änderungen wurden in der näheren Umgebung von Balisio, Abbadia, Mandello und Bellano vorgenommen.

2. Es sollen die horizontalen und vertikalen Faziesänderungen speziell des Anisien und Ladinien untersucht werden, um neuere Anhaltspunkte für die stratigraphische Stellung der verschiedenen heteropisch ausgebildeten Schichtfolgen zu gewinnen und um Vergleiche mit andern Gebieten süd- und ostalpiner Trias ziehen zu können.

3. Die tektonischen Verhältnisse des Grignagebirges sollen näher untersucht und in Beziehung mit westlich und östlich anschließenden Gebieten gebracht werden.

Als Kartengrundlage dienten die Blätter Menaggio, Premana, Bellagio, Pasturo, Lecco des Fo. 32 der Carta d'Italia im Massstabe 1:25 000. Die geologische Aufnahme erfolgte 1924—27.

Von geologischen Karten sind zu erwähnen:

1. Blatt XXIV des Schweiz. Dufouratlases 1:100 000, geologisch aufgenommen von NEGRI und SPREAFICO 1853.
2. Geologische Karte des Grignagebirges von E. W. BENECKE 1885.
3. Geologische Karte des mittleren Grignamassivs von E. PHILIPPI 1895.
4. Carta geologica della Regione dei Tre Laghi von TARAMELLI 1903.
5. Schizzo Geologico del Gruppo delle Grigne e della Valsassina. Boll. Soc. Geol. Ital. Vol. XXX. 1911.
6. Schizzo Geologico del Gruppo delle Grigne. E. MARIANI 1923. Sezione di Milano del C. A. I. Milano.

Herrn Professor Dr. P. ARBENZ bin ich für seine Ratschläge und sein Interesse zu grossem Dank verpflichtet.

Einleitung.

Topographische Übersicht.

Die Grignagruppe gehört zu den lombardischen Kalk- oder Vor-alpen, unter welcher Bezeichnung man die im wesentlichen aus Sedimentgesteinen aufgebauten, ungefähr ost-west-streichenden Gebirgsketten zusammenfasst, die sich vom Langensee bis zum Gardasee erstrecken. Das Gebiet der Grigna am Ostufer des Comersee bildet eine dreieckförmige Gebirgsmasse, deren Begrenzungslinien sich in den drei Eckpunkten Bellano, Introbio und Lecco schneiden.

Von Bellano bis Lecco stossen unter- und mitteltriadische Sedimente, meist steil abfallend, an den See, wo nur hie und da kleinere oder grössere Schuttkegel die felsige Uferlinie unterbrechen. Ihr Verlauf ist von Bellano bis Mandello nordsüdlich und steht schiefwinklig zu der NW-SO verlaufenden Streichrichtung in der nördlichen und südlichen Grigna. Von Mandello bis Lecco dagegen

schneidet der nach der Ortschaft Lecco benannte Seearm die Streichrichtungen senkrecht und ist somit ein reines Quertal, das seine Entstehung tektonischen Vorgängen verdankt, die im weiteren auch die Ursache für die Verschiedengestaltigkeit des linken und rechten Seeufers waren.

Auf der Strecke zwischen Bellano und Lecco münden drei grössere Täler in den Comersee. Das nördlichste ist der Torrente d'Esino, der einer NW-SO verlaufenden synklinalen Einbiegung folgt, eine tief in Esinodolomit eingefressene Schlucht, die bis gegen Esino hinaufreicht und sich dort in Val d'Ontragna und nach Osten Valle Vigna gabelt.

Bei Mandello öffnet sich Val Meria, welche überall als tiefe, schmale, meist unzugängliche Schlucht ausgebildet ist. Bis unterhalb der Kirche Santa Maria sopra Somana verläuft sie zum grössten Teil in anisischen Schichten, die als „Fenster“ unter Esinodolomit hervortreten. Weiter oben zweigt nach Nordosten die Valle di Era ab, eine in Esinodolomit liegende, ungangbare Schlucht, die sich kurz vor der nördlichsten Grignaüberschiebung in die westlicher gelegene Valle di Prada und die östlicher liegende Valle del Quadro gabelt. Die direkte Fortsetzung der Val Meria gegen Osten heisst Val del Ghiaccio (Name fehlt auf der topographischen Karte 1:25000). Sie liegt fast ganz in Esinodolomit, entblösst nur in ihrem unteren Teil auf kurzer Strecke Anisien, und stellt den wildesten und zerklüftetsten Teil des ganzen Gebietes dar.

Bei Abbadia am Comersee öffnet sich das dritte Tal, Val Monastero, welche als Schlucht die abgesackten Massen des Zucco della rocca durchschneidet bis zu der steil abfallenden Felswand des anstehenden Esinokalkes, wo sie sich in zwei Nebentäler trennt, von denen das südlichere keinen einheitlichen Namen trägt und sich in zahllose kleinere Tälchen auflöst, die das Pendolina-Plateau entwässern. Das nördlichere Seitental ist der Torrente Tesa, der ungefähr dem Verlauf der mittleren Grignaüberschiebung folgt und seinen Ursprung am südlichen Absturz der Grigna meridionale nimmt.

Die Begrenzungslinie des Grignagebietes zwischen Lecco und Introbio stellt ein Talsystem dar, das aus den Oberläufen von drei Flüssen besteht. Bei Lecco mündet die Val del Geranzone, die oberhalb Ballabio inf. beginnt und sich am Südfuss der mehrere hundert Meter hohen Felswände des Coltignone hinzieht. Eine Abzweigung nach Norden öffnet sich bei Laorca; es ist die Schlucht Calolden, welche von der Grigna meridionale herkommt.

Das Becken von Ballabio bildet eine Ebene, welche direkt gegen Süden durch den Torrente Grigna entwässert wird. Auffallend ist hier der Gegensatz der beiden Talseiten; rechts heller Esinokalk und Raiblerschichten und links die hohen Wände des Mt. Due Mani,

die aus dunklem Hauptdolomit bestehen. Ganz im Hauptdolomit liegt das cañonartige, tote Talstück zwischen Ballabio sup. und Balisio, als enge Schlucht, wo zu beiden Seiten der Hauptdolomit steil emporsteigt und merkwürdige Zinnen und Zacken bildet.

Bei Balisio mündet von Nordwesten Val dei Grassi Longhi ein, die ihren Ursprung im Sattel zwischen Grigna meridionale und Grigna settentrionale nimmt.

Bei Balisio, das 723 m hoch liegt, beginnt das Tal der Pioverna. Bis zur Ponte Folla bildet es eine Schlucht in Esinodolomit, alsdann öffnet es sich zur Ebene von Pasturo und Baiedo, welche beim letztgenannten Orte plötzlich an einem Talriegel aufhört. Der Esinodolomit des Zucco della rocca setzt dort unvermittelt auf die linke Talseite über und wird von der Pioverna beim Ponte chiuso in einer engen kurzen Schlucht durchbrochen.

Vom Ponte chiuso an, oberhalb Introbio, verwandelt sich das Tal der Pioverna aus einem Quertal zu einem Längstal. Hier beginnt die eigentliche Valsassina, die die Begrenzung des Grignagebietes zwischen Introbio und Bellano bildet.

Die Valsassina verläuft im Sinne der Streichrichtung der nördlichsten Grignaschuppe NW-SE und folgt ungefähr der Grenze zwischen Mesozoikum und Kristallin, allerdings nicht exakt, so dass auch links des Tales Kristallin am Fusse der hochaufstrebenden Wände der Grignagruppe als schmaler Streifen anstehend sichtbar wird. Der morphologische Gegensatz der beiden Talseiten, links zur Hauptsache ladinische Riffkalke und Dolomite und rechts kristalline Gesteine, ist sehr markant.

Von Introbio bis Taceno fließt die Pioverna in einer breiten Talebene. Von links her mündet bei Prato San Pietro die Val Molinera (oder Val Mulini genannt) ein, welche sich in ihrem oberen Teil am Nordabhang der Grigna settentrionale zu einem breiten viereckigen Kar öffnet.

Bei Taceno schliesst wiederum ein Felsriegel, diesmal aus Kristallin bestehend, das Tal ab. Die Pioverna durchbricht ihn in einer schmalen Schlucht, die sich immer mehr und mehr gegen Bellano hin vertieft, ganz in kristallinen Gesteinen liegend.

Sämtliche wichtigeren Bergmassen, Erhebungen und Gipfel bestehen aus ladinischen Riffgesteinen, was dem ganzen Gebiete ein schroffes und wildes Aussehen verleiht. Wo die Nichtriffazies auftritt, ändert sich das Landschaftsbild, indem weichere Geländeformen auftreten, wie z. B. bei Varenna und Pasturo. Die untertriadischen Gesteine haben räumlich geringe Verbreitung, sind morphologisch allerdings sehr charakteristisch, spielen aber für die Gesamtgestaltung des Gebietes nur eine untergeordnete Rolle, wie übrigens auch die Raiblerschichten, die nur an wenigen Stellen und meist nicht in ihrer Gesamtmächtigkeit erhalten sind.

Die höchste Erhebung des Grignagebietes ist die Grigna settentrionale (2410 m), welche das ganze Gebiet beherrscht. Sie steht ungefähr in der Mitte eines Grates, der nordost-südwestlich verläuft und an dessen Enden der Pizzo della Pieve im Osten und der Sasso Cavallo im Westen liegen. Parallel zu diesem Grate verläuft weiter nördlich die Kette des Mt. Croce, vom Pizzo Cainallo (Cima dei Cic) zum Cima di Palagia. Senkrecht dazu streicht die Kette des Pizzo della Pieve und Cima di Pallone, durch die Val Molinera unterbrochen, zum Pizzo Cainallo und, der Val-sassina parallel, über die Pizzi di Parlasco (Sasso Mattolino) zum San Defendente, von dem aus ein Grat sich allmählich gegen Bellano hin senkt. In derselben Richtung verläuft ein Grat von der Grigna settentrionale zum Mt. Croce gegen Esino inferiore hin und ebenfalls vom Cima di Palagia zum Mt. Fop gegen Varenna.

Von der Grigna settentrionale führt direkt gegen Süden ein schmaler Grat über den Scudo und den Buco di Grigna zur pyramidenförmig aufgebauten Grigna meridionale (2184 m), die nach allen Seiten gleich schroff und steil abfällt und nur gegen Westen einen kurzen Grat entsendet, der im Zucco di Pertusio endigt.

Ganz im Süden erhebt sich der Coltignone, der gegen die Grigna meridionale hin flach abfällt und das „Pendolina-, Plateau“ bildet, dagegen im Süden aus fast senkrechten Felswänden sich aufbaut, die gegen Lecco abfallen.

Die reichhaltige ladinische Fauna des Esinokalkes und -dolomites, welche das ganze Gebiet berühmt machten, beschränkt sich in der Hauptsache auf die Umgebung von Esino, insbesondere auf die Bergmassen des Mt. Croce und der Cima dei Cic.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das ganze Gebiet durch die mächtigen Massen ladinischer Riffgesteine charakterisiert ist, welche die z. T. recht wilden und schroffen Erhebungen aufbauen, durch die jungen, tiefeingeschnittenen schluchtartigen Täler und letzten Endes auch durch den Gegensatz zu den anstossenden Regionen, welcher durch die Verschiedenartigkeit der Gesteine und z. T. auch der Tektonik bedingt ist. Im Nordosten liegen kristalline Gesteine, im Osten Hauptdolomit, im Süden Raiblerschichten und im Westen Hauptdolomit, Raibler und Rhät (Alta Brianza und Galbiga).

Tektonische Übersicht.

1. Historisches.

Die ersten drei Profile durch Teile der Grignagruppe stammen von A. ESCHER v. D. LINTH (41, Taf. X, Fig. 22, Profil XIV und XV). Zwei Profile sind durch die Gegend von Esino gelegt und sollen die Lagerung des „Muschelkalkes“ (Raiblerschichten mit *Gervillia bipartita* MER.) und des Esinokalkes darstellen. ESCHER beobachtete ganz richtig als Erster die Verwerfung, welche vom Kirhhügel bei

Esino gegen den San Defendente und ein Stück weit in die Valsassina zieht, brachte aber damit unrichtigerweise die Schichten der *Daonella Moussoni* MER. mit den Raiblerschichten in stratigraphischen Zusammenhang (t_2 im Profil XIV) und kam dadurch zur Anschauung, dass der „Muschelkalk“ (Raibler!) gegen den Dolomit hinaufgerückt sei. Es ist dies um so merkwürdiger, da ESCHER die normale Auflagerung der Raiblerschichten auf Esinokalk bei al busso und bei den prati d'agueglio selbst gesehen haben muss, wo nicht die geringste Spur einer tektonischen Störung vorhanden ist.

ESCHER war weiterhin der Erste, welcher Überschiebungen im Grignagebiet erkannt hat; er stellte fest, dass bei der Alpe di Era in der Val Meria (Profil XV) Esinodolomit unter Muschelkalk auftritt und erklärt diese Erscheinung folgendermassen: „... so ist es wohl nicht zu gewagt, diesen Dolomit (gemeint ist der zur mittleren Grignaschuppe gehörende Esinodolomit) dem des Mt. Croce und Moncodino beizuzählen und seine jetzige Lagerung unter dem Muschelkalk als Folge einer Überschiebung oder Überkipfung zu betrachten.“

1876 gibt BENECKE in seiner ersten Publikation über Esino (10, Tafel 21) ein kleines Profil wieder von Parlasco nach Esino inferiore, welches die normale Lagerung der Schichten in der Valsassina und die Überlagerung der Raiblerschichten auf „Wettersteinkalk“ (Esinokalk) darstellt und andeutet, dass gegen Süden die Raiblerschichten auf dem Kalk des Mt. Croce liegen.

Eine erste umfassende Darstellung des ganzen Grignagebietes stammt von BENECKE aus dem Jahre 1884 (11). BENECKE teilt die Bergmassen zwischen Lecco und Bellano in zwei Schollen ein, eine nördliche mit der Grigna sett., und in eine südliche mit der Grigna merid. als Hauptgipfel. Die Überschiebungslinie lässt er im Westen in der unteren Val Meria in ostwestlicher Richtung beginnen. Gegen die Alpe di Era hinauf soll dann die Überschiebung an einer Verwerfung absetzen und im Sattel zwischen Grigna sett. und Grigna merid. weiter gegen Osten hin bis ins Becken von Pasturo gehen.

Der Bruch zwischen Perm und Esinodolomit südlich Introbio wurde richtig erkannt (schon von GÜMBEL [45] erwähnt), ebenfalls derjenige zwischen Raiblerschichten und Esinokalk direkt im Westen von Ballabio (dieser letztere Bruch wurde in allen folgenden Arbeiten nicht berücksichtigt und auch nicht kartiert, obschon er eine für die Tektonik sehr wichtige Erscheinung darstellt).

Den Mt. Melma östlich von Lecco fasste BENECKE als Hauptdolomit auf, der an einer Verwerfung längs einer Linie Lecco-Ballabio an den Esinokalk des Coltignone grenze.

Die Tektonik des ganzen Gebietes in den Hauptzügen richtig zu deuten gelang erst PHILIPPI im Jahre 1896. Er erkannte den

Verlauf der nördlichen Überschiebung von Lierna an unter der Tagliata durch zur Alpe di Era und zum Bucco di Grigna hinauf; von hier an ostwärts betrachtete er die Überschiebung als teilweise übergreifend auf die rechte Talseite des Val dei Grassi Longhi. PHILIPPI wies als Erster nach, dass zwischen den Esinodolomitmassen der Grigna meridionale und dem Esinokalk des Coltignone eine zweite südlichere Überschiebung vorhanden ist, die oberhalb Mandello beginnt und ostwärts über das Pendolina-Plateau gegen Balisio hinunter verläuft. Er stellte ferner eine dritte südlichste Überschiebungslinie fest, die von Lecco an über Laorca und südlich unter dem Mt. Melma gegen den Resegone hinaufzieht.

Die Verdoppelung des Calimerokalkes oberhalb Pasturo erklärte er als Grabenversenkung; die Wengenerschichten liess er ob der cp. vecchia an einem Bruch aufhören. Der Bruch zwischen Esinodolomit und Raibler-Plattenkalken am Manavello hat er z. T. richtig beobachtet, ebenso die Stellung der abgesunkenen Massen des Zucco della rocca.

Neben der Längsfaltung, welche die drei Grignaüberschiebungen verursacht hat, nahm PHILIPPI in der Richtung West-Ost noch eine Quersfaltung an, welche das flache Abfallen der Schichten gegen den Comersee hin und den z. T. steilen Absturz gegen Osten bedingt haben soll.

An den tektonischen Anschauungen PHILIPPI'S wurde bis zu meinen Untersuchungen nichts mehr geändert. TARAMELLI gab in seinem Werke „I tre laghi“ eine tektonische Skizze des Comerseegebietes, ohne dabei neue tektonische Elemente gefunden zu haben.

2. Gesamteinteilung.

Die Dinariden, soweit sie unmittelbar an die Alpen anschliessen, werden von R. STAUB in folgende Zonen gegliedert (107, p. 654):

- I. Zone der Euganeen.
- II. Venezianische Zone.
- III. Lombardische Einheit.
- IV. Norddinarische Schuppen.
- V. Insubrische Antiklinale.
- VI. Karnische Kette.

Die Zone der Euganeen und die venezianische Zone treten nur östlich des Gardasees auf. Am Aufbau der bergamaskischen Alpen beteiligen sich hauptsächlich die lombardische Zone aussen und die norddinarischen Schuppen alpineinwärts, die auf der insubrischen („orobischen“, „bergamaskischen“) Antiklinale liegen, welche eng mit den orobischen Mulden zusammenhängt. Nach R. STAUB sind die orobischen Mulden eine westliche Fortsetzung des karnischen Drauzuges.

Die lombardische Einheit verhält sich zu den norddinarischen Schuppen wie Gewölbe zu Mulde (107, p. 656). Die Grenze zwischen diesen beiden tektonischen Elementen zieht R. STAUB vom Iseo-see zum Südrand der Alta Brianza, im speziellen folgt sie direkt südlich der Grignagruppe der grossen Überschiebung, welche PHILIPPI (85) von Morterone an über den passo della Passata südlich des Resegone bis zum Mt. Melma im Becken von Lecco feststellte. Das Gebiet der Grigna selbst ist aus Schuppen aufgebaut, die alle zu den norddinarischen Elementen gehören und tektonisch wie faziell den Alpen am nächsten stehen.

3. Lokalgliederung.

Es lassen sich in der Grignagruppe folgende Schuppen unterscheiden:

Schuppe der Grigna settentrionale im Norden	= Nordschuppe (1)
Zwischenstück der Costa Riale	= Rialeschuppe (1a)
Schuppe der Grigna meridionale	= Mittlere Schuppe (2)
Hauptdolomitschuppe des Resegone	= Resegoneschuppe (2a)
Schuppe des Coltignone	= Südschuppe (3)

Südlich daran anschliessend, ausserhalb des Grignagebietes, folgt: Verkehrt liegende Schichtfolge am Alpensüdrand zwischen Lecco und Villa d'Adda (4).

Zwischen 1 und 1a oder 2 liegt die Überschiebungsfläche I (Überschiebungsfläche der Nordschuppe).

Zwischen 1a und 2 liegt die Überschiebungsfläche Ia (Überschiebungsfläche der Rialeschuppe).

Zwischen 2 und 2a liegt die Überschiebungsfläche IIa (Überschiebungsfläche der Resegoneschuppe).

Zwischen 2 und 3 liegt die Überschiebungsfläche II (Überschiebungsfläche der mittleren Schuppe).

Zwischen 3 und 4 liegt die Überschiebungsfläche III (Überschiebungsfläche der südlichen Schuppe, identisch mit der Trennungslinie zwischen norddinarischen Schuppen und lombardischer Einheit).

Neu bei dieser Einteilung ist die Abtrennung der Rialeschuppe, deren Elemente PHILIPPI als normal der Mittelschuppe angehörend betrachtete; ferner wird der Resegoneschuppe eine gesonderte Stellung eingeräumt.

Am Aufbau der Schuppen 1, 1a, 2, 3 beteiligt sich in der Hauptsache Ladinien, im Gegensatz zur Resegoneschuppe, die fast nur aus Hauptdolomit besteht. Als Gleithorizont diente bei 1, 2, 3 der obere Buntsandstein, der an den Überschiebungsflächen stellenweise erhalten blieb; bei 1a und 2a wirkten die Raiblerschichten als Schmiermittel.

4. Lage der Überschiebungsflächen.

Die Überschiebungsfläche der N-Schuppe (I) tritt zwischen Lierna und Val dell' acqua fredda zutage (s. Tafel XI, Fig. 5). Oberhalb Sornico fällt sie flach mit $10-15^{\circ}$ gegen NE ein, um dann plötzlich gegen die Tagliata hinauf steil gegen Süden anzusteigen. Von der Tagliata an gegen Osten liegt sie wieder flacher und zeigt NW-SE-Streichen mit durchschnittlich $30-40^{\circ}$ N-Einfallen. Sie schneidet den Esinodolomit der Grigna meridionale unter einem Winkel von 20° diskordant ab. Vom Val dell' acqua fredda gegen Pasturo lässt sich die nördliche Überschiebung nicht mehr feststellen, muss aber zwischen Unteranisien der Nordschuppe und Esinodolomit der mittleren Schuppe liegen (s. Karte) und steht wahrscheinlich mit dem Bruche in Verbindung, der von der Ponte chiuso an nach Averara zieht.

Die Überschiebungsfläche der Rialeschuppe (Ia) trennt sich kurz unterhalb des Scudo von derjenigen der Nordschuppe ab und stellt bis zum Ausgang des Val dell' acqua fredda eine steil nach Norden einfallende Bruchfläche dar, die in einer späteren Phase durch tangentialen Druck noch verschoben wurde (Tafel XI, Fig. 3 u. 4); Tafel XII, Fig. 16). Weiter gegen Westen liegt die Überschiebungsebene flacher und weist $20-40^{\circ}$ Nordeinfallen und nordost-südwestliches Streichen auf. Die Riale-Überschiebung vereinigt sich mit der nördlichen Überschiebung südlich Pasturo (s. Karte).

Südlich der Grigna merid. zieht die Überschiebung zwischen der mittleren und südlichen Schuppe durch (Tafel XI, Fig. 2-6, Tafel XII, Fig. 12 u. 17). Zwischen Maggiana und Balisio fällt die W-E streichende Überschiebungsfläche mit 20° gegen Norden ein und bildet mit den Schichten der Coltignoneschuppe einen Winkel von $5-10^{\circ}$. Von Balisio an ostwärts setzt sie sich an einer steil N-fallenden Bruchfläche fort (Tafel XI, Fig. 2) und steht in Verbindung mit der Überschiebungslinie, welche PORRO (94) von Maggio an gegen N westlich unter der Corna grande durch zeichnet. PORRO (93) nahm an, dass die Raiblerschichten zwischen Balisio und Maggio normal unter dem Hauptdolomit der Resegoneschuppe lägen (PORRO's Profil c). Die Raibler des Beckens von Barzio gehören aber tektonisch zum Esinodolomit der Ponte chiuso, zu Schuppe 2, und nicht zum Resegone-Hauptdolomit. Sie fallen nicht gegen Süden, sondern steil gegen Norden ein.

Die Resegone-Überschiebung (IIa) fällt mit der Überschiebung II zwischen Val del Geron und Corna grande zusammen. Vom Val del Geron an bis zum Passo della Passata hinauf ist die Resegoneschuppe gegenüber der mittleren und südlichen Grignaschuppe abgesunken (Esinokalk des Mt. Erna = Esinokalk des Mt. Melma und des Coltignone, Raiblerschichten von Ballabio und Torrente Grigna = Raiblerschichten des Pendolina-Plateaus, Haupt-

dolomit des Resegone = Hauptdolomit der Corni di Nibbio, s. Tafel XII, Fig. 18—20). Oberhalb Ballabio sup. beträgt die Sprunghöhe ca. 200 m und im südlich gelegenen Torrente Grigna nahezu 1000 m. Die Bruchfläche fällt steil mit 60—80° gegen Osten ein, während das Axialgefälle in der Südschuppe von Val Calolden an ostwärts 35—40° beträgt. Dadurch erscheint das Absinken der Resegoneschuppe zum Teil flexurartig. Oberhalb Ballabio sup. zeigt der Hauptdolomit Staffelbrüche, die ein treppenförmiges Abfallen bedingen (s. Karte). Längs der Bruchfläche wurde der Hauptdolomit tangential nach Süden verschoben und benützte dabei die Raiblerschichten als Gleithorizont, weshalb diese vom Torrente Grigna an südwärts nur noch als schmales, ganz ausgedünntes Band vorhanden sind. Diese Linie IIa, welche vom Val del Geron zum Zucco Campeï hinauf zieht und weiter gegen Süden unter den Corni di Nibbio nach Ballabio inf. in den Torrente Grigna und zum Passo della Passata geht, wurde bis jetzt nicht als Überschiebung angesehen.

Die Überschiebung III fällt mit 10° gegen Norden ein und zieht sich vom Südfuss des Coltignone und Mt. Melma (Überschiebungskontakt von Anisien der Schuppe 3 mit Raiblersandsteinen der lombardischen Einheit 4) zum Passo della Passata hinauf.

5. Fortsetzung der Überschiebungen und Schuppen nach Osten.

CACCIAMALI (23, 24) hat als erster versucht, tektonische Parallelisationen in den lombardischen Alpen zu ziehen, z. B. auch zwischen West- und Ostufer des Comersees. Es ist dies eine sehr schwierige, im Detail wohl unmöglich zu lösende Aufgabe. Der folgende Satz PHILIPPI's (83, p. 1668) muss heute noch bestätigt werden: „Die Sedimentgebirge der Lombardei stellen nicht einen einheitlich gebauten Wall dar, sondern sie bestehen, um beim Bilde zu bleiben, aus einzelnen Bastionen, deren jede nach einem anderen Bauplan aufgeführt ist.“ Merkwürdig ist es z. B., wenn CACCIAMALI (26, p. 1) behauptet: „Nell' alta Brianza ecco l'anticlinale M. S. Primo-Magreglio, messa a giorno per avvenuta abrasione della coltre; più oltre l'anticlinale è nascosta dapprima sotto le Grigne e poi sotto Sodadura ed Aralalta.“ Es ist meiner Ansicht nach ausgeschlossen, dass irgend ein tektonisches Element unter der Grignagruppe durchziehen könnte.

Die Überschiebungen I, Ia, II, IIa vereinigen sich alle schliesslich in dem Bruche, welcher von der Ponte chiuso nach Averara verläuft. Damit verschwinden gegen Osten die Schuppen 1, 1a, 2 und 3; in der Val Brembana liegen nach der Karte von PORRO (94) Raiblerschichten und Esinokalk normal unter Hauptdolomit und sind nicht geschuppt, was einen Beweis abgibt dafür, dass sich kleinere tektonische Elemente in den lombardischen Alpen nicht auf weite Strecken hin parallelisieren lassen.

Die Überschiebung III wurde von PHILIPPI (85) bis Morterone festgestellt. Nach der Karte von PORRO geht sie bis ungefähr zum Mt. Aralalta, weiter östlich liegen Rhät und Lias normal auf Hauptdolomit. Es bleibt die Frage offen, wo dann die eigentliche Trennung zwischen norddinarischen Schuppen und lombardischer Einheit weiterhin durchgehen soll.

Die wichtigste Erscheinung ist die, dass östlich der Grignagruppe das anschliessende Gebiet ausschliesslich von der in der Hauptsache aus Hauptdolomit bestehenden Resegoneschuppe aufgebaut wird, welche dort die Grignaschuppen teils überfahren und teils tangiert hat.

6. Fortsetzung der Überschiebungen und Schuppen nach Westen.

Die tektonischen Elemente der Grigna setzen sich auch gegen Westen nicht fort. Es herrscht ein auffallender Gegensatz zwischen dem Aufbau des östlichen und westlichen Comerseeufers (Linie San Abbondio–Menaggio–Bellaggio–Lecco), welchen Umstand verschiedene Forscher hervorgehoben haben (u. a. BENECKE, PHILIPPI, BECKER, RASSMUS). Allgemein nahm man einen unbeobachtbaren Bruch an, der ungefähr in der Mitte des Seebeckens von Lecco verlaufen sollte. Es ist mir nun gelungen, Elemente des Westufers auch am Ostufer zu entdecken, indem ich das norische Alter des Dolomites von Borbino nachweisen konnte. Es zeigte sich dadurch, dass der ursprünglich zur Südschuppe gehörende Hauptdolomit des Resegone nicht nur im Osten der Coltignoneschuppe abgesunken ist (s. Karte und Profile, Tafel XII, Fig. 18 u. 19), sondern auch im Westen, und zwar auf ganz analoge Weise. Daraus ergibt sich, dass der Hauptdolomit der Corni di Canzo und derjenige von Bellaggio und Menaggio derselbe ist wie der des Resegone.

Das Westufer des Comersees von San Abbondio bis Menaggio und Argegno ist einfach gebaut. Die Schichten fallen zuerst ziemlich steil, dann südlich von Menaggio allmählich flacher nach Süden ein und bilden vor Argegno ein kleines Gewölbe, welches die mächtigen Liasmassen der Alta Brianza und des Mt. Generoso trägt. Von Bellaggio bis Lecco dagegen herrscht Falten tektonik. Kompliziert gebaute Schuppen treten erst am Südrand der Alta Brianza auf. Die Tektonik des Westufers zeigt sich dadurch als grundverschieden von derjenigen der Grigna. Einzig die Abschnitte Bellano–Varenna östlich und San Abbondio–Madonna della pace westlich lassen sich ihrem Aufbau und ihrer Zusammensetzung nach parallelisieren. Die Schichten, Werfenien, Anisien und Ladinien, auf beiden Seeseiten vorhanden, fallen analog nach Süden ein. Es stimmen damit Elemente der Nordschuppe mit solchen des Westufers überein. Da nun der Hauptdolomit bei Menaggio derselbe ist wie der des Resegone, so folgt daraus, dass in der normalen

S-fallenden Schichtreihe zwischen San Abbondio und Argegno die Grignaschuppen gar nicht vorhanden sind; denn es liegen dort eben nachweislich Stufen ungestört übereinander, welche in der Grigna einenteils in der Nordschuppe und andernteils erst in der Südschuppe auftreten. Die Überschiebungslinien I und II setzen sich somit nicht nach Westen fort. Gleiche Bedeutung wie die Linie IIa besitzt der Bruch, welcher den Hauptdolomit von Borbino vom Esinokalk des Coltignone trennt, aber dieser Bruch hat am westlichen Ufer auch kein Äquivalent. Einzig die Überschiebung III lässt sich weiter nach Westen verfolgen. Nach RASSMUS (96, p. 94) geht sie über Canzo nach Como und ist gekennzeichnet durch Überschiebung von Mittel- und Unterlias auf flyschartige Kreide.

7. Aufbau der Schuppen.

a) Nordschuppe. Die Nordschuppe bildet eine Synklinale, deren Axe in nordwest-südöstlicher Richtung von Olivedo über Perledo und Esino nach der Alpe di Cainallo und zur Grigna setentrionale hinaufzieht. Das Axialgefälle von Südosten gegen Nordwesten beträgt durchschnittlich 10—20°. Denkt man sich dieses axiale Abfallen über den Comersee hin fortgesetzt, so müsste man auf dem westlichen Ufer bei Menaggio auf jüngere Gesteine treffen, als in der Grigna vorhanden sind, und in der Tat ist dort die untere und mittlere Trias auf ein Minimum beschränkt und zudem gegenüber dem orobischen Kristallin um einige 100 m abgesunken. Es ist auch anzunehmen, dass die synklinale Verbiegung der Nordschuppe mit ihrem nach Westen gerichteten Axialgefälle auf ein sekundäres Einsinken gegen Westen zurückzuführen ist, welches erst deutlich am Westufer beim Sasso Rancio in Erscheinung tritt.

Ein analoges Absinken der Nordschuppe findet sich auch am Osthang der Grigna sett., ist aber hier gegen Osten gerichtet. Das Axialgefälle beträgt dort 5—10° und ist wahrscheinlich durch den Bruch bedingt, welcher von der Ponte chiuso nach Averara zieht und eine Sprunghöhe von einigen 100 m besitzt.

b) Rialeschuppe. Die Rialeschuppe ist als ein Klemmpaket zwischen der nördlichen und mittleren Schuppe entwickelt. Sie war besonders grosser tektonischer Beanspruchung ausgesetzt und zeigt deshalb im Detail einen sehr komplizierten Bau.

c) Mittlere Schuppe. Die mittlere Schuppe hat keilförmigen Bau. Sie ist am breitesten in der Richtung Zucco Pertusio-Zucco di Miseola und verschmälert sich rasch gegen Osten, wo im Val del Geron (Tafel XI, Fig. 3 u. 4) nur noch ein kleiner Relikt vorhanden ist. Vorherrschend ist die Streichrichtung E-W. Das Axialgefälle beträgt von der Grigna merid. westwärts 20° und ostwärts 10°.

d) Resegoneschuppe. Die Resegoneschuppe beteiligt sich am Aufbau der Grignagruppe nur unwesentlich. Sie bildet zwischen

Passo della Passata und Maggio ein flaches Gewölbe, dessen Scheitel ungefähr über dem Valle Boazzo liegt (Tafel XI, Fig. 1).

e) Coltignoneschuppe. Die Coltignoneschuppe bildet eine flach $10\text{--}15^\circ$ nach Norden einfallende starre, ungefaltete Platte. Die Streichrichtungen verlaufen ungefähr senkrecht zu denjenigen der Nordschuppe, nämlich NE–SW. Vom Val Calolden an ostwärts ist die Schuppe flexurartig verbogen und grenzt schliesslich an der schon erwähnten Bruchfläche an die Resegoneschuppe (Tafel XII, Fig. 18 u. 19). Vom Val Calolden bis zum Comersee lässt sich ein nach Westen gerichtetes Axialgefälle von $20\text{--}30^\circ$ feststellen. Verlängert man die Richtung dieses Axialfallens über den Lago di Lecco, so kann es einen nicht wundern, dass am westlichen Ufer nicht Ladinien, sondern Hauptdolomit ansteht, zumal dieser schon bei Borbino auf Grignagebiet infolge einer vertikalen Verschiebung (Bruch) bei Borbino auftritt (Tafel XII, Fig. 18 u. 19).

8. Schubrichtungen.

Die synklinal verbogene Nordschuppe zeigt vorwiegend NW–SE laufende Streichrichtungen. Offenbar wurde sie in der Richtung NE–SW auf die Schuppen 1a und 2 überschoben. Die Heteropien innerhalb der Schuppe geben keine Anhaltspunkte für die Feststellung der Schubrichtung; denn in der südalpinen Trias vollziehen sich die Faziesänderungen nicht wie z. B. im Helvetischen, wo sie in bestimmter Richtung als Ausdruck der primären Ablagerungsverhältnisse auftreten, sondern sie verlaufen „regellos“, am häufigsten von W nach E, welche Erscheinung schon FRAUENFELDER (43) deutlich hervorgehoben hat.

Die Streichrichtungen der mittleren Schuppe weisen darauf hin, dass hier der Schub mehr in der Richtung N–S wirkte, während die südliche Schuppe auf einen NW–SE gerichteten Schub schliessen lässt.

Wahrscheinlich sind die Grignaschuppen eher auf Unter- als Überschiebungen zurückzuführen, wobei mehr die Gestaltung des nördlich vor den Dinariden liegenden Gebietes die Anlage der tektonischen Elemente bedingte als der effektiv nach Süden abweichende Druck. So ist es z. B. möglich, dass der im NE der Grignagruppe liegende Dioritstock von Cortabbio stauend wirkte und so die Schuppenstruktur verursachte, ähnlich wie im Osten in grösserem Masstabe das Massiv des Adamello z. T. Anlass gab zur Bildung der Judicarienlinie.

Die Streichrichtungen der drei Hauptschuppen (1, 2, 3) lassen den Schluss zu, dass die Schubrichtung nicht einheitlich war. Man kann die Anlage der Schuppen als aus einer Drehbewegung hervorgegangen auffassen, die durch differenzierte Verteilung des ursprüng-

lich N-S gerichteten Schubes entstand, indem sich innerhalb der einer Faltung sich widersetzenen starren Platte ladinischer Riffgesteine Spannungen ansammelten, die sich schliesslich in der Richtung des geringsten Widerstandes auslösten.

Die relative Bewegung der einzelnen Schuppen zueinander ist meist gering und übersteigt nirgends das Ausmass von 6—8 km.

9. Brüche.

Ebenso wichtig für die Gestaltung der lombardischen Alpen sind neben den Überschiebungen Brüche, die sich im allgemeinen in Längs- und Querbrüche gliedern lassen und Sprunghöhen zeigen, die auf kurzer Strecke rasch ändern können und im Maximum ca. 1000 m betragen. Besonders die Querbrüche haben viel zur Segmentierung des ganzen Gebietes beigetragen, im speziellen die Orientierung der Täler mitbedingt. Für die Grignagruppe sind besonders drei Brüche von Bedeutung:

I. Zwischen Balisio und Torrente Grigna ist der Hauptdolomit gegenüber der mittleren und südlichen Schuppe an einer 60—80° nach Osten einfallenden z. T. flexurartig ausgebildeten Fläche abgesunken.

II. Oberhalb Borbino ist der Hauptdolomit gegenüber dem Esinokalk der Coltignoneschuppe abgesunken. Der Kontakt der beiden Gesteine ist verdeckt. Die Bruchfläche wurde durch die 60—70° nach Westen abfallende Felswand gebildet, welche zwischen Valle di Rialba und dem obersten Teil des Val Monastero liegt und schon von weitem als auffallendes Felsband erscheint.

III. Der Bruch, welcher von der Ponte chiuso nach Averara verläuft und steil gegen Süden einfällt, greift nördlich Baiedo auf Grignagebiet über. Er lässt dort permische Konglomerate und Esinodolomit aneinandergrenzen und bedingte das östliche Einfallen der Schichten im Becken von Pasturo.

Der Verlauf der Brüche steht meist nicht in direktem Zusammenhang mit den einzelnen Schuppen. Die Brüche sind jedenfalls jünger (z. B. durchschneidet der Bruch, welcher sich von Balisio bis unter den Mt. Erna erstreckt, die tektonischen Elemente 3 und 4). Häufig wurden nachträglich die Bruchflächen noch zu horizontalen Verschiebungen benützt, so besonders in der Resegoneschuppe zwischen Balisio und Ballabio. Es lässt sich somit folgende Phasenfolge der tektonischen Bewegungen ableiten:

1. Als erste Phase der tektonischen Bewegungen muss in der Grignagruppe die Überschiebung der einzelnen Schuppen angesehen werden. Die starren, in der Hauptsache aus ladinischen Riffgesteinen bestehenden Massen wurden übereinandergeschoben, z. T. verbogen, ohne dass sie dabei merkbar zerbrachen.

2. In einer späteren Phase entstanden die verschiedenen Bruchsysteme, deren Anlage sich zum grössten Teil unabhängig von den bestehenden Überschiebungen vollzog. Die längs oder quer verlaufenden Brüche bedingten gegenseitige Verstellungen der Schuppen.

3. Als letzte Phase müssen horizontale Verschiebungen der durch die Verwerfungen getrennten Klötze angenommen werden, und zwar benutzten die bewegenden Kräfte hierbei die bestehenden Bruchlinien.

10. Gesamtcharakter der Grigna-Überschiebungen als Rückfaltungen.

Im Grignagebiet lässt sich die Südbewegung der Dinariden wohl am schönsten feststellen. Es treten hier im wesentlichen drei nach Norden einfallende klargegliederte Schuppen auf, die östlich und westlich nicht mehr vorhanden sind. Es handelt sich bei dieser Schuppung der ursprünglich mehr oder weniger einheitlichen dinarischen Tafel um Rückfaltungen, die durch die Stauung vor den alpinen Wurzelzonen entstanden sind, wobei in der Grignagruppe das dinarische Kristallin in die Faltung nicht direkt einbezogen wurde. Es ist aber anzunehmen, dass Brüche von der Grösse desjenigen im Torrente Grigna bis ins Kristallin hinunterreichen.

Die Intensität der Rückfaltung war in den Dinariden, im speziellen in den lombardischen Alpen, nicht überall gleich gross. Im allgemeinen nimmt sie von West nach Ost zu. Westlich des Comersees war sie am kleinsten, also gerade da, wo nördlich davon in den Alpen die grösste Kulmination im Längsprofil auftritt. S-gerichtete Überschiebungen grösseren Ausmasses kommen erst im Grignagebiet vor, allerdings sind es nicht Dislokationen von der Grösse der Deckenschübe in den Alpen.

Lokale Anzeichen für gesamte Nordbewegung der Dinariden sind in der Grignagruppe nicht vorhanden. Nach R. STAUB spricht für die ursprüngliche Nordbewegung der dinarischen Massen der gegen die Alpen vorstossende Bogen der Dinaridenkette im gesamten zwischen Langensee und Bacher.

11. Orobische Antiklinale und orobische Mulden. Frage der Abgrenzung von Dinariden und Alpen.

Die nördliche Grignaschuppe ist als Teil des Südschenkels der sogen. orobischen Antiklinale aufzufassen, welche PORRO (93) von der Valsassina ostwärts bis in die Gegend von Schilpario feststellte. Westlich des Comersees fehlt diese Antiklinale und ist erst wieder vom San Salvatore an vorhanden (insubrische Antiklinale).

Der Nordschenkel der orobischen Antiklinale (Perm und Buntsandstein) wird zwischen Taceno im Westen und Mt. Zerna im Osten von kristallinen Gesteinen überfahren und erst östlich des Mt. Zerna

bis zum Mt. Venerocolo sind eigentliche Mulden nördlich der Antiklinale zu treffen. Diese sogen. orobischen Mulden stellen nach R. STAUB die Fortsetzung des karnischen Drauzuges dar und bilden die Grenze zwischen Dinariden und Alpen, insbesondere zwischen dinarischem Kristallin und solchem der Wurzelzone der hochostalpinen Silvretta-Decke.

Direkt im Norden der Grignagruppe ist die Überschiebung* von Kristallin auf Perm, sowie sie von Taceno an ostwärts vorliegt und die alpin-dinarische Grenze darstellen soll, nicht mehr vorhanden. R. STAUB glaubt, dass sich diese im Norden der Grigna bis jetzt nicht festgestellte tektonische Linie im Triaszug von Dongo fortsetzt, welcher aber nicht direkt in der Verlängerung der östlichen Überschiebung liegt, sondern mehrere Kilometer weiter nördlich vorkommt und seinem Verlauf nach eher gegen den Triaszug von Dubino-Cercino hin tendiert als gegen die orobischen Mulden. Die eigentlichen orobischen Mulden sind am Westufer des Comersees nicht mehr vorhanden. Es scheint mir eher wahrscheinlich, dass die Überschiebung zwischen Mt. Zerna und Taceno sich am Westufer des Comersees nicht bei Dongo, sondern nördlich des Sasso Rancio fortsetzt, wo die Trias gegenüber dem Kristallin mehrere 100 m abgesunken ist.

Jedenfalls liegt keine scharfe Trennung zwischen Alpen und Dinariden im Norden der Grigna vor. Bekanntlich sind LUGEON, KOBER, JENNY u. a. der Ansicht, dass der Triaszug von Dubino-Cercino die alpin-dinarische Grenze darstellt und das südlicher gelegene „insubrische“ Kristallin zu den Dinariden gehört. In diesem Fall würde von Tirano an westwärts die Wurzel der Silvretta-Decke als vollständig ausgequetscht zu betrachten sein und die ganze breite Zone, welche R. STAUB auf seiner Alpenkarte der Silvretta-Wurzel zuteilt, wäre als kristalline Unterlage der Dinariden anzusehen.

Stratigraphie.

A. Kristalline Gesteine.

1. Historisches.

Die Verbreitung der kristallinen Gesteine links der Pioverna zwischen Bellano und Introbio ist schon auf der Karte von STOPPANI (1860, 110) im grossen und ganzen richtig angegeben. STOPPANI beschreibt die Gesteine nicht, sondern führt sie nur in der Legende an als „Roches cristallines stratifiées“ (Micaschiste, Taleschiste, Gneiss, Syenite usw.).

CURIONI (1877, 34) nennt die ganze Zone zwischen Veltlin und lombardischen Sedimenten „Quarziti micacee di epoca indeterminata.“

Auf Blatt XXIV der geologischen Karte der Schweiz 1 : 100000 (1880) ist der schmale Streifen Kristallin auf Grignagebiet ebenfalls eingetragen unter der Bezeichnung Glimmerschiefer.

GÜMBEL (1880. 45, p. 547) erwähnt als Unterlage der mesozoischen Sedimente der Grigna Glimmerschiefer und insbesondere einen Quarzit, den er eingehend beschreibt.

1884 untersuchten BENECKE und COHEN kristalline Gesteine, die von verschiedenen Orten links der Pioverna stammten. Die Beobachtungen führten BENECKE (11, p. 201) zum Schluss, „dass die Masse des krystallinischen Schiefergebirges aus Gneisen von recht mannigfaltiger Zusammensetzung besteht, unter denen Hornblendegneise eine grosse Rolle spielen. Glimmerschiefer oder an Feldspat arme Gneise, quarzitisches und phyllitisches aussehende Gesteine mögen in den hangenden Partien, also besonders in der näheren Umgebung von Val Sassina besonders entwickelt sein.“ BENECKE erwähnt den zwischen Prato San Pietro und Introbio in einzelnen Linsen vorkommenden Quarzporphyr nicht. Dieser Porphyr wurde erst von PORRO (94) kartiert. PORRO (90—94) hat in verschiedenen Publikationen die kristallinen Gesteine der orobischen Kette beschrieben und sie in der Hauptsache in drei Arten eingeteilt, nämlich (94, p. 5—7) in „Gneiss a muscovite o gneiss chiari“, „Gneiss-passanti a micascisti“, „Gneiss occhiato e granitico“. Daneben spielen lokal „Rocce granitiche e dioritiche“ und „Rocce quarzifere ipoabissali“ eine Rolle, sowie auch die permischen Quarzporphyre.

ARTINI (5) gibt 1903 eine Beschreibung von Mineralien aus der Valsassina (1903). In dieser Publikation werden besonders der in verschiedenen Gängen auftretende Baryt und dessen Begleitminerale geschildert.

Im Exkursionsführer zum 30. Congresso Geologico Nazionale (1912, 134) sind alle wichtigeren Daten über kristalline Gesteine und Mineralien der Valsassina zusammengestellt. In diesem Führer finden sich auch ausführliche Angaben über die Ausbeutungsstellen der nutzbaren Mineralien.

Seit den Aufnahmen PORROS sind die kristallinen Gesteine der orobischen Antiklinale nicht mehr näher untersucht worden. Ich habe mich darauf beschränkt, die im Grignagebiet vorkommenden Gneise makroskopisch zu gliedern; bei der Beschreibung stütze ich mich z. T. auf die Beobachtungen BENECKE's und PORRO's. Es hätte zu weit geführt, die Gneise speziell zu behandeln, und zudem wäre dies zwecklos gewesen für einen so kleinen Ausschnitt aus der orobischen Kette, wie ihn die Strecke zwischen Bellano und Introbio links der Pioverna darstellt.

2. Allgemeines. Tektonische Zugehörigkeit des Grignakristallin. Stellung des Kristallin zu den Sedimenten der nördlichen Grigna.

Die Unterlage der mesozoischen Sedimente der Grigna bilden präkarbonische Kristallingesteine, aus denen in der Hauptsache die Kammzone der Bergamasker-Alpen, die Catena orobica, besteht. Das Tal der Pioverna, zwischen Introbio und Bellano am Comersee, folgt nicht genau der Grenze Mesozoikum-Kristallin; auch auf der linken Seite dieses Tales tritt Kristallin als schmaler Streifen anstehend sichtbar auf. Tektonisch gehört dieses „dinarische Alt-kristallin“ zum Südschenkel der orobischen (oder „bergamaskischen“) Antiklinale und fällt gegen S und SW ein; es ist mir nicht bekannt, wo direkt im N der Grignagruppe die Grenze zwischen diesem Kristallin und demjenigen der hochostalpinen Wurzelzone durchgeht. R. STAUB betrachtet als Trennungslinie in diesem Sinne die Überschiebung, welche PORRO von Taceno an ostwärts festgestellt hat, längs der Perm gegen N unter Gneis und Glimmerschiefer einfällt. Diese Linie verbindet STAUB gegen Westen mit der Trias von Dongo am rechten Comerseeufer; die Möglichkeit einer solchen Parallelisation erscheint mir aber zweifelhaft (s. tekt. Übersicht).

Gegen Osten setzt sich das Grignakristallin im Norden des Pizzo dei tre Signori fort, wo es auf Perm und Buntsandstein überschoben wurde; andererseits kommt Kristallin auch noch infolge einer axialen Kulmination der orobischen Antiklinale (M. Foppabona) auf der Strecke Cortabbio-Introbio zum Vorschein. Leider konnte ich nicht mehr untersuchen, wie sich die Überschiebung zwischen Kristallin und Perm von Taceno an nach Westen fortsetzt; es ist möglich, dass sie nördlich des Perms weiterzieht, welches BENECKE beim Dorfe Narro fand. Dieses Perm ist auch auf der geologischen Karte der Schweiz, Blatt XXIV (NEGRI, SPREAFICO, STOPPANI) verzeichnet, aber seine Ausdehnung ist viel zu gross angegeben; denn westlich des Dorfes Mornico findet sich nur noch Kristallin anstehend.

Auf der westlichen Seite des Comersees setzt sich die kristalline Zone bei San Abbondio fort, wo sie gegen S an einer beinahe senkrechten Verwerfung an Permo-Werfenien grenzt. Diese Verwerfung muss wohl als Fortsetzung der östlich von Taceno bestehenden Überschiebung zwischen Kristallin und Perm angesehen werden. In diesem Falle ist anzunehmen, dass die orobische Antiklinale sich nicht weiter als bis zum Ostufer des Comersees erstreckt und zwischen San Abbondio und Mt. San Salvatore gar nicht vorhanden ist.

Die zum Südschenkel der orobischen Antiklinale gehörenden kristallinen Gesteine zwischen Bellano und Introbio haben dieselbe Streichrichtung NW-SE wie die Sedimente der nördlichen Grigna und fallen auch analog gegen SW ein; es herrscht dabei überall eine scheinbar vollkommene Konkordanz zwischen Perm und Kristallin. PORRO (93) äussert sich über diese Erscheinung folgendermassen:

„Oltre a ciò il modo di giacitura, la disposizione di queste rocce sul versante nord della catena orobica mi induce a credere che esiste una discordanza fra queste (Gneis) e le rocce clastiche; questa discordanza, generalmente mascherata da laminazione al contatto fra le due formazioni, non è evidente che in un sol punto, e cioè in Val Sassina, presso alle miniere di barite di fronte a Primaluna.“

Im Grignagebiete selbst treten keine Überschiebungen („laminazione“ im Sinne PORRO's) zwischen Kristallin und Perm auf. Es ist möglich, dass sich die im SW der Valsassina auftretenden Grignaschubflächen bis ins Kristallin fortsetzen; allerdings liegen dafür keine Anhaltspunkte vor. Jedoch ist anzunehmen, dass Brüche, z. B. von der Grösse desjenigen im Torrente Grigna südlich Ballabio, bis ins Kristallin hinabgehen.

3. Gesteine.

a) Präkarbonische Gneise.

Während TARAMELLI (115) die Gneise und Glimmerschiefer der orobischen Kette (Scisti di Casanna e appenninite o gn. di Spluga) für kristalline Äquivalente des Karbons und Perms ansah, bezeichnet man heute allgemein das Alter des dinarischen Kristallins als präkarbonisch, da transgressives Karbon das älteste überlagernde Sediment ist. Allerdings haben nach PORRO tektonische Vorgänge die ursprüngliche Diskordanz von karbonischen Konglomeraten und Gneisen verwischt.

Zwischen Bellano und Introbio, links der Pioverna, werden Gneise der orobischen Kette scheinbar konkordant von permischen Konglomeraten überlagert. Karbonische Äquivalente fehlen auf dieser Strecke vollständig.

Die Gneise des Grignagebietes variieren stark in ihrer Ausbildung. Von Bellano bis Taceno herrschen helle Muskovitgneise vor, bei denen man schon makroskopisch wahrnimmt, dass Quarz den Hauptgemengteil bildet. Zwischen den weissen Partien von Quarz und Feldspat liegen Lagen von silberglänzendem Muskovit oder grünlichem Serizit, was dem ganzen Gestein ein glimmerschieferartiges Aussehen verleiht. GÜMBEL (45, p. 547) nannte diese Gneise Quarzit wegen des reichen Quarzgehaltes, BENECKE (11, p. 198) bezeichnete sie als feldspatführende Glimmerschiefer oder glimmerschieferartige Muskovitgneise.

Unter dem Mikroskop konnte ich nachweisen, dass Quarz den vorherrschenden Bestandteil dieser Gneise darstellt. Er zeigt z. T. sehr starke undulöse Auslöschung, enthält hie und da blasenartige Hohlräume und Muskovitschüppchen als Einschlüsse. Neben dem Quarz kommt am häufigsten Plagioklas vor, der z. T. zersetzt ist und als Einschlüsse Muskovitschüppchen sowie Apatit- und Zirkon-

nädelchen in grosser Menge aufweist. Orthoklas tritt gegenüber Plagioklas stark zurück; dagegen sind Muskovit, Serizit und Biotit häufig.

Im allgemeinen zeigt das Gestein eher Ortho- als Paracharakter.

Von Taceno an gegen Introbio hin werden die Gneise basischer. An Stelle des Muskovits tritt Biotit, der dem Gestein dunkleres Aussehen verleiht. Der Gneis ist auch hier stark schiefrig entwickelt, wobei Lagen von rotbraunem Biotit mit solchen von weissem Feldspat und Quarz wechseln. Von Boscalli (bei Prato San Pietro) erwähnt BENECKE einen Hornblendeschiefer, den aufzufinden mir nicht gelang. Das Gestein soll sich aus Hornblende, Augit, Feldspat und akzessorischem Quarz zusammensetzen.

b) Der Diorit von Cortabbio.

Der Dioritstock von Cortabbio liegt ausserhalb des Grignagebietes, auf der rechten Seite der Pioverna. Da er für die tektonischen Verhältnisse nicht unwichtig ist, mag er hier kurz Erwähnung finden. GÜMBEL (45, p. 554) hat das betreffende Gestein zum erstenmal beschrieben und nannte es einen feinkörnigen, an braunem Glimmer reichen Granit. PORRO (91, p. 4) untersuchte diesen „Granit“ ausführlicher. Er bezeichnet das Gestein als „diorite quarzifera micacea“.

Makroskopisch sieht dieser ziemlich feinkörnige Diorit gewissen Tonaliten des Bergeller- oder Adamellomassivs sehr ähnlich. Die melanokraten Bestandteile bestehen in der Hauptsache aus schwarzbraunem Biotit, der an der Anwitterungsfläche bronzefarben erscheint, und aus Hornblende; leukokrat sind Orthoklas, Plagioklas und Quarz, der in der Regel nur in geringer Menge vorhanden ist. Gegen die Peripherie hin wird der Diorit saurer, indem der Biotit- und Hornblendegehalt mehr und mehr zurücktritt. Besonders am Rande des Massivs treten häufig Dioritaplitgänge auf. Es sind auch sehr schöne Erscheinungen von Kontaktmetamorphose vorhanden, schlierenartig oder brecciös aussehende Einschmelzungen von Gneisen und Glimmerschiefern mit Andalusit, Cordierit und Sillimanitbüscheln. Als Zement zwischen den meist basischen Schlieren (Biotit, Hornblende) liegt weisser Dioritaplit.

PORRO bezeichnet das Hauptgestein als Quarzdiorit. Mir selbst gelang es nirgends, im Diorit viel Quarz zu beobachten, auf alle Fälle nicht in solchen Mengen, dass die Benennung Quarzdiorit gerechtfertigt erschien.

Unter dem Mikroskop zeigte sich sogar der am häufigsten vorkommende Typ vollständig quarzfrei und seiner Zusammensetzung nach muss er als Hornblende-Glimmer-Diorit mit monzonitischem Charakter angesprochen werden. Als Hauptgemengteil tritt Orthoklas auf, der als letztes Ausscheidungsprodukt die anderen oft stark korrodierten Komponenten umschliesst, besonders z. T. saussurieren

Plagioklas. Auffällig ist der häufig vorkommende braune, ausserordentlich stark pleochroitische Biotit. Daneben tritt grünliche Hornblende mit Beimengungen von akzessorischem Apatit und Zirkon auf. Ebenfalls akzessorisch findet sich Erz.

Eine saurere Abart dieses Normaltyp zeigt schon makroskopisch das Zurücktreten der basischen Bestandteile. Unter dem Mikroskop erscheint als Hauptbestandteil Orthoklas, dessen Individuen infolge Letztausscheidung ineinander verzahnt sind. Ganz spärlich kommt Quarz vor. Die idiomorph ausgebildeten Glimmer und Akzessorien werden alle von Orthoklas umschlossen.

Die eigentlichen Dioritaplite zeigen unter dem Mikroskop die typische Eutektstruktur, indem Orthoklas und Quarz, allotriomorph ausgebildet, ineinander verzahnen. Akzessorisch enthalten die Aplite Titanit und Erz, besonders Hämatit.

Die Ähnlichkeit der Gesteine des Dioritmassivs von Cortabbio mit solchen des Bergell oder des Adamello hat wohl dazu geführt, dass dem Massiv tertiäres Alter zugeschrieben wurde, obschon PORRO (93, p. 10) bereits festgestellt hatte, dass nirgends Gänge vom Diorit aus den über dem Massiv lagernden permischen Quarzporphyr durchbrechen. R. STAUB (106) hat neuerdings darauf hingewiesen, dass es sich bei Cortabbio tatsächlich um eine vorpermische und nicht etwa um eine tertiäre Intrusion handelt.

4. Kontakt zwischen Kristallin und Permo-Werfenien im Grignagebiet.

Zwischen Kristallin und Permo-Werfenien herrscht im Grignagebiet eine scheinbar vollkommene Konkordanz, indem Streichen und Fallen in den Gneisen und in den Sedimenten genau gleich sind. Die Auflagerungsfläche der Sedimente auf Kristallin kann bei Bellano leicht beobachtet werden, dagegen schwieriger im Osten, in der Valsassina, wo sie grösstenteils durch Gehängeschutt verdeckt wird und nur an einzelnen Stellen aufgeschlossen ist, bei denen in der Regel ein allmählicher Übergang von der Aufbereitungszone des Gneises zu den Sedimenten keine scharfe Grenzfläche erkennen lässt.

Am besten kann man den Kontakt zwischen Kristallin und Sedimenten am Wege von Bellano nach Regoledo feststellen. Wenig unter der Lokalität Biosio stehen helle Muskovitgneise an, die bis zu dem überlagernden Permo-Werfenien sich nicht verändern. Eine eigentliche Aufbereitungszone existiert hier nicht. Auf unebener welliger Transgressionsfläche liegen über den Gneisen rote Porphyrokonglomerate, die eine wenig mächtige Zone bilden. Eine Diskordanz oder tektonische Schubfläche ist absolut nicht vorhanden. In der Valsassina, z. B. bei Taeg (Punkt 702, südlich Prato San Pietro) ist keine deutliche Transgressionsfläche zu sehen. Die Biotitgneise sind dort gegen den Sedimentkontakt hin stark zersetzt. Der Biotit nimmt dunkelrötliche Färbung an und die Feldspäte verwittern

zu grusartiger Masse; es treten dabei die wenig veränderten Muskovite um so deutlicher hervor. Über dem allmählich zu Grus zerfallenden Gneis liegen hier nicht direkt Konglomerate, sondern geringmächtige, muskovitreiche rote Quarzsandsteine, die oft sehr ähnlich aussehen wie die obersten Partien des Gneises. Erst 5—10 m über der Kontaktfläche treten Porphyrkonglomerate auf.

PORRO (91, p. 5) erwähnt eine einzig sichtbare Diskordanz bei der Miniera di barite gegenüber Primaluna (Cne. Faidallo). Tatsächlich besteht dort eine Diskordanz, aber nur zwischen dem dort auftretenden Barytgang und dem Permo-Werfenien, eine Erscheinung, die lediglich durch das nachträgliche Eindringen des Baryts hervorgerufen wurde.

B. Sedimente (einschliesslich Quarzporphyr).

I. Karbon.

Karbonische Sedimente, wie sie sich bei Manno nördlich Lugano finden, fehlen im aufgenommenen Gebiet vollständig. Zwar erwähnt GÜMBEL (45, p. 553) porphyrfreie Konglomerate im Profil Bellano-Regoledo und schliesst daraus, dass diese Ablagerungen vor den Porphyrergüssen entstanden sein müssen. Er parallelisiert sie daher mit dem Karbon von Manno. Es ist mir aber nicht gelungen, solche porphyrfreie Konglomerate festzustellen. Die Porphyrkomponenten bilden schon von der Basis der grobklastischen Sedimente von Bellano an einen auffallenden und wichtigen Bestandteil.

In der eigentlichen orobischen Kette ist kein sicheres Karbon bekannt. PORRO (93, p. 12) beschreibt als „carbonifero?“ porphyrlöse Konglomerate, die zwischen M. Venerocolo und Pizzo di Zerna unter Quarzporphyr vorkommen. Diese auf Kristallin liegenden Konglomerate sind aus Fragmenten von Gneisen und Glimmerschiefern zusammengesetzt. Als Bindemittel spielt Quarz die Hauptrolle. Die klastische Struktur ist infolge tektonischer Vorgänge oft kaum mehr erkennbar.

Ich konnte solch fragliche karbonische Gesteine bei Camisolo beobachten: Dieser Punkt liegt ungefähr 2000 m über Meer, auf dem Grate, der vom Pizzo dei tre Signori nach Westen verläuft. Im Norden dieses Grates liegt die Val Biandino, welche in bogenförmigem Lauf gegen Introbio hinzieht; im Süden des Pizzo dei tre Signori und der Cima di Camisolo beginnt die Val Stabina, ein Seitental der Val Brembana. Bei Camisolo befindet sich ein Pass, der die beiden Täler verbindet. Von der Passhöhe an gegen Norden wird dort ein Barytgang auf Bleiglanz ausgebeutet, der pro Tonne bis 600 g Silber enthält. Der Gang liegt in Permo-Werfenien und erreicht eine mittlere Mächtigkeit von 1,5 m. Die Unterlage der das

Tre-Signori-Massiv aufbauenden Konglomerate und Sedimente bildet eine Decke von Quarzporphyr, der seinerseits die Gneise und den Diorit des Massivs von Cortabbio überlagert. Unter dem Quarzporphyr liessen sich wenig nördlich von Camisolo 3—4 m mächtige Linsen einer stark tektonisch beanspruchten Breccie von wahrscheinlich karbonischem Alter feststellen, die zwischen Gneis und Porphyr eingeklemmt erscheinen.

Makroskopisch ist die ursprünglich grobklastische Struktur dieser Breccie noch deutlich erkennbar. Die einzelnen Knollen bestehen aus Gneisfragmenten; häufig sind ganz verdrückte grosse Feldspäte vorhanden, die wohl von Augengneisen herkommen, welche PORRO besonders von der Nordseite der Catena orobica erwähnt. Als Bindemittel dient vor allem kohlige Substanz, die sich meist auf hellglänzenden Rutschflächen zeigt.

Eine direkte Parallelisation dieses fraglichen Karbons von Camisolo mit den karbonischen Schichten von Manno (bei Lugano) erscheint wegen der grossen Entfernung der beiden Vorkommen gewagt. Immerhin sprechen Lagerung unter Quarzporphyr und der petrographische Charakter des Gesteins von Camisolo für karbonisches Alter. Jedenfalls ist das Gestein weit verschieden vom Verrucano-konglomerat, welches SENN (105, p. 554) von der Poncia bei Porto Ceresio beschreibt.

II. Quarzporphyr.

Die im Grignagebiet vorkommenden Quarzporphyre sind die östliche Fortsetzung der Porphyrgesteine von Lugano. Sie bilden in den Bergamasker-Alpen eine selten aussetzende Unterlagerung der Sedimente und stellen die Verbindung her mit den Bozener Quarzporphyren. Sowohl bei Lugano wie bei Bozen sind sie nachweisbar postkarbonischen Alters.

Auf der linken Seite der Pioverna, zwischen Introbio und Prato San Pietro, tritt Quarzporphyr in einzelnen unzusammenhängenden Linsen auf, die überall direkt auf Biotitgneisen liegen. Karbonische oder verrucanoähnliche Sedimente konnte ich unter diesem Quarzporphyr keine feststellen.

Die Mächtigkeit der einzelnen Linsen übersteigt nicht 20 m. Das Gestein ist stark verschieden vom Luganeser Porphyr. Makroskopisch erscheint es hellgrau oder rötlich, meist dicht, ohne gut sichtbare Einsprenglinge, die aus Quarz und Feldspat von im Maximum 1 mm Durchmesser bestehen. Offenbar stellen diese Porphyre bedeutend saurere Gesteine dar als diejenigen bei Lugano.

PORRO (92, p. 10) hat diese Gesteine mikroskopisch untersucht und beschreibt sie als in der Hauptsache aus Quarz und Feldspat, speziell Orthoklas, bestehend. Als Nebengemengteile figurieren Biotit,

Apatit und Zirkon. Biotit soll stellenweise sehr stark angehäuft sein. Die Grundmasse besteht aus kleinen Feldspat- und Quarzindividuen. Als Strukturtypen unterscheidet PORRO „Tipo a struttura granolirica sferolitica“, „Tipo a struttura pegmatitica sferolitica“, „Tipo porfido quarzifero brecciato“. Neben den Quarzporphyren kommen auch Porphyrtuffe vor, die makroskopisch oft sich vom eigentlichen Quarzporphyr nicht unterscheiden lassen. Diese Tuffe bestehen nach PORRO überwiegend aus Quarzporphyreinschlüssen, des weiteren aus Porphyritfragmenten und Einschlüssen von Quarz, Feldspat und Glimmer. Die zementierende Grundmasse soll aus einer feinkörnigen Masse klastischen Ursprungs bestehen.

Die Quarzporphyre des Grignagebietes fallen mit den Biotitgneisen und den mesozoischen Sedimenten konkordant gegen SW ein. Die Grenze gegen die Aufbereitungszone der Gneise ist scharf und deutlich, diejenige gegen die überlagernden Konglomerate dagegen erscheint meist durch Bewachsung verdeckt. Offenbar haben die Quarzporphyrlinsen ursprünglich eine zusammenhängende Decke gebildet, welche später durch die Erosion segmentiert wurde und z. T. das Material der klastischen Sedimente des Permo-Werfenien lieferte. Immerhin ist zu bemerken, dass Gerölle von Grignaquarzporphyr in den darüberliegenden Konglomeraten äusserst selten sind.

Barytgänge.

In den Quarzporphyrlinsen links der Pioverna treten im wesentlichen drei Barytgänge auf: unterhalb der Alpe Piattê, bei Faidallo und bei dem nicht näher bezeichneten Punkt 702 südlich von Prato San Pietro. Die Gänge bilden ein paralleles System und streichen analog wie Kristallin und Sedimente NW-SE. Dagegen fallen sämtliche nicht gegen SW, sondern gegen NE ein. Es ist möglich, dass sie einem ursprünglichen Kluftsystem folgten. Die Gänge erstrecken sich nicht weit. Sie keilen im Quarzporphyr selbst oder zwischen Quarzporphyr und Sedimenten rasch aus, so dass sie als linsenartige Einlagerungen erscheinen. Am besten ist der Baryt bei Faidallo aufgeschlossen, wo die maximale Mächtigkeit des betreffenden Ganges 5 m beträgt. Der Gang liegt dort zwischen Quarzporphyr und permischen Konglomeraten; er ist offenbar nach Ablagerung der Sedimente eingedrungen und hat zur Intrusion die Grenzfläche zwischen Porphyr und Konglomerat benutzt. Es lässt sich gut eine durch das nachträgliche Eindringen entstandene Diskordanz feststellen, sowohl gegenüber dem Quarzporphyr als den Konglomeraten.

Keiner der Gänge dringt in die Sedimente ein. Ob aus diesem Verhalten der Schluss gezogen werden darf, die Barytbildung falle als unmittelbare Nachphase der Quarzporphyrergüsse in die Permperiode, ist durchaus nicht sicher. Es scheint nicht unmöglich, dass die Erzführung der Barytgänge mit derjenigen des oberen Ladinien im gene-

tischen Zusammenhang steht, dass somit für die Entstehung der Gänge ein bedeutend geringeres Alter anzunehmen wäre.

Der Baryt wird heute noch bei Faidallo und Punkt 702 ausgebeutet und mittelst Seilbahn nach Cortabbio geführt, wo man das Mineral in grossen Haufen aufstapelt. Wenn die Sonne auf diese Barytmengen scheint, glitzern sie schneeweiss und sind schon von weitem sichtbar.

Der Baryt ist weiss, in selteneren Fällen halb durchsichtig, spätig und von grosser Reinheit. Oft zeigt er Zwillingslammellierung, die von PHILIPPI (84, p. 202) näher beschrieben wurde.

Häufig bildet der Baryt zusammen mit Quarz das Muttergestein für Metallsulfide und Metallarsenide, sowie deren Oxydationsprodukte. Die Erze wurden früher an einigen Stellen abgebaut. Es treten besonders Bleiglanz und Zinkblende auf; dann weiter Chalkopyrit, Cerussit, Gersdorffit, Annabergit, Galmei, Smithsonit, Malachit, Aurichalcit, Rotnickelkies, Pyromorphit, Pyrit, Markasit, Siderit, Greenockit, Limonit.

Ausführlichere Angaben über die petrographischen Eigenschaften der kristallinen Gesteine und über die in den Barytgängen sowie auch zum Teil im oberen Ladinien auftretenden Mineralien finden sich besonders bei BENECKE (11, p. 196—203), PORRO (90—94), ARTINI (5) und gut zusammengefasst im Exkursionsführer des XXX. Congresso Geologico Nazionale a Lecco 1911, betitelt „La Valsassina“.

III. Permo-Werfenien.

Historisches.

A. ESCHER v. D. LINTH (40, p. 98) hat zuerst ein vollständiges Profil von Permo-Werfenien aufgezeichnet. Er nahm die betreffende Schichtreihe am Wege auf, welcher oberhalb Bellano beginnt und nach Regoledo führt. An der Basis beobachtete ESCHER ein Riff von Verrucano, aus grobem roten Konglomerat mit viel Porphyrgeschieben bestehend. Dann folgen abwechslungsweise Servinosandstein, Konglomeratbänke und Dolomite, zusammen etwa 200 m mächtig. Darüber liegen in festem Sandstein und bunten Schiefeln Pflanzenreste, welche HEER als *Voltzia heterophylla* BRGN. und *Aethophyllum speciosum* SCHIMP. bestimmte. Diese Pflanzen zeigen nach ESCHER unzweifelhaft an, dass es sich um den bunten Sandstein handeln muss. Über diesem Pflanzenlager liegen Sandsteine und unreine sandige Kalke mit viel Crinoiden; dieselben Gesteine und Crinoiden finden sich auch in der Valsassina bei Prato San Pietro, und ESCHER vermutet, dass aus solchen der von CURIONI zitierte *Eucrinites moniliformis* SCHLOTH. stammt.

GÜMBEL (45) hat 1880 ebenfalls ungefähr das gleiche Profil aufgenommen, nur dass er der Strasse von Bellano nach Varenna folgte. Die beiden Profile von ESCHER und GÜMBEL stimmen im wesentlichen überein, auch die Lage der Pflanzenreste wird in beiden Schichtreihen ungefähr gleich hoch über dem Verrucano liegend angegeben. Die Differenzen im einzelnen beruhen auf den äusserst raschen horizontalen und vertikalen Faziesänderungen.

BENECKE (11) konnte 1884 die Beobachtungen ESCHER'S und GÜMBEL'S bestätigen. Er unterscheidet zwei Zonen im Permo-Werfenien: unten auf Gneis liegende konglomeratische dyadische Schichten und darüber ein System von Sandstein, Dolomiten und Rauhwacken, welches er als Buntsandstein bezeichnet. Es gelang BENECKE nicht, ausser den schon von ESCHER erwähnten Pflanzenresten irgendwelche bezeichnende Fossilien zu finden, die zu einer sicheren Trennung von Perm und Buntsandstein hätten dienen können.

PHILIPPI (83, p. 684) hat 1896 darauf hingewiesen, dass der Buntsandstein bei Bellano eine extrem sandige Entwicklung zeige, während an allen anderen Stellen des Grignagebirges eine mehr kalkig-tonig-mergelige Ausbildung herrsche. Es verhält sich aber so, dass das Permo-Werfenien bei Bellano und in der Valsassina den Normaltypus darstellt und die übrigen geringmächtigen und spärlichen Buntsandsteinvorkommnisse des Grignagebietes eine spezielle Ausbildung darstellen. Das eigentliche Perm erwähnt PHILIPPI in seiner Arbeit nicht, da es sich erst ausserhalb seines kartierten Gebietes befindet.

Die Untersuchungen MARIANI'S (60, 63) brachten nichts Neues. Deren Ergebnisse finden sich kurz zusammengefasst im Exkursionsführer „Il Gruppo delle Grigne“ (135, p. 6): „La limitazione fra il Verrucano ed il Trias inferiore, rappresentato in questo gruppo montuoso talora da arenarie e da conglomerati, riesce sovente assai incerta. Unico concetto che può essere di aiuto è che in alcune regioni le rocce arenacee e conglomeratiche del Verrucano alternano con arenarie bianche quarzose o grigie-ardesiache, mentre quelle del Trias inferiore alternano sovente cogli scisti argillosi del Servino, che nell'alta valle Biandino sono fossiliferi.“

Vorkommen.

Mit 40—50° südwestlichem Einfallen beginnt die durchschnittlich 300 m mächtige Zone des Permo-Werfenien wenig südlich von Bellano am Comersee, steigt dann rasch in die Höhe bis zur Albiga, einem Gipfel, der aus einem vorspringenden Konglomeratriff besteht. Von der Albiga an bis Introbio und Baiedo liegen die Konglomerate und Sandsteine immer in gleicher Höhe. Die untere Grenze gegen den Gneis verläuft ungefähr der Strasse entlang, welche von Bellano nach Taceno führt; hernach zieht sie sich auf der linken Seite der

Pioverna bis Introbio, wenig über der Talsohle liegend. Die obere Grenze gegen das Anisien ist meist scharf und tritt orographisch charakteristisch hervor wegen des plötzlichen Gesteinswechsels von Sandsteinen und darüberliegenden Riffdolomiten. Sie lässt sich von der Albiga an über Panighetto, Parlasco, Prato San Pietro bis oberhalb Baiedo verfolgen.

Ausser diesem links der Pioverna verlaufenden Streifen von Permo-Werfenien finden sich noch weitere Vorkommen von untertriadischen Gesteinen im Grignagebiet; es sind dies die Aufschlüsse von wenig mächtigen Werfenerschichten bei Lierna und im Torrente Tesa.

Gesamtcharakter und Gliederung.

Die ganze Schichtfolge des Permo-Werfenien in der Valsassina ist charakterisiert durch den häufigen Wechsel der Gesteinsart und durch die Mannigfaltigkeit von horizontalen und vertikalen Faziesübergängen. In den unteren Teilen dominieren Konglomerate und Arkosesandsteine; gegen oben verschwinden die Konglomerate und an ihre Stelle treten Glimmersandsteine, Mergel, Tone, Rauhacken und Dolomite. Die Farbe der Gesteine, besonders der Sandsteine und Konglomerate ist meist dunkelrötlich oder braun. Die Konglomerate bilden oft klotzige Bänke und treten landschaftlich markant hervor, am auffälligsten gegenüber Introbio an der Costa di nave. Zum Unterschied davon erscheint das sandig-tonige Werfenien stark zurückgewittert und ist meist von Vegetation oder Gehängeschutt bedeckt.

Die Werfenerschichten bei Lierna und am Torrente Tesa sind wesentlich verschieden von denjenigen in der Valsassina. Sie setzen sich in der Hauptsache aus Dolomiten, Tonen und Mergeln zusammen. Konglomerate fehlen gänzlich.

Eine obere Abgrenzung des Perms ist wegen des allmählichen Übergangs der Gesteine zum Werfenien unmöglich, weswegen die Bezeichnung „Permo-Werfenien“ gerechtfertigt erscheint. Die hauptsächlich aus Porphyrmaterial zusammengesetzten Konglomerate stellen das Abtragungsprodukt z. T. permischer, z. T. älterer Gesteine dar. Es ist anzunehmen, dass die Bildung der klastischen Sedimente ungefähr gleichzeitig stattfand wie die mächtigen Porphyrgüsse im Westen bei Lugano; das Fehlen von Fossilien verhindert jedoch eine genaue Altersbestimmung und Gliederung. Hingegen sprechen die normale Überlagerung durch Anisien, das Vorkommen von Pflanzenschmitzen und Crinoidenstielgliedern und die petrographische Übereinstimmung mit der im W von FRAUENFELDER (43, p. 254) als Skythien bezeichneten Stufe ganz dafür, dass der oberste Teil des Permo-Werfenien dem Werfenien, im speziellen den Campilerschichten entspricht.

Permische Konglomerate und Arkosesandsteine.

Die Transgression der permischen Konglomerate und Sandsteine erfolgte auf Gneis und streckenweise auch auf Quarzporphyr. Gewöhnlich beginnt die Serie dieser permischen Sedimente mit Konglomeraten, welche mit Sandstein wechsellagern; die ganze Schichtfolge besitzt eine durchschnittliche Mächtigkeit von 150 m.

a) Konglomerate.

An der Zusammensetzung der Konglomerate beteiligen sich vor allem Porphyrgerölle, und zwar schon von der Transgressionsfläche an. Ausserdem spielen weisse und rosarote Quarze sowie stellenweise stark angehäufter Muskovit eine grosse Rolle. Gneisfragmente sind sehr selten. Die Farbe des Gesteins ist meist tiefrot oder dunkelbraun.

Bei Bellano ist das Konglomerat aus feinen Porphyrknollen zusammengesetzt und dabei zugleich wenig mächtig. Gegen Introbio hin nimmt die Mächtigkeit zu, um ein Maximum bei der Costa di Nave zu erreichen. Zusammenhängend damit werden die Komponenten grösser. Während bei Bellano Gerölle von über 5 cm Durchmesser selten sind, treten bei der Costa di Nave solche von über 40 cm auf. Die Einschwemmung hat also offenbar von Osten her stattgefunden.

In vertikalem Sinn verändert sich die Grösse der Gerölle oft sehr rasch. In der Regel werden die Porphyr- und Quarzknollen gegen oben kleiner; stellenweise ist aber kein allmähliches Kleinerwerden, sondern eine Wechsellagerung von Bänken mit gröberem und feinerem Korn vorhanden.

Unter dem Mikroskop zeigte sich ein ziemlich feinkörniges Porphyrkonglomerat aus den obersten permischen Schichten bei der Costa di Nave als überwiegend aus Quarzkörnern bestehend, die oft stark zerbrochen und mit scharfen Ecken und Kanten versehen sind. Die Feldspäte, insbesondere Plagioklas, erscheinen vollständig in kaolinartige Masse umgewandelt. Häufig sind rote, ganz zersetzte Quarzporphyre, deren dunkelrote Färbung z. T. von der ursprünglichen Farbe, z. T. von Infiltration kolloidähnlicher Zersetzungsprodukte des Hämatits herrühren mag. Die Grundmasse des Porphyrs besteht in der Hauptsache aus einem kryptokristallinen Aggregat von Quarz und Feldspatleistchen. Seltener treten Einschlüsse von unzersetztem hellgrauem Quarzporphyr auf, der aus feinkörnigem Quarz und leistenförmigen Feldspäten besteht. Biotit ist spärlich vorhanden und stark zersetzt. Hämatit findet sich in allen Komponenten, stellenweise stark angehäuft.

b) Sandsteine.

Die Sandsteine, welche mit den Konglomeraten wechsellagern, haben durchwegs Arkosecharakter. Die Schichtflächen sind meist von Muskovitschüppchen gebildet. Hie und da reichert sich Muskovit so stark an, dass man das Gestein für einen Muskovitglimmerschiefer ansehen möchte. Die Farbe der Sandsteine wechselt rasch, und kann tiefrot, gelb oder grau sein. Übergänge zwischen Sandsteinen und Konglomeraten lassen sich häufig beobachten. Kreuzschichtung findet sich ebenfalls öfters. Der Arkosecharakter dieser Sandsteine tritt nach oben zurück, wie denn gleichzeitig ihr konglomeratisches Äquivalent seinen Konglomerat-Charakter verliert und allmählich in Sandsteine übergeht. Man gerät so aus dem als Perm zu betrachtenden Konglomerat, sowie aus der permischen Arkose in sicheres Werfenien, ohne dass zwischen Perm und Werfenien eine Grenze festzustellen wäre.

Mikroskopisch war bei einem grauen mittelkörnigen Arkose-sandstein aus dem Profil Bellano-Varenna auffällig, dass er hauptsächlich aus relativ grossen Quarzkörnern besteht, die infolge Resorption zackige und wellige Konturen haben und nie gerundet sind. Plagioklas, meist zersetzt, lässt an frischeren Individuen noch Zwillingslamellierung erkennen. Hie und da ist er von zersetztem Hämatit rotgefärbt, der die makroskopisch sichtbaren rostgelben Flecken bildet. Akzessorisch tritt neben Hämatit noch Biotit und Zinkblende auf. Als Bindemittel dient meist zersetzter Plagioklas und kleine Quarzkörnchen.

c) Alter der Konglomerate und Sandsteine.

Das Alter dieser Konglomerate und Sandsteine kann wegen des Fehlens von Fossilien nicht genau festgestellt werden. Parallelisationen mit dem Luganeser Gebiet sind unmöglich, da dort erwiesenermassen nur Campilerschichten, also oberster Buntsandstein, vorkommt, der nur eine relativ geringe Mächtigkeit besitzt. Im Osten des Grignagebietes finden sich ebenfalls keine sicheren Anzeichen für permisches Alter dieser Schichten; erst in der Val Trompia konnten dyadische Pflanzen festgestellt werden. Es scheint mir aber auf alle Fälle nicht anzugehen, den ganzen bis 400 m mächtigen Komplex zwischen Gneis und Anisiendolomit dem Werfenien zuzuzählen. Wahrscheinlicher ist die Annahme, dass die an der Basis liegenden Porphyrkonglomerate und Sandsteine ungefähr zu gleicher Zeit abgelagert wurden, wie sich weiter im W bei Lugano Porphyrgüsse ereigneten, also im Perm.

Werfenien.

Das Werfenien setzt sich aus einem bunten Wechsel von roten Glimmersandsteinen (*Scisti calcari argillose* = Servino), Mergeln, Tonen, Dolomiten und Rauhdecken zusammen, wie die folgenden Einzelprofile darstellen.

Werfenienprofil bei Bellano (Stratigr. Profil 1).

Über permischen Konglomeraten und Arkosesandsteinen (2) beginnt an der Strasse von Bellano nach Varenna eine etwa 150 m mächtige Serie von Glimmersandsteinen (3). Es sind dies fein- bis grobkörnige, rot- oder grüengeflamnte, muskovitreiche Sandsteine ohne Kalkgehalt. Die Schichtflächen glänzen hell und zeigen öfters dem Buntsandstein eigentümliche Vertiefungen, sogenannte wedelartige Figuren, wie sie schon ESCHER (40, p. 98) und GÜMBEL (45, p. 552) beschrieben haben. Vereinzelt schalten sich zwischen diese Sandsteine noch dünne Konglomeratbänke ein.

Darüber folgt eine 100 m mächtige Schichtfolge von Quarzsandsteinen (4), die in Wechsellagerung auftreten mit anfänglich dünnen Dolomitbänken. Der Dolomit ist unrein, grobkörnig, in frischem Bruch grau, anwitternd hellgelb. Die kalkfreien, hellgefärbten Quarzsandsteine werden gegen oben dünnbankiger und feinkörniger. Sie sind immer gut geschichtet und enthalten öfters tonige Einlagerungen. Konkretionen, Wülste, Wellenfurchen, „Regentropfenspurten“ treten auf.

Nun folgen 50 m Servinosandsteine (5), in regelmässiger Wechsellagerung mit Dolomitbänken. Der Sandstein ist meist durch Eisenoxyd rotgefärbt. Seine Farbe kann aber auch grünlich, gelb oder weisslich sein. Das Gestein ist sehr widerstandsfähig und bewirkt hervortretende Rippen, während der leichter verwitterbare Dolomit zurücktritt.

Zuoberst liegt ein 20 m mächtiges Übergangssystem (6) von roten Sandsteinen und Mergelbänken. Sie leiten zum Ansiendolomit über. Am besten kann man sie unterhalb der Station des Funicolare Regoledo beobachten.

Gegen Parlasco hin ändert sich das Profil in dem Sinne, dass nun Rauhdecken inmitten des Buntsandsteins auftreten an Stelle der Glimmersandsteine. Etwas unterhalb Parlasco erreicht der Rauhdeckenhorizont eine Mächtigkeit von über 100 m. Er ist nicht tektonisch bedingt. Über der Rauhdecke liegen dort rote und grünliche Sandsteine. Am Wege, der von Parlasco nach den Prati d'Agueglio führt, treten grobe rote arkoseartige Sandsteine auf, die massenhaft Crinoidenreste und Pflanzenhäcksels enthalten. Es ist zweifellos die Zone, in welcher ESCHER (40, p. 552) *Voltzia heterophylla* BRGN. und *Aethophyllum speciosum* SCHIMP. gefunden hat. Über diesen

Sandsteinen liegt ein System gutgeschichteter dichter gelblicher Dolomite, die zum Anisiendolomit überleiten.

Werfenienprofil gegenüber Primaluna oberhalb der
Cp. Faidallo (Stratigr. Profil 2).

Die Unterlage des Buntsandsteins bilden auch hier Konglomerate und Arkosesandsteine (12). Die permischen Konglomerate haben an Mächtigkeit zugenommen. Das Werfenien beginnt hier mit glimmerigen Servinosandsteinen und Konglomeratbänken, etwa 50 m mächtig (13). Über diesen folgen 30 m sandige graue Dolomite (14), in welchen ich eine myophoriaähnliche Form fand. Ein paar dünne Bänke roter Mergel führen über zur Rauhwanne (15), die hier in grosser Mächtigkeit die obersten Schichten des Buntsandsteins vertritt. Auf ihr liegen einige dünne Bänke sandiger Mergel mit vereinzelt Pflanzenspurten. Darüber folgen die Gracilisschichten.

Werfenienprofil bei Lierna oberhalb Gienico (Stratigr.
Profil 4).

Das unterste aufgeschlossene Schichtglied bei Lierna bilden wenig mächtige Dolomitbänder mit dazwischen geschalteten dünnen Mergelbänken. Der Dolomit ist äusserst hart, innen grau, dunkel anwitternd. Die Mergel sind schwarz oder von grünlicher Anwitterungsfarbe (29).

Es folgen darüber 50 m hellgraue, sandige, kalkigere, dünn-schichtige Dolomite (30) mit merkwürdigen Figuren auf den Schichtflächen, mit Striemen und quadratischer Absonderung. Die meist tonigen Schichtflächen sind gewellt.

Ein 5 m mächtiges Mergelband über diesen Dolomiten enthält Pflanzenschnitten. Dieses Band leitet über zu einer 30 m mächtigen Serie (30) von buntfarbigen Mergeln mit zyklischer Wiederholung von scharf begrenzten Dolomitbänken. Darüber lagern sich schwarze Tone und Mergel (31), die voll sind von kohligen Pflanzenresten.

Die darauffolgende Zone ist meist durch Schutt der Beobachtung entzogen. Es sind buntfarbige Mergel und Dolomite (32), die bis zur Grenze gegen den Mendoladolomit reichen.

Werfenienprofil im obersten Teil des Torrente Tesa.

Im Bereiche der mittleren Überschiebung tritt Buntsandstein nur in der Torrente Tesa auf und bei der Alpe Colonghelli. Es ist dort folgendes Profil von unten nach oben:

1. 20 m roter und grüner Servinosandstein mit wenig gelben dünnen Dolomitbändern.

2. 5 m gelbe, 30 cm dicke Dolomitbänke mit welliger Oberfläche und grünen Mergelzwischenlagen.

3. 3 m auffallendes Band aus Glimmersandstein, rauhwackenähnlich. Dieses Band bildet die Grenze gegen das Anisien.

Mikroskopische Untersuchung einiger charakteristischer Gesteine des Werfenien.

1. Grauer feinkörniger Sandstein von Baiedo.

Die relativ grossen Quarzkörner sind splitterig; Resorptionserscheinungen bedingen Einbuchtungen oder Durchlöcherungen. Die selteneren kleinen Quarzkörner sind gerundet. Feldspat wenig zersetzt, ist häufig, besonders Plagioklas mit Zwillingsstreifung. In grosser Menge tritt stark pleochroitischer Biotit auf und untergeordnet Muskovit. Akzessorisch findet sich Hämatit. Die einzelnen Komponenten grenzen dicht aneinander ohne zementierendes Bindemittel, wobei die Feldspäte und der Biotit grösstenteils idiomorph ausgebildet erscheinen.

2. Grauer feinkörniger Dolomit von Baiedo.

In kryptokristalliner Grundmasse liegen relativ grosse Dolomitekristalle mit ziemlich scharfem rhomboedrischem Umriss. Sie zeigen keine Zwillingsstreifung. In Spältchen und Adern liegt stellenweise schwach zersetzter Hämatit.

3. Roter feinkörniger Servinosandstein vom Funicolare Regoledo.

Die relativ kleinen Quarzkörner sind eckig und mit scharfen Kanten versehen. Der makroskopisch zu unterscheidende Feldspat ist stark zersetzter Plagioklas. Häufig sind Muskovitschüppchen. Als Zement dient ein rotgefärbtes Zersetzungsprodukt aus Feldspat, Quarz und Glimmer.

4. Graugelber, mittelkörniger, muskovitreicher, kohlen-schmitzen-führender Sandstein von Parlasco (Pflanzenhorizont).

Der Quarz ist mit scharfen Ecken und Kanten versehen. Zahlreich sind gutausgebildete Muskovitschüppchen vorhanden. Spärlich tritt relativ wenig zersetzter Plagioklas auf. Die Grundmasse besteht zum grössten Teil aus Kalk und kohligem Substanz. Akzessorisch tritt Hämatit auf.

5. Mergel von Gienico (Lierna).

In tonig-kalkiger Grundmasse liegen kleine Calcitkristalle mit guter kennbaren rhombischen Umrissen. Kohlige Substanz erscheint in feiner Verteilung.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass die Sedimente des Werfenien hauptsächlich aus Abtragungsprodukten von Gneisen und Quarzporphyren stammen. Die Dolomite und Mergel von Lierna sind gleichaltrig wie die Servinosandsteine und Rauhwacken in der

Valsassina. Diese horizontale Faziesveränderung ist wohl auf eine von NE gegen SW verlaufende Vertiefung des untertriadischen Sedimentationsraumes zurückzuführen.

Interessant ist die Tatsache, dass die Quarzkörner in den Sandsteinen grösstenteils eckig ausgebildet sind. In einem einzigen Schliff (1) konnte ich gerundete Körner nachweisen. Die eckige Beschaffenheit der Quarze, sowohl in feinkörnigen wie in mittelkörnigen Sandsteinen soll nach Untersuchungen von DAUBRÉE (42, p. 26) nicht dagegen sprechen, dass die betreffenden Sedimente durch Wassertransport entstanden sind.

Es ist wohl anzunehmen, dass die ganze Schichtfolge des Permo-Werfenien festländischer und litoraler Entstehung ist. Die Servinosandsteine entstanden in seichtem Meer, wofür Kreuzschichtung, Wülste und Wellenfurchen sprechen. Die unreinen Dolomite dürften Vorläufer der mit dem Unter-Anisien einsetzenden Transgression sein.

Wie schon EUGSTER (42, p. 26) hervorgehoben hat, kann die häufig vorkommende Rotfärbung der Permo-Werfenien-Sedimente nicht allein auf Verwitterung von Quarzporphyr, sondern auch auf Zersetzung von Hämatit zurückgeführt werden. Tatsächlich ist in jedem Schliff Hämatit in nicht unbeträchtlichen Mengen vorhanden, wenigstens in den Gesteinen aus der Valsassina. Hingegen fehlt Hämatit in den Dolomiten und Mergeln von Lierna; bei diesen Sedimenten lässt sich aber auch keine Rotfärbung konstatieren.

Fossilien des Werfenien.

Das Werfenien ist an Fossilien sehr arm. Ausser den häufig vorkommenden Pflanzenresten und Crinoidenstielgliedern konnte nichts Sicheres gefunden werden. Trotzdem erlaubt wohl das Vorkommen von *Myophoria costata* ZENK sp. und *Naticella costata* MÜNST. sp. in der Val Biandino östlich meines Gebietes in genau entsprechenden Schichten des obersten Werfenien eine Parallelisation mit den Campilerschichten.

Vergleichung der stratigraphischen Detailprofile.

Wegen der mannigfachen Faziesänderungen in horizontalem und vertikalem Sinne lassen sich einzelne Komplexe nur schwer parallelisieren. Mit Bestimmtheit können in der Valsassina nur drei Abteilungen erkannt werden, und nicht einmal diese haben durchwegs einheitlichen Charakter.

1. Von Bellano bis gegen Prato San Pietro liegen an der Basis des Werfenien fein- bis grobkörnige, mit spärlichen Dolomitlagen versehene Glimmer- und Quarzsandsteine in einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 200 m. Gegenüber Primaluna bei Faidallo fehlt diese Schichtreihe fast ganz und ist dort in Form von Konglomeraten und Servinosandsteinen entwickelt.

2. Darüber folgen 50—100 m mächtige rot- und grüngefärbte karbonathaltige glimmerige Servinosandsteine, die im obersten Teil Pflanzenreste enthalten.

3. 30—50 m mächtige unreine gelbliche Dolomite mit Servinosandsteinzwischenlagen. Diese Serie stellt den Übergang zum Anisien her.

Eine besondere Stellung nehmen die Rauhacken ein, welche keine durchgehenden Horizonte bilden, stratigraphisch aber immer dem Werfenien angehören (abgesehen von den viel höher oben liegenden Raibler-Rauhacken). Bei Parlasco treten sie tief unten im Werfenien auf als Vertreter der am Comersee durch Glimmersandstein charakterisierten Zone. Auf der Strecke zwischen Prato San Pietro und Baiedo bilden sie die Grenze gegen das Anisien. Die Entstehung der Rauhacken in der Valsassina scheint nicht tektonisch bedingt zu sein, wohl aber diejenige bei den Alpi di Era und im Becken von Lierna, oberhalb Sornico.

Die dolomitisch-tonig-mergelige Ausbildung des Werfenien bei Lierna lässt sich nicht unmittelbar an die Schichtfolge der Valsassina anschliessen. Zweifellos ist das Absatzgebiet dieses südlicher gelegenen Vorkommens weiter von der Uferlinie entfernt gewesen.

Die Ähnlichkeit gewisser Horizonte des Werfenien mit Raiblerschichten hat oft Veranlassung zu Verwechslungen gegeben. So hat PHILIPPI die Raibler der Val dei Grassi Longhi zwischen Cp. Mojetti und Cp. vecchia und diejenigen vom Zucco di Campej oberhalb Ballabio sup. als Werfenien kartiert. Unrichtig ist auch die Zuweisung der unteren abgesackten Partien im Val Monastero zum Buntsandstein. Es handelt sich dort zum grössten Teil um unteres Anisien oder um Raibler, die vom Pendolinaplateau abgerutscht sind.

IV. Anisien.

Historisches.

STOPPANI (110) gliederte 1860 den Muschelkalk von unten nach oben folgendermassen: „Dolomie inférieure, marbre de Varenna, schistes ichthyolithiques de Perledo.“ Er stellte somit nicht nur den „unteren Dolomit“, sondern auch die gesamten Perledo-Varenna-Kalke in den Muschelkalk und sah diese ganze Serie als unter dem Esinodolomit liegend an.

Für den Muschelkalk charakteristische Fossilien zitierten erst ESCHER (41, p. 100) und GÜMBEL (45, p. 551). ESCHER hielt aber den Muschelkalk mit *Encrinus liliiformis* LAM. für gleichalt wie die Raiblerschichten mit *Gervillia bipartita* MER. Die Stellung der petrefaktenführenden Schichten bei Esino konnte ihm daher nicht klar werden. ESCHER hielt sämtliche Dolomitmassen bei Menaggio, Bellagio und im Grignagebiet für Hauptdolomit. GÜMBEL kam zur

selben Ansicht; er konstatierte, dass überall Muschelkalk die Dolomite und Kalke der Grigna unterlagert. GÜMBEL erwähnt aus dem über dem Werfenien liegenden „dunkelgrauen bis schwärzlichen Dolomit“ von Bellano Crinoiden, Durchschnitte von Brachiopoden, Gasteropoden und Cephalopoden. Bei Laorca fand er *Retzia trigonella* und *Terebratula vulgaris*, welche auch MOJSISOVIC (67, p. 711) vom Fusse des S. Martino zitiert.

BENECKE (11, p. 213—225) hat das Verdienst, die Muschelkalkvorkommnisse der N-Schuppe zum grössten Teil richtig erkannt zu haben. Allerdings gliedert er auf der Karte die betreffende Schichtreihe nicht weiter, sondern begnügt sich damit, den Muschelkalk deutlich von den viel höher oben liegenden Raiblerschichten zu trennen. Prinzipiell unterscheidet BENECKE unten einen grauen, dolomitischen, kurzklüftigen Kalk oder Knollenkalk, darüber Knollenkalk und tiefschwarze Plattenkalke mit Cephalopoden und Brachiopoden und zu oberst ein System von Plattenkalken mit Pietra verde (Buchensteinerschichten).

PHILIPPI (83, p. 688—700) erkannte, dass der Muschelkalk auch im Gebiete der südlichen Grigna vorkommt. Er gab für das Gebiet der Grigna folgende Einteilung:

- I. Unterer alpiner Muschelkalk (meist fossilarm), Zone des *Dadocrinus gracilis* v. B.
- II. Oberer alpiner Muschelkalk (meist fossilreich).
 - a) Brachiopoden-Kalk. Zone der *Rhynchonella decurtata* GIR.
 - b) Trinodosus-Kalk. Zone der *Rhynchonella trinodosi* BITTN. (*cfr. semiplecta autorum*) und des *Ceratites trinodosus* E. v. M.

Dieselbe Einteilung findet sich auch in der neuesten Publikation von RESI STOLZ (108, p. 135) „Appunti sull' anisico del gruppo delle Grigne“.

Vorkommen.

Die Hauptmasse des Anisien gehört der N-Schuppe an. Als schmaler Streifen lässt es sich über Regoledo nach Panighetto und Parlasco, dann weiter nach Valsassina hinein ins Becken von Pasturo verfolgen. Auf der Strecke von Pasturo über den Buco di Grigna nach Lierna bildet das Anisien die Basis der N-Schuppe und liegt mit Überschiebungskontakt direkt der mittleren Schuppe auf.

In der mittleren Schuppe wird Anisien im Val Meria und längs der mittleren Überschiebung von Mandello unter der Grigna meridionale durch bis nach Balisio sichtbar.

Ganz im Süden der Grigna tritt Anisien am Fusse des S. Martino und des Mt. Melma bei Lecco auf, meist durch Gehängeschutt verdeckt.

Einteilung des Anisien.

Das Anisien wird in Unteres und Oberes Anisien eingeteilt.

Das Untere Anisien umfasst in der Hauptsache zwei Fazies-typen:

- a) Mendoladolomit.
- b) Kalkig-sandige Gracilisschichten.

Im Ober-Anisien kommen drei verschiedene Fazies vor:

- a) Ober-Anisien in der Fazies der Perledo-Varennakalke.
- b) Recoarokalk und Trinodosusschichten.
- c) Ober-Anisien in der Fazies des Esinodolomites.

a) Mendoladolomit.

Vorkommen.

Mendoladolomit tritt am N-Fuss der Grignagruppe zwischen Bellano und Cortenuova auf. Vom Comersee an steigt er gegen Regoledo hinauf, bildet darauf eine 200 m mächtige, markant hervortretende Felswand oberhalb Panighetto und zieht sich dann über Parlasco nach Cortenuova und Prato San Pietro hin.

Gleicher Dolomit ist wiederum zu treffen im Becken von Lierna am SW-Fuss der N-Schuppe, z. T. unmittelbar über der Überschiebung derselben auf die südlicher folgende mittlere Schuppe, und zwar von der Gegend von Lierna am See an ostwärts empor bis zum Sockel des Mt. la Tagliata, wo sich der horizontale Faziesübergang in die kalkig-sandige Ausbildung auf kurzer Strecke vollzieht.

Gesteinsbeschreibung.

Die Dolomitfazies setzt über dem Buntsandstein überall ziemlich rasch ein; immerhin ist aber ein Übergang zu konstatieren, indem in der Grenzzone helle, gelblichgrüne, feste dolomitische Sandsteine mit dünngeschichtetem, plattigem, körnigem Dolomit wechsellagern. Die unteren Partien des grauweisslichen, gelblich anwitternden Mendoladolomits sind meist gut geschichtet. Gegen oben werden die Bänke dicker und der Dolomit zugleich kristallin zuckerkörnig.

Am besten ist der Mendoladolomit oberhalb den Hütten von Panighetto aufgeschlossen (Strat. Profil 1, 7). Er enthält dort massenhaft Diploporen, die nach PIA (87) wahrscheinlich der *Diplopora Philosophi* PIA entsprechen. Daneben finden sich auch Querschnitte von Gasteropoden und unbestimmbare Zweischaler. Besonders fallen an der Grenze gegen die ladinischen Plattenkalke

schwarze, sandige, dünnbankige Dolomite auf, die an der Oberfläche zu Grus zerfallen und Diploporen in Menge enthalten.

Im Becken von Lierna, oberhalb Gienico, liegt derselbe Dolomit in einer Mächtigkeit von 80 m vor (Strat. Profil 4, 33). Diploporen oder sonstige Fossilspuren konnte ich in diesem Dolomit nicht finden. Es spricht aber die Beschaffenheit des Gesteins ganz dafür, dass es sich um denselben Dolomit handelt, wie im Profil Bellano–Varenna. Er ist auch hier gut gebankt, grobkörnig, kristallin, innen grauweisslich. Das Gefüge kann hie und da auch ganz dicht sein. Die Art der Anwitterung ist hier durchwegs verschieden von der des Esinodolomits; die Farbe erscheint gelblich, während der Esinodolomit dunkelgrau anwittert.

Seitlicher Übergang in die kalkig-sandige Fazies der Gracilisschichten.

Oberhalb Parlasco kann man keine scharfe Grenze mehr zwischen Mendoladolomit und ladinischem Dolomit beobachten, da dort die ladinischen Plattenkalke schon vollständig in Esinodolomit übergegangen sind. Wenig südlich von Parlasco gegen Cortenuova, auf einer Strecke von $1\frac{1}{2}$ km Länge, verändert sich der Gesteinscharakter des Mendoladolomits allmählich. Das Gestein wird nach und nach sandiger, gegen Süden schalten sich Bänke eigentlicher bräunlicher Quarzsandsteine ein und die dazwischenliegenden Bänke bestehen nicht mehr aus Dolomit, sondern aus gelblichem, unreinem erdigen Kalk. Am Ausgang der Val Mulini ist der ganze Dolomit durch feinere und gröbere Sandsteine ersetzt, deren bindende Grundmasse aus unreinem Kalk besteht. BENECKE (11, p. 220) erwähnt an dieser Stelle Crinoidenstielglieder aus dem oberen Muschelkalk. Ich rechne die ganze Serie der Sandsteine dort zu den Gracilisschichten, deren normale Mächtigkeit 150 m beträgt.

Noch rascher vollzieht sich der horizontale fazielle Übergang vom Mendoladolomit in Sandsteine des Gracilisniveaus unter dem Mt. la Tagliata. Oberhalb der Hütten der Alpe di Era (Pra Vescovin, 1200 m ü. M.) sind die Gracilisschichten durch ganz grobe Quarzsandsteine vertreten; westlich des Passes (1247 m ü. M.), der südlich der Tagliata den Übergang von der Alpe di Era zum Comersee bildet, treffen wir im gleichen stratigraphischen Niveau gelblichen, zuckerkörnigen Dolomit, der längs der Überschiebung auf wenige Meter reduziert erscheint. Der seitliche Übergang vollzieht sich so, dass der Kalkgehalt der Sandsteine sehr rasch zunimmt; die Glimmer und der Quarz treten zurück, sodass ein erdiger gelblicher Kalkstein zurückbleibt, der rasch in gutgeschichteten Dolomit übergeht.

Unter dem Mikroskop zeigten sich zwei Schiffe durch Anisindolomit von Panighetto und Lierna genau gleich beschaffen. Die Grundmasse ist feinkörnig kristallin und wird von Adern durch-

zogen, die aus relativ grossen, typisch rhomboedrischen Dolomitenkristallen bestehen.

Alter des Mendoladolomites.

Leider konnte ich keine typischen bezeichnenden Fossilien im Mendoladolomit finden. Nach PIA (87, p. 72) soll die *Diplopora philosophi* dem Muschelkalk angehören; sie ist somit wohl für Unteres wie Oberes Anisien charakteristisch. Die Durchschnitte von Gastropoden liessen sich nicht näher bestimmen und auch die Zweischaler waren zur Bestimmung zu schlecht erhalten.

Die Abtrennung des Mendoladolomites von den Perledo-Varenna-Kalken im Norden der Grignagruppe ist neu. BENECKE und MARIANI haben auf ihren Karten die beiden Komplexe vereinigt. Die neue Einteilung ist petrographisch ohne weiteres gerechtfertigt und zeigt zugleich, dass die Hauptmasse der Perledo-Varenna-Kalke ladinischen Alters sein muss.

b) Gracilisschichten.

Vorkommen.

Ebenso wie der Mendoladolomit treten auch die kalkig-sandigen Schichten des Unteren Anisien orographisch deutlich hervor, einerseits durch ihre meist dunkelgraue oder bräunliche Färbung und durch die gute regelmässige Schichtung, andernteils dadurch, dass sie sehr steile, unbewachsene Wände bilden. Besonders auffällig tritt das Untere Anisien als Umrahmung des Beckens von Pasturo und längs der Überschiebung der N-Schuppe auf. Charakteristisch sind auch die unteranisischen Felswände am Südfuss der Grigna meridionale und des Coltignone.

Gesteinsbeschreibung.

Die Zusammensetzung des Unteren kalkig-sandigen Anisien wechselt ausserordentlich rasch, sowohl in horizontalem als auch in vertikalem Sinne, so dass sich Detailprofile ebenso schlecht parallelisieren lassen wie im Buntsandstein.

In der N-Scholle am Ausgang der Val Mulini sind die Gracilisschichten extrem sandig ausgebildet. Sie liegen dort auf Werfenien, das mit einer ganz geringmächtigen rauhwackenartigen Zone abschliesst. Über dieser folgt eine monotone, 150 m mächtige Serie gutgeschichteter, brauner, fein- bis grobkörniger kalkiger Sandsteine, die sich bis zum Esinodolomit hinauf nicht verändert.

Bei Pasturo ist die Graciliszone kalkig-dolomitisch entwickelt, ohne dass der sandige Charakter je vollständig verschwinden würde.

Es handelt sich dort um deutlich geschichtete sandige Kalke und Dolomite, von z. T. kavernöser Struktur und innen meist hellgrauer Farbe. Auf den Schichtflächen finden sich kohlige tonige Überzüge. Gegen den Recoarokalk hin wird das Gestein klotzig, äusserst hart und zeigt zuweilen die eigentümliche Bernocolutto-Struktur. Bernocolutto ist die italienische Bezeichnung für Knollenkalke, welche besonders dem Recoarohorizont eigen sind. Es sind dies Gesteine, die aus lauter Kalkknollen bestehen, zwischen denen kohlig-glimmerig-sandige Tone liegen, die gelblich anwittern. Die meist faustgrossen Knollen haben ovale Formen, sind aber häufig nicht deutlich umgrenzt, sondern ganz mit dem tonigen Bindemittel verwachsen. Die Knollen bestehen aus hartem, bläulichem, dichtem Kalk. Häufig wäscht die Verwitterung den Zement z. T. aus, so dass rauhwackenähnliche Formen zurückbleiben, wie sie sich am besten SW oberhalb Pasturo, am Wege nach Oneda, beobachten lassen. Diese Knollenkalke des Unteren Anisien treten nur linsenförmig, in einer maximalen Mächtigkeit von 50 m auf.

Gegen den Buco di Grigna hinauf nimmt der Sandgehalt wieder zu. Das Gestein besteht aus einer gelblichen erdigen Masse von Dolomit und Kalk, in welcher sich in verschiedener Menge Quarz und Muskovit feststellen lassen. Die knollige Ausbildung ist hier nicht mehr anzutreffen, wohl aber noch unebene wellige Schichtflächen, die meist silberweiss erscheinen und aus Muskovitschüppchen gebildet sind. Die Sandkalke, welche längs der nördlichen Überschiebung eine steile Wand von 200 m Höhe bilden, wittern gelblich und bräunlich an. Sie verändern sich in der Zusammensetzung in vertikalem Sinne wenig. Auffallend sind von weitem drei dünne hellgelbliche, stark zurückwitternde Bänder, welche aus sandigen Mergeln bestehen und die Kalke in regelmässigem Abstände von 40 m durchsetzen.

Vom Buco di Grigna an bis zur Alpe di Era unterscheiden sich die Gesteine des Gracilisniveaus durch nichts von gewissen Partien des Buntsandsteins. Man trifft auch hier wedelartige Figuren, Wülste und Konkretionen; einzig die Gesteinsfärbung ist nicht mehr rötlich, sondern erscheint ausgebleicht, meist gelblich. Es ist wohl möglich, dass diese Sedimente nichts anderes darstellen als aufgearbeitetes Werfenien.

Wie mannigfaltig die Ausbildung des Unteren kalkig-sandigen Anisien sein kann, und zugleich um zu zeigen, dass die Versandung bei der Alpe di Era unterhalb Pra Vescovin, im Tälchen, das gegen die Hütte Zucco di Savia hinaufführt, in der nördlichen Schuppe den Höhepunkt erreicht, d. h. kurz vor dem Übergang in Dolomit, diene dieses Profil (von unten nach oben):

Nordschuppe.

- 10 m Rauhwacke, Werfenien.
 - 40 m dünn-schichtige sandige grobe glimmerige hellgelbe Dolomite mit einzelnen Mergellagen. Auf den Schichtflächen Wülste und Konkretionen.
 - 80 m schwarzblauer, glimmeriger sandiger feinkörniger Kalk mit dunklen Tonhäuten, hie und da Bernocolutto-Struktur zeigend.
 - 30 m bläulicher, gelblich anwitternder, ziemlich grobkörniger, dickbankiger Kalk.
 - 2,5 m grobkörniger dunkelgrauer quarzreicher Dolomit.
 - 0,5 m dichter gelblicher Dolomit.
- Darüber folgt der 10 m mächtige Recoarokalk.

Dass die Ausbildung des Unteren Anisien in der mittleren Schuppe ähnlich ist derjenigen der Alpe di Era, zeigt das Profil vom obersten Teil des Torrente Tesa (1100 m ü. M.) (anschliessend an das Werfenienprofil).

- 5 m glimmerige gelbliche sandige Dolomite, dünnbankig.
 - 20 m heller grobgebankter Dolomit, spätig, mit welliger Schichtfläche.
 - 50 m hellbraun anwitternde glimmerreiche gutgeschichtete Kalke und Dolomite, denen sich Lagen von gelblichem sehr grobem hartem Quarzsandstein einschalten.
 - 10 m heller reiner, gutgebankter Dolomit, innen grau.
 - 4 m hellblau anwitternder, innen grauweisslicher Dolomit mit vereinzelt dünnen gelblichen Schnüren von Sandmergeln dazwischen.
 - 6 m heller Dolomit, grau dicht, ohne Glimmer.
 - 1 m brauner, sandiger Dolomit, gebankt.
- Darüber liegt der 10 m mächtige Recoarokalk.

Die Gracilisschichten im Fenster des Torrente d'Uva, eines südlichen Seitentales der Val Meria, sind genau so ausgebildet wie diejenigen in der Torrente Tesa, nur dass die Quarzsandsteine noch gröbere Struktur haben.

Der sandige Charakter ist auch im Val Gerone, östlich der Grigna meridionale, z. T. noch erhalten. Vorwiegend sind dort jedoch gutgeschichtete Dolomite vorhanden. Ein Übergang zu Plattenkalcken, welche unterhalb Balisio als Äquivalent der Gracilisschichten auftreten, ist nirgends zu sehen.

Nördlich und östlich von Balisio unterlagern nämlich den Esinodolomit blaue, plattige, dünngeschichtete, indifferente Kalke. Sie sind auf der Karte als Gracilisschichten verzeichnet, da sie ihrer Lagerung nach als anisisch anzusehen sind. Schon PHILIPPI (83, p. 700) hat auf die Ähnlichkeit dieser Schichten mit dem Perledo-Varenna-Kalk hingewiesen; nach PORRO kommen weiter im Osten häufig blaue wohlgeschichtete Plattenkalke auch im Gracilisniveau vor, so dass man hier wohl nicht fehlgeht, wenn man diese Kalke ins Untere Anisien stellt.

Südschuppe.

Die Ausbildung des unteren Anisien in der südlichen Schuppe ist sandig-kalkig, sowohl bei Laorca als auch im Torrente Grigna südlich Ballabio inferiore.

Fossilien.

Fossilien fand ich trotz langen Suchens nirgends in den Gracilis-schichten. PHILIPPI (83, p. 695) und STOLZ (108, p. 134) erwähnen *Dadocrinus*, *Encrinus*, *Pentacrinus*; wahrscheinlich sind damit nur Stielglieder gemeint. Weiter werden von Pasturo *Diplopora pauciforata* GÜMBEL und Fragmente von Gasteropoden zitiert. Es ist aber wahrscheinlich, dass diese Fossilien aus dem Recoarokalk und nicht aus dem Gracilisniveau stammen.

Zusammenfassung und Vergleich mit dem Luganeser Gebiet.

Das Untere Anisien ist nicht gleichmässig entwickelt. Allgemein kann man eine rein dolomitische und eine kalkig-sandige Fazies unterscheiden.

Die dolomitische Fazies umfasst nur das Untere Anisien, während das darüberliegende Obere Anisien in der Fazies des Esinodolomites oder der Perledo-Varenna-Kalke ausgebildet ist. Sie trägt einheitlichen Charakter und lässt sich nicht gliedern. Die petrographische Ausbildung des Gesteins ist genau dieselbe wie im San Giorgiogebiet, wo FRAUENFELDER (43, p. 263) und SENN (105, p. 559) die Stufe als Platten-, Mendola- und Diploporendolomit (Virglorien) bezeichneten. Dieser Dolomit tritt im Westen des Grignagebietes auf, d. h. im Anschluss an die von BISTRAM und FRAUENFELDER untersuchte Region, nämlich im nördlichen Teil der Valassina und im Becken von Lierna.

Die kalkig-sandige Fazies zeigt bedeutend grössere petrographische Verschiedenheiten, kann aber auch nicht weiter unterteilt werden, da die einzelnen Komplexe sowohl horizontal wie vertikal rasch wechseln.

Es ist möglich, dass die stark sandig entwickelten Partien zwischen Alpe di Era und Buco di Grigna und diejenigen am Ausgang des Val Mulini ihre Entstehung der Aufarbeitung gewisser Horizonte des Werfenien verdanken. Die dolomitische diploporogene Dolomitfazies muss zweifellos als Riffbildung angesehen werden. Die kalkig-dolomitisch-sandige Ausbildung bei Pasturo dürfte ebenfalls neritischer Entstehung sein, wobei sich noch die Landnähe durch sandige Verunreinigungen bemerkbar machte. Unerklärlich bleibt die Bildung der Knollenkalke. Sie sind sicher nicht in grosser Meerestiefe entstanden und waren vielleicht noch unter dem Einfluss gewisser Strömungen, die eine zyklische Sedimentation von sandigen Tonen und Kalklagen bedingten, welche letztere infolge irgendeiner Ursache sich als einzelne Knollen entwickelten. Es ist möglich, dass die tonigen Wülste und sandigen Konkretionen zwischen den Knollen Ausfüllungen von Trockenrissen darstellen (126, p. 100).

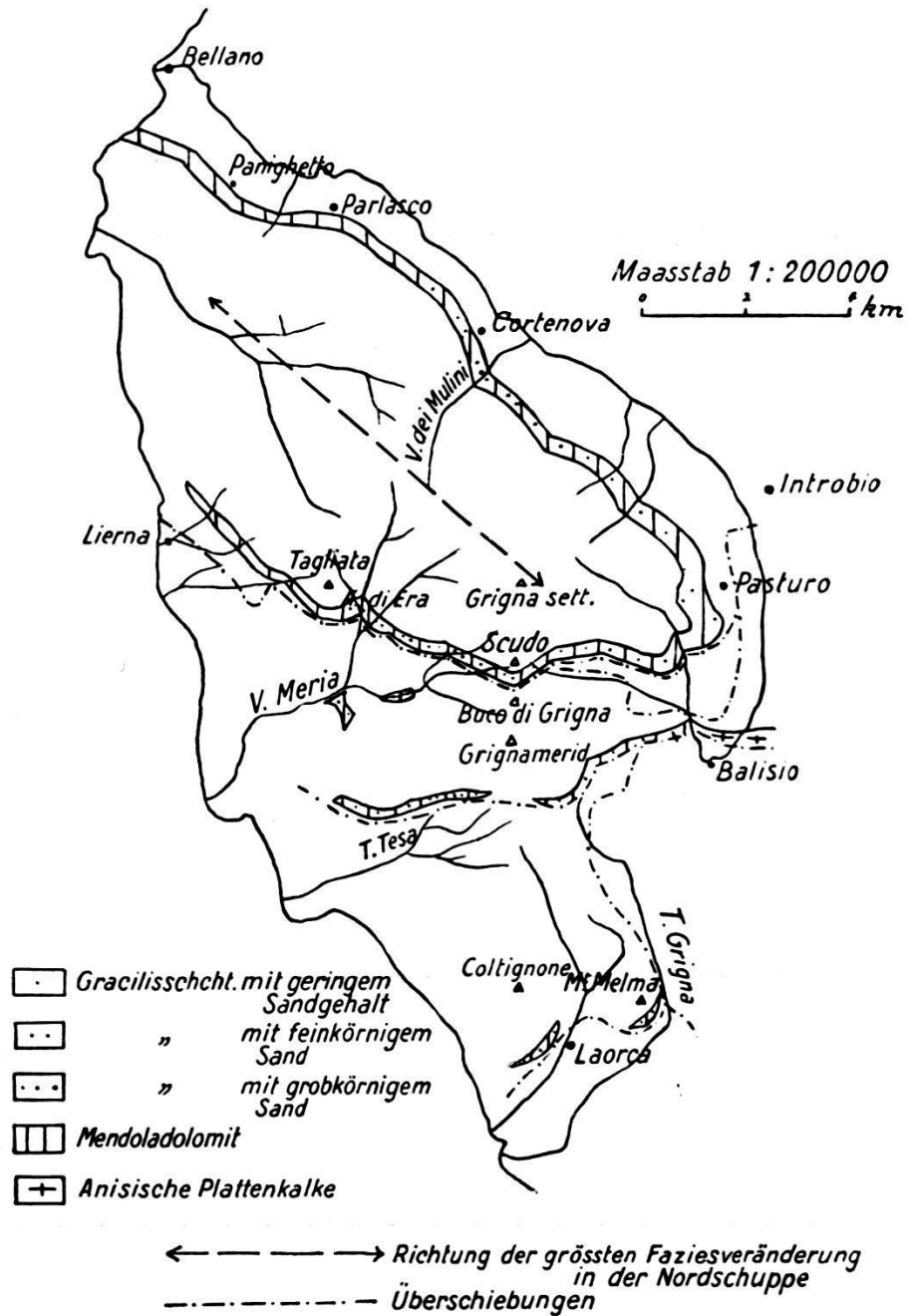


Fig. 1. Schematische Darstellung der Faziesverhältnisse des Unteren Anisien.

c) Oberes Anisien. Recoarokalk und Trinodosusschichten.

Vorkommen und Mächtigkeit.

(Siehe schematisches Fazieskärtchen, pag. 432.)

Typischen Recoarokalk konnte ich in der N-Schuppe nachweisen von der Cp. Porè (1250 m ü. M.), oberhalb der Costa di Nave an bis ins Becken von Pasturo, wo er in den Tälchen Cariola und Val dell' acqua fredda gut aufgeschlossen ist. Dann findet er sich weiter,

dem Verlauf der nördlichen Überschiebung folgend, über den Gracilis-schichten bis zur Tagliata, oberhalb Pra Vescovin (1200 m ü. M.). In der mittleren Schuppe tritt er fensterförmig in der Val Meria auf, gegen N einfallend, und am Südabhang der Grigna meridionale, vom Zucco della rocca an bis oberhalb des Zucco Campeì. In der südlichen Schuppe liegt er schwach entwickelt bei Laorca vor am Südfuss des Coltignone.

Die Trinodosuszone habe ich kartographisch von der Cp. Porè nach SW bis unter die Tagliata ausgeschieden; ferner in der mittleren Schuppe im untersten Teil der Val Meria (s. Fazieskärtchen).

Die Mächtigkeit des Oberen Anisien ist meist sehr gering, erreicht im Maximum 40 m. Es kann aber, wie einleitend erwähnt, die Trinodosuszone fehlen oder fossilführendes typisches Oberes Anisien gar nicht entwickelt und seitlich durch anisische Fazies des Esinodolomites vertreten sein.

In den tektonischen Profilen und z. T. auch auf der Karte musste die Mächtigkeit des Oberen Anisien zu gross gezeichnet werden, damit das Vorhandensein dieser Zone überhaupt angegeben werden konnte.

Paläontologisch nicht nachweisbares Oberes Anisien findet sich noch in der Fazies der Perledo-Varenna-Kalke zwischen Comersee und Parlasco, über dem unteranisischen Dolomit.

1. Oberes Anisien in der Fazies der ladinischen Perledo-Varenna-Kalke.

Eine spezielle Ausbildung des Oberen Anisien stellen die untersten Partien des Perledo-Varenna-Kalkes zwischen dem Comersee und Parlasco dar. Auf der Karte und in den Profilen habe ich die Grenze Anisien-Ladinien zwischen Mendoladolomit und Perledo-Varenna-Kalk gezogen; es ist jedoch anzunehmen, dass die untersten 30—40 m der schwarzen Plattenkalke anisisches Alter haben, da der Mendoladolomit nur das Gracilisliveau umfasst. Nun liegen aber keinerlei paläontologische Beweise vor, dass die untersten Kalke anisisch sind. Die *Daonella Moussoni* MER. findet sich erst 30—40 m über dem Dolomit und geht ziemlich hoch hinauf; sie ist somit eher für Buchensteinerschichten als für Oberes Anisien charakteristisch. Einzig die lithologische Ausbildung könnte einen Anhaltspunkt für das Alter der untersten Kalke abgeben. Sie zeigen genau dieselbe Bänderung, welche FRAUENFELDER von der Grenzbitumenzone beschreibt; aber auch diese markante Erscheinung, welche auf den rhythmischen Wechsel von bitumenreicheren und bitumenärmeren Schichten zurückzuführen ist, beschränkt sich nicht nur auf die Basis der Plattenkalke, sondern setzt sich noch ziemlich weit gegen oben fort.

2. Recoarokalk.

In der nördlichen Scholle ist Recoarokalk besonders typisch oberhalb Pasturo und längs dem Verlauf der nördlichen Überschiebung bis zum Scudo (1955 m ü. M., im Sattel zwischen Grigna meridionale und Grigna settentrionale) entwickelt. Er erreicht eine maximale Mächtigkeit von 20 m (Strat. Profil 3, 23).

Gesteinsbeschreibung.

Nordscholle.

Unter dem Namen Recoarokalk verstehen wir mit TORNUST (126, p. 100) knollige Kalke, die reichlich Brachiopoden führen. Diese Knollenkalke haben genau das Aussehen des Bernocolutto. Die Schichtoberfläche ist wellig. Zwischen den einzelnen Knollen lagert sich z. T. glimmeriger Sandstein oder Ton. Der Zement wittert auch bei diesen Kalken leicht heraus, so dass die Schichten nachher merkwürdige Gewebestruktur aufweisen. Hie und da ist aber das Bindemittel so fest mit den Knollen verwachsen, dass man Mühe hat, einzelne Stücke loszuschlagen. Der Kalk selbst ist meist spätig, kristallin, innen blaugrau. Auf den Bruchflächen lassen sich fast immer Rhomboederspaltflächen erkennen, die von Crinoidenstielgliedern herrühren. Die Anwitterungsfarbe ist hellbläulich oder gelblich. Am zugänglichsten und zugleich am besten aufgeschlossen ist der Kalk in den Bachrissen westlich oberhalb Pasturo. Die Bänke fallen dort sofort auf durch die weiss anwitternden, meist rechteckigen, calcitischen Crinoidenstielglieder.

Die Brachiopoden, Crinoiden und Lammellibranchiaten finden sich in den festen spätig-glimmerigen Kalkknollen. Seltener enthalten auch die sandig-tonigen Partien Fossilreste, die dann charakteristisch herauswittern; in der Regel handelt es sich dabei aber nur um Kleinformen von Retzien und Crinoiden.

Seitlicher Übergang des Recoarokalkes in anisischen Esinodolomit.

Der Recoarokalk bleibt ziemlich konstant in seiner Ausbildung und ist überall wegen der reichen Fossilführung leicht festzustellen. Einzig da, wo er seitlich in andere Fazies übergeht, nimmt er einen anderen Charakter an. Ob der Alpe di Era wird der Recoarokalk auf kurze Strecke hin gegen Westen rasch sandig. Die Kalkknollen selbst werden kleiner und stark sandig und das Zement wird durch harten Quarzsandstein gebildet. Der Kalk wittert nicht mehr bläulich, sondern schmutziggelb an. Die Verwitterungsfläche ist sandig-rah. Der seitliche Übergang in Esinodolomit vollzieht sich sehr rasch, indem die Kalkknollen und deren Bindemittel innerhalb von wenigen Metern durch Riffdolomit ersetzt werden. Merkwürdig ist,

dass die Fossilführung nicht plötzlich aufhört mit dem Faziesübergang, sondern sich noch eine kurze Strecke weit im Dolomit fortsetzt. So gelang es mir, oberhalb der Hütte Pra Vescovin (1200 m ü. M.) im Übergangsdolomit unbestimmbare Reste von Brachiopoden und Pecten von zweifellos anisischem Alter festzustellen. Es ist dies auch zugleich die einzige Stelle, wo ich an der Basis des Esinodolomites Fossilien nachweisen konnte. Der seitliche Übergang des Recoarokalkes gegen N oberhalb der Cp. Porè ist schwieriger zu konstatieren. An Stelle der dort noch reichlich fossilführenden Schichten treten gegen N plötzlich harte, plattige, dickbankige Kalke, die rasch seitlich in Riffdolomit übergehen.

Mittlere Scholle.

Die Ausbildung des Recoarokalkes in der mittleren und südlichen Scholle ist ähnlich derjenigen bei Pasturo. An einzelnen Stellen, z. B. oberhalb des Zucco della Rocca, ist das Gestein noch fossilreicher als bei Pasturo, aber so hart, dass man kaum je bestimmbare Stücke schlagen kann. Die calcitischen Fossilien wittern alle charakteristisch heraus und beteiligen sich oft so zahlreich am Aufbau des Gesteins, dass man von einer eigentlichen Lumachelle sprechen könnte.

Das für die Gracilisschichten erwähnte Profil im Torrente Tesa (Strat. Profil 5) setzt sich gegen oben in folgender Weise fort:

- 10 m helle ganz dünn-schichtige, stahlblau anwitternde, innen hellgraue Kalke mit einzelnen dünnen Sandmergelbänken. Gleich an der Basis liegt eine Bank mit massenhaft *Spirigera trigonella* SCHL. sp., *Terebratula vulgaris* SCHL. sp. und Crinoidenstielgliedern. Der Fossilreichtum nimmt gegen oben rasch ab, ebenso die dünnen Mergelbänke.
- 3 m dickbankiger, hell anwitternder, dolomitischer Kalk mit Trochiten. Diese Zone entspricht wahrscheinlich dem Trinodosusniveau.

Südscholle.

Der Recoarokalk am Fusse des San Martino ist 8 m mächtig, sandig, mit welliger Schichtoberfläche. An der Basis liegt auch dort eine Bank mit *Spirigera trigonella* SCHL. sp.

Fossilien.

Die Fossilführung setzt überall plötzlich an der Basis des Recoarokalkes ein mit einer 20—30 cm mächtigen Fossilschicht, die vor allem *Spirigera trigonella* SCHL. sp. und *Terebratula vulgaris* SCHL. sp. führt. Gegen oben nimmt der Fossilinhalt immer rasch ab, um erst wieder in den Trinodosusschichten neu aufzuleben. Fossilien lassen sich an allen Stellen, wo ich die Recoarokalke auf der Karte ausgeschieden habe, leicht finden. Besonders hervorzuheben sind die Fundpunkte bei der Cp. Porè, die Bachrisse oberhalb Pasturo, Buco di Grigna, Alpe di Era, Val Meria, Sorgente Acqua bianca, Torrente

d'Uva, Torrente Tesa, Canalone Porta (von der Grigna meridionale gegen das Pendolinaplateau hinunter), Rancio di Lecco.

STOLZ (108) hat kürzlich das hauptsächlich von MARIANI stammende Fossilmaterial des Museo civico bearbeitet und dabei ausgiebig die Resultate PHILIPPI's benutzt. Ich stelle hier aus ihrer Arbeit die Fossilien aus dem Recoarokalk zusammen und bezeichne meine eigenen Funde mit ×.

	Zeitliche Verbreitung im allgemeinen			
	Anisien		Ladinien	
	Recoaro	Trinod.	Buchst.	Weng.
Crinoidea:				
× <i>Encrinus liliiformis</i> LAM.	+	+	+	+
Überall vorhanden.				
<i>Entrochus silesiacus</i> BEYR.	+	+	-	-
Alpe di Era.				
<i>Entrochus dubius</i> BEYR.	+	+	-	-
Sorgente acqua bianca.				
Brachiopoda:				
<i>Spiriferina ampla</i> BITTN. sp.	+	+	+	-
Val Meria, Acqua bianca, Canalone Porta.				
<i>Spiriferina Mentzelii</i> DUNK. sp.	+	-	-	-
Varietät <i>illyrica</i> BITTN.				
Val Meria, Torrente d'Uva.				
Varietät <i>brevirostris</i> BITTN.				
Canalone Porta, Rancio di Lecco.				
<i>Spiriferina koeveskallyensis</i> SUESS sp.	+	+	-	-
Pasturo, Val Meria, Canalone Porta, Rancio di Lecco, Mt. Melma.				
<i>Spiriferina palaeotypus</i> LORETZ	+	+	+	-
Val Meria, Grumo.				
× <i>Spirigera trigonella</i> SCHL. sp.	+	-	-	-
Mit der Varietät <i>robusta</i> PHIL.				
Überall vorhanden.				
<i>Rhynchonella decurtata</i> GIR. sp.	+	-	-	-
Varietäten: <i>devota</i> BITTN., <i>vivida</i> PHIL., <i>vivida excavata</i> BITTN.				
Überall vorhanden. Auch bei Olcio.				
<i>Rhynchonella alteplecta</i> BOECK.	+	+	-	-
Val Meria, Pasturo.				
× <i>Coenothyris vulgaris</i> SCHL. sp.	+	-	-	-
Überall vorhanden. Auch bei Grumo und Olcio?				
<i>Waldheimia angusta</i> SCHL. sp.	+	+	+	-
Pasturo.				

	Zeitliche Verbreitung im allgemeinen			
	Anisien		Ladinien	
	Recoaro	Trinod.	Buchst.	Weng.
Lamellibranchiata:				
<i>Ostrea</i> cfr. <i>multicostata</i> MÜNST.	+	+	—	—
Acqua bianca.				
<i>Ostrea</i> nov. sp. PHIL.	+	+	—	—
Acqua bianca.				
<i>Lima subpunctata</i> D'ORB.	+	+	—	—
Torrente d'Uva, Canalone Porta.				
<i>Lima costata</i> GOLD.	+	+	—	—
Pasturo.				
× <i>Lima</i> sp. (<i>L. striata</i> bei BENECKE).	+	+	—	—
Canalone Porta.				
<i>Pecten discites</i> SCHL. sp.	+	+	+	+
Alpe di Era, Canalone Porta, Rancio di Lecco, Mt. Melma.				
<i>Posidonomya obsoleta</i> — <i>striata</i> TOMM.	+	+	+	—
Val Meria, Canalone Porta, Olcio.				
<i>Gervillia mytiloides</i> SCHL. sp.	+	+	—	—
Pasturo.				
<i>Spiriferina fragilis</i> , SCHL. sp.	+	+	+	—
Pasturo, Val Meria, Canalone Porta, Olcio.				
<i>Spiriferina Possarti</i> PHIL.	+	+	—	—
ähnlich der <i>Spiriferina fragilis</i> . Val Meria.				

Auf die Bestimmung der Crinoidea kann wohl nicht zuviel Wert gelegt werden, da sie nur mit Hilfe von Stielgliedern geschah, ohne Kelche. Stielglieder sind stellenweise massenhaft vorhanden und können das ganze Gestein zusammensetzen. Von Kelchen sah ich nie eine Spur. PIA (88) drückt sich in einer neueren Mitteilung folgendermassen aus:

„Crinoidenkelche sind massgebend. Vorläufig scheint mir nur festzustehen, dass die Dadocrinen in den Alpen auf den tieferen Teil der anisischen Stufe beschränkt sind und dass *Encrinus liliiformis* (trotz der vielen auf Stielglieder begründeten Literaturangaben) in dieser Stufe und wohl überhaupt in den Alpen bisher nicht sicher nachgewiesen ist.“

In der Grigna sind von den Brachiopoden zonenbeständig: *Spiriferina Mentzelii* DUNK. sp., *Spirigera trigonella* SCHL. sp., *Coenothyris vulgaris* SCHL. sp., *Rhynchonella decurtata* GIR. sp.

Die anderen zitierten Brachiopoden setzen sich sicher oder sehr wahrscheinlich auch noch in jüngere Schichten höher hinauf fort. *Spiriferina ampla* BITTN. sp. und *Spiriferina fragilis* SCHL. sp. finden

sich auch in Buchensteinerschichten. Nach MOJSISOVICs und anderen Autoren geht *Spiriferina Mentzelii* DUNK. sp. ebenfalls bis in dieses Niveau hinauf.

Wichtig sind die Vorkommen von *Rhynchonella decurtata* GIR. sp. und *Coenothyris vulgaris* SCHL. sp. bei Grumo und Olcio. Handelt es sich wirklich um eindeutige Exemplare, so kann kein Zweifel bestehen, dass die beiden Arten ebenfalls nicht leitend sind, sondern auch bis in die Buchensteiner hinaufreichen; denn dass bei Grumo und Olcio nur unterladinische Plattenkalke und keine Recoaro- oder Trinodosusschichten vorhanden sind, ist sichergestellt (s. später).

Von den Zweischalern ist besonders die Gattung *Lima* an einzelnen Stellen häufig. Am Ausgang des Canalone Porta findet man massenhaft guterhaltene Exemplare einer *Lima*, die wahrscheinlich der *Lima striata* SCHL. sp. des deutschen Muschelkalkes entspricht (STOLZ, 108).

3. Trinodosusschichten.

Die Trinodosusschichten wurden auf der Karte in der N-Schuppe von der Cp. Porè im NE bis unter die Tagliata im SW ausgeschieden und weiter, zur mittleren Schuppe gehörend, in der unteren Val Meria.

Gesteinsbeschreibung.

Am besten unterscheidbar vom Recoarokalk ist die Trinodosuszone oberhalb Pasturo. Über fossilreichem Brachiopodenkalk folgen in der Val dell' acqua fredda 20 m plattige, dünnschichtige Kalke mit sandigen Mergelzwischenlagen. Gegen oben werden die Mergellagen allmählich dicker. Die hier in ihrer grössten Mächtigkeit entwickelte Zone ist durch rhythmische Wechsellagerung von dünnen, innen blauen, aussen dunkelgrau anwitternden Plattenkalken und schwarzen, sandigen Mergeln gekennzeichnet. Die Verwitterung hinterlässt ein typisches Profil, indem die Mergel zurückwittern und die besonders in den unteren Teilen noch als gewellt ausgebildete Plattenkalke herausragen (Strat. Profil 3, 24).

Die Trinodosusschichten sind nicht so fossilreich wie der Recoarokalk. Relativ häufig finden sich Brachiopoden, die auf die Mergellagen beschränkt sind, während die spärlicher auftretenden Ammoniten in den plattigen Kalken vorkommen, meist sehr zähe mit dem Gestein verwachsen.

In der unteren Val Meria sind die Trinodosusschichten ähnlich entwickelt wie bei Pasturo, nur dass die Schichtflächen wellig verlaufen. Der Kalk ist bläulichgrau und die sandigen Mergel erscheinen hellgelblich.

Im Bereiche der mittleren Scholle lässt sich sonst nirgends mehr eine scharfe Trennung zwischen Recoarokalk und Trinodosusniveau

ziehen. Im Torrente Tesa und Canalone Porta liegt zu oberst im Anisien unter dem Esinodolomit ein 3 m mächtiges, kalkiges Dolomitband mit Crinoiden. Sonstige Fossilreste enthält aber diese eventuell den Trinodosusschichten entsprechende Zone nicht.

Seitlicher Übergang der Trinodosusschichten in anisischen Esinodolomit.

Dieser Übergang ist allein in der nördlichen Schuppe gut zu beobachten; in der unteren Val Meria kann er infolge schlechter Aufschlüsse und Bewachsung nicht festgestellt werden.

Vom Becken von Pasturo an bis zum Scudo (1955 m ü. M.) sind die Trinodosusschichten ähnlich ausgebildet. Gegen die Alpe di Era hin treten die Mergel zurück; der Kalk wird allmählich dickbankiger und massiger und nimmt den Habitus eines Riffdolomites an. Er bildet ein gut sichtbares weisses Band, das die kieselknollenführenden Buchensteinerschichten unterlagert, und sich oberhalb der Hütte Pra Vescovin mit der durchgehenden Riffazies des Esinodolomites vereinigt.

Im Osten oberhalb der Cp. Porè sind die Trinodosusschichten steril und gehen seitlich über in dickbankige dolomitische Kalke, die sich von den darüberliegenden Buchensteinerkalken nicht trennen lassen.

Fossilien.

Die Hauptfundstellen in den Trinodosusschichten finden sich in der Val dell' acqua fredda und in der unteren Val Meria.

Am Wege, der von Mandello über Maggiana nach dem Pendolina-plateau führt, liegen hie und da einzelne Bänke aufgeschlossen, die wahrscheinlich der obersten anisischen Zone entsprechen. Es ist anzunehmen, dass PHILIPPI hier seine Fossilien fand, welche er nachher den Fundstellen Rio Perla und Cna. Puin, Lokalitäten, die tiefer unten liegen, zugeschrieben hat. Ich habe diese Fundorte mehrmals vergeblich gesucht; weder bei der Cna. Puin noch bei den Hütten von Rio Perla sah ich irgendeine Spur von anstehendem Anisien. Ich setze deshalb hinter diese beiden Ortsangaben ein Fragezeichen, weil ich bestimmt glaube, dass die Funde PHILIPPI's von weiter oben stammen.

Erst in der Trinodosuszone treten nach den Angaben von PHILIPPI und STOLZ und nach eigenen mit × bezeichneten Funden folgende Fossilien auf:

Brachiopoda.

- Discina* cfr. *discoides* SCHL. sp.
Cna. Porè.
Spiriferina Beneckeii PHIL.
Pasturo
Spiriferina canavarica TOMM.
Pasturo, Alpe di Era.
× *Rhynchonella trinodosi* BITTN. sp.
Pasturo, Val Meria.
Rhynchonella lariana PHIL.
Torrente d'Uva, Cna. Puin?

Lamellibranchiata.

- Cassianella* sp.
Rio Perla?
Cypricardia Buchi TORNO.
Rio Perla?

Gasteropoda.

- Pleurotomaria* cfr. *Hörnesi* STUR.
Torrente d'Uva.
Worthenia Tornquisti PHIL.
Rio Perla?

Cephalopoda.

- Orthoceras* cfr. *campanile* MOJS.
Canalone Porta.
Nautilus sp. Fragmente.
Pasturo, Val Meria.
Ceratites trinodosus MOJS.
Torrente d'Uva, Canalone
Porta.
× *Ceratites subnodosus* MOJS.
Canalone Porta, Pasturo.
Ceratites Beyrichi MOJS.
Val Meria, oberhalb Zucco la
Rocca.
× *Ceratites brembanus* MOJS.
Val Meria.
× *Ceratites vindelicus* MOJS.
Val Meria, Pasturo, Rio Perla?
Ptychites evolvens MOJS.
Pasturo, Rio Perla?
× *Ceratites binodosus* MOJS.
Untere Val Meria.

Von allen diesen angeführten Fossilien geht nur der *Orthoceras campanile* MOJS. höher hinauf in Buchensteiner- und Wengenschichten.

Von den Brachiopoden ist die *Rhynchonella trinodosi* BITTN. sp. weitaus am häufigsten. Sie findet sich bei Pasturo und am Südabhang der Grigna settentrionale über den Schichten der *Spirigera trigonella* SCHL. sp. an der Basis der Trinodosuszone. Sie kommt aber auch noch bis zu oberst im Anisien vor und bildet das beste Mittel, Anisien und Buchensteiner zu trennen.

Gasteropoden sind sehr selten. Einzig in der unteren Val Meria finden sich zahlreiche Querschnitte von länglichen Gasteropoden.

Von ausschlaggebender Bedeutung sind die Cephalopoden. Die wenigen Arten finden sich zahlreich in der Val dell'acqua fredda und in der unteren Val Meria, wo sie überall über den Schichten der *Spirigera trigonella* auftreten. *Ceratites trinodosus* MOJS., *C. subnodosus* MOJS., *C. Beyrichi* MOJS. und *C. Brembanus* MOJS. zitiert FRAUENFELDER auch aus der Grenzbitumenzone.

Cephalopoden können nun auch schon im Recoarokalk auftreten. Am Ausgang des Canalone Porta fand ich zu unterst im Brachiopodenkalk, im Fossilhorizont der *Spirigera trigonella* SCHLOTH. einen

Abdruck eines *Ceratites subnodosus* MOJS. Zweifellos stammen die von derselben Fundstelle zitierten *Ceratites trinodosus* MOJS. und *C. subnodosus* MOJS. aus demselben Niveau (STOLZ 108, p. 143). Man ist deshalb zur Annahme gezwungen, dass an einzelnen Stellen Recoarokalk und Trinodosusschichten nicht getrennt werden können, dass sie im Grunde dieselben Faunenelemente enthalten, die nur da übereinander erscheinen, wo ihnen das verschiedene Fazies erlaubt. Es ist dies ein Beispiel, dass die zeitliche Verteilung oft durch die Fazies und nicht durch das Alter bedingt ist. Während bei Pasturo und in der unteren Val Meria faunistisch und lithologisch gut eine Trennung zwischen Trinodosuszonen und Recoarokalk durchgeführt werden kann, ist dies in der Torrente Tesa und am Ausgang des Canalone Porta nicht mehr möglich. Es kann somit die Vermutung PIA's (88) bestätigt werden, dass das obere Anisien als einheitliche Stufe aufgefasst werden müsse. PIA drückt sich über das Verhältnis der beiden Zonen folgendermassen aus: „Zunächst ist zu betonen, dass die Cephalopoden erst weit oben in der anisischen Stufe einzusetzen pflegen, dass also die Binodosusschichten nicht etwa unteranisisch sind, sondern schon einem recht hohen Teil der Stufe entsprechen. Nur in Judicarien wird es vielleicht möglich sein, im oberen Teil des alpinen Muschelkalkes zwei Cephalopodenlager auseinanderzuhalten. Ob allerdings MOJSISOVICI die einzelnen Arten dieser Bänke stets richtig zugewiesen hat, lässt sich heute schwer mehr beurteilen, zumeist es sich vielfach um Funde von Lokalsammlern handelt. Es dürfte sich deshalb empfehlen, die anisische Cephalopodenstufe vorläufig als eine Einheit aufzufassen.“

Das obere Anisien zeigt sich an vielen Stellen sehr fossilreich, ist aber artenarm. Auch die neueren Untersuchungen von STOLZ haben die Anzahl der Spezies nicht wesentlich vergrössert. Die meisten von ihr zitierten Fossilien hat schon PHILIPPI beschrieben. Umso verwunderlicher ist deshalb folgende Behauptung (STOLZ 108, pag. 144): „Delle 45 specie anisiche del gruppo delle Grigne, in parte caratteristiche della classica fauna di Recoaro, di quella della valle di Sinello in Vallarsa (Trentino meridionale) ecc, ben 22 non erano finora note nelle faune dell' anisico lombardo: esse sono le seguenti.“ Dabei ist von den 22 zitierten Fossilien ein einziges bei PHILIPPI nicht beschrieben. FRAUENFELDER hat ebenfalls aus der Grenzbitumenzone von diesen 22 zwei aufgezählt, nämlich *Discina discoides* SCHL. und *Ceratites subnodosus* MOJS.

4. Oberes Anisien in der Fazies des Esinodolomites.

Schon PHILIPPI hat darauf hingewiesen, dass sehr häufig nur unteres Anisien entwickelt ist und die fossilführenden Zonen des Recoaro- und Trinodosushorizontes durch anisischen Esinodolomit ersetzt werden. Es ist ein Streit ums Wort, wenn KITTL (56, pag. 206)

die Beobachtungen PHILIPPI's korrigieren will, indem er sagt, man dürfe sich nur folgendermassen ausdrücken: „Die Fazies (nicht aber das Niveau) der Esinokalke reicht bei Lierna in den Muschelkalk hinab.“ Neuerdings bestätigt auch STOLZ (108, pag. 136) die Ansicht PHILIPPI's, allerdings in merkwürdiger Weise: „Ritengo come pensava KIRTL, che la formazione di Esino sia tutta da riferirsi al ladinico, e che in nessun punto del gruppo del Grigne possa rappresentare parzialmente l'anisico sup., come invece ritenne il PHILIPPI. Solo in qualche luogo, come nei dintorni di Lierna, l'anisico sup. e rappresentato da calcari che presentano la facies del calcare di Esino.“ PHILIPPI hat nirgends etwas anderes behauptet, als dass der obere Muschelkalk stellenweise durch gleichaltrigen Esinodolomit (nicht Kalk!) ersetzt wird.

Es gelang mir, den raschen horizontalen Faziesübergang des Recoarokalkes und der Trinodosusschichten in Esinodolomit bei der Alpe di Era festzustellen. Weniger deutlich ist der horizontale Übergang des oberen Anisien in buchensteinerähnliche Schichten oberhalb der Cp. Poré. Jedenfalls aber lässt sich sagen, dass da, wo fossilführender oberer Muschelkalk fehlt, er durch Gesteine ersetzt wird, die ladinischen Gesteinen ähnlich sind, und nicht etwa durch solche, welche den Gesteinscharakter der Gracilisschichten zeigen. Ich nehme deshalb an, dass im Becken von Lierna und von der Cp. Poré bis Parlasco in der Valsassina der obere Muschelkalk faziell durch oberanisischen Esinodolomit ersetzt wird und als typisches Anisien nur das Gracilisniveau (Mendoladolomit und Gracilisschichten) entwickelt ist.

Zusammenfassung.

Gesteinscharakter des oberen Anisien.

Der Recoarokalk ist überall als typischer Knollenkalk entwickelt. Die Knollen bestehen aus spätigem Kalk, der Zement aus sandig-glimmerigen Tonhäuten. In der südlichen und mittleren Scholle und z. T. auch in der nördlichen (bei der Alpe di Era) reichert sich der Zement stellenweise stark an und kann in groben Sandstein übergehen. Charakteristisch ist für den Recoarokalk die wellige Schichtoberfläche, die häufig auftretende Bernocoluttostruktur, der Reichtum an Brachiopoden und die weiss anwitternden aus Kalkspat bestehenden Crinoidenstielglieder.

Die Trinodosusschichten sind als plattige Kalke mit Sandmergelzwischenlagen entwickelt und charakterisiert durch das Vorkommen von Cephalopoden.

Mächtigkeitsverhältnisse.

Die Mächtigkeit des Recoarokalkes übersteigt nie 20 m. Dasselbe gilt für die Trinodosusschichten. Maximal kann somit das obere

Anisien eine Mächtigkeit von 40 m erreichen. Wo es allmählich in Esinodolomit übergeht, nimmt die Mächtigkeit langsam ab.

Fossilführung.

Die *Spirigera trigonella* SCHL. sp. bildet überall an der Basis des Recoarokalkes einen leicht auffindbaren Fossilhorizont von 20—30 cm Mächtigkeit. Trotz grossen Fossilreichtums ist diese Zone artenarm. Am häufigsten vertreten sind Crinoiden und Brachiopoden.

Für die Trinodosusschichten sind die *Rhynchonella trinodosi* BITTN. sp. und Cephalopoden charakteristisch.

Frage der Abgrenzung der beiden Zonen.

Am Ostabhang der Grigna settentrionale vom Tälchen Cariola bis zum Scudo und in der unteren Val Meria lassen sich die beiden Zonen faunistisch und lithologisch gut auseinanderhalten. Der untere Horizont enthält dort vorwiegend Brachiopoden, der obere Cephalopoden.

In der Torrente Tesa und am Ausgang des Canalone Porta ist auch der 13 m mächtige Brachiopodenkalk cephalopodenführend. (*Ceratites trinodosus* MOJS. und *C. subnodosus* MOJS. neben *Spirigera trigonella* SCHL. sp.) Es ist deshalb dort nicht möglich, Recoarokalk und Trinodosusschichten als 2 getrennte Zonen auseinanderzuhalten. Mit PIA kommen wir zum Schluss, dass das obere Anisien als eine einheitliche Cephalopodenstufe aufzufassen ist.

Grenze gegen die Buchensteinerschichten.

Die *Rhynchonella trinodosi* BITTN. sp. reicht bis an die obere Grenze des Anisien, findet sich aber in den Buchensteinerschichten nicht mehr. Zum Unterschied gegenüber dem Anisien treten in den ladinischen Buchensteinerschichten Kieselknollen und Pietra verde auf.

Fazielle Vertreter des oberen Anisien.

Sowohl Recoarokalk als Trinodosusschichten gehen in der N-Schuppe seitlich in Esinodolomit oder buchensteinerähnliche Kalke über. Ein solcher Fazieswechsel ist in der mittleren und südlichen Schuppe infolge Bewachsung oder Schuttbedeckung nicht festzustellen. Es ist aber anzunehmen, dass überall, wo typisches fossilführendes oberes Anisien fehlt, dieses durch eine anisische Fazies des Esinodolomites oder durch anisische Kalke vom Habitus der ladinischen Plattenkalke (Buchensteiner- und Perledo-Varenna-Kalke) seitlich ersetzt wird.

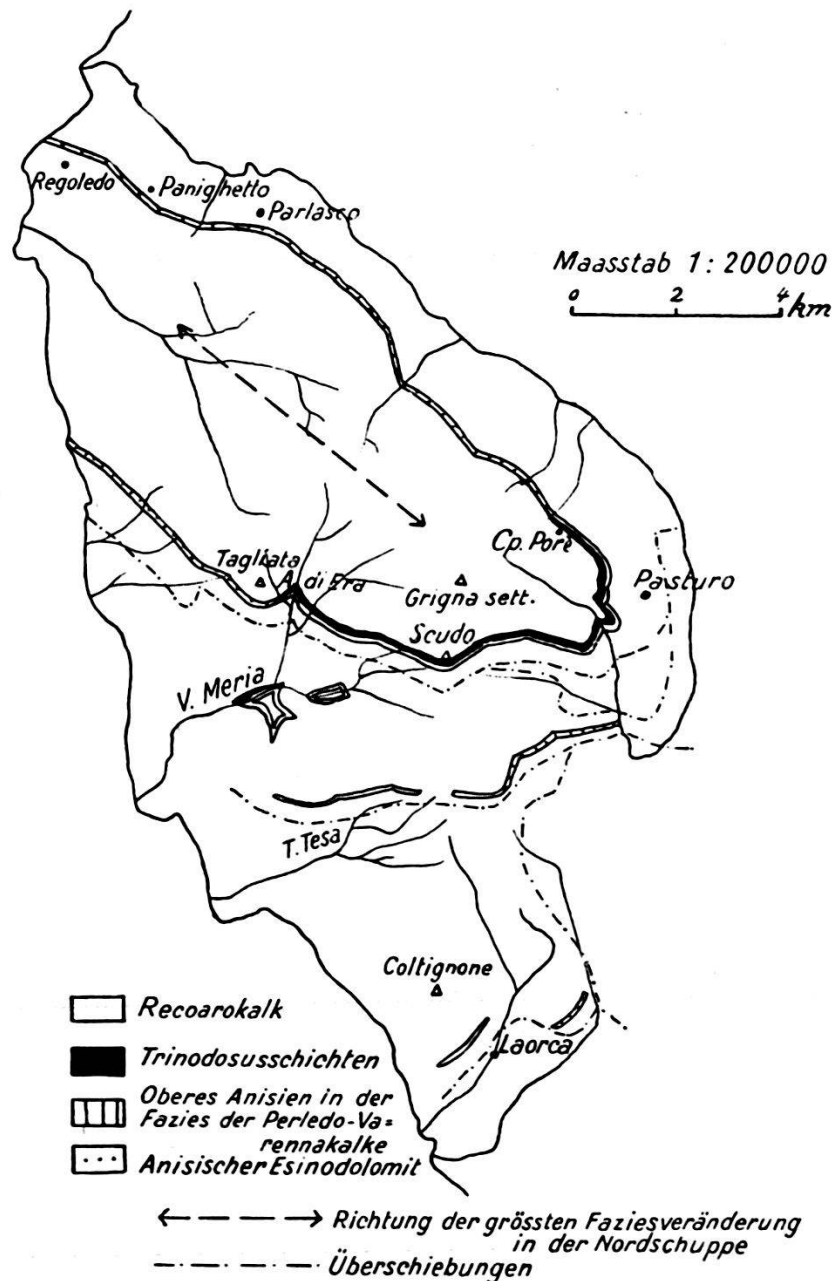


Fig. 2. Fazies des oberen Anisien.

V. Ladinien.

1. Ladinische Rifffazies. Esinodolomit und Esinokalk.

Historisches.

Die ladinischen Riffgesteine sind in der Grignagruppe sehr verbreitet und enthalten eine von alters her berühmte Fauna. Ihre Stellung in der triadischen Schichtreihe war von ausschlaggebender Bedeutung für die Einteilung der ost- und südalpinen Trias. Schon in den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts wurde versucht, Pa-

rallelen mit Hallstatt und später mit der Marmolata zu ziehen, ohne dass man dabei eine befriedigende Lösung fand. Es ist unstreitig das Verdienst BENECKE's, die stratigraphische Stellung der petrefaktenführenden Schichten von Esino richtig erkannt zu haben.

Eine kartographische Darstellung des Gebietes von Esino gab zum ersten Male STOPPANI 1860 in seinem berühmten Werk „Les pétrifications d'Esino“. Er teilte damals die Dolomite und Kalke der Umgebung von Esino in 3 Zonen auf, deren Verlauf er mit phantastischen Kurven auf seiner Karte wiedergibt. Nach STOPPANI folgen von unten nach oben: „15. Dolomie moyenne du S. Defendente, calcaires et couches à Gerv. bipartita. 14. Dolomie blanche ou rosée caverneuse, Couches à Ostrea stomatia, Calcaires à Natica, Chemnitzia etc., 13. Dépôt de la Forcella-di-Corta.“ Darüber sollen im Süden Liaskalke und jurassische Dolomite liegen, von deren Nichtvorhandensein sich STOPPANI später selbst überzeugte.

A. ESCHER v. D. LINTH beurteilte die Stellung der fossilführenden Kalke von Esino unrichtig, indem er annahm, dass sie über den Raiblerschichten der Prati d'Agueglio liegen und somit norisches Alter haben müssten. Diese Anschauung beruhte auf dem Umstand, dass ESCHER und mit ihm die meisten späteren Forscher die Raiblerschichten von Esino in direkten Zusammenhang brachten mit dem Muschelkalkzuge der Valsassina; auf Blatt XXIV der geol. Karte der Schweiz 1873 kommt diese Ansicht noch deutlich zum Ausdruck.

HAUER (51) untersuchte ungefähr gleichzeitig wie STOPPANI und ESCHER (1850—1860) die Umgebung von Esino und betonte, dass zwei Kalk- und Dolomithorizonte vorlägen, durch Raiblerschichten getrennt, und dass der untere Horizont die berühmte Esinofauna enthalte.

1872 einigen sich sämtliche Forscher dahin, dass bei Esino zwei Kalkhorizonte vorhanden seien, von denen der obere über den Raiblerschichten liegende die Esinofauna enthalte und direkt mit dem Hauptdolomit zu verbinden sei. Diese stratigraphisch unrichtige Einordnung der Esinofauna beruhte einzig darauf, dass man die Lagerung der Raiblerschichten bei Esino vollständig verkannte.

Erst BENECKE 1876 gelangt in seiner Publikation „Über die Umgebungen von Esino in der Lombardei“ zu der richtigen Beurteilung der tektonischen und stratigraphischen Verhältnisse von Esino. Er erkannte, dass die Kalke des San Defendente, Sasso Mattolino und Mt.-Croce infraraiblian sind und zugleich die Esinofauna enthalten, welche nach STOPPANI dem Hauptdolomit angehören sollte. BENECKE beschrieb die Kalke und Dolomite, besonders deren Fossilinhalt, und wies darauf hin, dass die Zoneneinteilung STOPPANI's unhaltbar und es überhaupt wahrscheinlich unmöglich sei, den grossen Komplex der ladinischen Riffkalke zu gliedern.

1877 erschien CURIONI's Werk „Geologia applicata delle provincie lombarde“ mit einer geologischen Karte versehen. Die Schichtfolge

ist darin zweifellos richtig angegeben, nämlich von unten nach oben: „piano a Trachiceri, piano a Gervillia bipartita, dolomia ad avicula exilis“; eine Verwechslung liegt nur darin, dass nach CURIONI sowohl unter als über dem piano a Gervillia bipartita (Raiblerschichten) dieselben Fossilien vorkommen sollen. Die Kalke des Sasso Mattolino (Esinokalk) zeichnet CURIONI ganz richtig zwischen Muschelkalk und Raiblerschichten liegend ein, verbindet dann aber letztere mit dem Muschelkalk von Pasturo, wodurch ein tektonisch und stratigraphisch unmögliches Bild entsteht.

VARISCO's (130) Karte der bergamaskischen Alpen geht nur bis zur Valsassina; die Einteilung der Schichtfolge ist dieselbe wie bei CURIONI.

Eine erste übersichtliche Karte des ganzen Grignagebietes hat BENECKE 1884 veröffentlicht. Darin ist die Verbreitung der ladinischen Riffkalke zum grössten Teil richtig angegeben. Einzig der Dolomit der Grigna meridionale wurde irrtümlicherweise als Hauptdolomit angesehen.

Es ist das Hauptverdienst PHILIPPI's (83), gezeigt zu haben, dass im Grignagebiet der Hauptdolomit nur ganz geringe Verbreitung besitzt und sich auf den Abschnitt zwischen Balisio und Ballabio superiore beschränkt. PHILIPPI hat besonders Anisien, Buchensteiner- und Wengenerschichten untersucht und die ladinische Riffazies nicht näher geschildert.

Die Fauna der ladinischen Esinokalke und -dolomite ist in der Hauptsache von 3 Forschern erschöpfend behandelt und beschrieben worden. 1899 erschien KITTL's (56) Werk über die Gasteropoden; 1903 veröffentlichte AIRAGHI (1) eine Abhandlung über die Cephalopoden und 1908 hat MARIANI (61) die Lammellibranchiaten bearbeitet.

Vorkommen.

Esinodolomit und Esinokalk sind mit Ausnahme der Resegoneschuppe in allen tektonischen Einheiten der Grignagruppe in wesentlichem Umfange vorhanden. Ladinische Gesteine setzen alle wichtigeren Bergmassen zusammen.

Der Esinodolomit überlagert in einer durchschnittlichen Höhe von 1200 m ü. M. anisische Schichten oder geht ungefähr in gleicher Höhe im NW und SE seitlich in gleichaltrige Plattenkalke oder kalkige Sandsteine über (siehe Fazieskärtchen). Der Esinokalk ist besonders in der Umgebung von Esino entwickelt, am Sasso Mattolino und Mt. Croce-Massiv. Die ganze nördliche Grigna besteht somit in der Hauptsache aus ladinischen Riffgesteinen. Jüngere Sedimente in Form von Raiblerschichten sind nur in der nächsten Umgebung von Esino vertreten und haben sich dort im Kern der Mulde erhalten, deren Axe der Richtung Perledo-Alpe di Cainallo-Grigna settentrionale entspricht (siehe tekt. Profile).

Zur mittleren Schuppe gehört die fast ganz aus Esinodolomit aufgebaute pyramidenförmige Grigna meridionale mit den zerklüfteten wilden Dolomitgräten der Cresta Sinigaglia und Cresta Segantini, an dessen Ende der Zucco di Pertusio steht. Im N der Val Meria sind die z. T. aus Esinokalk bestehenden Gipfel Zucco di Miseola und Cma. di Pianca zur mittleren Schuppe zu zählen.

In der südlich gelegenen Coltignoneschuppe bilden Esinokalk und -dolomit eine flach nach Norden einfallende Platte, die im Süden durch steil gegen Laorca und Lecco abfallende Wände begrenzt wird.

Allgemeines. Alter und Gliederung.

Die ladinischen Riffgesteine des Grignagebietes fasste man bis jetzt immer unter der allgemeinen Bezeichnung „Esinokalk“ zusammen, obschon Dolomite stellenweise überwiegend vorhanden sind. Besonders die dolomitische Ausbildung hat früher häufig den Anlass zu Verwechslungen mit norischem Hauptdolomit gegeben und in der Tat hält es oft sehr schwer, die beiden Niveaux einzig auf Grund der petrographischen Ausbildung des Gesteins auseinanderzuhalten. Im grossen und ganzen lassen sich aber unschwer Differenzen feststellen, indem die ladinischen Dolomite und Kalke bedeutend mannigfaltigere fazielle Veränderungen in horizontalem und vertikalem Sinne zeigen und viel häufiger deutliche Anzeichen von organischer Entstehungsweise tragen wie der Hauptdolomit. Der Fossilinhalt der ladinischen Riffgesteine ist z. T. sehr gross. Am verbreitetsten sind Diploporen. Als weitere Überreste von Riffbildnern finden sich Schwammnadeln und Korallen. Sehr häufig vertreten sind Gasteropoden. Lokal treten zahlreiche Lammellibranchiaten und Cephalopoden auf. Brachiopoden sind selten. Charakteristisch, besonders für den Esinokalk, erscheinen Lumachellenbänke, sogenannte Evinospongien und Primärbreccien. Bezeichnend ist ferner die Führung von Bleiglanz, Zinkblende und Limonit.

Eine Gliederung der Riffgesteine in einzelne Zonen ist unmöglich. Die lithologische Ausbildung der Gesteine gestattet nicht, Einteilungen von durchgehendem Charakter vorzunehmen. Allgemein lässt sich sagen, dass der Dolomit auf die unteren Partien des Ladinien beschränkt erscheint, während das Dach von gutgeschichteten Esinokalken mit reicher Fossilführung gebildet wird.

Fossilien finden sich meist von zirka 50—100 m über der Basis durchgehend bis an die Grenze der Raiblerschichten. Dabei treten z. T. Arten nebeneinander auf, die für Anisien, Wengenerschichten und besonders solche, die für Cassianerschichten charakteristisch sind. Wie sich später zeigen wird, bedingt dieser Umstand, dass man innerhalb der Riffazies auch auf paläontologischem Wege keine Gliederung in Buchensteiner-, Wengener- und Cassianerschichten aufstellen kann.

Oben ist die Abgrenzung gegen die Raiblerschichten überall scharf; die untere Grenze der Rifffazies hingegen befindet sich über verschiedenen stratigraphischen Horizonten. Infolge seitlicher fazieller Vertretungen kann sie über dem Niveau des unteren oder oberen Anisien, über typischen Buchensteiner- oder paläontologisch nicht gut charakterisierten Wengenerschichten liegen (siehe Fazieskärtchen, Anisien und Ladinien). Aus den früheren Darlegungen ging hervor, dass die Fazies des Esinodolomites häufig auch das obere Anisien umfassen kann.

Eine Gliederung der ladinischen Riffgesteine kann weder in lithologischem noch faunistischem Sinne durchgeführt werden. Sicher aber ist, dass Esinodolomit und Esinokalk die Stufen der Buchensteiner-, Wengener- und Cassianerschichten umfassen.

Mächtigkeiten.

Die Mächtigkeit des Esinodolomites schwankt zwischen 200 und 1000 m; diejenige des Esinokalkes zwischen 100 und 800 m. Die Gesamtmächtigkeit der ladinischen Riffgesteine kann maximal auf 1200 m anwachsen. Aus diesen Zahlen geht ohne weiteres hervor, dass Dolomit und Kalk nicht nur vertikal übereinanderliegen, sondern sich auch seitlich ersetzen.

Gesteinsbeschreibung.

I. Esinodolomit.

a) Die untersten Partien des Esinodolomites, welcher faziell oberes Anisien, Buchensteiner- und Wengenerschichten vertritt, werden in der Regel von einem grauweissen, feinkristallinen, hellgrau oder bräunlich anwitternden Dolomit gebildet, der stellenweise grobgebant erscheint, meist aber klotzig und schlecht geschichtet ist. Häufig ist dieser Dolomit mit zahlreichen kleineren oder grösseren oft merkwürdig gewundenen Hohlräumen versehen, die mit weissen Dolomitkristallen austapeziert sind. Primärbreccien sind besonders im Gebiete der Grigna meridionale zu treffen. Die zerbrochenen verrutschten Komponenten, deren Durchmesser zwischen einigen mm bis 2 oder 3 cm variiert, erscheinen scharf umgrenzt und wittern hellbräunlich an, während die durchgehende Grundmasse hellgrau oder weisslich ist. An Fossilien ist dieser unterste 100—200 m mächtige Dolomit meist sehr arm. Am häufigsten finden sich Diploporen, die alle der *Diplopora annulata* entsprechen, meist aber sehr schlecht erhalten sind. Seltener trifft man unbestimmbare Gasteropoden vom Typus der Gattungen *Omphaloptychia spec.* und *Natica spec.* Cephalopoden und Lamellibranchiaten fand ich keine. Einzig in der oberanisischen Fazies des Esinodolomites oberhalb Pra Vescovin gelang

Tabelle der verschiedenen Faziesausbildungen des Ladinien. Verbreitung von Esinodolomit und Esinokalk.

	Raibler	Cassianer	Wengener	Buchensteiner	Oberes Anisien	Unteres Anisien
	Coltignone	Carnien	Esinokalk	Esinodolomit	Esinokalk	Trinodosus- schicht und Recoarokalk
	Grigna merid.	Carnien fehlt		Esinodolomit		Trinodosus- schicht und Recoarokalk
	Lierna-Esino	Carnien	Esinokalk		Esinodolomit	Oberes Anisien in der Fazies des Esinodolomit
	Pasturo-Grig. sett.	Carnien fehlt	Esinodolomit	Wengenerschicht	Calimerokalk	Trinodosusschicht
					Buchensteiner- schichten	Recoarokalk
	Parlasco-Esino	Carnien	Esinokalk		Esinodolomit	Oberes Anisien in der Fazies des Esinodolomit
						Anisicher Dolomit (Mendola- Dolomit)
	Bellano-Esino	Carnien	Esinokalk	Esinodolomit	Perledo- Varennakalk	Oberes Anisien in der Fazies der Perledo- Varennakalke
						Anisicher Dolomit (Mendola- Dolomit)
	Raibler	Cassianer	Wengener	Buchensteiner	Oberes Anisien	Unteres Anisien

es mir, Überreste von Pecten und Brachiopoden festzustellen. Nach einer mündlichen Mitteilung von Herrn Prof. MARIANI sollen in der Grigna meridionale Gasteropoden und Cephalopoden direkt über anisischen Schichten vorkommen.

Eine spezielle Abart des untersten Dolomites liegt im Becken von Lierna und stellenweise in den Übergangsregionen von Perledo-Varenna-Kalken und Esinodolomit vor. Zwischen schwarzen Partien aus grobkörnigem rhomboedrischem Kalkspat liegen gelblich anwitternde Brocken aus feinkörnigem Dolomit. Unter dem Mikroskop zeigt es sich, dass die Grundmasse aus feinkörnigen Dolomitkristallen gebildet wird, die unscharf begrenzt sind, meist wellige Konturen haben und ganz ineinander verzahnen. Darin liegen grosse idiomorph ausgebildete Kalkspäte, die deutlich als sekundäre Spaltenausfüllungen auftreten. Bei Lierna sind die Hohlräume häufig auch durch Bleiglanz ausgefüllt, der aber dort nur in ganz geringer Menge und unregelmässig verteilt auftritt. In diesem Gestein, in „einem tief schwarzen, bituminösen Kalke, der sich in ziemlich tiefen Schichten bei Lierna findet“, beobachtet PHILIPPI (83, p. 709) eine Gasteropodenfauna, die z. T. recht gut erhalten sein soll und im wesentlichen den Gattungen *Coelostylina* und *Undularia* angehört.

b) Der charakteristische Haupttypus des Esinodolomites beginnt meist erst 100 oder 200 m über der Basis. Die Ausbildung in den verschiedenen Schuppen ist selbstverständlich nicht überall genau gleich und hängt in der Hauptsache vom Grad der Dolomitierung ab, die ihrerseits sehr wahrscheinlich von der tektonischen Beanspruchung stark beeinflusst wird. So dürfte es nicht nur Zufall sein, dass fast das ganze Massiv der Grigna meridionale aus solchem Dolomit besteht; denn es ist sicher, dass die mittlere Schuppe tektonisch am stärksten beansprucht war, indem sie keilförmig zwischen die Massen der Grigna settentrionale und des Coltignone hineingepresst, das Dach der Raiblerschichten glatt weggeschert und der Esinodolomit direkt überfahren wurde, während dies bei der Nord- und Südschuppe nicht der Fall war. In der Südschuppe ist dieser Dolomit ganz spärlich entwickelt; in der Nordschuppe dagegen findet er sich in grosser Mächtigkeit in den Riffbergen der Cm. di Palone, Pizzo Pieve und der Grigna settentrionale. Linsenförmig erscheint er auch stellenweise am Mt. Croce-Massiv.

Dieser Haupttyp ist grauweiss und wittert weissgrau an. Er ist zuckerkörnig und sieht ähnlich oder gleich wie Hauptdolomit aus. Häufig sind darin kleinere Hohlräume, die z. T. oder vollständig mit schneeweissen Dolomit- oder Calcit-rhomboidern ausgekleidet erscheinen. Das Gestein verwittert leicht und bildet dann merkwürdige Formen, die oft das Aussehen von Erdpyramiden haben. Besonders im Gebiete der Grigna meridionale finden sich charakteristische zackige Gräte, die häufig unterbrochen sind, oder dann

wittern vollkommen isolierte, bis über 200 m hohe Türme heraus, die schon lange als bevorzugte Kletterpartien galten für die italienischen Alpinisten (Guide del Club Alpino Italiano, Sezione Universitaria „Grigna“ Arrampicate Grigna meridionale von Gianni Barberi, 1925). Etwas vom Eigentümlichsten sind autochthone Gehängeschuttbreccien, wie sie am Ausgang des Canalone Porta am Südabhang der Grigna meridionale sich finden. Das feste anstehende Gestein geht ganz allmählich in eine versinterte grobe Dolomitreccie über, die dort Felsen von über 100 m Höhe bildet, welche direkt mit den Esinodolomitmäulen verbunden sind und aus diesen herauszuwachsen scheinen. Oft kommen auch dolinenartige Trichter und Höhlen vor, besonders auf der Nordseite der Grigna settentrionale.

Fossilien enthält dieser Dolomit sehr häufig, und zwar in seinem ganzen Umfange. Am meisten vertreten sind Diploporen, die äusserst charakteristisch herauswittern, typische Ringelung und Querschnitte zeigen, aber zur Bestimmung zu wenig Details aufweisen. Wahrscheinlich handelt es sich immer nur um die *Diplopora annulata*. Daneben trifft man oft Gasteropoden, die aber wegen gänzlicher Auflösung der Schale unbestimmbar sind; sie gehören hauptsächlich den Gattungen *Undularia*, *Coelostylina*, *Omphaloptychia* und *Fedaiella* an. Cephalopoden sind ebenfalls vertreten. So fand PHILIPPI oberhalb der Hütte Rovestallo in Val del Ghiaccio einen *Ptychites*, MARIANI am Südabhang der Grigna meridionale *Temnocheilus grignensis* MAR., *Arpadites Paronai* MARIANI und Fragmente von *Orthoceras*. Wenig nördlich der Conca in Val Ontragna konnte ich in solchem Dolomit Arpaditen und Arcesten feststellen. Arcesten finden sich weiter am Aufstieg von der Alpe Moncodine zur Grigna settentrionale in einer Höhe von 2000 m. Seltener sind korallogene Strukturen zu beobachten. Solche traf ich im Val Cagnolo nördlich der Conca und oberhalb der Kirche Santa Maria sopra Sommana im Val Meria. Eine Bestimmung ist aber vollkommen ausgeschlossen; es handelt sich meist um Kolonien, bei denen man noch deutlich Verästelungen erkennen kann.

c) Eine dritte charakteristische Abart des Esinodolomites, die stellenweise innerhalb der beiden erstgenannten Dolomitgesteinen auftreten kann, ist STOPPANI'S „Dolomie rosée“, welcher der Struktur nach dem weissen Haupttyp durchaus gleich sieht, aber eine rosa-rote Färbung aufweist, die von feinverteiltem Hämatit herrührt, den man nur mikroskopisch wahrnehmen kann. Auffallend ist, dass gerade da, wo dieser rötliche Dolomit auftritt, das Gestein von grossen Hohlräumen durchsetzt ist, die mit schön ausgebildeten Calcit- oder Dolomitkristallen versehen sind. Am besten aufgeschlossen ist die „Dolomie rosée“ am Wege von Perledo nach Esino; weiter findet sie sich noch verbreitet am Mte. Fop. Die rötliche Färbung ist aber auch z. T. dem Esinokalk eigen. Auf alle Fälle kann dieser rote Dolomit nicht etwa als ein bestimmter Horizont ausgeschieden werden,

wie es STOPPANI getan hat. In der mittleren und südlichen Schuppe sah ich nirgends rötlichen Dolomit.

Alle Arten von Dolomit sind der Verwitterung sehr zugänglich und haben die Neigung, durch Auslaugung porös und mehlig zu werden. In diesem Fall nimmt das Gestein das Aussehen von Rauhwacken an. Solche „Rauhwacken“ bilden aber nie bestimmte durchgehende Horizonte, sondern sind nur lokal entwickelt, besonders am Ostabhang der Costa di Prada in der Val Molinera. Weiter traf ich solche erdige mehlig Dolomite nördlich der Caravina in der Val Ontragna und im Tälchen Cagnola.

Die Verbreitung der Dolomite ist nicht zonenförmig angeordnet, etwa im Sinne einer zyklischen Sedimentation von Dolomit und Kalk. Das Gestein kann öfters sehr rasch horizontal und vertikal in Kalk übergehen, ohne dass man makroskopisch einen grossen Unterschied beobachtet. Dieser Umstand beruht einzig auf dem verschiedenen Grad der Dolomitisierung.

II. Esinokalk.

Der typische Esinokalk liegt gewöhnlich über den dolomitischen Gesteinen. Einzig in der Südschuppe ist das Ladinien schon von der Basis an kalkig und Dolomit tritt nur in einer schmalen Zone auf, welche unter dem Coltignone durchzieht (s. Karte). Die Unterscheidung von Dolomit und Kalk soll nicht etwa den Eindruck erwecken, als ob es sich dabei um zwei scharf differenzierte Gesteine handeln würde; zwischen dem reinen kristallinen zuckerkörnigen Dolomit und dem hellen dichten Esinokalk existieren alle möglichen Übergänge.

Der Esinokalk selbst ist nicht überall gleich ausgebildet. Gut auseinanderhalten lassen sich zwei Typen, die sich horizontal und vertikal ersetzen können.

a) Heller dichter, weisser Kalk mit eckigem oder muschligem Bruch, gut geschichtet, weiss oder gelblich anwitternd. Typischer Esinokalk mit Diploporen, Gasteropoden, Lamellibranchiaten, Cephalopoden, Korallen.

b) Graue, bläuliche oder schwarze Kalke, mit vielen Calcit- und Dolomitdrusen, z. T. feinkörnig, grauweiss anwitternd. Überall da vorhanden, wo Lumachellenbänke vorliegen oder Evinospongien. (Piz Cich, Val di Cino, Caravina, Conca usw.)

Die Fossilien sind im Esinokalk bedeutend besser erhalten als im Dolomit. Die Hohlräume werden meist von Calcit- oder Dolomitkristallen ausgefüllt, z. T. auch von Diploporen. Bei den Gasteropoden und Lamellibranchiern ist die Schale öfters so intensiv mit dem umgebenden Gestein verwachsen, dass man keine bestimmbar Stücke herauschlagen kann. Schöne Exemplare von Cephalopoden,

Gasteropoden und Lamellibranchiaten finden sich meist nur im Schutt, wo die Fossilien durch die Verwitterung herauspräpariert sind.

Fossilien des in Riffazies ausgebildeten Ladinien.

1. Cephalopoden. *Temnocheilus grignensis* MAR. eine *Nautilus*-Form, stammt nach MARIANI von der Capanna Porta am westlichen Grat zwischen Grigna meridionale und Zucco Pertusio. Vom Südrhang der Grigna meridionale erwähnt MARIANI ferner *Arpadites Paronai* MARIANI und Fragmente von Orthoceraten. PHILIPPI fand einen schlecht erhaltenen *Ptychites* oberhalb der Hütte Rovestallo in der Val del Ghiaccio. Unbestimmbare Reste von Arcesten und Arpaditen konnte ich am Nordfuss der Grigna setentrionale in einer Höhe von 2000 m finden. Ein *Proarcestes esinensis* MOJS. liegt von der Caravina vor. Nach MOJSISOVICS und KITTL wurden am Piz Cich *Arpadites Manzonii* MOJS., *Arpadites Telleri* MOJS., *Proarcestes esinensis* MOJS., *Pinacoceras sp. indet.* und ein *Orthoceras* gefunden und an der Costa di Prada am Osthang des Mte Croce *Pleuromutilus Cornaliae* MOJS. und *Protrachyceras longobardicum* MOJS.

Die von mir gefundenen Exemplare sind in der Tabelle mit o bezeichnet und wurden nach MOJSISOVICS (68) und AIRAGHI (1) bestimmt.

Ausserdem fand ich:

Atractites Boeckhi (STÜRZENBAUM) (68, XCIII, p. 300, Fig. 12—13).
Proarcestes Münsteri E. v. M. (68, XLV, Stuares St. Cassian Aon-Zone).
Proarcestes Mojsisovicsi FR. v. HAUER (HALLSTATT, I. Teil, LVII, Fig. 3, p. 92).

Ausser dem *Temnocheilus grignensis* MAR. kommen sämtliche in der Tabelle angeführten Cephalopoden an den beiden Fundpunkten Val di Cino und Conca in Val Ontragna vor. In Val di Cino liegt die Fundstelle auf der linken Talseite, südöstlich der Alpe Natrè unterhalb des Sasso Carlên, in einer Höhe von 1200—1300 m. Die Conca in der Val Ontragna bildet eine kleine 1466 m hoch liegende Erhebung zwischen dem Tälchen Cagnolo und dem Val del Crottone. Die Cephalopoden kommen dort direkt östlich der Alpe di Lierna am Fusse der Conca in einer Höhe von 1200 m vor und gehen bis 1400 m ü. M. hinauf. Die Cephalopodenlager haben somit kein bestimmtes geringmächtiges Niveau, sondern liegen in einer mindestens 200 m mächtigen Zone verteilt, wobei dieselben Arten sich an der Basis und zu oberst finden. Die beiden Vorkommen von Val di Cino und Conca befinden sich hoch oben im Esinokalk; die obersten Cephalopoden-führenden Schichten liegen zirka 100 m unter den Raiblern. Die Faunen der beiden Fundstellen und ihre Lage zeigen eindeutig, dass sie demselben Niveau angehören, und zwar nach

MOJSISOVICS den Wengener-Schichten. Die Fauna der Conca weist keinenfalls auf ein tieferes Niveau, wie KITTL (56, p. 212) infolge des Fehlens der *Sturia Sansovinii* MOJS. und des *Gymnites Ecki* MOJS. im Val di Cino vermutet. Dass einige wenige Formen an der einen oder anderen Fundstelle nicht vorkommen, ist lediglich durch die noch nicht restlose Ausbeutung bedingt.

AIRAGHI (1) hat sich sehr zutreffend über die Cephalopodenfauna des Esinokalkes folgendermassen geäußert: „*Tirolites ultimus* MOJS., *Trachyceras Aon* (MÜNSTER) LAUBE, *Nannites spurius* (MÜNSTER) MOJS., *Lecanites glaucus* (MÜNSTER) MOJS. ecc., specie che, fino a pochi anni or sono, si ritenevano esclusive di S. Cassiano. Per questo fatto io credo, che la fauna a cefalopodi del calcare di Esino, tra le molte del ladinico, sia una delle più complesse, e rappresenti in un sol insieme, almeno in linea generale, le diverse „facies“ del piano a cui appartiene.“

Die Fossiltabelle zeigt, dass im Esinokalk Formen vorkommen, welche anderwärts teilweise im Oberen Anisien, Wengener- und Cassianerschichten sich finden. Es lässt sich daraus eindeutig der Schluss ziehen, dass in der Riffazies die üblichen scharfen stratigraphischen Einteilungen unmöglich sind, da Arten nebeneinander vorkommen, welche in faziell anders entwickelten Gebieten für Anisien, Buchensteiner-, Wengener- oder Cassianerschichten charakteristisch sind (z. B. *Monophyllites wengensis* [KLIPST.] MOJS., *Protrachyceras Archelaus*, *Trachyceras Aon* [MÜNSTER] LAUBE, *Tirolites ultimus* MOJS. usw.).

2. Lamellibranchiaten. Weitaus der grösste Teil der von MARIANI zitierten Zweischaler stammt von der Cima dei Cic oder aus der Val Ontragna. Es handelt sich um dasselbe Niveau wie bei den Cephalopoden, also um „Wengenerschichten“. Am Cima dei Cic liegen eigentliche Lumachellenbänke vor, aus denen man nur mit Mühe bestimmbare Exemplare herausschlagen kann; in der Val Ontragna finden sich die Zweischaler bei der Caravina zusammen mit Gasteropoden und bei der Conca in Cephalopoden-führenden Schichten. Ein weiterer Fundpunkt findet sich am Westabhang der Cm. Palone.

Aus der Fossiltabelle ist ersichtlich, dass mit der Marmolata 21 und mit St. Cassian 13 Formen identisch sind. Fünf Arten der Grenzbitumenzone finden sich ebenfalls im Esinokalk. Mit dem „Schlerndolomit“ vom San Salvatore stimmen nach FRAUENFELDER *Halobia (Daonella) esinensis* SAL., *Mysidioptera vix-costata* STOPP., *Mysidioptera Cainalli* STOPP., *Lima conocardium* STOPP., *Avicula caudata* STOPP. und *Mytilus eduliformis* SCHLOTH. überein. Somit tritt auch bei den Lamellibranchiaten wieder dieselbe Erscheinung auf wie bei den Cephalopoden, dass die Riffazies Formen vereinigt, welche anderwärts lokal horizontal und vertikal nur eine geringe Verbreitung haben und entweder dem Trinodosusniveau

**Lamellibranchiaten des Esinokalkes und identische Formen der
Marmolata und von St. Cassian (nach Mariani).**

° Eigene Funde, stammen von der Cima dei Cic oder Conca (Val Ontragna).

Arten	Esinokalk	Marmolata	St. Cassian	Grenz- bitumenzone
1.	<i>Cuspidaria dubia</i> STOPP. sp.	-	-	-
2.	„ <i>triasica</i> STOPP. sp.	-	-	-
3.	„ <i>semiradiata</i> STOPP. sp.	-	-	-
4.	? <i>Arcomya Sansonii</i> SALOM.	+	-	-
5.	<i>Rhaetidia Salomonii</i> BITTNER	+	-	-
° 6.	<i>Gonodon cingulatum</i> STOPP. sp.	-	-	-
° 7.	„ <i>esinense</i> STOPP. sp.	+	-	-
8.	„ <i>ovatum</i> STOPP. sp.	-	-	-
9.	„ <i>trigonum</i> STOPP. sp.	-	-	-
10.	„ <i>laeve</i> STOPP. sp.	-	-	-
11.	„ <i>Laubei</i> BITTNER	-	+	-
12.	„ <i>cfr. lamellosum</i> BITTNER.	-	+	-
13.	<i>Megalodon rostratum</i> LAU. sp.?.	-	+	-
14.	<i>Myoconcha Brunneri</i> HAUER	+	-	-
15.	<i>Myoconcha</i> BRUNNERI var. <i>angulosa</i> SALOM.	+	-	-
16.	<i>Mytilus eduliformis</i> SCHLOTH.	-	-	+
° 17.	„ <i>pupa</i> STOPP.	-	-	-
18.	„ <i>compressiusculus</i> STOPP.	-	-	-
° 19.	<i>Modiola esinensis</i> STOPP. sp.	-	-	-
20.	<i>Pinna cfr. Tommasii</i> WÖRHM.	-	-	-
21.	<i>Avicula caudata</i> STOPP.	+	-	+
° 22.	<i>Aviculopecten Wissmanni</i> MSTR. sp.	-	+	-
23.	„ <i>esinensis</i> BITTNER	-	-	-
24.	„ <i>Beneckeii</i> BITTNER	-	-	-
25.	„ <i>triadicus</i> SALOM.	+	-	-
26.	„ <i>luganensis</i> HAUER sp.	+	-	-
27.	„ <i>di Stefanoi</i> MARIANI	-	-	-
28.	<i>Posidonomya wengensis</i> WISSM.	-	-	-
29.	„ <i>gibbosa</i> GEMMELLARO?	-	-	-
30.	<i>Halobia Lommeli</i> WISSM.	+	-	-
31.	„ <i>tenuis</i> MOJS. sp.	-	-	-
32.	„ <i>esinensis</i> SALOM.	-	-	-
33.	„ <i>fluxa</i> MOJS. sp.	-	+	-
34.	„ <i>cfr. cassiana</i> MOJS. sp.	+	+	-
35.	<i>Gervilleia leptopleura</i> SALOM.	-	-	-
° 36.	<i>Myophoria laevigata</i> ALB.	+	-	-
37.	? „ <i>Tommasii</i> MARIANI	-	-	-
38.	<i>Macrodon esinense</i> STOPP. sp.	+	-	+
39.	„ <i>impressum</i> MSTR. sp.	+	+	-
40.	<i>Nucula trigonella</i> STOPP.	-	-	-
41.	<i>Pecten esinensis</i> STOPP.	-	-	-
° 42.	„ <i>inornatus</i> STOPP.	+	-	-
43.	„ <i>Ciampini</i> STOPP.	-	-	-

Arten	Esinokalk	Marmolata	St. Cassian	Grenz-bitumenzone
44.	<i>Pecten Codeni</i> STOPP.	-	-	-
45.	„ <i>diversus</i> STOPP.	-	-	-
46.	? „ <i>flagellum</i> STOPP.	-	-	-
47.	„ <i>discites</i> SCHLOTH.	+	-	+
48.	„ <i>Schmiederi</i> GIEBEL.	-	-	-
49.	„ <i>interstriatus</i> (MSTR.) BITTN.	-	+	-
50.	„ <i>subaequicostatus</i> BITTNER	-	+	-
51.	„ <i>subalternans</i> (D'ORB.) BITTN.?	-	+	-
52.	„ <i>tubulifer</i> MSTR.	-	+	-
53.	„ <i>tenuicostatus</i> HÖRNES	-	-	-
54.	„ <i>stenodictyus</i> SALOM.	+	-	-
55.	„ <i>Meriani</i> (STABILE) MARIANI	-	-	-
56.	„ <i>Corzenensis</i> MARIANI	-	-	-
57.	„ <i>valdecostatus</i> MARIANI.	-	-	-
58.	„ <i>Liernensis</i> MARIANI	-	-	-
59.	„ <i>Ambrosionii</i> MARIANI.	-	-	-
60.	„ <i>Portai</i> MARIANI	-	-	-
61.	„ <i>Repossii</i> MARIANI	-	-	-
62.	? „ <i>crinitus</i> TOMMASI.	-	-	-
63.	<i>Lima Paronai</i> MARIANI	-	-	-
64.	„ <i>Salmojraghii</i> MARIANI	-	-	-
65.	„ <i>Telleri</i> BITTNER.	-	-	-
66.	„ <i>costatella</i> STOPP. sp.	-	-	-
67.	„ <i>Lavizzari</i> (STABILE) HAUER	-	-	-
68.	„ <i>cancellata</i> BITTNER	-	+	-
69.	„ <i>conocardium</i> STOPP.	-	-	-
70.	„ <i>crassicosta</i> STOPP.	-	-	-
71.	<i>Mysidoptera Cainallii</i> STOPP. sp.	+	-	-
72.	„ <i>subquadrata</i> STOPP. sp.	-	-	-
73.	„ <i>vix-costata</i> STOPP. sp.	+	-	+
74.	„ <i>vulgatissima</i> STOPP. sp.	-	-	-
75.	„ <i>ornata</i> SALOM.	-	-	-
	var. <i>laevigata</i> BITTNER	-	-	-
76.	„ <i>ornata</i> var.	-	-	-
	<i>lombardica</i> BITTNER	-	-	-
77.	„ <i>ambigua</i> BITTNER.	-	-	-
78.	„ <i>costata</i> BITTNER	+	-	-
79.	„ <i>subcostata</i> BITTNER	-	-	-
80.	„ <i>Beneckeii</i> BITTNER	-	-	-
81.	„ <i>Ampezzana</i> BITTNER	-	-	-
82.	„ <i>Woermannii</i> SALOM.	+	-	-
83.	„ <i>vix costata</i> STOPP. sp.	-	-	-
	var. <i>Laennensis</i> MARIANI	-	-	-
84.	„ <i>Saccoi</i> MARIANI	-	-	-
85.	„ <i>Klipsteiniana</i> BITTNER	-	+	-
86.	<i>Prospodylus esinensis</i> STOPP. sp.	-	-	-
87.	„ <i>Taramelli</i> MARIANI	-	-	-
88.	<i>Ostrea multicostata</i> GOLD sp.?	-	-	-
89.	„ <i>difformis</i> SCHLOTH.	+	-	-

(Grenzbitumenzone), den Wengener- und Cassianerschichten in der Fazies des Marmolatakalkes oder den tuffogen ausgebildeten eigentlichen Cassianerschichten angehören.

3. Gasteropoden. Gasteropoden finden sich im Esinodolomit und Esinokalk ganz besonders häufig und sind viel verbreiteter als Cephalopoden und Lamellibranchiaten. Die bekanntesten Fundorte sind Val Molinera (200 m unter der Alpe die Cainallo, südwärts), Cima dei Cic, Val di Cino, Caravina, also alles Vorkommen der nördlichen Schuppe. Daneben liegen aber auch typische Gasteropoden schon tief unten im Esinodolomit, so z. B. bei Lierna, am Südabhang der Grigna meridionale und oberhalb Parlasco. Zur Altersbestimmung sind die Gasteropoden nicht geeignet, da sie im ganzen Umfange der ladinischen Riffgesteine auftreten. Von den 145 Formen des Esinokalkes sind 74 Formen mit dem Marmolatakalk, 19 mit den Cassianerschichten gemeinsam. Offenbar liegt der Grund der grösseren Verwandtschaft mit der Marmolata in den analogen Absatzbedingungen der beiden Riffgesteine und in der Ähnlichkeit der regionalen und bathymetrischen Verhältnisse.

Gasteropoden des Esinodolomites und Esinokalkes und verwandte Vorkommen (nach Kittl).

+ bedeutet das Auftreten derselben Art, × dasjenige einer nahestehenden Form. ° Eigene Funde, stammen aus Val di Cino, Cima dei Cic, Val Molinera, Val Ontragna.

Arten	Marmolata	Esin	St. Cassian
1. <i>Dentalium lombardicum</i> KITTL.	-	+	×
2. <i>Patella crateriformis</i> KITTL	+	+	×
3. <i>Emarginula abnormis</i> STOPP.	-	+	× ?
4. <i>Rhaphistoma</i> ?) <i>cruciana</i> KITTL	-	+	-
5. <i>Ptychomphalinaccanovana</i> KITTL	-	+	×
6. „ <i>Moscardii</i> (STOPP.)	-	+	×
7. <i>Trachybembix Junonis</i> (KITTL)	+	+	-
8. <i>Worthenia magna</i> J. BÖHM	+	×	×
9. „ <i>marmolatae</i> KITTL	+	×	×
10. „ <i>supraornata</i> KITTL	+	×	×
11. „ <i>apunctata</i> KITTL	+	×	×
12. „ <i>cf. Bieberi</i> KITTL	+	×	+
13. „ <i>cf. subgranulata</i> (MSTR.)	×	+	×
14. „ <i>cf. Joannis Austriae</i> (KLIPST.)	×	+	×
15. „ <i>esinensis</i> KITTL	+	+	×
16. „ <i>cainallensis</i> KITTL	×	+	×
17. „ <i>f. indet.</i>	×	+	×
18. <i>Wortheniopsis Margarethae</i> (KITTL)	+	×	-
19. „ <i>Quirinii</i> (STOPP.)	×	+	-

Arten		Marmolata	Esino	St. Cassian
20.	<i>Codinella Generellii</i> (STOPP.)	×	+	-
21.	„ <i>tardemutata</i> (KITTL)	+	×	-
22.	<i>Astraliium fistula</i> (STOPP.)	-	+	-
23.	<i>Neritopsis Waageni</i> LAUBE	+	×	+
24.	„ <i>galeola</i> STOPP.	×	+	×
25.	<i>Delphinulopsis binodosa</i> (MSTR.)	+	+	+
26.	<i>Fedaiella Beneckeii</i> J. BÖHM	+	×	-
27.	„ <i>monstrum</i> (STOPP.)	+	+	-
28.	„ <i>fastosa</i> (STOPP.)	-	+	-
29.	„ <i>retropunctata</i> (STOPP.)	+	+	-
○ 30.	„ <i>lemniscata</i> (M. HOERN.)	+	+	-
31.	„ <i>Meriani</i> (M. HOERN.)	-	+	-
32.	„ (?) <i>prolixa</i> (STOPP.)	-	+	-
33.	„ (?) <i>Stoppani</i> MARIANI	-	+	-
34.	<i>Marmolatella complanata</i> (STOPP.)	+	+	-
35.	„ (?) <i>profunda</i> KITTL	-	+	-
36.	„ <i>applanata</i> KITTL	+	+	-
37.	„ <i>stomatia</i> (STOPP.)	+	+	-
○ 38.	<i>Planospirina esinensis</i> (STOPP.?)	-	+	-
39.	<i>Hologyra elegans</i> J. BÖHM	+	+	-
40.	„ <i>fastigata</i> (STOPP.)	-	-	-
41.	„ <i>H. excelsa</i> (HAUER)	+	+	-
○ 42.	„ <i>conomorpha</i> (KITTL)	+	+	-
43.	„ <i>sublimneiformis</i> (KITTL)	+	+	-
44.	„ <i>laevissima</i> (KITTL)	+	+	-
45.	„ <i>Kokeni</i> (J. BÖHM)	+	+	-
46.	„ <i>ovulum</i> (STOPP.)	+	+	-
47.	„ (?) <i>pseudofuniculata</i> KITTL	-	+	-
48.	<i>Neritaria neritina</i> (MSTR.)	+	+	+
49.	„ <i>Mandelslohi</i> (KLIPST.)	+	+	+
○ 50.	„ <i>bisfasciata</i> (STOPP.)	+	+	-
○ 51.	„ <i>comensis</i> (M. HOERN.)	+	+	-
52.	„ <i>calcitica</i> (KITTL)	+	+	-
53.	„ <i>candida</i> (KITTL)	+	+	-
54.	„ <i>papilio</i> (STOPP.)	+	+	-
55.	„ <i>orbiculata</i> (STOPP.)	+	+	-
56.	„ <i>incisa</i> (KITTL)	+	+	-
57.	„ <i>subincisa</i> (KITTL)	+	+	-
58.	„ <i>otomorpha</i> (KITTL)	+	+	-
○ 59.	<i>Cryptonerita elliptica</i> KITTL	+	+	-
○ 60.	„ <i>conoidea</i> J. BÖHM	+	+	-
61.	<i>Trachynerita quadrata</i> (STOPP.)	+	+	-
○ 62.	„ <i>depressa</i> (M. HOERN.)	+	+	-
63.	<i>Platyhilina Cainalloi</i> (STOPP.)	+	+	+
64.	„ <i>cf. tuberculata</i> (KITTL)	+	-	-
65.	<i>Pachyomphalus rectelabiatu</i> s (KITTL)	+	+	-
○ 66.	<i>Pseudoscalites armatus</i> (STOPP.)	-	+	-
67.	<i>Moerkeia Pasinii</i> (STOPP.)	-	+	-
68.	<i>Turbonitella</i> (?) <i>gracillima</i> J. BÖHM	+	+	-

Arten	Marmolata	Esino	St. Cassian
69. <i>Lepetopsis petricola</i> (KITTL)	+	+ ?	-
70. <i>Natica</i> (?) <i>sphaeroidalis</i> (STOPP.)	-	+	-
71. <i>Acilia Imperatii</i> (STOPP.)	-	+	-
72. <i>Provermicularia torsa</i> J. BÖHM	+	×	-
73. „ <i>alternans</i> J. BÖHM	+	×	-
○ 74. „ <i>circumcarinata</i> (STOPP.)	×	+	-
75. <i>Loxonema subvariabile</i> KITTL	-	+	-
76. „ <i>constans</i> J. BÖHM	+	×	+
77. „ <i>cf. constans</i> J. BÖHM	×	+	×
78. „ <i>Cortii</i> KITTL	×	+	-
○ 79. „ <i>grignense</i> KITTL	-	+	-
○ 80. „ <i>crucianum</i> KITTL	-	+	-
81. „ <i>Sellai</i> KITTL	-	+	-
82. <i>Oonia texta</i> KITTL	-	+	-
83. „ <i>subtortilis</i> (MSTR.)	+	+	+
84. <i>Trypanostylus caravinensis</i> KITTL	-	+	-
85. „ <i>Konincki</i> (MSTR.)	+	+	+
86. „ <i>curretensis</i> (KITTL)	+	+	+
87. „ <i>geographicus</i> (STOPP.)	+	+	-
88. „ <i>obliquus</i> (STOPP.)	-	+	-
89. „ <i>ascendens</i> (J. BÖHM)	+	+ ?	-
90. „ <i>pradeanus</i> KITTL	-	+	-
91. „ (?) <i>varieplicatus</i> KITTL	-	+	-
92. „ <i>triadicus</i> (KITTL)	+	+	+
93. <i>Spirostylus longobardicus</i> KITTL	+	+	+
94. „ <i>subcolumnaris</i> (MSTR.)	+	+	+
95. „ <i>cf. retroscalatus</i> KITTL	+	-	-
96. „ (?) <i>agilis</i> (STOPP.)	-	+	-
97. „ (?) <i>acutestriatus</i> (STOPP.)	-	+	-
98. <i>Omphaloptychia aequalis</i> (STOPP.)	+	+	-
99. „ <i>turris</i> (STOPP.)	-	+	-
100. „ <i>quadricarinata</i> (STOPP.)	-	+	-
101. „ <i>pupoides</i> (STOPP.)	-	+	-
102. „ <i>Heeri</i> (KITTL)	+	+ ?	-
103. „ <i>Reyeri</i> (KITTL)	+	+	-
104. „ <i>Pinii</i> (STOPP.)	-	+	-
○ 105. „ <i>peracuta</i> (STOPP.)	-	+	-
○ 106. „ <i>Escheri</i> (M. HOERN.) <i>forma typica</i>	-	+	-
107. „ <i>Escheri</i> var. <i>Maironii</i> STOPP.	+	+	-
○ 108. „ <i>Escheri</i> var. <i>angulata</i> STOPP.	-	+	-
109. „ <i>subextensa</i> KITTL	+	+	-
○ 110. „ <i>extensa</i> KITTL	-	+	-
○ 111. „ <i>retracta</i> (KITTL)	+	+	-
○ 112. „ <i>Bacchus</i> (KITTL)	+	+	-
○ 113. „ <i>pachygaster</i> (KITTL)	+	+	×
114. „ <i>Alsatorum</i> KITTL	-	+	-
115. „ <i>inflata</i> (STOPP.)	-	+	-
○ 116. „ <i>irritata</i> (KITTL)	+	+	-

Arten		Marmolata	Esino	St. Cassian
117.	<i>Cmphaloptychia nymphoides</i> (STOPP.)	-	+	-
118.	„ (?) <i>concavoconvexa</i> (STOPP.)	-	+	-
119.	„ <i>carabusana</i> KITTL	-	+	-
°120.	„ <i>Aldrovandii</i> (STOPP.)	-	+	-
121.	„ <i>sulcellata</i> (STOPP.)	-	×	-
122.	„ <i>Marianii</i> KITTL	-	+	-
123.	„ <i>Zitteli</i> J. BÖHM	+	+	?
124.	<i>Coelostylina cochlea</i> (MSTR.)	+	+	+
125.	„ <i>conica</i> (MSTR.)	+	+	+
126.	„ <i>striatopunctata</i> (STOPP.)	-	+	-
127.	„ <i>Hoernesii</i> J. BÖHM	+	+	-
128.	„ <i>Münsteri</i> (J. BÖHM)	+	+	+
129.	„ (<i>Gradiella</i> ?) <i>Olivi</i> (STOPP.)	-	+	-
130.	„ (<i>Gradiella</i>) <i>acutemaculata</i> (STOPP.)	-	+	-
131.	„ (<i>Gradiella</i>) <i>semigradata</i> (KITTL)	+	+	-
132.	„ (<i>Gradiella</i>) <i>Haueri</i> (STOPP.)	-	+	-
133.	„ (<i>Gradiella</i>) <i>gradata</i> (M. HOERN.)	-	+	-
134.	<i>Undularia disputata</i> KITTL	+	+	?
135.	„ (<i>Orthostomia</i>) <i>fusoides</i> (STOPP.)	-	+	-
136.	„ „ <i>concava</i> (STOPP.)	+	+	-
137.	„ „ <i>Ambrosinii</i> (STOPP.)	-	+	-
138.	„ „ <i>Pillae</i> (STOPP.)	-	+	-
139.	„ (<i>Toxoconcha</i>) <i>bisculpta</i> KITTL	-	+	-
140.	„ „ <i>striifera</i> KITTL	-	+	-
°141.	„ „ <i>Brochii</i> (STOPP.)			
	„ „ <i>form. typ.</i>	+	+	+
142.	„ „ <i>Brochii</i> var. <i>brev.</i>	+	+	-
143.	„ „ <i>Brochii</i> var. <i>lunulata</i>	-	+	-
144.	„ „ <i>Brochii</i> var. <i>pupoidea</i>	-	+	-
°145.	„ „ <i>uniformis</i> (STOPP.)	-	+	-
°146.	„ „ <i>telescopica</i> (J. BÖHM)	+	+	-
147.	„ „ <i>jaculum</i> (STOPP.)	+	+	-
148.	„ „ <i>ontragnana</i> KITTL	-	+	-
°149.	<i>Loxotomella cinensis</i> KITTL	-	+	-
150.	„ <i>dubia</i> KITTL	+	+	-
151.	„ (?) <i>Hoernesii</i> (STOPP.)	-	+	-
152.	<i>Coelochrysalis megaspira</i> (STOPP.)	+	?	-
153.	„ <i>hypertropha</i> KITTL	+	?	-
154.	„ <i>Ammoni</i> J. BÖHM	+	+	-
°155.	<i>Euchrysalis sphinx</i> (STOPP.)	+	+	-
156.	„ <i>fimbriata</i> (STOPP.)	-	+	-
157.	„ <i>torpediniiformis</i> (J. BÖHM)	+	+	-
158.	<i>Protorecula obliquelineata</i> KITTL	+	×	-
159.	„ <i>loxonemoides</i> KITTL	+	+	-
160.	„ <i>larica</i> KITTL	×	+	×
161.	„ <i>Matthiolii</i> (STOPP.)	-	+	-
162.	„ <i>pusilla</i> (STOPP.)	-	+	-
163.	<i>Promathildia evanescens</i> (STOPP.)	+	+	-

4. Brachiopoden. Brachiopoden sind im Gegensatz zum Marmolatakalk in der ladinischen Riffazies des Grignagebirges sehr selten. An der Cephalopodenfundstelle Conca fand ich eine schlecht erhaltene unbestimmbare *Rhynchonella*. STOPPANI erwähnt aus dem Esinokalk *Waldheimia Stoppanii* SUESS aus dem Val Ontragna und MARIANI (60, p. 1266) zitiert vier Spezies von der Caravina, nämlich *Spiriferina* sp. (*aff. sp. gregaria* SUESS), *Spirigera* (*Didymospira*) *Stoppani* SALOMON, *Spirigera Tommasii* MAR. und *Rhynchonella Taramellii* MAR.

5. Crinoiden sind ebenfalls äusserst selten. STOPPANI zitiert *Encrinus liliiformis* SCHL. und *Encrinus granulosis* MÜNST. vom Cima dei Cic.

6. Korallen. Korallogene Strukturen sind besonders im Esinokalk nicht selten anzutreffen, am häufigsten am Sasso Mattolino und im Val di Cino. An bestimmbaren Korallen fand ich einzig eine *Montlivaultia spec.* an der Conca. Am Sasso Carlên sah ich Kolonien, welche STOPPANI (110, Fig. 1) zu *Isastrea esinensis* rechnete. STOPPANI beschreibt ferner verschiedene Formen von *Montlivaultia* (*radiciformis*, *capitata*, *anneiformis*) und eine *Eunomia esinensis* STOPP.

7. Spongien. Bei der Aufschliessung einer Gesteinsprobe von der Cima dei Cic mit Salzsäure blieb ein unlöslicher brauner bituminöser Rückstand übrig, in welchem sich zahlreiche kleine gerade Nadelchen beobachten liessen, welche von Spongien herzurühren scheinen; allerdings haben die Nadeln weder Verzweigungen noch Verdickungen, so dass eine Bestimmung unmöglich ist.

8. Diploporen. Der grösste Teil der Diploporen gehört nach PIA der *Diplopora annulata* SCHAFH. an, und zwar liegt nach der Bestimmung PIA's meist die Form *trichophora* vor. Einzig in einem Schliff von der Cima dei Cic soll aller Wahrscheinlichkeit nach *Diplopora philosophi* PIA vorhanden sein.

Evinospongien. Der Name Evinospongien stammt von STOPPANI, unter welcher Bezeichnung dieser Forscher alle jene merkwürdigen Strukturen des Esinokalkes zusammenfasst, von denen er annahm, dass sie ihre Entstehung Spongien verdanken. Alle späteren Beobachter haben den Namen beibehalten, zogen aber dabei die organische Natur dieser Bildungen in Zweifel. Es scheint nun, dass die Strukturen teils organischen und teils anorganischen Ursprungs sind.

Im grossen und ganzen liegen zwei Arten von Evinospongien vor. Am häufigsten sind kugelige kalkige oder dolomitische Gebilde vertreten, welche aller Wahrscheinlichkeit nach rein als sekretionäre Bildungen aufzufassen sind und die Hohlräume im Riff ausfüllen. Die kugeligen oder ovalen Formen erreichen im Maximum eine Grösse von 2 m Durchmesser (z. B. im Val Orcellera, einem Seiten-

tal des Val di Cino), haben aber meist einen Radius zwischen 10—15 cm. Die Oberfläche löst sich schalig ab und zeigt oft nierig-wellige Beschaffenheit. Der Innenbau zeigt konzentrische Schalen mit radialstrahliger Anordnung der Dolomitkristalle; im Zentrum lassen sich keine Organismen feststellen, welche eventuell den Anlass zu der strahligen Anlagerung gegeben hätten. An der Cima dei Cic fand ich solche kugeligen Drusenausfüllungen aus reinem kristallinem, strahlig konzentrischem Kalkspat, der sicher auf analoge Weise wie die kalkigen oder dolomitischen kugeligen Evinospongien entstanden ist, nämlich als rein sekretionäre Bildung in Hohlräumen. Das Auskristallisieren erfolgte jedenfalls ähnlich wie bei Sinterbildungen, indem die einzelnen Büschel sich am Wachstum gegenseitig hinderten.

Diese Art von Evinospongien findet sich besonders im Esinodolomit der Grigna settentrionale, des Pizzo della Pieve und der Cima di Palone, aber auch im Esinokalk stellenweise am Mte. Croce, Sasso Mattolino und Coltignone.

Unter dem Mikroskop lässt sich nur der strahlige Aufbau konstatieren; organische Reste scheinen vollständig zu fehlen.

Die zweite Art Evinospongien ist sicher organischer Natur und zum grössten Teil durch sekundäre Auflösung von Diploporen entstanden, wodurch Formen von schaliger Beschaffenheit von zum Teil radialstrahligem Bau gebildet wurden, die innen hie und da noch deutlich diploporogene Struktur haben. Die äussere Umgrenzung jedoch ist mannigfach gewunden, wodurch traubige, meist ovale ineinander verschlungene Gebilde zustandekommen.

Die Evinospongien übernehmen oft die Rolle von „Leitfossilien“, indem sie nur im Ladinien auftreten und dem Hauptdolomit gänzlich fehlen.

Fundstellen. Die Hauptfundstellen befinden sich alle in der näheren Umgebung von Esino. Im Nordschenkel der synklynal gebauten Schuppe 1 sind die gutgeschichteten Kalke des Sasso Mattolino ziemlich fossilreich (Gasteropoden, Diploporen, Lammellibranchiaten); die obersten 100 m unter den Raiblerschichten enthalten nur noch Diploporen. Zu diesem Schenkel gehört auch die Cima dei Cic, die bekannteste Fundstelle, welche den grössten Teil der Esinofauna geliefert hat (Gasteropoden, Lammellibranchiaten, selten Cephalopoden, Diploporen). Der Südschenkel der Mulde von Esino wird vom Massiv des Mte. Croce gebildet, wo die analogen Schichten wie am Sasso Mattolino auftreten und durchgehend fossilführend sind, wobei allerdings lokal sehr starke Anhäufungen vorkommen. Auf der Nordseite des Mte. Croce ist besonders das Val di Cino (Sasso Carlên) berühmt wegen der Cephalopoden und Gasteropoden. Die fossilführenden Schichten des Val di Cino, welche dort etwa 50 m unter Raiblern liegen, setzen sich gegen Südosten fort

und stehen am Ostabhang des Mte. Croce an, an welchem entlang sie zur Costa di Prada hinstreichen (Gasteropoden). Von dem Pass, welcher dort das Valle di Prada mit der Val Molinera verbindet, zieht die Zone, immer in einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 200 m am Grat entlang, der zum Cima Palagia führt. Im Westen des Mte. Croce ist die Valle Ontragna (Val del Monte) heute das bestgeeignete Gebiet zum Fossilsammeln, besonders die rechte Talseite, wo an den Gehängen mächtige Schutthalden liegen. Am bekanntesten sind die Fundstellen Caravina (1200—1400 m ü. M.) am Ausgang des Tales (Gastropoden) und di Conca (1200—1400 m ü. M.) (Cephalopoden). Die linke Talseite ist weniger fossilreich; die entsprechenden fossilführenden Schichten sind dort durch einen Bruch (siehe tektonische Profile 10) tiefergestellt worden und finden sich deshalb scheinbar in einem unteren Niveau. Die obersten Gasteropodenbänke stehen dort unmittelbar bei den Alpen Foppiano und Lierna in einer Höhe von 1200 m ü. M. an.

Alle die angeführten Fundorte gehören unbedingt demselben Niveau an und liegen hoch oben im Ladinien. Aus tieferen Schichten stammt einzig die Gasteropodenfauna des Val Molinera, wo ein engbegrenztes Vorkommen direkt südlich des Passo di Cainallo in einer Höhe von 1000 m ü. M. liegt. Die meisten dort vorkommenden Formen sind auch an den übrigen Fundstellen zu treffen. Auf die Lokalität beschränkt scheinen nach KITTL (56, p. 209) nur 3 Arten zu sein, nämlich *Astrarium fistula* STOPP., *Fedaiella monstrum* STOPP. und *Natica sphaeroidalis* STOPP. Im Esinodolomit der Nordschuppe, in dem karförmigen Tal nördlich der Grigna settentrionale, sind die westlichen Hänge des Cima Palone in einer Höhe von 1900 m ü. M. fossilführend (*Daonella esinensis* SALOM.) und 2000 m ü. M. fand ich Cephalopoden direkt nördlich der Grigna settentrionale. Fossilreich ist der Esinodolomit in der Nordschuppe nirgends; es sind meist nur kleine Nester vorhanden, welche stratigraphisch tiefer liegen als die Fauna des Esinokalkes und z. T. dem unteren Wengener- oder dem Buchensteinerniveau (Gasteropoden bei Lierna) angehören.

Die mittlere Schuppe ist viel fossilärmer als die Nordschuppe. Eine neue Fundstelle für Gasteropoden konnte ich oberhalb der Kirche Santa Maria sopra Somana finden (*Loxonemen*, *Omphaloptychien* und *Fedaiella*). Dieselben Arten trifft man auch nordwestlich des Zucco Pertusio in einer Höhe von 1000 m ü. M. zusammen mit Arpaditen, welche PHILIPPI schon beobachtete, und am Südhang der Grigna meridionale direkt unterhalb des Gipfels. Ebenfalls zur mittleren Schuppe gehörend ist das Vorkommen nordöstlich Balisio bei Garabuso, wo Exemplare von *Omphaloptychien* vorliegen.

Die südliche Schuppe ist am fossilärmsten. Südlich unterhalb des Coltignonegipfels fand ich eine schlecht erhaltene *Omphalo-*

ptychia spec. und von San Martino (746 m ü.M.) oberhalb Lecco soll nach KITTL eine *Omphaloptychia* ESCHERI stammen.

Alter der ladinischen Riffbildungen. Wie schon oben erwähnt wurde, ist eine scharfe Gliederung der Riffazies unmöglich; mit Sicherheit kann man nur aussagen, dass sie das Niveau der Buchensteiner-, Wengener- und Cassianerschichten umfasst. Bezeichnend für die Fazies ist die lange Lebensdauer der meisten Gattungen und Arten; mit wenigen Ausnahmen (Val Molinera) finden sich die spärlichen, tief unten im Esinodolomit liegenden Formen auch im obersten Esinokalk (*Arpadites*, *Coelestylina*, *Undularia*, *Omphaloptychia*, *Diplopora annulata* SCHAFFH. usw.). Es ist dies eben dem Umstande zuzuschreiben, dass Leitfossilien an verschiedenen Lokalitäten verschieden lange Lebensdauer besitzen, wie schon SALOMON (99, p. 60) mit Recht hervorgehoben hat.

Die untersten Partien des ladinischen Esinodolomites, ca. 200 m, sind Äquivalente der Buchensteinerschichten und gegenüber dem Esinokalk fossilarm. Wo nun die Grenze gegen das Wengenerniveau gezogen werden soll, kann unmöglich festgestellt werden, weder mit petrographischen noch paläontologischen Hilfsmitteln. Die Angabe der Mächtigkeit des Buchensteiner-niveaus stützt sich einzig auf das Vorhandensein von maximal 150 m mächtigen echten Buchensteinerschichten im SE der Grigna settentrionale, welche seitlich in Esinodolomit übergehen (s. Fazieskärtchen). OGILVIE (72) gibt für tuffogen ausgebildete Buchensteinerschichten vom Langkofelgebiet eine maximale Mächtigkeit von 160 m an. Darüber sollen dort ungefähr 200 m Wengenerschichten in Tuffazies liegen, und hierauf folgen mergelige Cassianerschichten, welche ihrerseits von mehreren 100 m Schlerndolomit überlagert werden. OGILVIE zeichnet in ihrer Arbeit ein Faziesprofil, aus dem ersichtlich ist, dass die tuffogene oder mergelige Fazies der Buchensteiner-, Wengener- und Cassianerschichten seitlich in Schlerndolomit übergeht. Um so merkwürdiger muss eines ihrer Hauptergebnisse erscheinen, nämlich die absolute Gleichstellung von Cassianer- und Raiblerschichten. Wäre diese Parallelisation richtig, so müsste man folgerichtig auch die Hauptmasse des Schlerndolomites zu den Raiblern zählen. Es scheint mir dies eine vollständig unhaltbare Ansicht zu sein, dass Cassianer- und Raiblerschichten gleich alt sein sollen, mag lokal die paläontologische Übereinstimmung noch so gross sein. Aus einer solchen in der süd-alpinen Trias häufig vorkommenden Mischfauna dürfen nicht derartige Parallelisationen gezogen werden. Der Schlerndolomit muss nach SALOMON (99, p. 59) aus geologischen Gründen dem Marmolatakalk ungefähr äquivalent sein, und dieser wiederum ist ungefähr gleichaltrig wie die ladinische Riffazies des Grignagebirges. Deshalb ist es vollkommen ausgeschlossen, dass „karnische“ Cassianerschichten seitlich in ladinischen Riffdolomit übergehen.

Die Hauptmasse des Esinodolomites, 500—700 m, enthält wiederum dieselben Fossilien wie der oberste Esinokalk und muss ungefähr den Wengener-Schichten gleichgestellt werden. Die berühmte Fauna von Esino aber liegt in der Nordschuppe über dem Esinodolomit, in einer 200 m mächtigen Zone. Die fossilreichen Schichten werden dort nicht direkt von Raiblern überlagert, sondern es liegt noch ein System von 50—100 m gutgeschichteten dipoporogenen Kalken dazwischen. Will man nun Vergleiche mit dem Schlernggebiet und der Marmolata ziehen, so müssten ihrer Lage nach die Kalke unbedingt den obersten Cassianer-Schichten entsprechen, währenddem MOJSISOVICS Wengener-Alter annahm.

Die Gliederung der Riffkalke nach der üblichen Dreiteilung: Buchensteiner-Wengener-Cassianerschichten ist sehr unangebracht und lässt sich z. B. in den klassischen Gebieten der Marmolata auch nicht anwenden. Man ist gezwungen, Esinodolomit und Esinokalk als eine stratigraphische Einheit aufzufassen. Die Vergleichung der Fauna mit Recoaro, Wengen, St. Cassian und Marmolata zeigt deutlich, dass in der Grigna eine ladinische *Mischfauna* vorhanden ist, die zweifellos grössere Verwandtschaft mit dem oberen Anisien hat als mit den lombardischen Raiblerschichten.

Die Hauptmasse des Esinodolomites und der Esinokalk umfassen somit Buchensteiner-, Wengener- und Cassianerschichten, wobei aber eine Gliederung unmöglich ist.

Entstehungsweise der Riffgesteine. Von allen organischen Resten sind die Diploporen weitaus am häufigsten vertreten, und man geht wohl nicht fehl, wenn man sie direkt als Riffbildner ansieht. SALOMON (99) hat die Bildung des Marmolatakalks ebenfalls auf Diploporen zurückgeführt. Jedenfalls kommen Korallen nicht in Betracht, wofür nicht nur die Seltenheit korallogener Relikte, sondern auch der ganze Aufbau der Riffgesteine spricht. Insbesondere zeigen die heteropischen Grenzen deutlich, dass nirgends steile Böschungen vorhanden sind, wie sie bei einem Korallenriff gefunden werden müssten. Die Annahme ist viel wahrscheinlicher, dass es sich bei der Entstehung der Gesteine um sogenannte Algenrasen handelte, deren Ausbreitung stellenweise durch Ablagerungen mehr oder weniger tuffogener Natur eingeschränkt wurde. Sobald aber solche „heteropischen“ Einschwemmungen aufhörten, nahmen die Algen sofort wieder das ganze Sedimentationsgebiet ein und überwucherten die tuffogenen Gesteine. Ein solches Verhalten wäre wohl bei einem Korallenriff vollständig ausgeschlossen.

In neuester Zeit hat KURT LEUCHS darauf hingewiesen, dass auch bei rezenten Riffen oft Diploporen und Kalkalgen überhaupt eine grössere Rolle spielen als Korallen.

Die Diploporen lassen auch den Schluss zu, dass der Sedimentationsraum nicht sehr tief war und sich wohl etwa 200—400 m unter

dem Meeresspiegel befand; denn die Sedimente mussten unbedingt in einer Tiefe abgelagert werden, wo noch das Tageslicht auf die Kalkalgen einwirken konnte.

Erzführung des Ladinien.

Sowohl an der Basis des Esinodolomites (Lierna) als auch zu oberst im Esinokalk und z. T. in den untersten Raiblerschichten finden sich stellenweise in Spalten und Drusen Bleiglanzvorkommen. Am verbreitetsten sind diese nesterförmigen Einlagerungen in den obersten Partien des Esinokalkes, im sogenannten *Calcarea metallifero PORROS*. So wurde früher oberhalb Esino superiore am Westhange des Sasso Mattolino in einer Höhe von 1400 m ü. M. silberhaltiger Bleiglanz abgebaut. Ein ausgedehnteres Vorkommen, welches heute auch nicht mehr ausgebeutet wird, befindet sich im obersten Val Calolden auf der rechten Talseite 1300 m ü. M. Es liegen von dort nach dem Exkursionsführer „La Valsassina“ (134, p. 12) Bleiglanz, Zinkblende, Smithsonit, Hydrozinkit, Cerussit, Wulfenit, Calcit, Fluorit, Baryt und Gips vor. Dieser Mineralbestand ähnelt auffällig demjenigen der Barytgänge im permischen Quarzporphyr westlich gegenüber Primaluna und man darf wohl deshalb mit Recht an eine genetische und zeitliche Verwandtschaft der beiden Mineralvorkommen denken.

Bleiglanz wurde ferner im obersten Esinokalk östlich unter den Corni di Nibbio oberhalb Ballabio superiore ausgebeutet (1100 m ü. M.).

Seltener finden sich im Esinokalk, z. B. am Cima dei Cic, rötlichgelbe unförmige Limonitknollen in drusigen Hohlräumen.

2. Buchensteinerschichten.

PHILIPPI (83, p. 700) hat zuerst im Grignagebiet die petrographisch charakteristischen Buchensteinerschichten ausgeschieden.

Typisch finden sie sich in der Grignagruppe nur in der Nordschuppe und bilden von der Alpe di Era an gegen Osten zum Scudo hinauf und weiter im Becken von Pasturo über Oneda nach San Calimero einen maximal 150 m mächtigen Horizont, der einerseits durch plattige blaue Kalke mit Kieselknollen oder durch tuffogene Einlagerungen von sogenannten „Pietra verde“ charakterisiert ist.

Gesteinsbeschreibung.

Die untersten 30—50 m werden in der Regel aus plattigen dunkelblauen Kalken gebildet, welche dem Perledo-Varenna-Kalk sehr ähnlich sind und wie dieser vereinzelt Kieselknollen führen. Darüber liegen hellblaue gutgeschichtete Kalke, welche mit durchgehenden Lagen von schwarzem Hornstein wechsellagern und bis zum Esinodolomit hinaufreichen. In diesen Kalken treten in gewissen

Abständen in 2—3 m mächtigen Bänken hellgrüne kalkig-sandige Gesteine auf, sogenannte Pietra verde. Oft wird die Folge der Kalke auch durch schwarzgraue oder grünliche, splittrig ablösende sandige Mergel unterbrochen.

An Fossilien sind die Buchensteinerschichten sehr arm. Ausser der schon von BENECKE und PHILIPPI zitierten *Halobia Taramellii* MOJS. konnte ich nichts Bestimmbares finden. Diese Muschel lässt sich nur bei Oneda 1112 m ü. M. beobachten und scheint ganz auf diese Lokalität beschränkt zu sein. Sie liegt dort in plattigen hornsteinführenden Kalken.

Profil der Buchensteinerschichten (am Südabhang der Grigna settentrionale, 200 m östlich des Scudo).

Über mergelig-kalkig ausgebildeten Trinodosusschichten mit *Rhynchonella trinodosi* BITTN. liegen:

- 20 m schwarze Mergellagen in Wechsellagerung mit dünngeschichtetem plattigem spätigem Kalk. Diese Schichtserie ist wegen der brandschwarzen Färbung weithin sichtbar.
- 0,5m auffallendes grünes Band aus kalkig-sandigem Gestein, durch tuffogene Einschwemmungen grüngefärbt.
- 10 m dünne bläuliche Kalkbänke mit Hornsteinknollen.
- 40 m sogen. Pietra verde, zum grössten Teil kalkig-dolomitisch. Die Färbung ist nur als Pigmentierung aufzufassen. Oft findet sich das grüne tuffogene Material auf den Schichtflächen angehäuft.
- 25 m blaue dichte plattige Kalke, ähnlich den Perledo-Varenna-Kalken, mit durchgehenden Lagen von 20 bis 30 cm Hornstein.
- 10 m tuffogene splittrig ablösende graubraune sandige Mergel (ähnlich den Partnach-Schiefern des Rhätikon).
- 2 m Pietra verde, weiss getupft, dolomitisch.
- 10 m Wechsellagerung braunanwitternder Sandsteinbänke mit dünnen Zwischenlagen von blauem Kalk.
- 5 m hornsteinführender Kalk, graublau. Die Hornsteinbänder haben eine Dicke von 1 bis 3 cm.
- 15 m helle sandige gutgebankte Dolomite, ähnlich dem Esinodolomit.
- 3 m dunkles Dolomitband mit Primärbreccien.
- 4 m gelblich anwitternde graue plattige dolomitische Kalke. Darüber liegt massiger Calimerokalk, dessen Unterfläche unregelmässig gewellt erscheint.

Seitlicher Übergang der Buchensteinerschichten in Esinodolomit.

Der seitliche Übergang der Buchensteinerschichten in Esinodolomit vollzieht sich von Scudo an westwärts bis zur Alpe di Era. Die Pietra verde-Bänke nehmen ganz allmählich ab und fehlen schon unter dem Sasso Cavallo vollständig. Die Hornsteinlagen hingegen halten bis zur Alpe di Era an. Die mergelig-sandigen splittrigen Buchensteiner verschwinden schon kurz westlich des Scudo. Die blauen plattigen Kalke werden langsam dolomitischer und nehmen den Habitus von Esinodolomit an. Zwischen dem Sasso Cavallo und dem Valle di Quadro liegt nur noch ein 110 m mächtiges System von dolomitischen plattigen, hornsteinführenden Kalken vor, in denen zungen-

förmig charakteristisch hervortretende, gegen Westen dicker werdende Dolomitbänder auftreten, welche schliesslich die plattigen Kalke ganz ersetzen und sich mit der Hauptmasse des Esinodolomites vereinigen. Im Osten vollzieht sich der Übergang genau gleich, nur auf kürzere Distanz, von der Kapelle San Calimero an gegen Norden.

Mikroskopisches.

Ein Schliff durch sogenannte Pietra verde von Oneda zeigt kryptokristalline kalkige Grundmasse mit grünem Pigment tuffogenen Ursprungs. Darin liegen als Einsprenglinge eckige Quarzkörner und selten zersetzter Plagioklas. Häufig sind Fetzen kohligter Substanz (Pflanzenreste).

Das Tuffmaterial beteiligt sich nur unwesentlich an der Gesamtzusammensetzung des Gesteins; die Hauptmasse ist dolomitisch-kalkig. Auf HCl reagiert das Gestein wie ein gewöhnlicher Kalk.

Von den verkieselten Hornsteinknollen ist wohl anzunehmen, dass sie ihre Entstehung Spongien verdanken, wie das z. B. für die Kiesellagen des Lias am Mte. Generoso gilt.

3. Calimerokalk.

Die Buchensteinerschichten werden zwischen dem Scudo und San Calimero vom sogenannten Calimerokalk überlagert, der zum erstenmal von PHILIPPI kartiert und nach der Kapelle San Calimero (1495 m ü. M.) benannt wurde. Es ist dies ein grauer, dunkel-anwitternder dickbankiger Riffkalk mit muscheligem Bruch. Dieser Kalk enthält unbestimmbare Crinoiden und Korallen, welche PHILIPPI nicht erwähnt. Häufig sind auch Primärbreccien, besonders am Südabhang der Grigna settentrionale, zwischen Ca. Pialeral und dem Scudo.

Die Mächtigkeit des Calimerokalks beträgt oberhalb des Scudo 80 m und nimmt gegen Osten hin ab. Bei San Calimero selbst liegt der Kalk in einer Mächtigkeit von 40 m vor.

Der Calimerokalk hat genau dasselbe Aussehen wie der helle Esinokalk, führt aber reichlich Crinoiden und hat z. T. typisch korallogene Struktur. Diploporen sind viel seltener wie im Esinodolomit oder Esinokalk. Dadurch ergeben sich Analogien mit dem sogenannten Cipitkalk des Grödener Jochs, welcher aus Cidariten, Crinoiden-Zerreissel und Korallen gebildet ist und an der Basis des Cassianerdolomites liegt.

Seitlich geht der Calimerokalk in diploporogenen Esinodolomit über. Das Alter des Kalkes kann nicht genau bestimmt werden. Es liegt zwischen Buchensteiner- und Wengenerschichten und wird von PHILIPPI als Wengener Riffkalk bezeichnet.

Unter dem Mikroskop sieht man zwischen grobkristallinem dolomitischem Kalk unscharf begrenzte, merkwürdig geformte krypto-

kristalline Aggregate, dunkel oder heller erscheinend. Häufig sind Querschnitte von Crinoidenstielgliedern.

4. Wengenerschichten.

Die Fazies der Wengenerschichten wurde in der Grigna zum erstenmal von PHILIPPI erkannt, ihre Verbreitung aber wurde nicht überall richtig eingezeichnet. Am mächtigsten entwickelt sind sie zwischen San Calimero und Pertusio, liegen dann im Süden verdeckt unter Gehängeschuttbreccie und lassen sich in geringer Mächtigkeit nur noch oberhalb der Cp. Pialeral an der Foppa del Ger und am Südabhang der Grigna settentrionale unter dem Sasso Carbonari feststellen, wo sie einen weithin sichtbaren geringmächtigen, schmalen Horizont bilden zwischen Calimerokalk und Esinodolomit. Diese südliche Fortsetzung über die Foppa del Ger unter den Sasso Carbonari war bis jetzt nicht bekannt.

Die tuffogenen Wengenerschichten sind das markanteste Beispiel heterogener Fazies in der Grignagruppe. Im Norden schwellen sie von 0 m auf einer Strecke von einem Kilometer auf 450 m an, um gegen Süden ebenso rasch wieder auf wenige Meter reduziert zu werden und westlich oberhalb des Scudo gänzlich zu verschwinden. Die gesamte Tufffazies reicht wie diejenige der Buchensteinerschichten seitlich zungenförmig in Esinodolomit hinein und geht in denselben horizontal und vertikal über.

Am besten aufgeschlossen sind die Wengenerschichten im obersten Teil des Val dell'acqua fredda, zwischen 1300 und 1700 m ü. M. Zu unterst über dem Calimerokalk liegen 60 m 20—30 cm dicke plattige, sandige, hellblaue Kalke, die ähnlich wie Buchensteiner- oder Perledo-Varennakalke aussehen, aber keine Kieselknollen enthalten. Darüber folgt ein System von 30 m mächtigen dünnplattigen blauen Kalken, welche mit grünen oder rötlichen spiessigen sandigen Mergeln scharf zyklisch wechsellagern. Diese untere 80 m mächtige Partie hat noch durchaus den Charakter von Buchensteinerschichten.

Darüber liegen 300 m graubraune sandige mergelige tuffogene dünnschichtige Kalke mit zahlreichen Pflanzenresten (*Equiseten?*), die in Abständen von 2—5 m mit grünlichen oder grauen 20—30 cm mächtigen spiessigen Mergeln wechsellagern. PHILIPPI bezeichnet diese pflanzenführenden Schichten als doleritische Tuffsandsteine; das Gestein ist aber überwiegend aus Karbonat zusammengesetzt und die tuffogenen Komponenten spielen nicht eine so grosse Rolle, dass die Bezeichnung Tuffsandsteine gerechtfertigt wäre.

Diese Folge von pflanzenführenden sandigen Kalken und Mergeln wittert grünlich oder bräunlich an und ist der Verwitterung sehr leicht zugänglich. Im mittleren und oberen Teil dieses Schichtsystems kommen durchgehende Einlagerungen von Riffkalkbänken

vor; besonders auffällig sind zwei 20—40 m mächtige orographisch hervortretende Bänke von brecciösem Kalk, der den Habitus des Calimerokalkes trägt (s. Karte).

Die obersten 30 m der Wengenschichten sind als dunkle spätige dolomitische Plattenkalke entwickelt, welche den allmählichen vertikalen Übergang zum Esinodolomit bilden. Darin sollen einzelne mergelige Partien nach PHILIPPI jugendliche Kleinformen von *Posidonomya wengensis* enthalten. Mir selbst gelang es nirgends, ausser Pflanzenhäcksel organische Reste zu finden.

Der seitliche Übergang in Esinodolomit vollzieht sich gegen Norden oberhalb San Calimero sehr rasch, indem die Kalke und Mergel durch Zungen von Riffdolomit und Riffkalk ersetzt werden. Gegen Süden ist ein solcher Übergang nicht aufgeschlossen; der grösste Teil der Wengenschichten wird durch Calimerokalk und Esinodolomit vertreten. Das schmale Band der Wengenschichten zwischen Foppa del Ger und Sasso Carbonari in einer Mächtigkeit von 20 m besteht aus einer abwechselnden Folge von dolomitischem, plattigem, grauem Kalk und gelblichen sandigen Mergeln, von denen westlich des Grates Sasso Carbonari-Scudo keine Spur mehr vorhanden ist.

Unter dem Mikroskop zeigen sich die sandigen pflanzenführenden braunen Kalke der Wengenschichten aus einer kalkig-dolomitischen kryptokristallinen Grundmasse zusammengesetzt, welche durch tuffogene Einschwemmungen braun pigmentiert ist. Als Einsprenglinge kommen fein verteilte zahlreiche kleine Quarzkörner vor. Sehr häufig sind Einlagerungen kohligter Substanz (Pflanzenreste).

Die Altersbestimmung der Wengenschichten geschah auf Grund des Fundes der *Posidonomya wengensis*, welche in den obersten Partien der Schichtfolge liegt. Nach KITTL (56, p. 206) genügen juvenile Formen aber nicht für die Deutung als Wengenschichten. Ich habe die Einteilung PHILIPPI's beibehalten, weil es mir selbst nicht gelungen ist, paläontologische Daten zu sammeln, die der Ansicht PHILIPPI's widersprechen würden.

Irrtümlicherweise hat PHILIPPI auch die Raibler der unteren Val del'acqua fredda für Wengenschichten gehalten.

5. Perledo-Varenna-Kalk.

Historisches.

Den Plattenkalken von Perledo-Varenna hat man von jeher grösstes Interesse gezollt wegen der reichen Fisch- und Saurierfauna, die sie enthalten. Über ihr Alter war man bis in die neueste Zeit nicht einig, wenn auch ihre stratigraphische Stellung nicht so ganz falsch dargestellt wurde, wie das bei den faziell ähnlichen Kalken von Besano der Fall war, bevor die Untersuchungen FRAUENFELDER's (43) einsetzten.

Eine erste Notiz über die Perledo-Varenna-Kalke stammt aus dem Jahre 1839; in einer kleineren Arbeit beschreibt da BALSAMO CRIVELLI (6) ein Reptil

und Fische vom Comersee und stellt dabei die Kalke ins „oolitico“, also in den Dogger, der seinerseits liasische Konglomerate überlagere.

1844 erschien eine Arbeit COLLEGO's (30) über die Sedimentgesteine der Lombardei, worin der Autor die schwarzen Marmore von Varenna zum Lias rechnet, welche Ansicht CURIONI (33) 1847 ebenfalls vertrat.

Von besonderem Interesse sind nun die Untersuchungen von A. ESCHER VON DER LINTH (41) im Jahre 1853. In seinem berühmten, von Bellano nach Regoledo aufgenommenen Profil gibt ESCHER die richtige Reihenfolge der einzelnen Stufen. Über dem Muschelkalkdolomit folgt nach ihm „schwarzer Kalkstein, wechselnd mit etwas mehr mergligen, in spießige Stücke entzwei brechenden Kalksteinen, reich an kohlig-tonigen Ablösungsblättchen. Lagerstätte der *Posidonomya Moussoni* MER“. ESCHER parallelisiert dann weiter ganz richtig die Fundstelle der *Daonella Moussoni* bei Regoledo mit derjenigen am See unten, die sich unweit der Einmündung des Weges Regoledo-Funicolare befindet. Etwas höher über der *Daonella Moussoni* fand ESCHER *Bactryllium canaliculatum*, „welches in der Schambelen an der Reuss im Keuper, auf dem Gambacociapass mit *Myophoria Whatelyae* und *Raibeliana* vorkommt“. ESCHER dachte an eine Verbindung der Varennakalke mit den Kalken der Prati d'Agueglio nördlich von Esino, in welchen er *Gervillia bipartita* MER. gefunden hatte. Eine solche Auffassung muss sich jedem Beobachter zuerst aufdrängen; der plötzliche nicht gut beobachtbare Übergang der Perledo-Varenna-Kalke in Esinodolomit und das Auftreten von tektonischen Störungen in der Gegend des Passes von Agueglio kann eine Fortsetzung der ladinischen Plattenkalke gegen Esino hin vortäuschen.

Die Fischschiefer selbst schienen ESCHER eher über als unter dem Esinodolomit zu liegen, sodass er liasisches Alter der Fauna nicht in Abrede stellt, aber andererseits auch die Möglichkeit erwähnt, es könnte sich um Cassianerschichten handeln.

Interessant sind die verschiedenen Ansichten OMBONI's (74, 75, 78); 1855 stellt er die Kalke in den Jura, 1856 nimmt er sie zwischen Cassianerschichten und oberen Jura, 1876 sieht er sie für älter als Keuper an.

1857 hält STOPPANI (109) die Kalke für unter dem Esinodolomit liegenden Muschelkalk. In seiner Monographie (110) „Les pétrifications d'Esino“, die 1860 erschien, äussert sich STOPPANI überhaupt nicht über die Stellung dieser Kalke; einzig aus der Legende, welche er dem kleinen Kärtchen der Umgebung von Esino beigibt, ersieht man, dass er seine frühere Ansicht nicht geändert hat. Er unterscheidet in dieser Karte als unterstes Glied des Muschelkalkes einen Dolomie inférieure, calcaires, grès bigarré, welche Zone ungefähr dem wirklichen Verlaufe des Anisiendolomites entspricht. Dagegen ist die Trennung in Marbres de Varenna unten und Schistes ichthyolithiques de Perledo unzutreffend und in bezug auf Streichrichtung auch in tektonischem Sinne vollständig unmöglich. 1876 hat STOPPANI (113) seine Ansicht geändert. In seinem „Corso di Geologia“ sieht er nun die Kalke als Äquivalente der Cassianerschichten an.

HAUER (51) hat 1858 ebenfalls die Gegend des Comersees besucht und auf seiner Karte der nördlichen Lombardei dargestellt. Er fasst die Kalke als das Substratum des Esinodolomites auf.

1877 hält CURIONI (34) die Kalke sowie auch den Esinodolomit und die Schichten von Besano für obere Trias (Piano ad *Avicula exilis*), wobei er dies alles über die Schichten von Gorno und Dossena (Raibler) setzt.

1876 erschien BENECKE's (10) erste Publikation über die Umgebung von Esino. Auch er bestätigt wie ESCHER, dass die *Daonella Moussoni* an der Basis der Kalke liegt und wahrscheinlich immer in derselben Zone vorkommt. Wichtig war, dass BENECKE bei Panighetto einen neuen Fundort für diese Muschel entdeckte. Er sah auch die Hornsteine in den unteren Partien bei Regoledo, beschrieb die Kalke gut, konnte sich aber nicht bestimmt über das Alter der Ablagerung äussern. Jedenfalls dachte er noch nicht an einen Übergang der Kalke in Esinodolomit, was aus folgender Bemerkung hervorgeht: „Für unseren Zweck hier

genügt es, diese ganze Schichtenreihe über den Sandsteinen und unter den hellen Kalken und Dolomiten vorderhand als Muschelkalk zusammenzufassen.“

1880 sieht MOJSISOVICS (67) die Kalke für Muschelkalk an; die Kalke von Varenna hält er als Vertreter der Zone des *Ceratites binodosus*, die Kalke von Perledo als Zone des *Ceratites trinodosus*. Es ist merkwürdig, dass gerade dem Forscher, der die Heteropie der lombardischen Trias zuerst hervorgehoben hat, der Übergang der Kalke in Riffdolomit entgangen ist.

Im gleichen Jahre erschien auch das Werk TARAMELLI'S (115) unter Mitarbeit von NEGRI, SPREAFICO und STOPPANI, „Il Canton Ticino meridionale ed i paesi finitimi“. Hier wird das Profil in der Torrente d'Esino beschrieben. Ob schon der Autor richtig von einer „alternanza di dolomia e di scisti“ (gemeint sind die Perledo-Varenna-Kalke) spricht, so sieht er doch die Kalke für über dem Dolomit liegend an und setzt sie an die Basis der Raiblerschichten.

Ebenfalls 1880 erschien die erste ausführliche Beschreibung der Kalke durch GÜMBEL (45). Er bestätigt die Resultate BENECKE'S. Das Vorkommen von *Posidonomya Wengensis* (es gelang seither niemand mehr, in den Kalken eine andere *Halobia* zu finden als *Daonella Moussoni*) und von Bactryllien wie in den Partnachschiefern bedeutet für GÜMBEL, dass die Kalke zur Muschelkalkformation zu rechnen sind. Er betont die Schwierigkeit, zwischen Varennakalk und den Fischeiefnern von Perledo eine strenge Grenze zu ziehen und analysiert Proben der beiden Schichtglieder. Über die gegenseitige Beziehung äussert er sich folgendermassen: „Diese Fischeiefner von Perledo liegen also unzweifelhaft über dem schwarzen Varennakalk und unter dem weissen Dolomit des Esinokalkes.“

1884 vertrat BENECKE (11) die Ansicht, dass in den unteren Partien der Perledo-Varenna-Kalke eventuell eine Unterscheidung in Binodosus- und Trinodosus-Zone möglich wäre im Sinne von MOJSISOVICS, und dass die darüberliegenden hornsteinführenden Kalke Buchensteiner Schichten sein könnten. Er deutet auch bereits an, dass Partien von Esinodolomit und solche der Plattenkalke gleichaltrig seien und somit ein Fazieswechsel vorliege, wagt aber nicht, dies in bestimmter Form zu äussern.

1885 hält BASSANI (8) das Alter der Fische und Saurier von Perledo für mitteltriadisch und stellt die Schichten in das Buchensteinerniveau.

Am meisten Klarheit über das Alter der Kalke brachten die Untersuchungen PHILIPPI'S (83) im Jahre 1895. Dieser Autor betont, dass im Profil Bellano-Varenna eigentlicher Muschelkalk vorhanden sei und unter den Plattenkalken liege. Die Zone mit *Daonella Moussoni* sieht er für oberen Muschelkalk an, gestützt auf eine verkieselte Fauna oberhalb Olcio, welche *Coenothyris vulgaris* SCHL. sp. und *Spiriferina fragilis* SCHL. sp. enthält. Die darüber liegenden hornsteinführenden Kalke müssen dann Buchensteinerschichten sein. Auch die Möglichkeit, dass der oberste Teil des Plattenkalksystems noch dem Wengenerhorizont angehören könnte, findet Erwähnung. Logischerweise musste er dann für die höheren Partien der Kalke ein Auskeilen in Esinodolomit voraussetzen und konnte dies auch tatsächlich oberhalb Olcio nachweisen. Er war somit der erste, der einen seitlichen Faziesübergang feststellte und damit ein für allemal nicht nur die stratigraphischen Verhältnisse der Kalke festlegte, sondern auch die tektonischen; denn alle früheren Annahmen, die entweder die Kalke tiefer oder höher als den Esinodolomit stellten, zeitigten die widersinnigsten tektonischen Vorstellungen.

1901 teilt MARIANI (60) die Ansichten PHILIPPI'S, ebenso TORNQUIST (127) 1902 in seinem geologischen Führer durch Oberitalien.

1903 veröffentlichte PORRO (93, 94) seine Karte „Alpi Bergamasche“ und äussert sich in dem zur Karte beigegebenen Text über die Stellung der wohlgeschichteten Kalke folgendermassen (pag. 16): „Troviamo in potente sviluppo facies locali, generalmente scarse di fossili che non saprei a quale o quali delle zone tipiche attribuire.“ Diese typischen Zonen können Muschelkalk im allgemeinen, Buchensteiner- und Wengenerschichten sein. Die Beziehung dieser Kalke zur Rifffazies beschreibt er weiterhin (pag. 17): „Infine accenno alla facies dolomitica a scogliera, che non solo sta sopra, ma anche si intercala al complesso

calcareo scistoso come nell'alta Valsecca, presso al passo Branchino e nel gruppo della Presolana.“

In der Lethaea geognostica führt ARTHABER (4) das Auskeilen der Perledo-Varenna-Kalke in Esinodolomit als Typus eines schnellen Fazieswechsels an. Was das Alter der Kalke betrifft, so teilt er die Ansicht PHILIPPI's, stellt aber in Zweifel, ob die isope Schichtreihe auch noch Wengenerschichten umfasse.

1910 erschien DE ALESSANDRI's (2) bedeutendes Werk über die triadischen Fischvorkommen in der Lombardei. Er gibt den die Fischfauna führenden Schichten von Perledo Buchensteiner Alter, während er die Schichten von Besano als Raibler ansieht. — Bei Besano unterscheidet DE ALESSANDRI an der Basis der Kalkfazies drei Fundorte, dann einen weiteren Fundpunkt, der hoch oben in den Kalken liegt, „quasi al contatto degli scisti neri colle marne irridate“. Er äussert sich über die verschiedenen Spezies, welche die Orte lieferten, folgendermassen: „Basta dare uno sguardo a questi elenchi per convincersi come le quattro località presentino le stesse specie o meglio promiscuamente avanzi di specie identiche che hanno vissuto durante la deposizione dei quattro depositi. Caratteristico è il fatto che le specie comuni colle formazioni di Raibl in Carinzia e che maggiormente ci mettono in grado di determinare l'età del giacimento si rinvencono nelle tre località poste alle base della formazione scisto-bituminosa di Besano e che la specie comune coi dipositi di Perledo si rinviene nella parte elevata della formazione scisto-bituminosa di Besano.“

Il primo fatto ci pone in grado di stabilire come la formazione calcareo-scistosa di Besano, avente una potenza massima non lontana dai mille metri e che superiormente passa a marne varicolori, di tipico aspetto raibliano, debba tutta riferirsi al piano di Raibl.

Il secondo fatto ci indica come il *Pholidophorus Curionii* sia una specie assai resistente nella serie stratigrafica e che visse nei mari triasici di Besano ed in quelli di epoca più remota, cosa che non è punto rara in similivertebrati, alcuni dei quali si riscontrano attraverso tutta una serie.“

1911 fand eine Exkursion des italienischen Geologenkongresses ins Grignagebiet statt, anlässlich deren ein Führer (135) gedruckt wurde, betitelt „Il Gruppo delle Grigne“. Darin wird (pag. 16) darauf aufmerksam gemacht, dass Perledo einige Fische und Saurier liefere, welche noch typisch paläozoischen Einschlag hätten, während das bei Besano keineswegs der Fall sei. Der Schluss, welcher daraus gezogen wird, ist leicht zu verstehen. „Quindi l'ittiofauna di Perledo va considerata anteriore a quella di Besano.“ Die Perledo-Varenna-Kalke, im speziellen die die Fischfauna enthaltenden Schichten, werden in diesem Führer als Buchensteinerschichten angesehen.

1916 gelang es FRAUENFELDER (43), die Stellung der Fischschiefer bei Besano sicher festzulegen. Er wies unzweideutig nach, dass es sich bei Besano um die Trinodosuszone handelt. Er stellte auch fest, dass die Übereinstimmung der Fisch- und Saurierfauna von Besano gleich gross oder vielmehr gleich gering ist mit Raibl wie mit Perledo.

1923 veröffentlichte MARIANI (63) in der Festschrift des Club Alpino Italiano eine Beschreibung der Grignagruppe (pag. 215—243). Er sieht dort die Perledo-Varenna-Kalke als oberanisisch an, wobei zu bemerken ist, dass die Italiener das „piano di Buchenstein“ als „superanisisco“ bezeichnen. Eine dem Text beigegebene „schizzo geologico del gruppo delle Grigne“ gibt das „anisisco inferiore e superiore“ in einer Farbe wieder, die keinen Aufschluss erteilt, wie MARIANI sich die Verteilung des unteren Anisien gegenüber dem „oberen“ denkt.

Die neueste Publikation, welche Angaben über die Perledo-Varenna-Kalke enthält, stammt von RESI STOLZ (Mailand) (108). Es werden auch in dieser Arbeit die Kalke zum „superanisisco“ gerechnet, und andernteils wird wieder der Versuch STOPPANI's gemacht, die „scisti calcari bituminosi di Perledo“ vom Varennalkalk zu trennen und sie dem Buchensteinerniveau zuzuschreiben. Das jüngere Alter der Perledofauna gegenüber der von Besano wird hervorgehoben.

Vorkommen.

Die Perledo-Varenna-Kalke, berühmt wegen der in ihnen vorkommenden reichhaltigen Fisch- und Saurierfauna bei Perledo oberhalb Varenna, sind im NW der nördlichen Schuppe entwickelt. Sie lassen sich vom Nordabhang des Sasso Mattolino in der Valsassina einerseits über Panighetto und Regoledo zum Funicolare am Comersee und andererseits unter dem San Defendente durch über Perledo bis kurz vor Lierna feststellen. In der mittleren Schuppe finden sie sich am östlichen Ufer des Comersees zwischen Grumo und Mandello wieder. In den übrigen Schuppen des Grignagebirges treten keine Perledo-Varenna-Kalke auf. Einzig nordöstlich von Balisio in der Valsassina stehen sterile Plattenkalke vom Habitus ladinischer Nichtriffkalke an, die ich aber wegen ihrer tektonischen Lage als anisisch ansehen möchte (s. oben).

Gesteinsbeschreibung.

Die Perledo-Varenna-Kalke bilden eine kontinuierliche, bis 500 m mächtige Schichtfolge von plattigen Kalken und Kalkschiefern. Der Kalk ist in der Regel bläulich oder schwärzlich, in der Nähe des seitlichen Überganges in Riffdolomit hellgrau. Die Anwitterungsfarbe erscheint schwarz, hellblau oder grau. Der Bruch ist splittrig und die Bruchfläche sammetartig. Beim Zerschlagen klingen die Kalke und Kalkschiefer hell, glasartig. Es ist dies eine Eigenschaft, die viele solche triadische Plattenkalke in den Süd- und Ostalpen besitzen. Die Kalkschiefer unterscheiden sich von den Kalken durch ihren grösseren Tongehalt, durch die Dünnschichtigkeit und gelblich-bräunliche Anwitterung.

Charakteristisch für die unteren Partien der Kalke sind stellenweise häufig auftretende Kieselknollen. Solche kann man besonders gut bei Regoledo, Bologna, oberhalb Panighetto und am Wege von Somana nach Grumo beobachten. In den oberen Teilen der Kalke kommen keine Einlagerungen von Kieselknauern mehr vor.

Häufig durchsetzen bitumenreiche Tonhäute das Gestein, dessen tonige Schichtflächen, wenn tektonisch beansprucht, glänzende Rutschharnische aufweisen, sonst aber höckerig sind und stellenweise sogenannte Regentropfenspuren zeigen. Wenn Tonhäute fehlen, ist die Schichtfläche oft von eigentümlichen gletscherschrammenartigen Kritzen durchsetzt.

Die mehr tonig-bituminösen Partien im Gestein wittern im Gegensatz zum schwarzblauen Kalk gelblich an, wodurch die Schichten oft eine charakteristische Streifung erhalten. Dies tritt besonders bei den unteren Partien der Kalke in Erscheinung, am deutlichsten in der Zone der *Daonella Moussoni* MER. vom Comersee an nach Regoledo und Panighetto.

Häufig treten Bänke von Primärbreccien auf, die man makroskopisch nur an der Anwitterungsfläche erkennt, indem das Bindemittel gelblich, die eckigen Kalkbrocken aber bläulich anwittern. Auf der Bruchfläche erscheint das Gestein einheitlich und wird nur von einzelnen Calcitadern durchzogen. Oft zeigen diese Breccien eigentümliche Rutsch- und Fließstrukturen; solche kann man am besten bei dem ersten Tunnel nach Varenna an der Strasse nach Bellano und oberhalb Panighetto beobachten.

Charakteristisch sind für die Perledo-Varenna-Kalke fast überall anzutreffende weisse Calcitadern, die nach allen Richtungen das Gestein durchsetzen und sich markant abheben. Diese Erscheinung ist besonders auffällig bei Varenna und Olivedo, wo die schwarzen Kalke durch die weissen Adern marmorartiges Aussehen erhalten. Oft lassen sich unter dem Mikroskop solche durch Calcit, Eisenoxyd oder Quarz verarbeitete Risse feststellen, welche man makroskopisch nicht wahrnehmen kann. Schon GÜMBEL (45, p. 559) hat auf diesen Umstand hingewiesen und die Erscheinung als Beweis für die Nichtexistenz der von HEIM postulierten „bruchlosen Faltung“ betrachtet (p. 601—603). Wo diese Calcitadern durch Verwitterung aufgelöst werden, bilden sich Kalksinter; hie und da fällt bei diesem Vorgang der Kalk in sich zusammen, und es entsteht dann ein allmählicher Übergang von anstehendem Gestein zu autochthoner verkitteter Gehängeschuttbreccie (besonders schön zu beobachten bei Regoledo, am Wege nach Bologna).

Mikroskopisches.

Unter dem Mikroskop zeigen die Perledo-Varenna-Kalke fast stets das gleiche Bild. Es sind feinkörnige Kalke mit sekundären Spaltausfüllungen von grobkristallinem Calcit. Häufig treten Verunreinigungen auf von Bitumen, Ton und kohligter Substanz, besonders in den Kalken oberhalb Olcio. Freier Quarz ist in den meisten Proben in ziemlich grosser Menge vorhanden, besonders in den Übergangsgesteinen zum Riffdolomit. Fließ- und Rutschstrukturen sind auch unter dem Mikroskop häufig zu beobachten. Foraminiferen oder Überreste anderer bezeichnender Organismen fehlen vollständig.

Übergang der Plattenkalke in Riffdolomit.

Sowohl die Plattenkalke der nördlichen als auch der mittleren Schuppe gehen gegen Osten seitlich in Riffdolomit über. Dieser Übergang der wohlgeschichteten Kalke in Rifffazies ist mannigfach verzahnt. Dieser Umstand bringt es mit sich, dass der Plattenkalk in der Grenzregion bald über, bald unter dem Esinodolomit zu liegen scheint. Im grossen und ganzen bildet die Begrenzung der beiden Systeme eine mit 40—50° gegen Westen abfallende zackige Fläche. SALOMON (99, p. 35) hat die Neigung der beiden Faziesentwicklungen zueinander mit Faziesböschungswinkel oder abgekürzt Fazies-

winkel bezeichnet. Die Grösse des Winkels ist abhängig vom Wachstum des Riffs. Die Verzahnung der beiden Fazies liefert den Beweis für gleichzeitige Ablagerung.

Der Übergang von kalkiger zu dolomitischer Riffazies erfolgt rasch. Am besten lässt er sich im Torrente d'Esino beobachten. Die Kalkbänke werden dort dolomitischer, behalten aber ganz den Habitus der Perledo-Varenna-Kalke bei, nur dass die Farbe heller und die Reaktion auf Salzsäure schwächer wird; schliesslich liegt nur noch ein System von Plattendolomiten vor, denen sich häufig z. T. mächtige Zungen von Riffdolomit einschalten. Hier verschwindet die Schichtung der Dolomite plötzlich, innerhalb von wenigen Metern und macht massiger Struktur Platz.

Die obere Grenze der Perledo-Varenna-Kalke ist unscharf und liegt nicht überall gleich hoch. Immer aber werden die Kalke noch von Esinodolomit überlagert. Ein Übergang in die kalkige Ausbildung der ladinischen Riffazies ist nirgends zu konstatieren.

Ein seitlicher Übergang der Plattenkalke in das unterlagernde Anisien kann nirgends festgestellt werden. Die Kartierung PHILIPPI'S (83) oberhalb Mandello bei Sonvico ist unrichtig; das Anisien taucht in der unteren Val Meria gegen Westen unter die Perledo-Varenna-Kalke und steigt keineswegs gegen Somanä und Sonvico hinauf.

Gesteinsfolge.

N-Schuppe. Profil Panighetto-Perledo (Stratigr. Prof. 1).

Oberhalb Panighetto, in einer Höhe von 850 m ü. M., liegen über dünngeschichtetem, schwarzem, diploporogenem, zu Grus zerfallendem Mendoladolomit:

- 30 m sterile plattige blaue Kalke, z. T. mit horizontaler Streifung.
- 50 m gutgeschichtete blaugraue Kalke, häufig mit Primärbrecienstruktur (8a, b, c). Vereinzelt treten kleine Kieselknollen auf, die merkwürdig herauswittern. An der Strasse von Bellano nach Varenna und bei Regoledo zeigt diese Zone eine auffallende horizontale Streifung, die durch den wechselnden Bitumengehalt der einzelnen Schichten bedingt ist (Analogie mit FRAUENFELDER'S Grenzbitumenzone). In diesen Kalken findet sich die *Daonella Moussoni* MER., also erst 30 m über der Basis der Perledo-Varenna-Kalke. Häufig sind auch Stäbchen von Bactryllien vorhanden.
- 20 m schwarzblaue Kalke mit vielen ziemlich grossen Kieselknauern. Enthalten verkieselte, unbestimmbare Fossilien (*Pecten*, *Spiriferina fragilis?*).
- 10 m Dolomit, ähnlich dem Esinodolomit, weiss, zuckerkörnig. Im Profil Bellano-Varenna an der Strasse ist dieser Dolomit seitlich durch blaue Perledo-Varenna-Kalke ersetzt.

- 30 m hellgraue, gelblich anwitternde, dünngeschichtete, sandige dolomitische Kalkschiefer. Enthalten noch schlecht erhaltene Exemplare von *Daonella Moussoni* MER.
- 60 m hornsteinführende, schwach bituminöse glasklingende blaue Kalke (besonders am Wege Ghesazio-Bologna gut aufgeschlossen). Die Kieselknollenführung ist dieselbe wie in den Buchensteinerschichten; es können nur vereinzelt Knauer oder durchgehende Lagen von Hornstein vorkommen.
- 200 m 20 cm bis 3 m dicke Schichten von blauem Kalk mit zahlreichen weissen Calcitschnüren und Primärbreccien. Hie und da Spuren einer verkieselten Fauna, unbestimmbar. Zu oberst Fisch- und Saurierfundstelle oberhalb Olivedo am Fusswege nach Regoledo.

Darüber folgt eine wenig mächtige Schichtreihe, die von Olivedo an am Ausgang des Torrente d'Esino, auf der rechten Seite des Flussbettes, gegen Perledo hinaufzieht und schliesslich in Esinodolomit seitlich übergeht. Diese äusserst charakteristische Zone, welcher man bis jetzt keine Beachtung geschenkt hatte, gibt einen gut verfolgbaren Horizont ab, da sie die Folge der mehr oder weniger einheitlich aussehenden blauen Kalke unterbricht und den Habitus von echten Buchensteiner- oder Wengenerschichten trägt. Kurz nach der ersten Wegbiegung oberhalb Olivedo, an der neuen Strasse nach Perledo, lässt sich folgendes Profil beobachten:

- 0,80 m mergelige, sandige, buntfarbige Kalkschiefer,
 1,5 m blaue Perledo-Varenna-Kalke,
 2 m sandige, gelbliche Kalkschiefer,
 5 m tintenblauer Perledo-Varenna-Kalk,
 1,5 m splittriger, gelb und grau anwitternder, tuffogener sandiger Dolomit mit Pflanzenschmitzen. Ist identisch mit den tuffogenen sandigen Dolomiten der Buchensteiner- und Wengenerschichten und zeigt wohl eindeutig, dass bei Olivedo Schichten von ladinischem und nicht anischem Alter vorhanden sind.

Es folgen darüber, besonders im Unterlauf des Torrente d'Esino, gut aufgeschlossen:

- 80-100 m Kalkschiefer, dünnschichtig, z. T. dolomitisch, mit ziemlich viel Quarz (nur mikroskopisch sichtbar). Hauptfundstellen der Fisch- und Saurierfauna von Perledo. Diese Zone bildet das höchste Schichtglied; sie bildet den Kern der Synklinale, deren Axe in der Richtung Olivedo-Esino-Cainallo verläuft.

Die maximale Mächtigkeit der Perledo-Varenna-Kalke in der N-Schuppe erreicht 500 m.

Schichtfolge in der mittleren Schuppe.

Über Trinodosusschichten, die nordöstlich Rongio in der Val Meria gegen NW untertauchen (s. Karte), liegen:

100 m z. T. dolomitische Kalkschiefer und Kalke, hellgrau oder bläulich, stellenweise mit weissen Calcitschnüren und stylolithenartigen Verzahnungen versehen.

Darüber liegen :

120 m blaue, bituminöse, gutgeschichtete Kalke mit toniger Schichtfläche. An der Basis dieser Kalke, nördlich oberhalb Somana (PHILIPPI bezeichnet den Fundpunkt „über Olcio“) fand PHILIPPI (83, p. 703) eine ziemlich reichhaltige verkieselte Fauna, die unter anderem *Terebratula vulgaris* SCHLOTH. und *Spiriferina fragilis* enthalten soll. Ist die Bestimmung der *Terebratula vulgaris* richtig, so geht diese Form zweifellos in diesem Falle bis in Buchensteinerschichten hinauf. Die weiteren angeführten Fossilien sind nämlich typisch für Ladinien, wie später ausgeführt wird. In diesen Kalken finden sich oft Partien, welche als echte Buchensteinerschichten angesprochen werden müssen; es sind dies splittrige, knollig ablösende, grünlich und gelblich anwitternde Kalke mit runden faustgrossen Kieselknollen, Bactryllien und Pflanzenschmitzen. Zu oberst werden die Kalke schieferiger und sind oft parallel gestreift (Wechsel von bitumenreicheren und bitumenärmeren Zonen).

In der mittleren Schuppe lassen sich die Plattenkalke am zugänglichsten an der Strasse von Mandello nach Grumo beobachten. Leider zeigen sie aber dort keine Differenzierung, sondern behalten von unten bis oben denselben Charakter bei, d. h. es sind immer nur gutgebankte „homogene“ blaue Kalke.

Fossilien.

a) Nord-Schuppe:

30 m über der Basis der Perledo-Varenna-Kalke.

Daonella Moussoni MER. Diese Muschel geht ziemlich hoch hinauf in der Schichtreihe und ist nicht auf einen bestimmten geringmächtigen Horizont beschränkt.

Bactryllien

80 m über der Basis der Perledo-Varenna-Kalke; oberhalb Panighetto.

Verkieselte Fauna, *Pecten* und *Spiriferina fragilis*?

400 m über der Basis der Perledo-Varenna-Kalke: verkieselte Kleinf fauna, unbestimmbar.

Brachiopoden? Nördlichste Fundstelle der Fisch- und Saurierfauna.

450—500 m über der Basis der Perledo-Varenna-Kalke.

Fisch- und Saurierfauna von Perledo. Früher sollen mehrere Fundstellen in Steinbrüchen oberhalb Perledo existiert haben; heute liefert nur noch die sogenannte Grotto del Pepot Fossilmaterial. Diese befindet sich am Wege von Perledo nach Vezio, direkt links der Brücke, die über den Torrente d'Esino führt. (Beim Besitzer des Bades Grotto del Pepot, Giuseppe Ongania, lassen sich Fossilreste käuflich erwerben.)

DE ALESSANDRI (2, p. 6) gibt für die von ihm beschriebenen Spezies der Perledo-Varenna-Kalke keine bestimmten Fundorte an. Es ist anzunehmen, dass die ganze zitierte Fauna von Stellen etwas südlich Perledo stammt. Ich entnehme seiner Tabelle (p. 30) die Zusammenstellung der Arten von Perledo und setze analoge Funde von Besano in Parallele. Die Abkürzungen in der Tabelle bedeuten: ss = sehr selten, s = selten, n. s. = nicht selten, h = häufig, s. h. = sehr häufig.

Tabelle der Fischfauna von Perledo und identische Formen von Besano (nach De Alessandri).

Arten	Perledo	Besano
1. <i>Heptanema paradoxum</i> RÜPP	s.	—
2. <i>Urolepis macroptera</i> BELL	s.	—
3. „ <i>microlepidota</i> BELL	s.	—
4. <i>Perleidus altolepis</i> DEECKE sp.	s. s.	—
5. <i>Belenorhynchus robustus</i> BELL	s. h.	—
6. <i>Semionotus Balsami</i> BELL.	h.	—
7. <i>Colobodus</i> sp.	s.	h.
8. <i>Ophiopsis lepturus</i> BELL. sp.	n. s.	—
9. „ <i>lariensis</i> n. sp.	n. s.	—
10. <i>Eugnathus Hermesii</i> BELL. sp.	s. s.	—
11. „ <i>Trotti</i> BALS. sp.	s. s.	—
12. <i>Heterolepidotus pectoralis</i> BELL. sp.	s. h.	—
13. „ <i>serratus</i> BELL. sp.	n. s.	—
14. „ <i>Taramelli</i> DE ALESS.	n. s.	—
15. „ <i>brevis</i> BELL. sp.	s.	—
16. „ (?) <i>Egidii Venantii</i> DE ALESS.	s. s.	—
17. „ <i>Bellottii</i> DE ALESS.	s. s.	—
18. <i>Allolepidotus nothosomoides</i> DEECKE	s. s.	—
19. „ <i>Bellottii</i> RÜPP. sp.	s.	—
20. „ <i>Rüppelii</i> BELL. sp.	s.	—
21. <i>Pholidophorus Curionii</i> HECK sp.	s.	s.
22. „ <i>oblungus</i> BELL.	n. s.	—
23. <i>Prohalecites Porroi</i> BELL. sp.	s. h.	—
24. <i>Pholidopleurus</i> (?) sp.	s. s.	—
25. <i>Leptolepis</i> (?) sp.	s. s.	—

An Reptilien sind vertreten:

Lariosaurus Balsami CUR.

Placodus (nur Zähne erhalten).

Mit Besano sind nur zwei Spezies gemeinsam, nämlich *Pholidophorus* CURIONI und ein schlecht erhaltener *Colobodus*. Nach FRAUENFELDER (43, p. 269) dürften wahrscheinlich auch *Belenorhynchus* CURIONI und *Urolepis* gemeinsam sein. Zwei Arten von Besano, *Pholidopleurus typus* BRONN. und *Peltoleurus splendens* KNER., finden sich auch in den Fischeschiefern von Raibl, weshalb DE ALESSANDRI die Schichten von Besano für Carnien ansah.

Einzelne Formen haben paläozoischen Charakter, andere kommen im Lias und Jura vor, der grösste Teil aber ist typisch für Unter- und Mittel-Trias. Jedenfalls liefert das Vorkommen von Perledo einen weiteren Beweis dafür, wie Fischfaunen wenig geeignet sind für Altersbestimmungen. Um so merkwürdiger ist es, dass MARIANI die Funde von Perledo als äusserst wichtig bezeichnet (63, p. 1873): „Ma fossili più importanti (als *Daonella Moussoni*) vennero da tempo trovati nelle vicinanze di Perledo, e cioè scheletri e parti diverse scheletriche di pesci e di rettile.“

MOJSISOVICS (67, p. 713) erwähnt von Varenna einen *Balatonites* cfr. *Otonis* (v. BUCH); es ist aber nicht sicher, ob der Fund tatsächlich aus den Kalken von Varenna stammt. TOMMASI zitiert aus Varennakalk einen *Pleuromutilus Taramellii* TOMM.

Auf diese beiden Cephalopoden-Arten kann kein grosser Wert gelegt werden.

b) Mittlere Schuppe.

Der unterste Teil der Perledo-Varenna-Kalke enthält in der mittleren Schuppe keine Fossilien. Der Fundpunkt Roccolo, welchen PHILIPPI (83, p. 703) oberhalb Somana angibt, liegt schon ziemlich hoch oben, etwa 120 m über der Basis. Es gelang mir trotz eifrigen Suchens nicht, dort Versteinerungen zu finden. Nach PHILIPPI handelt es sich um eine verkieselte Fauna von Brachiopoden, Lamelli-branchiaten, Gasteropoden und Cephalopoden, die ich hier anführe, da sie Schlüsse auf das Alter der Kalke zulässt:

<i>Spiriferina palaeotypus</i> LORETZ.	<i>Euomphalus</i> sp.
<i>Spiriferina fragilis</i> SCHL. sp.	<i>Naticopsis</i> sp.
<i>Rhynchonella decurtata</i> GIR. sp.	<i>Loxonema tenuis</i> MÜNST. sp.
<i>Coenothyris vulgaris</i> SCHL. sp.	<i>Eustylus</i> dfr. <i>Zitteli</i> KITTL.
<i>Ostrea decemcostata</i> MÜNST.	<i>Goniogyra</i> ? sp.
<i>Avicula</i> sp.	<i>Dinarites</i> sp.
<i>Posidonomya obsolete-striata</i> TOMM.	<i>Arpadites</i> sp.
<i>Myophoria</i> cfr. <i>elegans</i> ANKR.	

Die Brachiopoden scheinen auf anisisches Alter der Schichten hinzuweisen. Jedoch weiss man, dass *Spiriferina fragilis* SCHLOTH. sich auch in Buchensteinerschichten findet. Wenn die Bestimmung von *Rynchonella decurtata* GIR. sp. und *Coenothyris vulgaris* SCHLOTH. sp. richtig ist, so sind diese beiden Formen auch nicht zonenbeständig. SALOMON (99, p. 141) erwähnt übrigens *Terebratula vulgaris* SCHLOTH. vom Nordabhang der Marmolata, zusammen vorkommend mit *Naticopsis* sp., einer typisch ladinischen Form. Die *Spiriferina palaeotypus* LORETZ wird nur von BITTNER (15) zitiert und soll von Grumo südlich Lierna stammen; es scheint mir fraglich, ob das Exemplar BITTNER'S wirklich im Perledo-Varenna-Kalk gefunden wurde.

Die Lammellibranchiaten sind nicht bezeichnend. Auffallend ist bei den Gasteropoden, dass sämtliche im Esinokalk auftreten.

Von Bedeutung scheint es mir ferner zu sein, dass ein *Arpadites* gefunden wurde, eine Cephalopodenart, die im Esinokalk sehr häufig vorkommt.

Mir selbst gelang es nur, Bactryllien zu finden zwischen Roccolo und Sornico. Daneben trifft man häufig unbestimmbare kohlige Überreste von Pflanzen.

Alter der Perledo-Varenna-Kalke.

Nord-Schuppe.

Die untersten 30 m der plattigen blauen Kalke sind steril, zeigen aber stellenweise schon die Streifung, welche der Grenzbitumenzone eigen ist. Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Kalke zusammen mit den untersten Schichten der Zone der *Daonella Moussoni* MER. oberanisisches Alter besitzen und fazielle Vertreter des Recoarokalkes und der Trinodosusschichten sind. Sichere Beweise liegen aber keine vor. Die *Daonella Moussoni* geht unbedingt noch in Buchensteinerschichten hinauf. Sie kommt anderweitig in der Grenzbitumenzone in einer ähnlichen Form vor und MARIANI (59, p. 114) zitiert sie aus mittlerer Trias von Cividate in der Val Camonica. Dadurch, dass man die untersten 40 m der Perledo-Varenna-Kalke zum Anisien zählt, wird die Grenze gegen das Ladinien unscharf. Bei der oberanisischen Grenzbitumenzone FRAUENFELDER'S tritt genau die gleiche Erscheinung zutage, nur dass dort viel reichere paläontologische Anhaltspunkte vorhanden sind, um eine scharfe Grenze zwischen Anisien (Virglorien) und Ladinien zu ziehen.

Sicher aber ist, dass die Hauptmasse der Perledo-Varenna-Kalke ladinisches Alter besitzt. Jedenfalls ist die Ansicht MARIANI'S unhaltbar, dass bei Olivedo und Varenna noch anisischer Plattenkalk vorliege, währenddem die Schichten von Perledo Buchensteinalter haben sollen. Eine solche Anschauung erweist sich schon allein als unmöglich, wenn man die Streichrichtungen in den Kalken verfolgt, welche deutlich zeigen, dass die Schichten zwischen Olivedo und

Varena dieselben sein müssen wie bei Perledo (s. Karte), und ausserdem würde die Mächtigkeit des Anisien im Profil Bellano-Varena über 600 Meter betragen, während sie sich sonst immer nur zwischen 150 und 200 Metern bewegt.

Das Vorkommen von Kieselknollen bei Regoledo und Bologna in Schichten, welche im unteren Teil noch *Daonella Moussoni* MER. führen, lässt den Schluss zu, dass die Perledo-Varena-Kalke fazielle Vertreter der Buchensteinerschichten sind; denn gerade die charakteristischen Kieselknauer sind im Grignagebiet ein typisches Kennzeichen für das Buchensteinerniveau und kommen in anisischen Horizonten nirgends vor. Weiter spricht auch der Umstand, dass die gesamten Perledo-Varena-Kalke seitlich in Esinodolomit übergehen, ganz dafür, dass die Kalke ladinisches Alter haben. Dieser fazielle seitliche Übergang muss besonders hervorgehoben werden; denn er ist ein Beweis für die Gleichartigkeit der heterogenen Ablagerungen.

Wie weit hinauf in den Perledo-Varena-Kalken das Buchensteinerniveau reicht, ist durchaus ungewiss. Im Osten des Grignagebirges, oberhalb Pasturo, erreichen die Buchensteinerschichten eine maximale Mächtigkeit von 150 m und werden von Calimerokalk und kalkig-sandigen Wengenerschichten überlagert. Es ist nun wohl für die Perledo-Varena-Kalke anzunehmen, dass sie nicht in ihrer Gesamtmächtigkeit von 500 m nur dem Buchensteinerhorizont äquivalent sind, sondern dass die obersten 200 oder 100 m den Wengenerschichten entsprechen. Daraus ergibt sich für die Fisch- und Saurierfauna von Perledo mittelladinisches Alter, d. h. sie findet sich ungefähr an der Grenze der Buchensteiner-Wengenerschichten.

Auffallend ist, dass die beiden Arten *Pholidophorus* CURIONI und *Colobodus spec.*, welche nach DE ALESSANDRI mit Besano übereinstimmen, sich gar nicht in der oberanisischen Grenzbitumenzone bei Besano finden, sondern hoch oben in den Kalkschiefern „presso Cà del frate, quasi al contatto dagli scisti neri colle marne irridate“, also ungefähr in einem Niveau, welches demjenigen von Perledo entspricht.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Alter der Fisch- und Saurierfauna von Perledo zweifellos ladinisch ist. Die spärlichen Analogien mit Besano (Trinodosuszone) und Raibl lassen sich ohne weiteres erklären, wenn man bedenkt, wie besonders Fischfaunen in ihrer Verbreitung sehr stark von der Fazies abhängig sind. So verdankt auch das Vorkommen von Perledo seine Erhaltung einzig der dolomitisch-kalkig-bituminösen Ausbildung der ladinischen Schichten, welche sich dort auffallenderweise in unmittelbarer Nähe der dolomitischen Riffbildungen finden.

Gesteinsausbildungen und Mächtigkeiten nach Schuppen geordnet														
Nordschuppe					Mittlere Schuppe und Rialeschuppe (Balisio)				Südschuppe					
1. Bellano-Varenna-Esino	2. Parlasco-Esino	3. Prato S. Pietro-Mte. Croce	4. Pasturo-Grigna sett.	5. Lierna-Esino	6. Unt. Val Meria	7. Torrente Tesa-Grigna merid.	8. Balisio	9. Coltignone						
<i>Esinokalk</i>														
Grauweiser dichter oder schwarzgrauer feinkörniger Kalk, gutgeschichtet, mit <i>Protrachyceras Archelaus</i> (LAUBE) MOJS., <i>Proarcestes esinensis</i> MOJS., <i>Halobia Lommelii</i> WISSM., <i>Omphaloptychia Escheri</i> STOFF., <i>Spirigera Stopp.</i> SALOM., <i>Montivaultia spec.</i> , <i>Diplopora annulata</i> SCHAFF., Evinospongien, Bleiglanz- und Zinkblende														
<i>Esinokalk</i> mit <i>Omphaloptychia Aldrovandi</i> STOFF. (chiesa Esino) und <i>Diplopora annulata</i> SCHAFF.	100—200 m	<i>Esinokalk</i> mit <i>Omphaloptychia Escheri</i> (M. HOENS), <i>Toxosoma Brocchi</i> STOFF., <i>Proarcestes circoncarnata</i> STOFF., <i>Diplopora annulata</i> SCHAFF., Bleiglanz, Evinospongien.	700 m	<i>Esinokalk</i> mit <i>Pecten discites</i> SCHLOTH., <i>Omphaloptychia turris</i> STOFF., <i>Proarcestes esinensis</i> MOJS., <i>Diplopora annulata</i> SCHAFF., Evinospongien.	800 m	<i>Esinokalk</i> fehlt, ist z. T. durch Esinodolomit seitlich ersetzt.	0 m	<i>Esinokalk</i> mit <i>Protrachyceras Archelaus</i> MOJS., <i>Proarcestes esinensis</i> MOJS., <i>Halobia Lommelii</i> WISSM., <i>Spirigera Stopp.</i> SALOM., <i>Montivaultia spec.</i> , <i>Diplopora annulata</i> SCHAFF., Evinospongien.	400 m	Oberer Esinokalk fehlt, ist z. T. durch Esinodolomit seitlich ersetzt				
<i>Esinodolomit, Perledo-Varenna-Kalke, Wengenerschichten, Calimerokalk, Buchensteinerschichten</i>														
Grauweiser feinkörniger Dolomit mit schlecht erhaltenen Cephalopoden (<i>Arpadites Paronai</i> MARIANI, <i>Ptychites spec.</i> , <i>Proarcestes spec.</i>), Gasteropoden (<i>Undularia spec.</i> , <i>Omphaloptychia spec.</i>), <i>Diplopora annulata</i> SCHAFF., koralligen Strukturen, drusenförmigen Hohlräumen. Im NW der Nordschuppe und der mittleren Schuppe wird der Esinodolomit in seinen unteren Partien durch <i>Perledo-Varennakalke</i> ersetzt, indem er seitlich in diese übergeht. Es sind dies plattige blaue glasklingende z. T. bituminöse Kalke und Kalkschiefer, die bei Oliveto eine charakteristische Zone von tuffogenen Sandsteinen vom Typus der Wengenerschichten und bei Regoledo und oberhalb Olcio stellenweise ähnlich den Buchensteinerschichten entwickelt sind, indem sie dort Kieselknollen führen und Einschwemmungen von gelblich-grünem Tuffmaterial enthalten (<i>Pietra verde</i>). In den unteren Partien kommen <i>Daonella Moussoni</i> MER., <i>Spirigera fragilis</i> SCHLOTH., <i>Lozonema tenuis</i> MÜNST., <i>Arpadites spec.</i> vor, zuoberst in den Kalken liegt die Fisch- und Saurierfauna von Perledo. Im SE der Nordschuppe werden die unteren Partien des Esinodolomites durch Wengenerschichten, Calimerokalk und Buchensteinerschichten seitlich ersetzt. Die <i>Wengenerschichten</i> sind sandig-mergelige tuffogene dünn-schichtige Kalke und graugrüne spiegsige Mergel, enthalten massenhaft Pflanzenreste und im obersten Teil <i>Posidonomya wengensis</i> , zuunterst liegen plattige hellblaue Kalke. Der <i>Calimerokalk</i> ist ein grauer korallgener Riffkalk mit Crinoiden. Die <i>Buchensteinerschichten</i> sind blaue plattige Kalke mit Kieselknollen, dolomitisch-kalkigen Pietra-verde-Bänken und graugrünen sandigen Mergeln. Bei Oneda führen sie <i>Halobia Taramellii</i> MOJS.														
<i>Esinodolomit</i> , zuckerkörnig, ka-vernös, rötlich, mit Gasteropoden vom Typus <i>Omphaloptychia spec.</i>	100—200 m			<i>Esinodolomit</i> mit Evinospongien und <i>Diplopora annulata</i> SCHAFF.	300—500 m			Grauweiser zuckerkörniger <i>Esinodolomit</i> , wechsellagernd mit hellgrauem Esinokalk, der Gasteropoden vom Typus <i>Omphaloptychia spec.</i> und <i>Diplopora annulata</i> SCHAFF. enthält.	800 m	Grauweiser zuckerkörniger <i>Esinodolomit</i> mit <i>Arpadites Paronai</i> MARIANI, Gasteropoden, <i>Diplopora annulata</i> SCHAFF.	1000 m	Grauweiser <i>Esinodolomit</i> mit <i>Omphaloptychia spec.</i>	100—500 m	
<i>Perledo-Varennakalke</i> . Dolomitische Kalkschiefer mit der Fisch- und Saurierfauna von Perledo.	60—80 m	Grauweiser kalkiger <i>Esinodolomit</i> mit <i>Diplopora</i> SCHAFF.	100—200 m	<i>Wengenerschichten</i> mit <i>Posidonomya wengensis</i> .	450 m	<i>Esinodolomit</i> , grauweiss, kristallin, enthält Gasteropoden vom Typus <i>Undularia spec.</i> , <i>Ceolostylina spec.</i> , <i>Diplopora annulata</i> SCHAFF., Bleiglanz.	700 m	<i>Perledo-Varennakalke</i> . Blaue Kalke und Kalkschiefer mit Kieselknollen und <i>Spirigera fragilis</i> SCHLOTH., <i>Lozonema tenuis</i> MÜNST., <i>Arpadites spec.</i>	100—200 m					
Blaue, schwach bituminöse Kalke und Kalkschiefer mit Kieselknollen und zu unterst mit <i>Daonella Moussoni</i> MER.	300—400 m			<i>Buchensteinerschichten</i> mit <i>Halobia Taramellii</i> MOJS.	150 m									
<i>Oberes Anisien in der Fazies der Perledo-Varenna-Kalke und des Esinodolomites; Recoarakalk und Trinodosusschichten.</i>														
<i>Perledo-Varennakalke</i> . Plattige blaue Kalke, durch wechselnden Bitumengehalt horizontal gebändert. Zu oberst liegt <i>Daonella Moussoni</i> MER.	40 m	Grauweiser <i>Esinodolomit</i> .	40 m	<i>Trinodosusschichten</i> . Plattige dünn-schichtige schwarzblaue Kalke mit Mergelzwischenlagen. <i>Rhynchonella trinodosi</i> BITTS., <i>Ceratites subnodosus</i> MOJS. <i>Recoarakalk</i> . Brachiopodenreicher Kalk mit welliger toniger Schichtfläche (<i>Bernocolutto</i>). <i>Enerinus liliiformis</i> LAM., <i>Spirigera trigonella</i> SCHLOTH., <i>Lima costata</i> GOLD.	20 m	Grobkristalliner <i>Esinodolomit</i> .	40 m	<i>Trinodosusschichten</i> . Bläulichgraue Kalke mit hellgelben sandigen Mergeln. <i>Rhynchonella trinodosi</i> BITTS., <i>Ceratites trinodosus</i> MOJS., <i>Ceratites vandelicus</i> MOJS. <i>Recoarakalk</i> . Brachiopodenreicher Knollenkalk mit <i>Enerinus liliiformis</i> LAM. und <i>Spirigera trigonella</i> SCHLOTH.	20 m	<i>Trinodosusschichten und Recoarakalk</i> . Hellgraue Kalke mit dünnen Sandmergelbänken. <i>Ceratites trinodosus</i> MOJS., <i>Lima spec.</i> , <i>Spirigera trigonella</i> SCHLOTH.	13 m	Feinkörniger <i>Esinodolomit</i> .	40 m	<i>Trinodosusschichten und Recoarakalk</i> . Sandiger gelber Knollenkalk mit <i>Spirigera trigonella</i> SCHLOTH.
<i>Unteres Anisien</i>														
Graue, gelblich anwitternde, zuckerkörnige dickbankige Dolomite mit <i>Diplopora philosophi</i> PIA, unbestimmbaren Zweischalern und Gasteropoden.	120—150 m	<i>Gracilisschichten</i> . Feinere und gröbere graubraune Sandsteine mit unreinem erdigem Kalk als Bindemittel.	150 m	<i>Gracilisschichten</i> . Sandige dolomitische Kalke, stellenweise knollig (<i>Bernocolutto</i>).	150 m	<i>Mendoladolomit</i> . Grobkörniger grauer gelblich anwitternder Dolomit.	80 m	<i>Gracilisschichten</i> . Grobkörnige graubraune Sandsteine und gelblicher erdiger Dolomit.	80—100 m	<i>Gracilisschichten</i> . Plattige dünn-schichtige indifferente Kalke, ähnlich Perledo-Varennakalke.	120 m	<i>Gracilisschichten</i> . Sandige gelblichbraune Kalke und Dolomite.	120 m	

Ladinien (umfasst Buchensteiner-, Wengener- und Cassianeriveau)

Oberes Anisien

Unteres Anisien

200—800 m

1000—1200 m

8—10 m

120 m

Mittlere Schuppe.

In der mittleren Schuppe liegen die Perledo-Varena-Kalke auf oberanisischen Schichten; das Alter der Plattenkalke ist dort unzweideutig schon von der Basis an ladinisch. PHILIPPI hat in der unteren Val Meria die Verbreitung des Anisien, Ladinien und Carnien unrichtig kartiert. Die Fossilführung beginnt in der mittleren Schuppe erst etwa 120 m über der Basis. Wie schon hervorgehoben, sprechen die von PHILIPPI gefundenen verkieselten Fossilien für ladinisches Alter der Schichten, besonders die Gasteropoden und ein *Arpadites*. Die Kalke führen stellenweise grosse Kieselknollen und zeigen dabei zuweilen deutliche petrographische Anklänge an Buchensteiner-

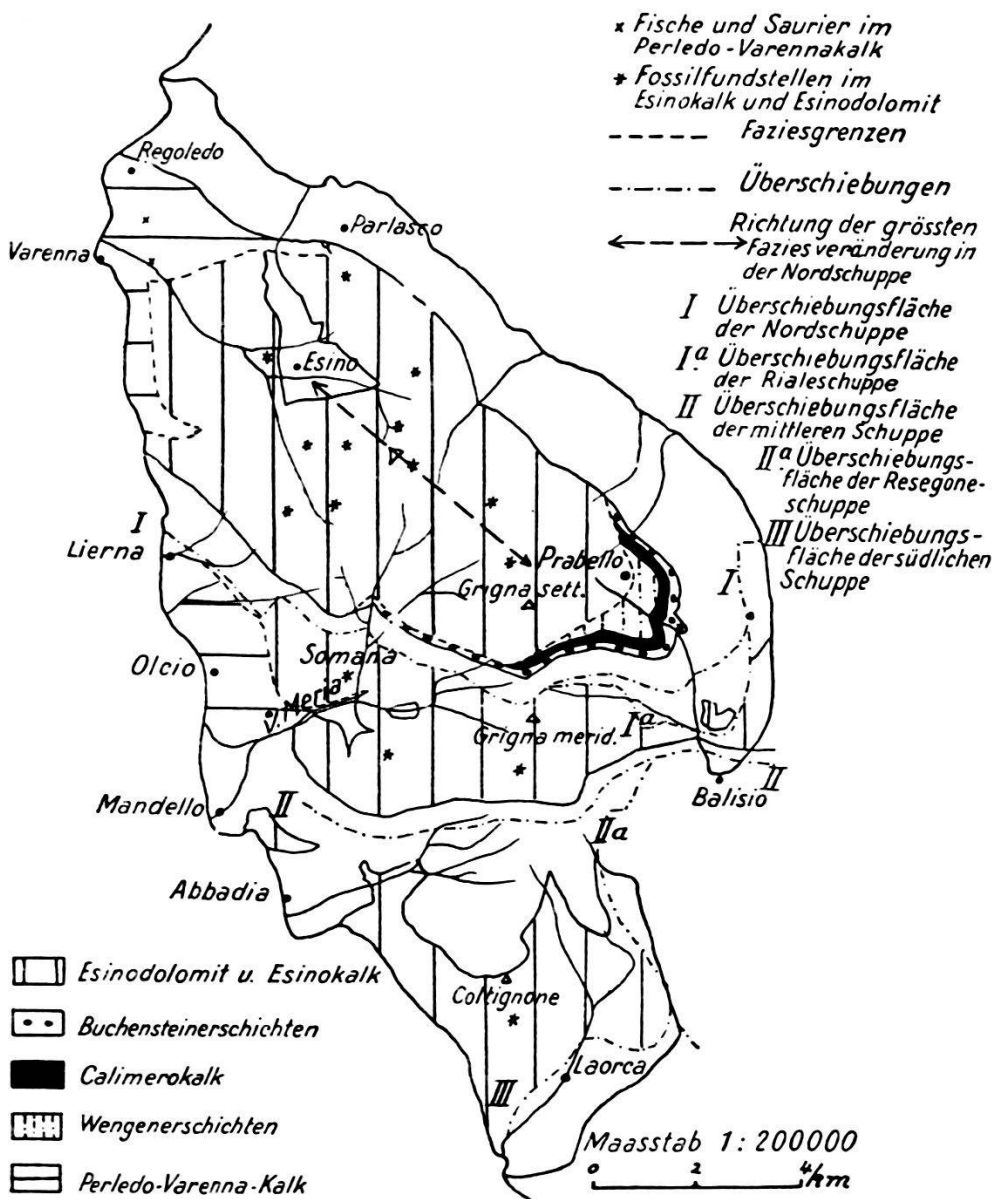


Fig. 3. Schematische Darstellung der Faziesverhältnisse des Ladinien.

schichten. Ich stelle somit die gesamten, durchschnittlich 200 m mächtigen Perledo-Varenna-Kalke zwischen Tonzanico und Grumo zu den Buchensteinerschichten.

Technische Verwendung der Perledo-Varenna-Kalke.

Die Plattenkalke wurden besonders in früheren Zeiten an einigen Stellen abgebaut, so südlich von Perledo, wo der Steinbruchbetrieb die reiche Fisch- und Saurierfauna zu Tage förderte, dann weiter bei Varenna und Grumo. Gegenwärtig wird der Kalk nur noch oberhalb Olivedo und bei Grumo gebrochen. Er findet als Baustein oder zu Dekorationszwecken poliert Verwendung. Angeschliffen hat er oft marmorartiges Aussehen.

VI. Raiblerschichten.

Historisches.

A. ESCHER v. D. LINTH (41, p. 96) fand 1853 in grauem Mergelkalk nördlich Esino bei den Prati d'Agueglio *Gervillia bipartita* MER. und eine *Plicatula*, er hielt „die scheinbar auf dem SW fallenden Dolomit des Sasso Mattolino liegenden Kalke“ für älter als den Esinokalk. Alle späteren Forscher bis BENECKE betrachteten die Schichten der Prati d'Agueglio seit ESCHER'S Fund als Raibler, brachten diese aber entweder mit dem Muschelkalk der Valsassina bei Parlasco oder Pasturo in Beziehung. Erst BENECKE (10) hat die Lagerung der Raiblerschichten auf Esinokalk richtig erkannt. Dieser Forscher hat auch zuerst die Gesamtverbreitung der Raibler im Grignagebirge im grossen und ganzen richtig kartiert. PHILIPPI'S (83) Aufnahmen zeigen einen wesentlichen Unterschied mit der Auffassung BENECKE'S, indem die Raibler der unteren Val dell'acqua fredda unrichtigerweise als Wengenerschichten angesehen wurden.

Vorkommen.

Raiblerschichten finden sich in der Nordschuppe bei Esino, in der Rialeschuppe im untern Val dell'acqua fredda, und zur Südschuppe gehörend auf dem Pendolinaplateau und bei Mandello.

1. Untere Raiblerkalke und Dolomite.

Über dem obersten dickbankigen Esinokalk liegen die ungefähr 200 m mächtigen unteren Raiblerkalke, die sich wegen der gelblichen Anwitterung und der guten Schichtung markant vom Esinokalk abheben. Petrographisch ist der Übergang von Ladinien zu Carnien dadurch gekennzeichnet, dass zu unterst meist ein System von 20—50 m plattiger reiner Dolomite liegen, welche in frischem Bruch genau aussehen wie der helle Esinokalk, aber an der Anwitterungsfläche eine gelbe tonige Verwitterungsrinde aufweisen und gut

geschichtet sind. Auf der rechten Talseite des Val Calolden finden sich in diesen untersten Partien noch Einlagerungen von Bleiglanz.

Über diesen Dolomiten liegen blaugraue, splittrig brechende, mit weissen Calcitadern durchzogene Kalke, die innen stellenweise genau gleich aussehen wie Perledo-Varenna-Kalk. Häufig sind styolithenartige Verzahnungen vorhanden. Auf dem Pendolinaplateau enthalten die Kalke 3—4 cm dicke Hornsteinbänder und zonenweise Knollen von sogenannter Gagatkohle. Die mit glänzenden braungelben Tonhäuten versehene Schichtfläche ist wulstig und die Anwitterungsfläche zeigt meist einen ockergelben tonigen Überzug. Die Kalke wechsellagern gegen oben mit dünneren oder dickeren Bändern von gelbbraunen sandigen Mergeln. In diesen Kalken und Mergeln liegt 100—150 m über dem Esinokalk der auf der Karte ausgeschiedene Fossilhorizont. Auf dem Pendolinaplateau bildet er ein charakteristisches weiss anwitterndes Kalkband, das zahlreiche calcitische Fossilien enthält, welche aber nur an der Anwitterungsfläche zu sehen sind. Bestimmbares ist nicht zu finden. Es handelt sich meist um Zweischaler, kleine Gasteropoden oder Crinoidenstielglieder.

Im Val dell'acqua fredda liegt der Fossilhorizont in blauem, gelb anwitterndem, spätigem Kalk und enthält:

Myophoria Whatelyae BUCH. sp. (bis jetzt aus dem Grignagebiet nicht bekannt).

Modiola gracilis KLIPST.

Pecten filiosus HAUER.

Gonodon sp.

Es handelt sich hier um eine neue Fundstelle (s. Karte).

Bei Esino kommen im gleichen Niveau in gelblichen mergeligen Kalken schlecht erhaltene Exemplare von *Myoconcha* vor. BENECKE (11, p. 263) zitiert ferner *Gervillia bipartita* MER., *Pecten filiosus* HAUER. und *Lingula* sp. An der Anwitterungsfläche treten kleine Gasteropoden, Zweischaler, Crinoidenstacheln und Ammonitenquerschnitte hervor.

Die obersten 20—50 m der unteren Raiblerkalke werden von grüngelblichen, dichten, muschelartig brechenden Kalken und Dolomiten gebildet, die mit gelben sandigen Mergeln wechsellagern. Zu oberst ist dieses System fossilführend und enthält bei der Alpe Cavallo (südlich der Grigna meridionale) *Myophoria Kefersteini* MÜNST. (bis jetzt aus dem Grignagebiete nicht bekannt). Vom selben Ort stammen die von DEECKE (36, p. 238) gefundenen Exemplare *Cardinia problematica* HAUER. und *Myoconcha Curionii* HAUER. PHILIPPI (83, p. 711) zitiert von der oberen Grenze der Raiblerkalke bei Alpe dei Pini (südwestlich der Alpe Cavallo) *Hoernesia Johannis Austriae* KLIPST., *Gonodus Mellingi* HAUER., *Pecten filiosus* HAUER., *Solen caudatus* HAUER.

Diese oberen fossilführenden Schichten sind nur im Osten des Pendolinaplateaus vorhanden. Bei Esino liegt über dem Fossilhorizont mit *Gervillia bipartita* MER. eine 200 m mächtige Folge von sterilen plattigen Kalken und Dolomiten.

2. Raiblersandsteine.

Über den unteren Raiblerkalken und Dolomiten folgen bei Mandello, im untern Val dell' acqua fredda und auf dem Pendolinaplateau maximal 150 m mächtige Raiblersandsteine. Es ist dies eine Folge von roten und grünen feinkörnigen, z. T. spießigen Sandsteinen und bunten Mergeln, denen spärlich gelbliche Dolomitbänke eingelagert sind. Am auffallendsten sind die karminroten tuffogenen Sandsteine. Fossilien enthält diese Schichtfolge nirgends.

3. Obere Raiblerkalke.

Über dem Raiblersandstein liegt beim Zucco Campeï ein zirka 100 m mächtiges System von brecciösen graublauen gutgeschichteten Kalken, die von vielen weissen Calcitadern durchzogen werden. Nesterförmig kommen darin gelblich anwitternde grüne feinkörnige Tuffsandsteine vor. PHILIPPI hielt diese Kalke irrtümlicherweise für Gracilisschichten.

Der Hauptdolomit überlagert nirgends normal die Raibler, sondern steht mit diesen immer in tektonischem Kontakt.

4. Rauhacken.

Wo die Raiblerschichten starker tektonischer Beanspruchung ausgesetzt waren, sind sie in rötliche oder gelbliche tuffartige Rauhacken umgewandelt worden. Solche Rauhacken stehen in der Val dei Grassi Longhi und in der unteren Val dell' acqua fredda links und rechts an den Talseiten an und sind auch im Valle grande oberhalb Ballabio superiore stellenweise in geringer Mächtigkeit zu treffen.

VII. Hauptdolomit.

Historisches.

Vom Grignagebiet erwähnt zuerst CURIONI (34) 1877 die für Hauptdolomit bezeichnende *Avicula exilis* in Dolomiten östlich von Ballabio superiore.

GÜMBEL (45, p. 564) hat 1880 an derselben Stelle *Gryoporella vesiculifera*, *Trochus solitarius*, vereinzelt *Avicula exilis*, *Megalodon Gümbeli* und *Dicerocardium*-Fragmente gefunden. Er betont, dass das Gestein zum vornherein den Eindruck von Hauptdolomit mache

und dass es deshalb nicht zweifelhaft sei, dass dieser „wesentlich an der Zusammensetzung dieser kolossalen Gebirge beteiligt ist“.

1884 zählte BENECKE (11) das ganze Massiv der Grigna meridionale zum Hauptdolomit. Erst PHILIPPI hob hervor, dass Hauptdolomit nicht wesentlich am Aufbau des Grignagebirges teilnimmt und auf den Klotz des Zucco Campeï beschränkt ist.

Gesteinsbeschreibung.

Hauptdolomit findet sich zwischen Balisio und Ballabio superiore, am Ostfuss der Grigna meridionale, und weiter bei Abbadia am Comersee. Das Gestein ist ein grauweisser, feinkörniger, dickbankiger Dolomit, der gewissen Partien des Esinodolomites täuschend ähnlich sieht. Die Dolomitbänke haben eine Mächtigkeit von 5—10 m und zum Unterschied vom ladinischen Esinodolomit ist die Bankung überall vorhanden. Diese grobe Schichtung ist am besten am Mt. Due Mani und Resegone zu sehen, fällt aber auch bei Abbadia auf. Die Anwitterungsfarbe ist dunkel oder hellgrau.

An Fossilien fand ich östlich Ballabio sup. am Fusse des Mt. Due Mani *Turbo solitarius* BEN., *Megalodus Gümbeli* STOPP., *Megalodus triqueter* WULF. Südlich Borbino enthält der bisher für Esinokalk angesehene Hauptdolomit *Turbo solitarius* BEN. und schlecht erhaltene *Megalodonten*.

VIII. Diluvium und Alluvium.

1. Moränen.

Grössere Komplexe von Seitenmoränen fehlen im Grignagebiet. Einzig auf dem Pendolinaplateau 1100 m ü. M. bei La Moja liegt eine kleine unverfestigte sandige Wallmoräne mit exotischen Blöcken. Alle andern Moränenvorkommen sind in Form von Überstreuungen vorhanden. Es handelt sich dabei meist um kristalline Gesteine, die vom Addagletscher hierher transportiert wurden. Aus dem Veltlin stammen die häufigen Serpentine (Malenco?), Tonalite, Turmalingranite und Amphibolite, während Gneise, Glimmerschiefer und Verrucano zum grössten Teil aus dem Gebiete der orobischen Kette herrühren.

Grundmoräne ist einzig unter der Alpe di Cainallo erhalten geblieben, gehört aber zu den fluvioglazialen Ablagerungen. Sie zeigt durchgehende Schichtung und besteht aus feinen Sanden und Lehm.

2. Diluviale Schotterterrassen.

Die diluvialen Schotter sind besonders im Becken von Esino, bei Mandello und unterhalb Ballabio inferiore verbreitet. An ihrer Zusammensetzung beteiligen sich in überwiegendem Masse gekritzte

gerundete Geschiebe aus der Grignagruppe, während die exotischen Komponenten stark zurücktreten. Die sandführenden Schotter sind durchwegs durch Kalksinter verfestigt, analog den später zu besprechenden Gehängeschuttbreccien. Meistens zeigen sie Deltastruktur und sind dabei deutlich terrassiert. Die einzelnen Terrassenstufen entsprechen wohl verschiedenen stationären Rückzugsstadien. Besonders schön entwickelt sind solche Stufen oberhalb Mandello in der unteren Val Meria. Es liegen dort 5 Terrassen übereinander zwischen 300 und 470 m ü. M. Die unterste befindet sich direkt bei Molina, die oberste oberhalb Rongio. Alle fallen schwach gegen Westen ein, was man besonders bei der obersten Terrasse, welche sich bis zum Torrente d'Uva fortsetzt, feststellen kann (s. Karte). Nordwestlich unterhalb Esino inferiore liegt eine gut ausgebildete Schotterterrasse und eine auffällige Terrassierung findet sich auch am Nordfuss des Mte. Croce bei Bigallo. Die aus Stauschottern zusammengesetzten Terrassen sind durch Stauung am Seitenrand des Hauptgletschers entstanden.

Im Becken von Barzio und Pasturo liegen mächtige Massen von diluvialen Schottern, welche z. T. bis 100 m über der Talsohle deutliche Uferterrassen zeigen, besonders bei Baiedo. Das Gebiet zwischen der Ponte chiuso und Balisio war in einer Interglazialperiode durch einen See ausgefüllt. Dasselbe ist der Fall in der Valsassina zwischen Introbio und Taceno, wo sich ebenfalls 20—100 m über der Talsohle Terrassen finden, die aber nur noch in kleinen Relikten erhalten sind.

Der Ansicht PHILIPPI's (83, p. 680), dass besonders bei Lierna rückläufige, gegen Norden einfallende Terrassen existieren sollen, kann ich mich nicht anschliessen. Es liegen dort wohl gegen Norden fallende Geländestufen vor, die aber allein durch das Schichtfallen bedingt sind, wenn auch die Neigung des Geländes nicht überall genau dem Schichtverlauf entspricht. PHILIPPI beobachtete an einer einzigen Stelle anstehendes gekritztes Gestein oberhalb der Casa Cargogna am Westhange des Manavello. Es handelt sich dort um untere Raiblerkalke, die mit 15° gegen Norden einfallende Kritze zeigen sollen. Nun ist aber hervorzuheben, dass solche Kritze auf den Schichtflächen plattiger Kalke sehr häufig sind (s. Perledo-Varenna-Kalke) und ihre Entstehung tektonischer Beanspruchung verdanken.

Die höchsten Ablagerungen des Addagletschers liegen in einer Höhe von 1300 m ü. M. (Alpe di Cainallo). Eine intensive Einwirkung auf die Gestaltung der landschaftlichen Formen hat der Addagletscher im Grignagebiet nicht ausgeübt. Die einzige Karform, welche ihre Entstehung einem von der Grigna settentrionale kommenden Gletscher verdankt, liegt im oberen Teil des Val Molinera (Alpe di Moncodeno). Anstehendes, zweifellos durch Gletscherschliff gekritztes Gestein sah ich nirgends.

3. Ältere inter- oder präglaziale Gehängeschuttbreccien.

Nördlich Balisio, bei den als Portolo und Stalle Alghero bezeichneten Lokalitäten (1000—1050 m ü. M.), findet sich eine merkwürdige bis 40 m mächtige Breccie, welche schon PHILIPPI (83, p. 715) beobachtete. Das Gestein besteht aus kleineren und grösseren eckigen Brocken von ladinischem Riffkalk, die durch Kalksinter vollständig verkittet sind und das Aussehen von eigentlichen Primärbreccien haben. Die Komponenten erreichen eine Grösse von 3—4 cm. Stellenweise hat das Gestein rauhwackenartiges Aussehen.

Diese Breccie hat sich dort ganz isoliert erhalten. Sie muss ursprünglich einmal mit den Riffmassen des Calimerokalkes und Esinodolomites zusammengehungen haben. PHILIPPI hielt diese Breccien für eine Fortsetzung der Gehängeschuttbreccien oberhalb Cp. Pialeral, welche ich aber für jünger ansehe, da sie lange nicht so intensiv verkittet sind und viel gröbere Struktur zeigen als die Gesteine bei Alghero und Portolo.

Es ist mir nun gelungen, nachzuweisen, dass die Gehängeschuttbreccien nördlich Balisio sicher diluviales Alter haben, indem ich beobachten konnte, dass sie östlich der Stalle Alghero von Moräne überlagert werden. Unter der Breccie hingegen liess sich kein Moränenmaterial feststellen, was natürlich keinen Beweis für präglaziales Alter abgibt. Immerhin ist es wohl möglich, dass diese Gesteine sehr alt sind. Jedenfalls muss die Ablagerung der Breccien vor der Talbildung des Val dell'acqua fredda stattgefunden haben, da dieses heute zwischen den Riffgesteinen der Grigna settentrionale und dieser Breccie liegt.

4. Jüngere Gehängeschuttbreccien.

Die grösste Masse von verkitteten Gehängeschuttbreccien liegt bei der Cp. Pialeral (s. Karte). Sie dehnt sich vom Ostabhang der Grigna settentrionale bogenförmig bis zur Stalle Cova aus (von 1850 bis 1300 m ü. M.) und erreicht eine Mächtigkeit von 40—60 m. Die Breccie besteht aus grossen Dolomit- und Kalkbrocken, die durch Sinter verbunden sind. Sie zerfällt sehr leicht in lose Blöcke. Die Oberfläche des Breccienstromes fällt regelmässig mit 15—20° gegen Osten und zeigt eine gewisse Schichtung, so dass man von weitem die Breccien für anstehendes Gestein ansieht.

Eine ähnliche, zirka 100 m mächtige Gehängeschuttbreccie mit kopfgrossen Komponenten von Esinokalk und Hauptdolomit findet sich bei den Case di naveglio östlich oberhalb Borbino. Sie liegt dort zwischen Hauptdolomit und Esinokalk und bildet eine senkrecht abfallende Wand, so dass von weitem die norischen und ladinischen Felswände zusammenzuhängen scheinen und bis jetzt auch immer in diesem Sinne als durchgehende Esinokalkmasse kartiert wurden.

Die meisten grösseren und kleineren Schutthalden des Grignagebietes sind ebenfalls durch Sinterbildungen als Gehängeschutt-breccien ausgebildet, die aber nicht zu den vielleicht noch diluvialen mächtigen Breccien von Naveglio und Pialeral gezählt werden dürfen, sondern sehr jung sind.

5. Talverlegungen.

Durch Anhäufung von diluvialen Schottern zwischen Ballabio inferiore und dem Mte. Melma (s. Karte) wurde das Becken von Ballabio abgeschlossen und kurze Zeit durch einen See ausgefüllt, bis ein Ausgang direkt nach Süden zwischen Mt. Melma und Mt. Due Mani geschaffen war, und zwar benutzte die Erosion das schmale Band der Raiblerschichten längs der Bruchfläche zwischen Esinokalk und Hauptdolomit.

Das tote Talstück zwischen Balisio und Ballabio superiore wurde durch den Schuttkegel am Ausgang des Valle Grande bedingt, der bewirkte, dass der ursprünglich gegen Süden gerichtete Abfluss des Val dell' acqua fredda sich einen schluchtartigen Ausweg gegen Norden schaffte (oberster Teil des Piovernatales zwischen Balisio und Ponte della Folla).

6. Absackungen.

Die grösste abgesackte Masse des Grignagebietes liegt oberhalb Abbadia, zwischen dem Val Monastero und Linzanico. Sie besteht aus Esinodolomit und Anisien der mittleren Schuppe und aus Raiblern, die vom Pendolinaplateau abgerutscht sind. Der Schichtverband ist zum grössten Teil erhalten geblieben.

Kleinere Absackungen liegen auf der rechten Seite des Valle Grande (Hauptdolomit), im oberen Teil des Val dell' acqua fredda (Calimerokalk) und südwestlich Introbio (permische Konglomerate).

7. Bergstürze.

Grössere Bergsturzmassen liegen am Südfuss der Grigna meridionale. Es handelt sich dort um eine zeitliche Hintereinanderfolge kleinerer Bergstürze, welche schliesslich eine grosse zusammenhängende Blockbedeckung bildeten (Esinodolomit). Dasselbe ist der Fall am Ostabhang der Corni di Nibbio oberhalb Ballabio superiore (Hauptdolomit). Zwei Bergstürze liegen ferner bei Ballabio superiore und Ballabio inferiore vor (Esinokalk). Eine kleinere Bergsturzmasse findet sich auch oberhalb Baiedo (Anisien). Die Bergstürze sind nirgends von Moräne bedeckt.

Stratigraphische Parallelisationstabelle für andere Ausbildungen süd- und ostalpiner Trias

	Grignagruppe	Tessiner Kalkalpen Frauenfelder [43] Senn [105]	Vizentin Tornquist [126]	Marmolata Salomon [99]	Schlernggebiet Ogilvie [72, 73]	Ducangruppe Eugster [42]	Rhätikon D. Trümpy
Norien	<i>Hauptdolomit</i>	<i>Hauptdolomit,</i> zuckerkörnig, grobbankig.	<i>Hauptdolomit</i>			<i>Hauptdolomit,</i> zu unterst Hauptdolomitm breccie	<i>Hauptdolomit,</i> dunkler, grobkörniger Dolomit
Carnien	<i>Obere Raiblerkalke</i> <i>Raiblersandstein</i> <i>Untere Raiblerkalke</i>	<i>Dolomite und buntfarbige</i> <i>Mergel</i> <i>Meridekalke</i>	<i>Vulkanische Tuffe</i>			<i>Gipslager</i> <i>Sandsteinbank</i> <i>Obercarnische Dolomite</i> <i>Raibler Rauhwacken.</i> <i>Alleinschichten (ähnlich dem ober-</i> <i>sten Teil der unteren Raiblerkalke</i> <i>der Grignagruppe)</i> <i>Prosantoschichten</i>	<i>Gips, Rauhwacken</i> <i>Tone, Breccien, Hornstein</i> <i>Dolomite und Kalke, pflanzen-</i> <i>führende Sandsteine</i>
Ladinien	<i>Esinokalk</i> <i>Perledo-Varena-</i> <i>Kalke</i> <i>Esinodolomit</i> <i>Wengener-</i> <i>schichten</i> <i>Calimero-</i> <i>kalk</i> <i>Buchen-</i> <i>steinerschichten</i>	<i>Meridekalke Schlerndolomit</i> (ähnlich Perledo- (= Esino- Varena-Kalke, dolomit) aber bitumen- reicher)	<i>Cassianer und Wengener Eruptiv-</i> <i>gesteine (Pietra verde)</i> <i>Nodosenschichten und Spizzekalk</i> (ähnlich Buchensteinerschichten und Esinokalk oder Calimeroalk)	<i>Marmolatakalk (ähnlich Esinokalk</i> <i>und Esinodolomit)</i> <i>Buchensteinerschichten</i>	<i>Schlerndolomit</i> <i>Cipit-</i> <i>dolomit und</i> <i>-kalk (ähnlich Ca-</i> <i>limerokalk u. Esinokalk,</i> <i>ob. und unt. Cassianerschichten)</i> <i>Wengenschichten</i> <i>Buchensteinerschichten</i>	<i>Arbergdolomit</i> <i>Mittelladiniengruppe (ähnlich ge-</i> <i>wissen Partien des Esinokalkes)</i> <i>Arbergkalk</i> (ähnlich den Perledo-Varena- Kalken der Grignagruppe) Mittlere Rauhwacke	<i>Arbergkalk und -dolomite</i> <i>Partnachsichten und Daonellen-</i> <i>schichten (ähnlich den Buchen-</i> <i>steinerschichten der Grigna-</i> <i>gruppe)</i>
Oberes Anis.	<i>Anisische Perledo-Varena-Kalke,</i> <i>Anisischer Esinodolomit, Recoaro-</i> <i>kalk und Trinodosusschichten</i>	<i>Grenzbitumenzone (ähnlich den an-</i> <i>isichen Perledo-Varena-Kalken,</i> <i>aber viel bitumen- u. fossilreicher)</i>	<i>Sturiakalke (ähnlich Trinodosus-</i> <i>schichten der Grignagruppe)</i> <i>Brachiopodenkalke (Recoarokalk)</i>	<i>Dolomite</i>	<i>Bituminöse Dolomite und Mergel</i> (ähnlich der Grenzbitumenzone)	<i>Trochitendolomit</i> <i>Brachiopodenkalk</i>	<i>Enerinitenbank</i> <i>Reiflingerkalke</i> <i>Knollenkalke</i>
Unt. Anis.	<i>Mendoladolomit und Gracilisschichten</i>	<i>Mendoladolomit</i> Dunkler feinkörniger Diploporen- dolomit	<i>Gracilisschichten</i>	<i>Dickbankige massige hellgraue</i> <i>Dolomite (Mendola?)</i> <i>Gelbe mergelige Kalke u. Dolomite</i>	<i>Mendoladolomit</i>	<i>Gracilisschichten</i>	<i>Gelbliche Dolomite</i> (Reiflingerkalke)
Werfenien	<i>Rauhwacken</i> <i>Servinosandsteine</i>	<i>Campilerschichten, buntfarbige</i> <i>Servinosandsteine, Konglomerate</i> <i>und Einlagerungen von Dolomit-</i> <i>bänken</i>	<i>Zellenkalke, Dolomite</i> <i>Buntfarbige Sandsteine</i> <i>Gasteropodenoolith</i>	<i>Campilerschichten</i> <i>Seiserschichten</i>	<i>Werfenerschichten</i>	<i>Untere Rauhwacke</i> <i>(Campilerschichten)</i> <i>Pflanzenquarzit</i> <i>Buntsandstein</i>	<i>Buntsandstein</i>
Perm	<i>Konglomerate und Arkosesandsteine</i> <i>Quarzporphyr</i>	<i>Porphyrite und Quarzporphyre</i>	<i>Bellerophonkalk</i> <i>Grödenersandstein</i>	<i>Bellerophonkalk</i>		<i>Basiskonglomerat</i> <i>Porphyr</i>	

Zusammenfassung der wichtigsten Resultate.

1. Im unteren Anisien konnten zwei gleichaltrige, seitlich ineinander übergehende Faziestypen unterschieden werden: a) Diploporogener Mendoladolomit. b) Kalkig-sandige Gracilisschichten, in welchen bald die kalkigen, bald die sandigen Komponenten überwiegen.

2. Das obere Anisien weist drei verschiedene Faziesentwicklungen auf: a) Recoarokalk und Trinodosusschichten. b) Oberes Anisien in der Fazies des Esinodolomites. c) Oberes Anisien in der Fazies der Perledo-Varenna-Kalke.

3. Esinodolomit und Esinokalk sind diploporogene Riffbildungen mit einer faziell bedingten, in den obersten Teilen des Esinokalkes reich entwickelten Mischfauna, die im Niveau der Cassianerschichten liegt.

4. Die Hauptmasse der Perledo-Varenna-Kalke hat sowohl in der Nord- wie in der Südschuppe ladinisches Alter. Die Fisch- und Saurierfauna von Perledo befindet sich zu oberst in den Kalken und dem Alter nach ungefähr an der Grenze Buchensteiner-Wengenerschichten.

5. Die Wengenerschichten gehen seitlich zwischen Sasso Carbonari und San Calimero in Esinodolomit über und werden vom Calimerokalk überall unterlagert.

6. Die Raiblerschichten wurden in drei Horizonte gegliedert, von denen der unterste 100—150 m über dem obersten Esinokalk liegt und *Myophoria Whateleyae* BUCH. und *Myophoria Kefersteini* MÜNST. führt.

7. Bei Balisio konnte eine Rialeschuppe abgetrennt werden, die zwischen der nördlichen und mittleren Grignaschuppe liegt.

8. Die Hauptdolomitschuppe des Resegone ist gegenüber der mittleren und südlichen Grignaschuppe abgesunken und nachträglich auf Raiblerschichten nach Süden überschoben worden.

9. Vom Dolomit bei Borbino am Comersee konnte norisches Alter nachgewiesen werden. Dieser Hauptdolomit ist ebenfalls in gleicher Weise wie derjenige des Resegone gegenüber der südlichen Grignaschuppe abgesunken. Dieses Absinken in Zusammenhang mit dem Axialgefälle gegen Westen erklärt das Fehlen ladinischer Gesteine auf dem Westufer des Lago di Lecco (Alta Brianza).

Literaturverzeichnis.

1. AIRAGHI, C.: Nuovi Cefalopodi del calcare di Esino. *Paleontografia Italica*. Vol. VIII. Pisa 1902.
2. ALESSANDRI, G. DE: Studi sui pesci triasici della Lombardia. *Mem. Soc. Ital. di Sc. Nat.* Vol. VII, fasc. I. Milano 1910.
3. AMORETTI, C.: *Viaggio da Milano ai tre Laghi*. Milano 1794.
4. ARTHABER, G. v. und FRECH, F.: Die alpine Trias des Mediterrangebietes. *Lethaea geognostica*, II. Teil, Bd. 1. Stuttgart 1905.
5. ARTINI, E.: Note mineralogiche sulla Valsassina. *Atti Soc. Ital. di Sc. Nat.* Vol. XLII. Milano 1903.
6. BALSAMO CRIVELLI, G.: Descrizione di un nuovo rettile fossile della famiglia dei Paleosauri e di due pesci fossili trovati nel calcare nero sopra Varenna sul Lago di Como, con alcune riflessioni geologiche. — *Politecnico*, Tom. II. Milano 1839.
7. BALTZER, A.: Geologie der Umgebung des Iseosees. *Geolog. u. paläont. Abh. N. F.* Bd. V, Heft 2. Jena 1901.
8. BASSANI, F.: Sui fossili e sull'età degli scisti bituminosi triasici di Besano. *Atti Soc. Ital. di Sc. Nat.* Vol. 29. 1885.
9. BECKER, H.: Lecco und die Grigna. *Zeitschr. d. deutsch. Geol. Gesell.* Bd. XLIX. Berlin 1897.
10. BENECKE, E. W.: Über die Umgebungen von Esino in der Lombardei. *München 1876. Geognost.-paläontol. Beiträge* II. 3.
11. BENECKE, E. W.: Erläuterungen zu einer geologischen Karte des Grignagebirges. *N. Jahrb. f. Min. usw. Beil. Bd. III*, p. 171—251. 1884.
12. BISTRAM, A. v.: Das Dolomitgebiet der Luganeralpen. *Ber. naturf. Ges. Freiburg i. Br.* Bd. 14. 1904.
13. BITTNER, A.: Über die geologischen Aufnahmen in Judicarien und Val Sabbia. *Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst.* Bd. 31, Heft 3, p. 219—370. 1881.
14. BITTNER, A.: Nachträge zum Bericht über die geologischen Aufnahmen in Judicarien und Val Sabbia. *Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst.* Bd. 33, p. 405 bis 442. 1883.
15. BITTNER, A.: Brachiopoden der alpinen Trias, mit Nachträgen. *Abh. d. k. k. Geol. Reichsanst.* Bd. 14, p. 1—325. 1890.
16. BITTNER, A.: Lamellibranchiaten der alpinen Trias. *Abh. d. k. k. Geol. Reichsanst.* Bd. 18, Heft 1, p. 1—235. 1895.
17. BITTNER, A.: Revision der Lamellibranchiaten von St. Cassian. *Annal. d. k. k. Naturhist. Hofmuseums*, Bd. XIV. Wien 1895.
18. BÖHM, J.: Die Gasteropoden der Marmolatakalke. *Paläontographica*. Bd. 42. Stuttgart 1895.
19. CACCIAMALI, G. B.: Falde Alpine e loro Radici; Limite Alpino-Dinarico; Pieghe Dinariche. *U. Hoepli*. Milano 1917.
20. CACCIAMALI, G. B.: Una Falda di sovrascorrimento a S. Pelegrino. *U. Hoepli*. Milano 1918.
21. CACCIAMALI, G. B.: Le falde di sovrascorrimento della Val Brembana e loro rapporti con falde bresciane. *Brescia* 1920.
22. CACCIAMALI, G. B.: Traslazione di rughe terrestri ad oriente di Brescia. *Ateneo di Brescia* 1921.
23. CACCIAMALI, G. B.: Schema Tectonico-Orogenico delle Prealpi Lombarde. *Bollettino del R. Comitato Geologico d'Italia* 1921.
24. CACCIAMALI, G. B.: La tectonica delle Dinaridi Lombarde 1922.
25. CACCIAMALI, G. B.: Il Corrugamento della regione giudicario-benacense. *Ateneo di Brescia* 1922.
26. CACCIAMALI, G. B.: Spaccati geologici attraverso le Prealpi Lombarde. *Ateneo di Brescia* 1924.

27. CACCIAMALI, G. B.: Sulla Geologia dell' Alta Val Trompia. Ateneo di Brescia 1925.
28. CAFFI, ENRICO: Cronologia geologica delli Valli Bergamasche. Edito alla cura della sezione di Bergamo del Club Alpino 1926.
29. CERMENATI, M.: La ghiacciaia di Moncodeno. Rivista mensile del Club Alpino Italiano. Vol. XVIII. Torino 1899.
30. COLLEGNO (DI), G.: Elementi di Geologia pratica e teorica. Torino 1847.
31. CORNELIUS, H. P. und FURLANI-CORNELIUS, MARTA: Über die Tektonik der Marmolatagruppe. Separat-Abdruck aus dem Neuen Jahrbuch f. Min. usw. Beilageband LVI. Abt. B. 1926.
32. CURIONI, G.: Sullo stato geologico della Lombardia. Notizie naturali e civili della Lombardia di C. Cattaneo. Milano 1844.
33. CURIONI, G.: Cenni sopra un nuovo Sauro fossile dei monti di Perledo nel Lario e sul terreno che lo racchiude. Giorn. I. R. Ist. Lomb. di Scienze, Lettere ed Arti. Vol. VIII. Milano 1847.
34. CURIONI, G.: Geologia applicata delle Provincie Lombarde. Parte I e II. Milano 1877.
35. CURIONI, G.: Über die Stellung des Esinokalkes in der Lombardei. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst. Verh., Bd. XV. Wien 1865.
36. DEECKE, W.: Beiträge zur Kenntnis der Raibler-Schichten in den lombardischen Alpen. N. Jahrb. f. Min. usw. Beil. Bd. III. Berlin 1885.
37. DEECKE, W.: Über Lariosaurus und einige andere Saurier der lombardischen Trias. Zeitschr. d. deutsch. Geol. Gesell. Bd. XXXVIII. Berlin 1886.
38. DEECKE, W.: Über Fische aus verschiedenen Horizonten der Trias. Palaeontographica. Bd. XXXV. Stuttgart 1889.
39. DIENER, C.: Mitteilungen über einige Cephalopodensuiten aus der Trias der Südalpen. N. Jahrb. f. Min. usw. Bd. II. Stuttgart 1901.
40. ESCHER VON DER LINTH, A.: Geologische Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg und einige angrenzende Gegenden. Neue Denkschrift d. allgem. schweiz. Natf. Ges. Bd. XIII. 1853.
41. ESCHER VON DER LINTH, A.: Nachträge über die Trias in der Lombardei. Neue Denkschrift d. allgem. schweiz. Natf. Ges., Bd. XIII, p. 77—135. 1853.
42. EUGSTER, H.: Geologie der Ducangruppe. Beitr. z. Geol. Karte der Schweiz. N. F. Lfg. LXXIX. 1923.
43. FRAUENFELDER, A.: Beiträge zur Geologie der Tessiner Kalkalpen. Ecl. geol. Helv. Vol. XIV., Nr. 2. 1916.
44. GÜMBEL, C. W. v.: Geognostische Beschreibung des bayrischen Alpengebirges und seines Vorlandes. Gotha 1861.
45. GÜMBEL, C. W. v.: Mitteilungen aus den Alpen. Eine geognostische Streifung durch die Bergamasker-Alpen. Sitz. ber. d. Bayr. Akad. d. Wiss., N. 2. München 1880.
46. GÜMBEL, C. W. v.: Geognostische Mitteilungen aus den Alpen. Sitz. ber. d. Bayr. Akad. d. Wiss. Heft. IV, N. 7. München 1880.
47. HÄBERLE, D.: Paläontologische Untersuchung Triadischer Gasteropoden aus dem Gebiete von Predazzo. Sonderabdruck aus Verhdlg. d. nat.-med. Vereins zu Heidelberg. N. F. IX. Bd. 2, 3. Heft. 1912.
48. HAUER, FR. v.: Curionis Abhandlungen über die Triasgebilde in der Lombardei. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst. 1855.
49. HAUER, FR. v.: Schichten mit echten Muschelkalkpetrefakten in den Südalpen. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst. 1857.
50. HAUER, FR. v.: Verrucano der lombardischen Alpen. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst., p. 183—184. 1857.
51. HAUER, FR. v.: Erläuterungen zu einer geologischen Übersichtskarte der Schichtgebirge der Lombardei. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst. 1858.
52. HAUG, E.: Traité de Géologie. Période triasique. Tome I, fasc. I, p. 848—928. Paris 1911.

53. HEIM, A.: Geologie der Schweiz. Abschnitt H. Die Südalpen der Schweiz. 1921.
- 53a. HORN, M.: Über die ladinische Knollenkalkstufe der Südalpen. Königsberg 1914. Schlesische Ges. f. vaterländ. Cultur, Geologie.
54. KITTL, E.: Die Gasteropoden der Schichten von St. Cassian der Südalpinen Trias, II. Teil. Annalen d. k. k. Naturhist. Hofmuseums, Wien. Bd. VII., p. 35—97, 1892.
55. KITTL, E.: Die triadischen Gasteropoden der Marmolata und verwandter Fundstellen in den weissen Riffkalken Südtirols. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst. Bd. XLIV. Wien 1894.
56. KITTL, E.: Die Gasteropoden der Esinokalke. Annalen d. k. k. Naturhist. Hofmuseums. Bd. XIV. Wien 1899.
57. LEPSIUS, R.: Das westliche Süd-Tirol. Bd. I. Berlin 1878.
58. LEUZINGER, P.: Geol. Beschreibung des Mt. Campo dei Fiori u. der Sedimentzone Luganersee-Valcuvia. Ecl. geol. Helv. Vol. XX. Nr. 1. 1926.
59. MARIANI, E.: Appunti di paleontologia lombarda. Atti Soc. Ital. di Sc. Nat. Vol. 36. Milano 1896.
60. MARIANI, E.: Note geologiche sul gruppo delle Grigne. Rendiconti R. Istituto Lombardo di Sc. e Lett., serie II. Vol. 34. Milano 1901.
61. MARIANI, E.: Contributo allo studio delle bivalvi del „calcere di Esino“ nella Lombardia. Atti Soc. Ital. di Sc. Nat., Vol. 46. Milano 1908.
62. MARIANI, E.: Su una nuova forma di *Temnocheilus* della dolomia ladinica della Grigna di Campione nella Lombardia. Ibid. Vol. 53. Milano 1914.
63. MARIANI, E.: Cenni geologici sul gruppo delle Grigne. Sezione di Milano del C. A. I. Milano 1923.
64. MERIAN, P.: Petrefakten vom Comersee und den Bergamaskeralpen. Verh. d. Natf. Ges. Basel, II., p. 314—319. 1855.
65. MOJSISOVICS, E. v.: Über die triadischen Pelecypodengattungen *Daonella* und *Halobia*. Abh. d. k. k. Geol. Reichsanstalt. Bd. 7. 1874.
66. MOJSISOVICS, E. v.: Die Dolomitriffe von Südtirol und Venetien. Herausgegeben von der k. k. Akad. d. Wiss. 1879.
67. MOJSISOVICS, E. v.: Über heteropische Verhältnisse im Triasgebiete der lombardischen Alpen. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst. Bd. 30. 1880.
68. MOJSISOVICS, E. v.: Die Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz. Abh. d. k. k. Geol. Reichsanst. Bd. I, Heft 1. 1882.
69. NEGRI, SPREAFICO E STOPPANI: Geol. Karte der Schweiz 1:100 000, Blatt 24. 1876.
70. OGILVIE-GORDON: Contributions to the Geology of the Wengen and St. Cassian Strata. Quart. Journ. Geol. Soc. London 1893.
71. OGILVIE-GORDON: The Thrust-Masses in the Western District of the Dolomites. Trans. Edin. Geol. Soc. Vol. 9, Special Part. 1910.
72. OGILVIE-GORDON: Das Vorkommen von *Diplopora annulatissima* im Langkofelgebiet. Verhandlg. d. Geol. Bundesanst. 1925, Nr. 11, p. 187—192.
73. OGILVIE-GORDON: Einige geologische Ergebnisse im Gebiete von Fassa und Gröden. Sonderabdruck aus den Verhdlg. d. Geol. Bundesanst. 1925, Nr. 12.
74. OMBONI, G.: Série des terrains sédimentaires de la Lombardie. Bull. soc. Géol. France t. 12. 1855.
75. OMBONI, G.: Cenni sullo stato geologico dell' Italia come appendice al corso di Geologia di Beudant. Milano 1856.
76. OMBONI, G.: I ghiacciaj antichi e il terreno erratico di Lombardia. Atti Soc. Ital. di Sc. Nat., Vol. 3. 1861.
77. OMBONI, G.: Geologia d'Italia. Milano 1869.
78. OMBONI, G.: Come si è fatta l'Italia. Verona 1876.
79. PARONA, C. F.: Studio monografico della fauna raibliana di Lombardia. Pavia 1889.

80. PARONA, C. F.: Trattato di Geologia con speciale riguardo alla Geologia d'Italia. 2. Edit. Hoepli, Milano 1924.
81. PENCK, A.: Die insubrischen Gletscher. Aus: Penck und Brückner: Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig 1909.
82. PHILIPP, H.: Palaeontologisch-geologische Untersuchungen aus dem Gebiete von Predazzo. Zeitschrift d. deutsch. Geol. Ges. Bd. 56. 1904.
83. PHILIPPI, E.: Beiträge zur Kenntnis des Aufbaues und der Schichtfolge im Grignagebirge. Zeitschrift d. deutsch. Geol. Ges. Bd. 47. 1895.
84. PHILIPPI, E.: Zwillingslamellierung am Schwerspath von Primaluna. Neues Jahrbuch für Min. etc. 1895, II. pag. 202.
85. PHILIPPI, E.: Geologie der Umgebung von Lecco und des Resegone-massivs in der Lombardei. Zeitschrift d. deutsch. Geol. Ges. 1897.
86. PHILIPPI, E.: Über Dolomitbildung und chemische Abscheidung von Kalk in heutigen Meeren. Jahrb. f. Min. etc., Festband 1907.
87. PIA, J. V.: Die Siphoneae Verticillatae vom Karbon bis zur Kreide. Abhandl. d. Zool.-Botan. Gesellschaft in Wien. Band XI. Heft 2. Wien 1920.
88. PIA, J. V.: Die Gliederung der alpinen Mitteltrias auf Grund der Diploporen. Akad. Anzeiger. Wien 1925.
89. PIA, J. V.: Die Diploporen der deutschen Trias und die Frage der Gleichsetzung der deutschen und alpinen Triasstufen. Sonderabdruck aus der Zeitschrift d. Deutsch. Geol. Ges. Bd. 78. Monatsbericht 8—10. 1926.
90. PORRO, CESARE: Cenni preliminari ad un rilievo Geologico nelle alp. orobie (Valsassina e Pizzo dei Tre Signori). Estratto dei „Rendiconti“ del R. Ist. Lomb. di Sc. e Lett. Serie II. Vol. XXX. 1897.
91. PORRO, CESARE: Rocce granitoidi della Valsassina. Cenni preliminari. Estratto dei „Rendiconti“ del R. Ist. Lomb. di Sc. e Lett. Serie II. Vol. XXXI. 1898.
92. PORRO, CESARE: Cenni preliminari ad un rilievo Geologico della Catena orobica dalla Valsassina al Mt. Venerocolo. Estratto dei „Rendiconti“ del R. Ist. Lomb. di Sc. e Lett. Vol. XXXII. 1899.
93. PORRO, CESARE: Alpi Bergamasche. Note illustrative della Carta Geologica e delle Sezioni. Milano. Tipografia degli operai. Corso Vittorio Emanuele. 1903.
94. PORRO, CESARE: Alpi Bergamasche. Carta rilevata 1895—1901. 1:100 000.
95. RASSMUS, H.: Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik der süd-östlichen Alta Brianza. Geol. u. Pal. Abhandl. von Koken. Bd. 14. 1912.
96. RASSMUS, H.: Gebirgsbau der lombardischen Alpen. Zeitschrift d. deutsch. Geol. Ges. Bd. 65. 1913.
97. REPOSSI, E.: Gli scisti bituminosi di Besano in Lombardia. Rend. R. Accad. Lincei, ser. 5, vol. 18, fasc. 1. 1909.
98. SACCO, F.: Gli anfiteatri morenici del Lago di Como. Annali R. Accad. d'Agricoltura Torino, vol. 35. 1892.
99. SALOMON, W.: Geologische und Palaeontologische Studien über die Marmolata. Palaeontographica, Bd. 42, 1.—3. Lfg. 1895.
100. SALOMON, W.: Geologisch-petrographische Studien im Adamellogebiet. Sitzungsber. d. k. preuss. Akad. d. Wiss. Berlin, Bd. XL. p. 1033—1048. 1896.
101. SALOMON, W.: Die Adamellogruppe. Abh. d. k. k. Geol. Reichsanst., Bd. 21, Heft 1. 1908.
102. SCHMIDT, C.: Programme détaillé de l'excursion de 1889 de la Soc. Géol. Suisse aux environs de Lugano. Ecl. géol. Helv. Vol. 1. 1889.
103. SCHMIDT, C. und STEINMANN, P.: Geologische Mitteilungen aus der Umgebung von Lugano. Ecl. géol. Helv. Vol. 2. 1890.
104. SCHMIDT, C.: Zur Geologie der Alta Brianza. Compte rendu Congrès géol. international à Zurich 1894.

105. SENN, A.: Beiträge zur Geologie des Alpensüdrandes zwischen Mendrisio und Varese. *Ecl. geol. Helv.* XVIII. No. 4.
106. STAUB, R.: Der Bau der Alpen. Beiträge zur geol. Karte der Schweiz. N. F. 52. Lfg. 1924.
107. STAUB, R.: Südalpen und Dinariden. *Ecl. geol. Helv.* XIX. p. 653—657.
108. STOLZ, RESI.: Appunti sull' anisico del gruppo delle Grigne (Lombardia). Estratto dalla Rivista di Scienze Naturali „Natura“. Vol. XVII. 1926.
109. STOPPANI, A.: Studii geologici e paleontologici sulla Lombardia. Milano 1857.
110. STOPPANI, A.: Les pétrifications d'Esino ou description des fossiles appartenants au dépôt supérieur des environs d'Esino en Lombardie. *Paléontologie Lombarde, Série I.* Milano 1858—1860.
111. STOPPANI, A.: Rivista geologica della Lombardia. Atti della Soc. geol. residente in Milano. Vol. 1. 1859.
112. STOPPANI, A.: Risultati paleontologici e geologici dedotti dallo studio dei petrefatti di Esino. *Atti Soc. Ital. d. Sc. Nat.* Vol. II. Milano 1860.
113. STOPPANI, A.: Corso di Geologia. Milano, terza edizione con note ed aggiunte di Alessandro Malladra 1900—1904. Milano 1876.
114. STOPPANI, A.: L'era neozoica in Italia. Estratto dall' opera „La Geologia d'Italia“ per A. Stoppani e G. Negri. Milano 1878.
115. TARAMELLI, T.: Il canton Ticino meridionale ed i paesi finitimi. Beiträge z. geol. Karte der Schweiz, 1. Folge, vol. 17. 1880.
116. TARAMELLI, T.: Carta geologica della Lombardia 1:250 000. Milano 1890.
117. TARAMELLI, T.: Di alcune condizioni tectoniche nella Lombardia occidentale. *Boll. soc. geol. Ital.*, vol. 21. 1902.
118. TARAMELLI, T.: I tre laghi. Milano 1903.
119. TILMANN, N.: Tektonische Studien im Triasgebirge des Val Trompia. Dissertation Bonn 1907.
120. TILMANN, N.: Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik der Trias des Monte Guglielmo. *Zeitschr. d. deutsch. Geol. Ges. Monatsber.* Bd. 61, Nr. 4. 1909.
121. TILMANN, N.: Zur Tektonik des Monte Guglielmo und der mittleren Val Trompia. *Zeitschr. d. deutsch. Geol. Ges.* Bd. 66. 1914.
122. TOMMASI, A.: La fauna del calcare conchigliare di Lombardia. Pavia 1894.
123. TOMMASI, A.: Revisione della Fauna a Molluschi della Dolomia principale di Lombardia. *Paleontografia Italica.* Vol. IX. Pisa 1903.
124. TORNQUIST, A.: Geologie und Paläontologie von Recoaro, II. Teil. *Zeitschr. d. deutsch. Geol. Ges.* 1898.
125. TORNQUIST, A.: Neue Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Umgebung von Recoaro und Schio (im Vizentin). *Zeitschr. d. deutsch. Geol. Ges.* Bd. L., LI., LII. 1898—1900.
126. TORNQUIST, A.: Das vicentinische Triasgebirge. Eine geologische Monographie. Stuttgart 1901.
127. TORNQUIST, A.: Geolog. Führer durch Ober-Italien. Berlin 1902.
128. VACEK, M.: Über die geologischen Verhältnisse des obersten Val Sugana. *Verh. d. k. k. Geol. Reichsanst.* 1896.
129. VACEK, M.: Über die geologischen Verhältnisse des südlichen Teiles der Brentagruppe. *Verh. d. k. k. Geol. Reichsanst.* 1898.
130. VARISCO: Carta geologica della provincia di Bergamo 1:75 000 con Note illustrativa 1881. Panorama delle Prealpi Bergamasche con Illustrazione orografico-geologica 1881.
131. WILKENS, R.: Beitrag zur Tektonik des mittleren Ogliaotales. Sonderabdruck aus d. *Zeitschr. d. deutsch. Geol. Ges.* Bd. 63. Monatsbericht Nr. 11. 1911.

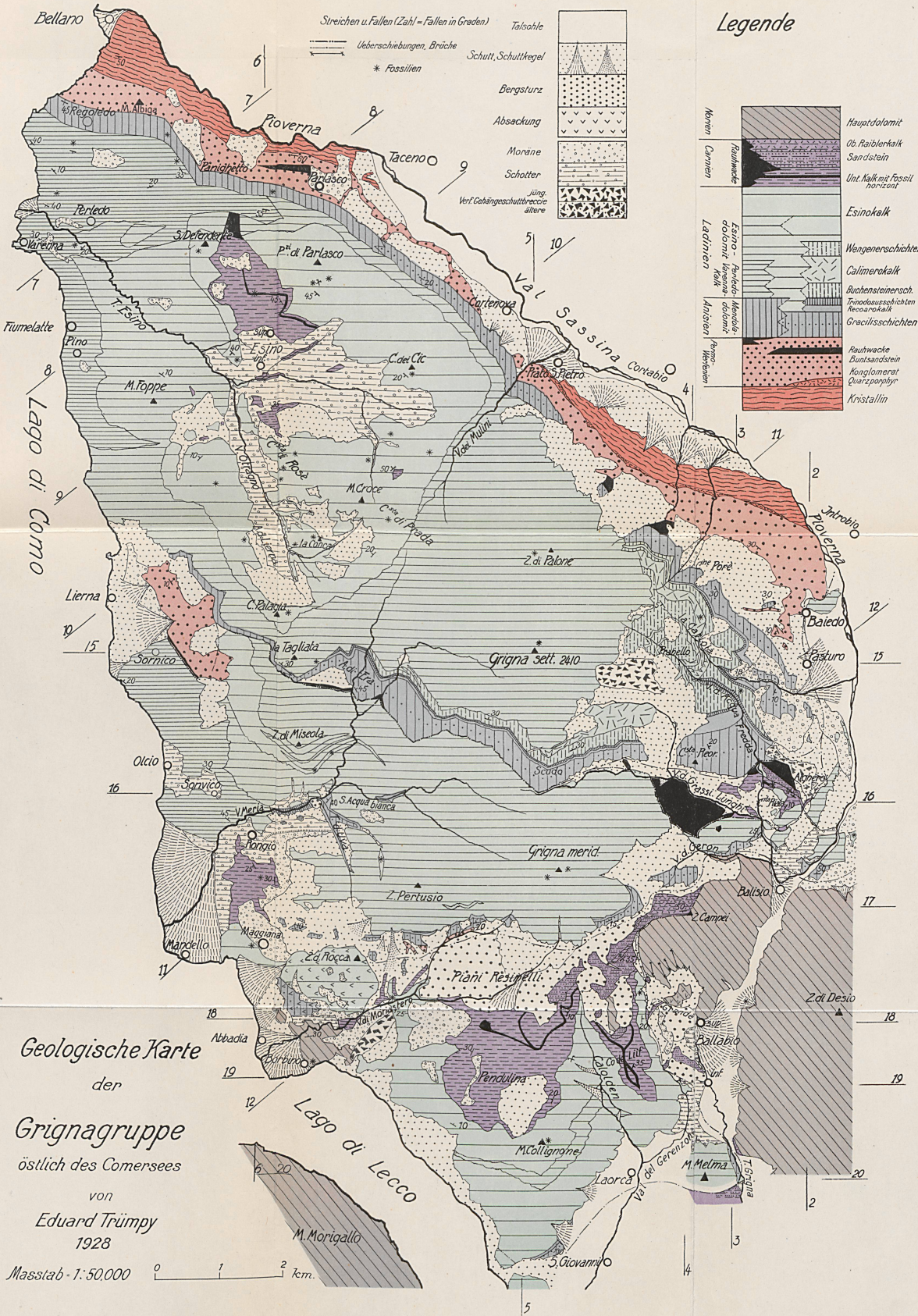
132. WITTENBERG, P. v.: Beiträge zur Kenntnis der Werfener Schichten Südtirols. Geol. Pal. Abhandl. v. Koken. Vol. 12. 1908.

133. v. WÖHRMANN, S.: Die Raiblerschichten nebst kritischer Zusammenstellung ihrer Fauna. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst. Bd. XLIII. 1861.

134. „La Valsassina“. XXX. Congresso Geologico Nazionale a Lecco. Tipografia degli operai, Milano 1911.

135. „Il Gruppo delle Grigne“. XXX. Congresso Geologico Nazionale a Lecco. Tipografia degli operai, Milano 1911.

Manuskript eingegangen am 27. Februar 1930.



Geologische Profile durch die Grignagruppe

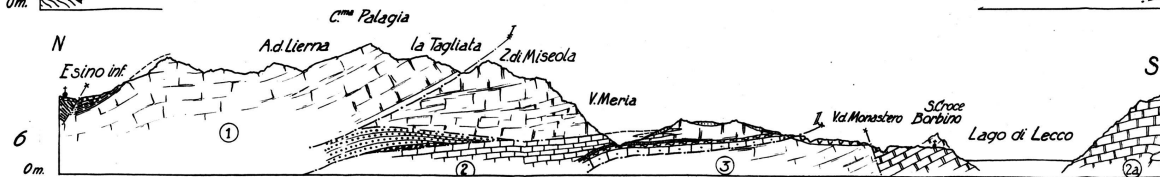
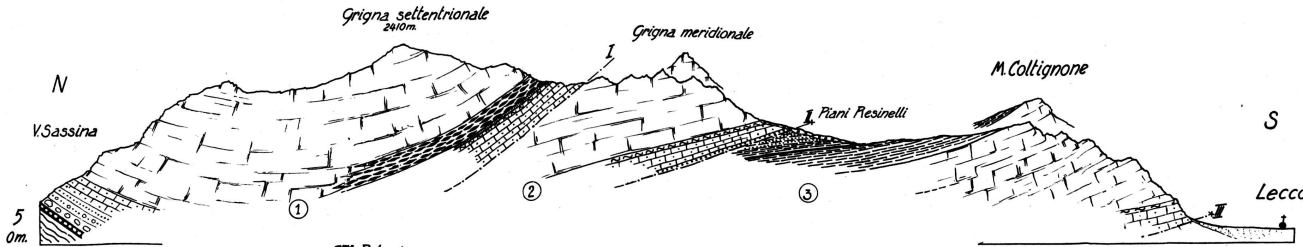
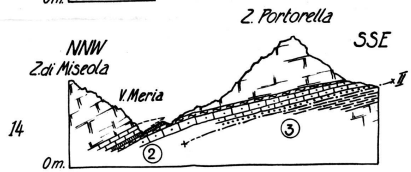
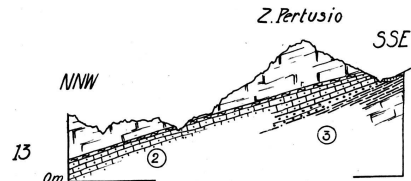
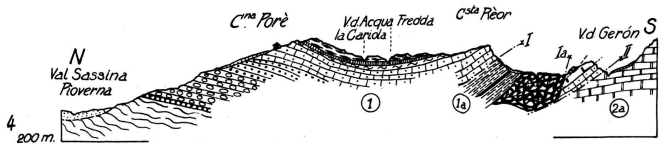
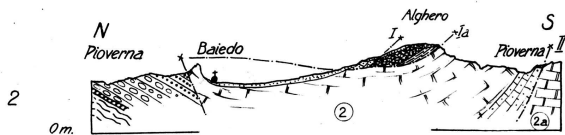
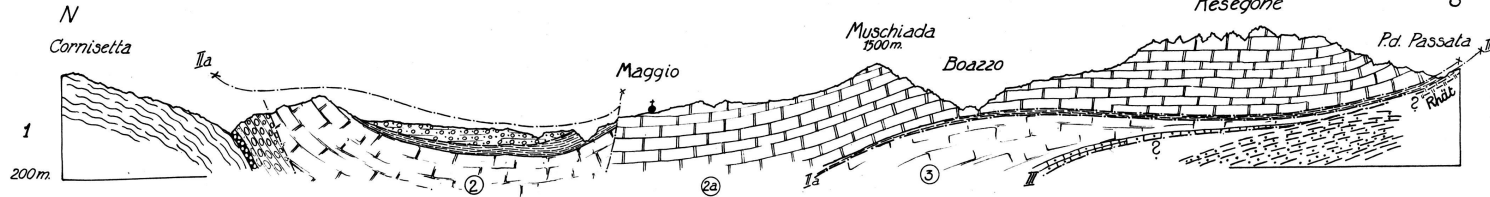
Querprofile

- 1 = Nordschuppe
- 1a = Rialeschuppe
- 2 = Mittlere Schuppe
- 2a = Resegoneschuppe
- 3 = Südschuppe

von
Eduard Trümpy

Masstab 1:50000 0 1 2km

- I = Überschiebungsfäche der Nordschuppe
- I a = " " Rialeschuppe
- II = " " mittleren Schuppe
- II a = " " Resegoneschuppe
- III = " " südlichen Schuppe



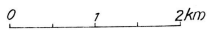
Geologische Profile durch die Grignagruppe

von
Eduard Trümpy

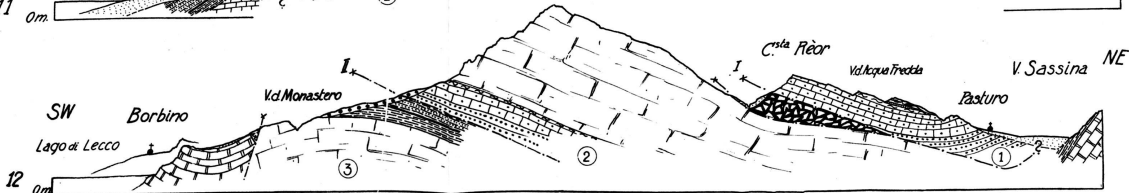
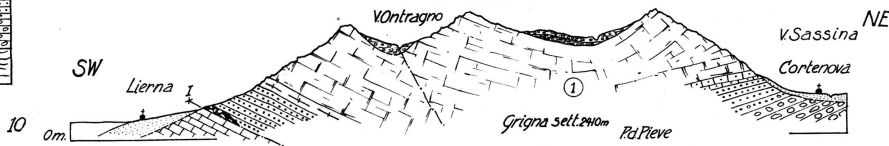
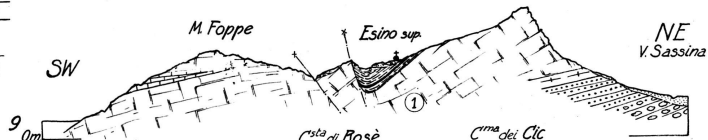
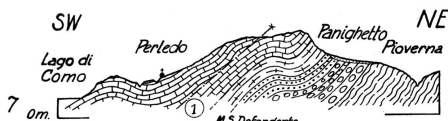
Legende

Masstab 1:50000

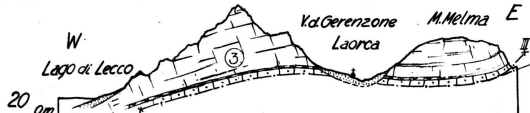
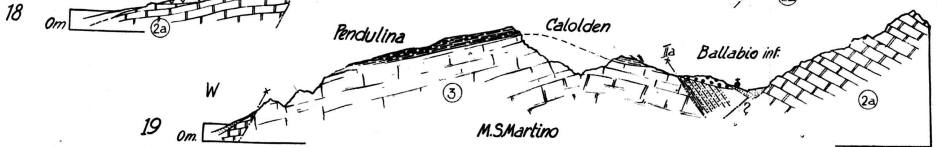
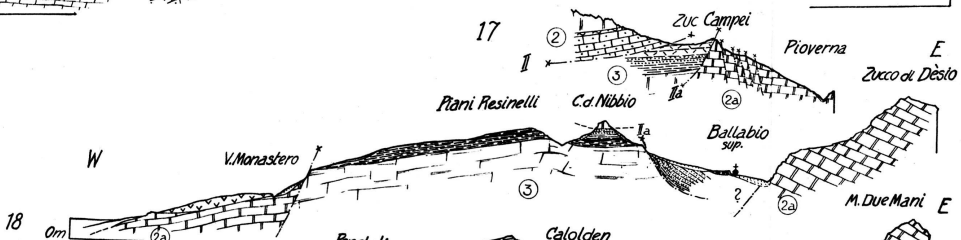
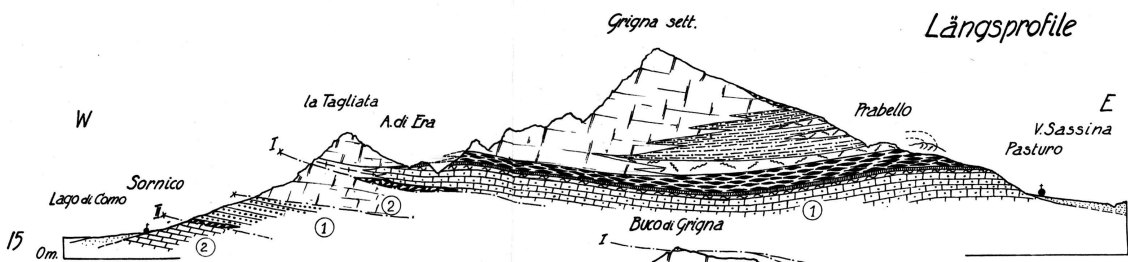
Profile NE-SW



Kornen Gneisen	Hauptdolomit	
	Raibler	Oberer Raiblerkalk Raiblersandstein Unt. Raiblerkalk mit Fossilhorizonte
Ladinien	Esinokalk	Wengenschichten
	Perledo-Varennakalk	Calimerokalk Buchensteinschichten Tinosolusenschichten Ressensakalk
Anisien Mesozoikum	Mendola dolomit	Gracilisschichten
	Buntsandstein Rauhwake	Rauhwake
	Konglomerat Quarzporphyr	
	Kristallin	



Längsprofile



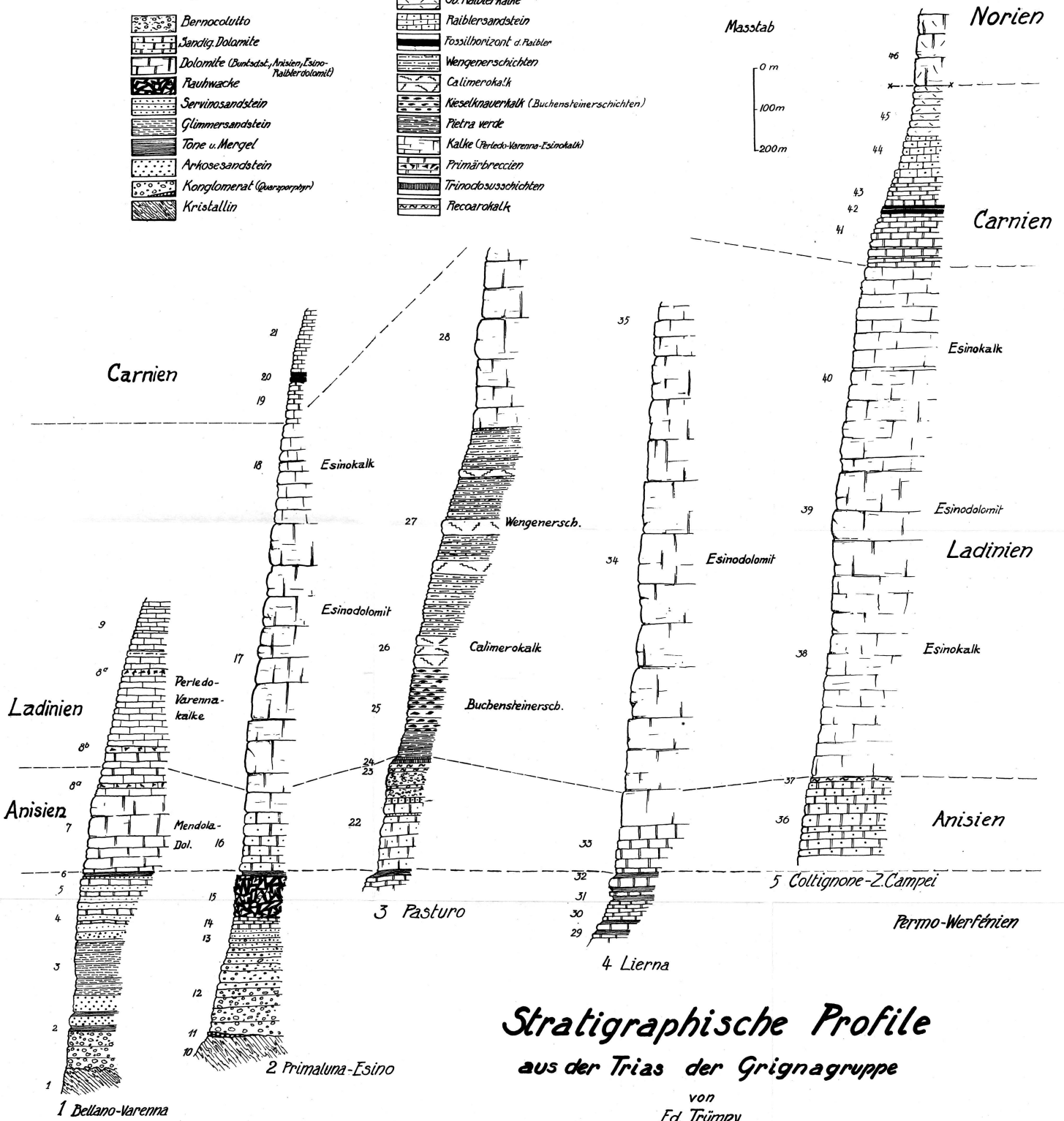
	Alluvium Diluvium i.a.
	Abaschung
	Bergsturz
	Diluv. Schotter
	Jüng. verf. Gehängeschuttbreccie
	Ältere verf. Gehängeschuttbreccie

Legende

- Bernocolutto
- Sandig. Dolomite
- Dolomite (Buntschl., Anisien, Esino-Raiblerdolomit)
- Rauhwaage
- Servinosandstein
- Glimmersandstein
- Tone u. Mergel
- Arkose sandstein
- Konglomerat (Quarzporphyr)
- Kristallin

- Hauptdolomit
- Ob. Raiblerkalk
- Raiblersandstein
- Fossilhorizont d. Raibler
- Wengenerschichten
- Calimerokalk
- Kieselknauerkalk (Buchensteinerschichten)
- Pietra verde
- Kalke (Perledo-Varenna-Esinokalk)
- Primärbreccien
- Trinobosusschichten
- Recoarokalk

Maßstab



Stratigraphische Profile
aus der Trias der Grignagruppe

von
Ed. Trümpy

