

# Beiträge zur Geologie der Tessiner Kalkalpen

Autor(en): **Frauenfelder, Albert**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **14 (1916)**

Heft 2

PDF erstellt am: **07.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-157601>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Beiträge zur Geologie der Tessiner Kalkalpen.

VON ALBERT FRAUENFELDER.

*Mit fünf Tafeln und fünf Textfiguren.*

---

## Einleitung.

Mit seinem südlichsten Zipfel, dem Mendrisiotto, schneidet der schweizerische Tessin aus dem schmalen Zuge der südlichen Kalkalpen ein Stück heraus. Zwischen den nackten Dolomit- und Kalkfelsen, den mit dichtem Unterholz überwachsenen Porphyrihügeln, windet sich das enge, übertiefte Tal des Luganersees durch. Auf relativ kurzer Strecke finden sich hier fast alle Glieder der alpinen Trias, sowie des Jura beisammen. Das Studium der stratigraphischen Verhältnisse in diesem als sehr eintönig verschrienen Gebiet sollte in erster Linie Ziel dieser Arbeit sein, in zweiter Linie sollten auch tektonische Beobachtungen angestellt werden.

Die Aufnahmen im Feld erfolgten im Frühling und Sommer der Jahre 1914 und 1915. Zirka sechs Monate, die bei dem fast immer sonnigen Himmel dieser Gegenden nahezu ausschliesslich mit Exkursionen ausgefüllt wurden, widmete ich dieser Arbeit. Die weitere Ausarbeitung, die Bestimmungen erfolgten im geologischen Institut der Technischen Hochschule in Zürich. Als topographische Unterlage dienten die Blätter 541, 543-545 der Siegfriedkarte der Schweiz (1 : 25,000). Der grösste Teil des aufgenommenen Gebietes findet sich auf der Ueberdruckkarte Lugano e d'intorni, der südlichste, darauf fehlende Teil auf Blatt 545, Mendrisio (s. Bem. z. Karte am Schluss).

Eingehend untersucht wurde die Trias des Monte San Giorgio samt dem südlich anschliessenden Liasgebiet von Arzo und Tremona, der Dolomitklotz des Monte San Salvatore, das Liasmassiv des Monte Generoso von Mendrisio im Süden bis Arogno im Norden, dann die West- und Nordabhänge des Sighignolagebietes. Hier allerdings musste ich mich ganz auf schweizerisches Gebiet beschränken,

da die politischen Verhältnisse in der zweiten Hälfte meiner Untersuchungen eine Begehung der italienischen Landesteile nicht erlaubten.

Relativ häufig begegnen wir geologischen Arbeiten, die auf unser Gebiet Bezug nehmen, wobei wohl die Hälfte auf Besano und seine Fauna entfällt. Sie beschränken sich in der Hauptsache auf Beschreibung von Versteinerungen irgend einer der vier als fossilführend bekannten Lokalitäten: Salvatore, Besano, Arzo, Generoso, wobei im ersten Fall das stratigraphisch heterogene Material nur aus Schutt stammte, im zweiten und dritten Fall ein falsches Niveau herausgefunden wurde. Näheres darüber wird der Besprechung der einzelnen Formationen vorausgeschickt werden. Zur Gewinnung einer Uebersicht standen Blatt 24 der geologischen Karte der Schweiz, aufgenommen von NEGRI und SPREAFICO, mit Text von T. TARAMELLI zur Verfügung, die natürlich, weil ein sehr grosses Gebiet in relativ kurzer Zeit aufgenommen werden musste, sehr schematisch und in vielen Beziehungen durchaus falsch ausfielen. Zudem waren die stratigraphischen Vorarbeiten noch sehr lokal oder überhaupt fehlend. Weitgehende Verbesserungen brachten BISTRAMS und REPOSSIS Aufnahmen für den nordöstlichen Teil mit sich, indem die Verwerfung von Lugano in ihren Hauptzügen erkannt und die dunkeln Kieselkalke auf deren Ostseite dem Lias zugewiesen wurden, allerdings nur aus lithologischen Gründen. 1903 erschien TARAMELLIS Uebersichtskarte « I tre Laghi », die einem bedeutenden Rückschritt gleichkommt, indem z. B. REPOSSIS richtige Beobachtungen über Rhät und Lias nicht berücksichtigt wurden. Für unser Gebiet erscheint sie als eine schlechte Kopie der alten Karte auf schlechterer topographischer Unterlage. Wie ungenau die Eintragungen erfolgten, zeigt sich z. B. bei den Gängen von Rovio. Besser wurden schon auf der alten Karte die Verhältnisse bei Meride und Tremona, sowie bei Rovio dargestellt.

Hier möchte ich noch denjenigen, die mir ihre Unterstützung gewährten, danken, vor allem Herrn Prof. H. Schardt für das Interesse, das er meiner Arbeit entgegenbrachte, für die Besorgung und Neuanschaffung von oft schwer zugänglicher Literatur, Herrn Prof. Rollier und dem Institutsassistenten Herrn Dr. Amsler für die Unterstützung bei einzelnen Bestimmungen, Frl. Dr. L. Hezner am Mineralogischen Institut für einige Analysen.

Zürich, Januar 1916.

## A. STRATIGRAPHISCHER TEIL

### I. Prätriadische Gesteine.

#### 1. Kristalline Schiefer.

Im engern Untersuchungsgebiet treten diese Gesteine nirgends an die Oberfläche. Erst 200 m jenseits der Grenze stehen sie an der Strasse von Brusino-Arsizio nach Porto Ceresio auf kurzer Strecke in sehr heterogener Zusammensetzung an. Sie werden dort beim Zollhaus durch ein zähes eruptives Agglomerat überlagert. Erst auf der gegenüberliegenden Seeseite bei Morcote, dann im westlich anschließenden italienischen Gebiet finden sie sich in weiter Verbreitung als Basis der Eruptivgesteine. Nördlich vom Seegebiet werden sie als Casannaschiefer bezeichnet, bestehen aus phyllitartigen Gesteinen mit Uebergängen zu Glimmerschiefern und Gneissen. Im Südzipfel der Salvatore-Halbinsel bezeichnet sie ESCHER (36) als Kontakt- und pneumatolytische Injektionsgneisse, wobei aber nicht etwa die darüber liegenden Porphyre, sondern ein unterirdisches Magma metamorphosierend wirken sollte.

#### 2. Carbon.

Carbonreste, wie sie nördlich Lugano bei Manno, eine den Saarbrückerschichten entsprechende Flora enthaltend, anstehen, fehlen in unserm Gebiet völlig. Jene porphyrfreien Konglomerate und Sandsteine sind diskordant<sup>1</sup> dem Grundgebirge eingefaltet und erlauben die Altersbezeichnung prä-carbonisch für die kristallinen Schiefer. Die Notiz GÜMBELS (42, S. 569) über fragliches Carbon nördlich Melide bezieht sich wahrscheinlich, diejenige BISTRAMS (3, S. 15) von Campione sicher auf Unter-Trias (s. d.).

#### 3. Perm.

Grosse Oberflächenverbreitung erreichen die *dunklen Porphyrite* mit ihren Tuffen, die auf der östlichen Seeseite bis zu der Hauptverwerfung von Lugano reichen. Durch Lias davon getrennt steht halbwegs Capolago nochmals ein

<sup>1</sup> Die annähernde Konkordanz halte ich für zufällig; Kontaktstellen sind übrigens nicht aufgeschlossen. Die Einschlüsse von Glimmerschiefer im Carbon weisen auf Diskordanz hin. Dieses selbst zeigt keine Spur von Metamorphose.

kleines Stück an. Im San Giorgio-Gebiet bilden sie die Basis der nach Süden fallenden Sedimentplatte, eine Mächtigkeit von mindestens 600 m erreichend. Nach Osten hin verschwinden sie völlig, wie das Profil nördlich Menaggio zeigt. Nach Norden und Westen lässt sich eine rasche Mächtigkeitsabnahme konstatieren. Durchbruchstellen durch die Glimmerschiefer finden wir bei Morcote. Bei Porto Ceresio tritt eine plötzliche Reduktion ein, so dass der jüngere Quarzporphyr direkt an das Grundgebirge anstösst. Ich vermute nach der grossen Tiefe bei grossem Querschnitt, der hier die Quarzporphyre charakterisiert, dass sie nach unten wurzeln, d. h. dass wir es hier mit der Ausfüllungsmasse des Haupteruptionsschlotes zu tun haben. Die grobkristalline Struktur spricht deutlich für eine Erstarrung in der Tiefe.

Petrographische Untersuchungen hätten zu weit geführt, unterblieben deshalb. Einzelne Angaben über die wohl mit denen der Salvatore-Halbinsel übereinstimmenden Gesteine finden sich bei HARADA (45). Auf einen Punkt möchte ich nur näher hinweisen. ESCHER nimmt im Salvatoregebiet nur eine mächtige basale Decke an und deutet den darüber liegenden Komplex als zum Teil entglaste Tuffe. Oestlich vom See scheint es sich nicht um eine einheitliche Eruption zu handeln, indem eine ziemlich mächtige horizontale Tufflage mit zahlreichen Einschlüssen zwischen deutlichen Porphyriten auftritt. Sie findet sich schön aufgeschlossen im Tobel des Sovagliabaches unter Rovio, wiederholt sich auch an der Strasse.

Wesentliche Aenderungen ergaben sich in Bezug auf Vorkommen und Verbreitung der den schwarzen Porphyrit durchsetzenden Gänge von *rotem Quarzporphyr*. Nach TARAMELLI (16) und REPOSSI (11) finden sich bei Rovio zwei, bei Maroggia drei Spalten mit einem Streichen nach N-E. Ersterer Autor gibt bei Campione noch einen Gang an, den ich nicht auffand, letzterer ein deckenartiges Vorkommen bei Arogno. Die Angaben beschränken sich, wie leicht ersichtlich, auf die Aufschlüsse an den grossen Strassen. Auf Komplikationen hat schon KÄCH hingewiesen. Tatsächlich finden sich auf der Ostseite des Sees nicht nur diese vereinzelt Gänge, sondern zwei langgestreckte Gangsysteme, in denen die einzelnen Spalten auskeilen, neue auftauchen können. Von ihrem ersten Auftreten am See an, lassen sie sich an zahlreichen Punkten in der allgemeinen Streichrichtung immer wieder auffinden bis zum Verwerfungskontakt mit dem Lias. Erratische Ueberstreuung, sowie grössere Moränen und

Vegetation verhindern zwar meist die direkte Verfolgung, doch erschliessen Strassen und tiefe Bachrisse das Anstehende recht häufig. Ein direktes Zusammenfügen der beobachteten Gangstücke erscheint unzulässig, da Auskeilen direkt beobachtet werden kann, der Verlauf der einzelnen Spalte durchaus nicht immer geradlinig zu sein braucht und tektonische Störungen Verschiebungen bewirken können. So zeigt z. B. der östlichste mächtige Gang im Sovagliabach eine Umbiegung von N-E nach N, womit eine starke Reduktion der ursprünglichen 12 m Mächtigkeit verbunden ist. Tektonische Verschiebungen wies ESCHER direkt nach am Gang Morcote-Melide. Sehr wahrscheinlich, aber nicht direkt zu beobachten, erscheint dies für die drei mittleren Gänge unter Rovio, die bis zur Kirche hinauf streichen. In gleichem Abstand und ziemlich übereinstimmender Mächtigkeit treffen wir sie wieder zirka 100 m nach W verschoben auf der Piazza Albano.

Wir stehen hier im Spaltensystem von Rovio, das zuerst N 10° E streicht, um naehher langsam stärker nach E abzubiegen. Es ist zusammengesetzt aus fünf Gängen, von denen bei Rovio noch drei sichtbar sind. Weitere Stücke finden sich gegen Giaro aufgeschlossen.

Ein zweites, weniger einheitlich gebautes *System* ist dasjenige von *Maroggia*. Es streicht zuerst ziemlich genau N-E, sendet aber bald eine nach N führende Gruppe ab, so dass im Tobel der Val Mara der erste Gang nach N-E, ein zweiter, stark verbogener und in seiner Mächtigkeit schwankender nach N verläuft. An der Strasse am See zeigen sich zwei, an der nach Arogno zwei andere östlichere, an den Strassenwindungen mehrfach aufgeschlossene Gänge. Kleine Aufschlüsse finden sich weiter unter Arogno, gegen San Vitale und Cà Nova. Auf der gegenüberliegenden Seeseite am San Giorgio zeigen sich nur zwei parallel nach S verlaufende Stücke, sicher ebenfalls als Gänge.

Die Gesetzmässigkeit, die in der Beibehaltung bestimmter Linien zum Ausdruck kommt, erheischt eine Erklärung. Die Annahme eines Aufsteigens des Magmas in schon gebildeten Verwerfungsspalten erscheint bei der horizontal von dem System von Rovio durchsetzten Tufflage ausgeschlossen, Spaltenbildung und Intrusion müssen unbedingt derselben Erscheinung zugeschrieben werden. Es darf vielleicht auf einen tieferliegenden Lakkolithen geschlossen werden, der bei seinem Eintritt in die äussere Erdrinde diese längs Linien geringsten Widerstandes zum Bersten brachte, worauf das granitische Magma nachdrang. Liegt, wie oben schon ver-

mutet wurde, der zentrale Eruptionsherd bei Porto Ceresio, müssten die Spalten im allgemeinen radiale Anordnung zeigen. Tatsächlich trifft dies für die Gänge der Salvatore-Halbinsel, sowie für unser Spaltensystem von Maroggia zu; dasjenige von Rovio indessen weicht stark ab, wird in seiner Richtung vielleicht bedingt durch einen sekundären östlich gelegenen Ausbruchsherd. Die Ergüsse, die aus den Spalten austraten, sind samt den begleitenden Tuffen im ganzen östlichen Luganersee-Gebiet in der bis zur obern Unter-Trias reichenden Kontinentalperiode abgetragen worden; alle Vorkommnisse von Quarzporphyr bleiben hier auf die Spalten beschränkt. Erst weiter im Westen scheinen sie als Decke über den Porphyriten aufzutreten.

## II. Trias.

### 1. Rückblick auf frühere Untersuchungen.

Die *Unter-Trias* gab bis vor kurzem wenig Anlass zu Bemerkungen, ausser unbestimmbaren Pflanzen zeigte sie keine organischen Reste und wurde nach ihren petrographischen Merkmalen als Vertretung von Perm und Buntsandstein, oder nur einem der beiden angesehen, bis 1912 REICH (60) an einem Punkt bei Serpiano Campilerfossilien entdeckte.

Die *Mittel-Trias* zog infolge ihrer Fossilführung bei Besano und am Salvatore schon früh die Aufmerksamkeit der Geologen auf sich.

NEGRI und SPREAFICO, 1869. Sie sind noch der Ansicht Curionis, dass der Esinokalk dem Salvatore- und San Giorgio-Dolomit parallelisiert werden müsse und über den Raiblerschichten liege. Als Konsequenz ergibt sich daraus die Annahme des infraliasischen Alters für die Schiefer von Besano und den Dolomit des Monte Pravello.

Auf Blatt 24 der geologischen Karte der Schweiz änderten sie ihre Ansichten dahin, dass die untere Dolomitzone dem Muschelkalk, die Gesteine inkl. rote Mergel den Raiblerschichten, die Dolomite des Poncione dem Hauptdolomit zugewiesen wurden. Diese Ansicht, die von TARAMELLI im Begleitwort angenommen wird, bleibt die massgebende für alle spätern Autoren. Dem ganzen Südhang soll in ununterbrochenem Zug das in Contortamergel und Conchodondolomit gegliederte Rhät folgen.

BASSANI F., 1885, bestimmt und beschreibt das Material von Vertebraten und Invertebraten, das im Besitze des Museo

civico von Mailand sich fand und aus Aufsammlungen von sieben verschiedenen Geologen stammt (24, S. 20). Da seine Bestimmungen alle auf Cassianer Cephalopoden lauten, scheint mir das Material doch aus ziemlich einheitlichem Niveau zu stammen. Nach AIRAGHI (18, S. 4) scheinen Falschbestimmungen vorzuliegen. Nach FRECH (38) ist das Material zu schlecht, um genaue Bestimmungen zu erlauben, doch sind es sicher Trachyceraten. BASSANI hält es für das Wahrscheinlichste, die Schiefer von Besano samt ihrer Fauna an die Basis der Raiblerschichten zu stellen, namentlich wegen der Analogien in der Fischfauna. Das Vorkommen von Cassianer Ammoniten gilt ihm als Beweis für Parallelisierung von Raibler und Cassianer Schichten. (s. auch S. 271.)

MARIANI, 1904, gibt uns eine kurze Zusammenfassung des ganzen Gebietes zwischen Langen- und Luganersee, erweitert durch einige Beobachtungen. Bei Besano sollen in bituminösen Dolomiten die schon von MOJSISOWICS zitierten anisischen Cephalopoden zu finden sein. BASSANIS Fossilien sollen aus den überlagernden Kalken und Schiefen der Bitumenzone stammen. Die Grenze von anisischer und ladinischer Stufe setzt er an den Beginn der kalkigen Fazies, die ersten Bänke sollen sogar, weil *Daonella Moussoni* führend, noch zu ersterer gerechnet werden. Seine Bitumenzone scheint nicht unserer Grenzbitumenzone, sondern den untern Meridekalken zu entsprechen, weshalb eine Einzeichnung jener tiefer in der Gesteinserie liegenden Zone in der Tabelle unterbleiben muss. Der ladinischen Stufe teilt er den ganzen Komplex bis zu den grünen und roten Mergeln zu. (vergl. P. 271.)

REPOSSI E., 1909. Er beschäftigt sich eingehend mit der Bitumenzone, wozu er durch die erneute Inangriffnahme des technischen Abbaues veranlasst wurde. Ueber dem untern Dolomitkomplex, der anisische + ladinische Stufe repräsentiert, soll die einheitliche Bitumenzone folgen, auf die dann ebenso regelmässig schwarze Kalkbänke, dann dünnplattige bis schiefrige Kalke und Mergel folgen. Ausdrücklich sagt er (62, S. 16): « I fossili provengono tutti ed esclusivamente dagli strati infimi della formazione di Besano, e che sopra questi strati . . . abbiamo una massa di strati sterili » und betont, dass MARIANI Unrecht hat. Er hält für das richtigste, die Zone an den Anfang der Raiblerschichten zu stellen, denen dann auch der ganze mächtige Schichtenkomplex bis zum Hauptdolomit angehören muss. Im zweiten Teil gibt er eine eingehende Beschreibung des Abbaus, der Verarbeitung



und der Zusammensetzung des Minerals, worauf ich hier verweise, da ich nicht näher darauf eintrete.

AIRAGHI, 1912, bestimmt und beschreibt die Mollusken neu. Neben vorwiegend Trinodosusammoniten sollen auch solche aus tiefern und höhern Zonen vorkommen. Mit dem schlechten Material, Hohlformen, die zuerst von festhaftenden Ueberzügen gereinigt werden mussten, stellt er eine grosse Anzahl neuer Spezies auf, wobei er noch eine sehr weitgehende Artzersplitterung vornimmt. In seinen stratigraphischen Schlüssen kommt er also zu einem ganz neuen richtigen Resultat; wir haben es hier noch mit der anisischen Stufe zu tun.

G. DE ALESSANDRI, 1912. Von ihm stammt eine ganz neue Bearbeitung der gesamten Fischfauna. Das Material dazu stammte aus verschiedenen öffentlichen und Privatsammlungen, also wohl aus den verschiedensten Niveaus dieser Serie. Auf Grund der Fischfauna, die er mit derjenigen von Perledo, das den Buchensteinerschichten parallelisiert wird und mit Raibl vergleicht, kommt er zum Schluss, dass der ganze Komplex karnischen Alters sei. (vergl. S. 269.)

### Resultate der neuen Untersuchungen.

Unser Gebiet zeigt eine relativ vollständige Entwicklung der Trias. Lücken in der stratigraphischen Aufeinanderfolge beschränken sich auf die Basis und auf die jüngsten Epochen. Die Sedimentfolge beginnt überall noch mit der Unt. Trias.

#### 2. *Skythische Stufe*

(Servino, Buntsandstein, Werfener Schichten).

Sedimentgesteine, die eventuell noch dem Perm oder Carbon zuzurechnen wären, fehlen. Die von GÜMBEL (42, S. 509) unter Reserve zum Carbon gestellten grauen Sandsteine nördlich Melide entsprechen wohl dem, ob Alla Ferrera steil NW einfallenden, durch Führung einzelner Porphyritgerölle sicher als postpermisch charakterisierten Buntsandstein. Dasselbe gilt für die psammitischen Schichten nördlich Campione, für die BISTRAM (3, S. 15) ein carbonisches Alter möglich hält.

Die Gesteine dieses Horizontes, meist rote bis braune Konglomerate und Sandsteine, daneben lokal mächtige Dolomite, sind einem raschen Wechsel sowohl in vertikaler, als auch in horizontaler Richtung unterworfen, eine Erscheinung, die ja für eine solche Strandbildung selbstverständlich ist.

**Vergleichende stratigr. Gliederung d. Triasgesteine der San Giorgiobalbinsel durch die verschiedenen Autoren.**

Stufen	Curioni 1863	Negri u. Spreafico 1869	mit T. Tara- melli 1880	Bassani 1885	Mariani 1904	Frech in Le- thaea gcogn. 1908	Reposi 1909	Airaghi 1912	Frauenfelder 1916
Rhätisch	Schiefer u. Mergelkalke von Meride	Rhätodolomit Rhätmergel u. Kalke	fehlt infolge einer Verwerfung				Dolomite		fehlt, Lias trans- grediert auf Hauptdolomit
Norisch	Dolomite des San Salva- tore u. San Giorgio = Esinodolomit	<b>Dolomite des Monte Pravello = Poncione d'Arzo</b>							
Karnisch	fehlt	?	Bunte Mergel, Gips Meridekalke	Bunte Mergel und Gips			Bunte Mer- gel, Meride- kalke		Bunte Mergel
Ladinisch	fehlt	?	Dolomite des Monte San Giorgio	Dolomite des Monte San Giorgio	Meride- kalke	Meride-Kalke	Dolomite des San Giorgio u. San Salvatore	Meride- Kalke	Meridekalke Dolomitbank Unt Meridekalke Dolomite des S. Giorgiopfels
Anisich	fehlt	?			Dolomite d San Giorgio	Unterer Dolomit			Hauptteil der Dolomite des San Giorgio
Skytisch + Perm	Rote Tone	Servino	Servino	Servino		Roter Sand- stein und Verrukano	Sardsteine		Campiler Schichten

— Grenzbitumenzone. Ganz ausgezogene Horizontallinien entsprechen lithologischen Grenzen.

Die Aenderungen in vertikalem Sinn zeigen die verschiedenen Profile; der rasche fazielle Wechsel macht es schwierig, zwei so nahe gelegene Profile, wie Serpiano und Val Battuta näher zu parallelisieren. Gute Aufschlüsse finden sich der leichten Verwitterbarkeit wegen selten, Gebüsch und Gehängeschutt decken meist. Das vollständigste, auch an Fossilien reichste Profil zeigt die Bachrunse der obern Val Battuta ob Riva San Vitale, zugleich der einzige Aufschluss auf Schweizergebiet, der die Auflagerung auf die Porphyrite zeigt.

*Profil durch den Buntsandstein der Val Battuta,*

820 m über dem Meere.

Plattige Dolomite des Muschelkalks, in den untersten Lagen noch *Myophoria laevigata* und *M. Balatonis* enthaltend.

7 m Fe-reiche, bei Verwitterung intensiv gelbbraune Konglomeratbänke, gegliedert durch dünne, feinsandige Lagen.

3 m rote, stark dolomitische Sandsteinbänke mit feinkörnigen Zwischenlagen.

2 m konglomeratische Sandsteine.

10 m dünne Bänke von grünlichem, dicht erscheinendem, etwas glimmerigem Dolomit wechselnd mit nach unten mächtiger werdenden Lagen von roten tonigen Sandsteinen.

25 m helle Dolomite und dolomitische Sandsteine in dicken Bänken, wechsellagernd mit im allgemeinen geringer mächtigen roten bis grünen dünnschiefrigen, oft mergeligen Sandsteinen.

4 m braun auswitternde feinkörnige Sandsteine mit geringen groben Einschwemmungen.

30 m unaufgeschlossen, nur an einer Stelle treten stark glimmerige graue Sandsteine hervor mit *Myophoria costata*, *Edentula Castelli*.

4 m grobe, stark eisenschüssige Sandsteine mit gelben, dann roten Mergeln wechsellagernd.

15 m feinkörnige, braune bis rote, seltener grüne Sandsteine, oft stark kalkig oder dolomitisch mit mehreren Fossilagen, die aber nur in stark ausgewitterten Bänken im Gebüsch einigermaßen gutes Material liefern, enthaltend *Myophoria laevigata*, *M. Balatonis*, *M. praeorbicularis*, *M. costata*, *Gervillia exprorecta*, *Lingula tenuissima*.

4 m rote stark glimmerige Sandsteinlagen.

10 m hellgraue, oft braun gefleckte, mächtige Sandsteinbänke mit Lagen sehr grober Konglomerate, die vorwiegend Quarzgerölle, aber auch Derivate der Unterlage führen. Sie

bilden infolge ihrer Resistenz im Bachbett eine senkrechte Wand, in der weitem Verlängerung eine hervortretende Schulter.

10 m meist feinkörnige, rote, gutgeschichtete Sandsteine, mit quantitativ sehr zurücktretenden Konglomeratlinsen und Bänken.

Porphyrite, deren oberste 2 m intensive Verwitterungserscheinungen aufweisen, die Feldspäte sind ganz kaolinisiert, die Grundmasse erscheint tiefrot.

Die Basis ist auch in einem kleinen seitlichen Bachriss, einige 40 m näher bei Albio gut aufgeschlossen, zeigt hier schon eine völlig veränderte Ausbildung. Die Serie beginnt hier mit einem sehr groben Basalkonglomerat von zirka 3 m Mächtigkeit. Die meist völlig gerundeten Gerölle weisen durchschnittlich Faustgrösse auf und bestehen wohl zu 80% aus Porphyriten und Quarzporphyren, der Rest aus Quarz und sehr vereinzelt Glimmerschieferstücken. Der nördliche und westliche Teil des Eruptivgebietes lagen eben damals noch frei an der Oberfläche, der Flusserosion preisgegeben. Das Ueberhandnehmen der Quarzgerölle in höhern Lagen ist neben deren Resistenz bedingt durch das weiterschreitende Meer, das mit seinen Sedimenten das Porphyritmassiv zum grössten Teil einhüllte. Das eingeschwemmte Material stammt aus dem nordwestlich vorgelagerten Gebiet.

Als Basis der mitteltriadischen Felswand sinken diese Schichten im Süden rasch in die Tiefe, im untern Teil durch Gehängeschutt und Moränen völlig verdeckt. In entgegengesetzter Richtung ziehen sie sich ohne Störung um den San Giorgio herum, an verschiedenen Stellen in kleinen Teilen erschlossen, bis zu den Ausflussstellen der Quellen von Tre Fontane, wo die kalkigen, braunroten Sandsteine direkt über dem Weg wieder versteinierungsführend sind. Aus einem intensiv braun verwitterten Block am Weg gewann ich folgende Spezies: *Myophoria laevigata*, *M. praeorbicularis*, *M. Balatonis*, *Gervillia exprorecta*, *Natiria subtilistriata*, *Lima sp. ind.* Auf dieser Strecke hat eine Reduktion der Mächtigkeit auf 15 bis 20 m stattgefunden. Eine Querwerfung, die sich nach SW in zwei auflöst und die eine stufenförmige Hebung der westlichen Teile bewirkte, unterbricht hier den Verlauf. Am Hohlweg von Serpiano zur Abbaustelle der Fischeschiefer zeigt sich eine dadurch bedingte Schlepplage. An der neuen Strasse Serpiano-Meride erscheinen zunächst nur wenig Sandsteine und Konglomerate (ebenfalls mit einer fossilführenden Bank), die schief an die

Porphyrite anstossen infolge der Vertikalstörung. Hat man die erste, von mit Gyroporellen erfüllten Dolomitbänken gebildete Wegbiegung passiert, erscheint das im folgenden gegebene Profil von zirka 25 m Mächtigkeit. Es ist das von H. REICH (60) gegebene und ich ergänze den untern jetzt verfallenen Teil nach seinen Angaben.

Alisische Dolomite mit Gyroporellen, einzelnen Gastropoden.  
1 m braun auswitternde dolomitische Mergel.

4 m Konglomerate, fast ausschliesslich Quarzgerölle führend mit roten Sandsteinlagen.

2 m fehlen, auf der andern Hügelseite finden sich hier feine braune Sandsteine, stark glimmerig, mit *Gervillia* und *Myophoria*.

$\frac{3}{4}$  m hellgraue Konglomeratbank mit zahlreichen Porphygeröllen.

1  $\frac{1}{2}$  m rote, dünnbankige Sandsteine.

$\frac{3}{4}$  m rote, sehr grobe Konglomerate.

2 m dunkelbraun auswitternde Sandsteine.

5 m helle, gelblichgraue Dolomitbänke, oft rot oder grün geflammt, in einzelnen Lagen mit von Kalzit erfüllten Drusen.

12 m Sandsteinbänke, oft braun gefleckt, mit vereinzelt Konglomeratlagen.

Diese gliedern sich nach REICH :

Sandsteine mit zahlreichen glatten *Myophorien* und *Gervillien*, Ton- und Mergellagen.

4 m feinkörnige, teils gefleckte, teils rote, glimmerreiche Sandsteine.

Grobes brecciöses Konglomerat.

Porphyrit.

Aus diesen Schichten und aus dem Hohlweg von Tre Fontane bestimmte er :

1. *Myophoria laevigata* v. Alberti,  
» » *var. transiens*,  
» » *var. elongata*.
2. » *ovata* Goldf. sp.
3. » *rotunda* v. Alberti.
4. *Gervillia mytiloides* v. Schloth sp.
5. » *polyodonta* Stromb. sp.
6. *Pseudomonotis Telleri* Bittn.
7. » *aff. Telleri* n. sp.
8. *Mytilus eduliformis* v. Schloth.  
*Pecten tirolicus* v. Wittenb.?  
*Pseudomonotis hinnitidea* Bittn.?  
» *inaequicostata* Ben.?

Eine Parallelisierung des obigen Profils mit dem der Val Battuta stösst auf Schwierigkeiten. Die Dolomitlage von Serpiano muss wohl den obersten Dolomitbänken der Val Battuta entsprechen. Die darunter folgenden Lagen sind hier wegen grösserer Landnähe sandig ausgebildet, während 2 km weiter östlich die Dolomitbildung früher einsetzen konnte. Der gesamte untere Teil des ersten Profils findet im zweiten überhaupt kein Aequivalent, da das Meer noch nicht so weit übergreif.

Eine Parallelisierung der Fossilbank mit den Myophorienbänken von LEPSIUS in Süd-Tirol, die übrigens auch für jenes Gebiet nur beschränkte Gültigkeit haben (72, S. 5), kann bei der Art der Ablagerung von vornherein als ungültig betrachtet werden. Nicht einmal für unser Gebiet lässt sich eine solche durchlaufende Lage konstatieren. Es handelt sich um lokale, linsenförmige Einlagerungen, die in verschiedene Niveau auftreten.

Ueber das *Alter der beschriebenen Ablagerungen* kann kein Zweifel bestehen. Alle die gefundenen Spezies gehören dem höhern Teil der obern skytischen Stufe, den obern Campilerschichten an, mit Ausnahme der mit den übrigen Formen zusammen sich findenden *Lingula*, die aber an andern Orten ebenfalls in so hohen Schichten vorkommt. In nachstehender Tabelle lasse ich REICHS *Gervillien* und *Myophorien*, deren Bestimmung mir zweifelhaft erscheint, weg (s. pal. Teil).

Werfener Fossilien im San Giorgio-Gebiet.	Fundstelle		Vertik. Verbreitung in Süd-Tirol n. Witt.		
	Tre	Val	Seiser	Campilersch	
	Fontane	Battuta	Sch.	untere	obere
1. <i>Myophoria laevigata</i> v. Alberti. . .	+	+	—	—	+
2. » <i>Balatonis</i> Frech. . . . .	+	+	—	—	+
3. » <i>praeorbicularis</i> Bittn..	+	+	—	—	+
4. » <i>costata</i> Zenk sp. . . . .	—	+	—	—	+
5. <i>Gervillia exporrecta</i> Leps. . . . .	+	+	—	—	+
6. <i>Edentula Castelli</i> Witt. . . . .	—	+	—	—	+
7. <i>Mytilus eduliformis</i> v. Schloth . .	+	—	—	—	+
8. <i>Pecten tirolicus</i> Witt.? . . . . .	+	—	—	—	+
9. » <i>vajolettensis</i> Witt. . . . .	—	+	—	—	+
10. <i>Pseudomonotis Telleri</i> Bittn. . . .	+	—	—	—	+
11. » <i>aff. Telleri</i> Reich. . . . .	+	—	—	—	+
12. » <i>hinnitidea</i> Bittn.? . . . . .	+	—	—	+	—
13. » <i>inaequicostata</i> Ben.? . . . . .	+	—	—	+	—
14. <i>Lima</i> sp. ind. . . . . . . . . . .	+	—	—	—	—
15. <i>Natiria subtilistriata</i> Frech. . . .	+	—	—	—	+
16. <i>Lingula tenuissima</i> Bronn. . . . .	—	+	+	—	—

Gesteine, die ebenfalls hierher zu rechnen sind, finden sich nördlich Campione, sowie südlich Lugano am Cap San Martino. Auffallen muss die in allen bisherigen Arbeiten ohne weiteres als normal angenommene Lagerung der Konglomerate von San Martino auf Glimmerschiefern, während doch im ganzen Gebiet Porphyrit in grosser Mächtigkeit dazwischen liegt. ESCHER (36) gibt dieselbe Aufeinanderfolge auch für das Vorkommen im Südteil des Salvatore an. In beiden Fällen kann dies unmöglich richtig sein, wie könnte die Porphyritformation mit ihren 600 m Mächtigkeit bei Campione und im ganzen Gebiet südlich vom Salvatore hier ganz plötzlich gleich Null sein, da sie sich doch auch nördlich Lugano in einzelnen Erosionsrelikten wiederfindet? Am Salvatore Südhang liegt ein Beobachtungsfehler vor; die fast senkrecht N-W einfallenden Konglomerate werden durch Porphyrite, die stellenweise von Barytadern durchzogen sind, unterlagert. Bei San Martino liegt eine grosse Verwerfung vor, die bei Pazzallo auch den Servino zwischen Gneissen und Dolomiten auskeilen lässt, und WSW streichend schief zum Nordschenkel der Synklinale verläuft. Zeigt sich schon im westlichen San Giorgiogebiet bei Serpiano die Landnähe, so trifft dies in noch erhöhtem Mass in diesen nördlichen Gebieten zu. Wir finden hier eine extrem sandig-konglomeratische Ausbildung, kohlige Pflanzenreste, die von stärkeren Stammteilen herzurühren scheinen, finden sich recht häufig in einzelnen Konglomeratbänken. Die Serie findet sich bei Lugano in zirka 60 m Mächtigkeit abgeschlossen. Konglomerate, gröbere und feinkörnige Sandsteine, selten Mergel, von fast immer roter Farbe, lösen sich fortwährend ab. Porphyritgerölle finden sich überall, am häufigsten im mittleren Teil. An der Basis treten, wie auch bei Campione, kalkige Sandsteine und eine Bank grünlichen, dicht aussehenden Dolomites auf, der zahlreiche kleine Drusen mit Kalzit- und Quarzkristallen enthält.

Ein ähnliches Profil bietet sich bei Campione. Die Basis fehlt wiederum, ist zudem unter Vegetation verdeckt. Dass auch hier eine Verwerfung zwischen Trias und Perm durchsetzt, zeigt der gegen den Weg Pugerna-Arogno spitz ausgehende Keil, den der Buntsandstein hier bildet. Es mag hier noch das allgemein gehaltene Profil folgen:

Plattige Dolomite des Muschelkalks, mit einer unbedeutenden schwach N einfallenden Störungsfläche auf die Unterlage überschoben.

15 m meist rote Konglomerate und Sandsteine, im obersten Teil mit *Naticella costata* Münst. sp.

15 m grobe Konglomerate, einzelne Bänke mit kohligen Stammresten, an der Basis eine Lage mit zahlreichen Bleiglanzknollen.

1 m feinkörnige stark glimmerige Sandsteine mit Tongallen.

1 1/2 m grob-konglomeratische Bank mit zahlreichen Porphyrgeröllen.

25 m Konglomerate, gegliedert durch feinkörnigere, oft etwas mergelige, rote oder graugrüne Sandsteine.

Kalkige, braun auswitternde glimmerige Sandsteine mit stecknadelkopfgrossen, milchweissen Quarzkörnern; gleicht den fossilführenden Schichten vom San Giorgio.

Die Schlüsse, die wir auf die Verbreitung der untertriadischen Meere ziehen können, sind folgende: Eine Transgression von SE oder E erreichte unser Gebiet etwa zu Beginn der Campilerschichten (untere Konglomerate der Val Battuta) breitete sich gegen den obern Abschnitt weiter nach W aus (Dolomite des San Giorgiogebietes, fossilführende Schichten, Dolomitbänke und kalkige Sandsteine bei San Martino und Campione), erfuhr darauf wieder eine unbedeutende Regression (Bildung der obern Konglomeratlagen, Rauchwacken usw. bei San Martino<sup>1</sup>).

Weiter nach W kann nach Blatt 24 der geologischen Karte der Schweiz eine im einzelnen schwankende Mächtigkeitsabnahme bis zum völligen Verschwinden konstatiert werden (MARIANI (7) gibt die Mächtigkeit auf 10 bis 20 m an), eine Erscheinung, die mit obigen Annahmen völlig im Einklang steht. Es handelt sich in diesen Randgebieten des untertriadischen Meeres wohl um primäres Fehlen von Sedimenten.

### Versteinerungen der Campiler-Schichten.

#### *Myophoria laevigata* v. Alberti.

1912. FRECH: Neue Zweischaler, S. 7, Textfigur 3,

» Leitfossilien, S. 38, Taf. VII, Fig. 4,

zeigen den typischen Umriss und scharfe Arealkante. Neben kleinen Exemplaren erscheinen solche bis zur Grösse der zitierten Fig. 4.

#### *Myophoria Balatonis* Frech.

1911. FRECH: Nachträge, S. 7, Textfigur 9.

Unterscheidet sich von obiger Form durch flachere Wölbung und gerundete Arealkante. Da die wenigen hierher zu

<sup>1</sup> TORNQUIST (17, S. 52) führt Rauchwacken und Erosionskontakt an, wovon ich nichts mehr finden konnte. Jedenfalls kann es sich nur um ganz kurze Trockenperiode handeln.



rechnenden Exemplare eine starke Verlängerung nach hinten aufweisen, gehören sie nicht zu *M. ovata*.

*Myophoria praeorbicularis* Bittn.

1912. FRECH : Leitfossilien, S. 39.

» Nachträge, S. 4, Textfigur 4.

Eine grosse Anzahl *Myophorien* mit gerundeter Kante und starker Wölbung scheinen hierher zu gehören.

*Myophoria costata* Zenk sp.

1912. FRECH : Neue Zweischaler, S. 6.

Eine etwas unvollständige, rechte Klappe zeigt die Area und acht scharfe, durch breite Zwischenräume getrennte Radialrippen, hie und da feine Anwachsstreifung.

*Gervillia exporrecta* Leps. (Taf. V, Fig. 1).

1878. LEPSIUS : Süd-Tirol, S. 352, Taf. 1, Fig. 6.

1912. FRECH : Leitfossilien, S. 13, Taf. 1, Fig. 5.

Starke Wölbung der linken Klappe und relativ grosses vorderes Ohr sind charakteristisch. Kulminationslinie der Schalenwölbung ist gerade. REICH beschreibt ungleichklappige Formen von Serpiano als *G. polyodonta* und *mytiloides*, nach der Beschreibung und meinen Funden handelt es sich wohl um obige Form. Winkel von Schlossrand und Schalenaxe zirka  $35^{\circ}$ , was mit der Zeichnung von LEPSIUS stimmt, nicht aber mit dem Text ( $45-50^{\circ}$ ).

*Edentula Castelli* Witt.

1908. P. v. WITTENBURG : Beiträge, S. 32, Taf. IV, Fig. 11-13.

Eine unvollständige Schale ohne Vorderflügel, Winkel von Schlossrand und Schalenaxe  $15^{\circ}$ .

*Natiria subtilistriata* Frech.

1908. P. v. WITTENBURG : Beiträge, S. 35, Taf. V, Fig. 13.

*Naticella costata* Münst. sp.

1908. P. v. WITTENBURG : Beiträge, S. 35, Taf. V, Fig. 8.

Ein Steinkern, dessen Negativ die Querrippen zeigt.

*Lingula tenuissima* Bronn.

1912. FRECH : Leitfossilien, S. 45, Taf. I, Fig. 12 u. 13.

Ein Exemplar von 5 mm Schalenhöhe.

*Pecten vajolettensis* Witt.

1908. P. v. WITTENBURG : Beiträge, S. 22, Taf. I, Fig. 9.

Mehrere Schalenstücke zeigen die charakteristische Skulptur.

### 3. Mittlere Trias.

#### a) Anisische Stufe.

##### α. Plattendolomit und Mendoladolomit.

Mit Beginn der Mitteltrias setzt einheitlich im ganzen Luganerseegebiet die Dolomitfazies ein. Im San Giorgio-gebiet finden wir in der Val Battuta einen raschen, aber sicher kontinuierlichen Uebergang; wenig mächtige, sandige Lagen sind den untersten Bänken noch eingelagert. Die tiefsten Partien der Dolomite zeigen gute Schichtung, die Farbe ist im allgemeinen durch Bitumen dunkelbraun bis schwarz. Ihre Mächtigkeit sinkt von 50 m im N auf 20 m im S. Bei Serpiano fehlen sie, wohl infolge stratigraphischer Lücke, fast ganz. Fossilien liefern sie, ausser in einzelnen Bänken massenhaften *Diploporen*, selten. Unbestimmbare, grosse *Gastropoden* vom Habitus der *Pseudomelania scalata* Schloth. sp. finden sich hie und da in kleinen Kolonien angehäuft, so z. B. 9 m über dem Buntsandstein an der Strasse Meride-Serpiano in der ersten etwas mächtigeren Dolomitbank. In der Val Battuta fand ich in den untersten Bänken noch *Myophoria laevigata* und *M. Balatonis*. Bei San Martino treten kleine Encrinitenglieder auf, die TORNQUIST als *Dadorcrinus gracilis* anspricht (17, S. 54). Ob es sich gerade um diese Form handelt, kann nach den wenigen Querschnitten kaum entschieden werden; zweifellos repräsentieren aber diese bankigen Dolomite die Gracilis-Schichten der Südalpen.

Die Dolomitfazies setzt, entsprechend dem lokal auftretenden, südalpinen Mendoladolomit ununterbrochen nach oben fort durch die Recoaro- und Trinodosusschichten. Das Gestein wird rasch massiger, lässt nur grobe Bankung erkennen. Die Farbe wird oft heller und die diploporogene Herkunft noch deutlicher durch das häufige Auftreten von *Diplopora annulata* Schafh., namentlich am San Giorgio. An weitem organischen Resten sind wieder *Encriniten* und schlechte *Gastropoden* vom Salvatore zu erwähnen.

##### β. Grenzbitumenzone im Gebiet des San Giorgio.

An der obern Grenze der anisischen Stufe setzt plötzlich eine eigentümliche Bildung ein, die sich über das ganze untersuchte Gebiet erstreckt. Es sind die Schichten, mit denen die früheren Autoren die sog. bituminösen Schiefer von Besano beginnen lassen. Da die Bezeichnung zuerst auf die

obere ladinische Zone angewendet wurde, wo sie auch die Bezeichnung Schiefer mit Recht trägt, behalte ich sie für jene Schichten mit einer Aenderung der Ortsbezeichnung bei, muss aber davon unbedingt die nun zu besprechende Bildung ausschliessen, denn erstens handelt es sich um Dolomite und zweitens repräsentieren sie einen tiefern Horizont, der durch 60 bis 80 m weitere Dolomite von der wirklichen Kalk-Schieferzone getrennt ist. Ich nenne den weithin verfolgbaren Horizont nach dem stratigraphischen Niveau « Grenzbitumenzone » und trete zunächst auf ihre Ausbildung als dolomitische Bitumenzone von Tre Fontane ein, einem Punkt ob Serpiano, wo durch intensiven industriellen Abbau sehr schöne Aufschlüsse geschaffen wurden. Der politischen Verhältnisse wegen beschränken sich meine Untersuchungen über ihren Verlauf auf das Gebiet innerhalb der Tessiner Grenzen, sie reicht aber sicher darüber hinaus, wie sich aus den Angaben von REPOSSI und AIRAGHI entnehmen lässt.

Die lithologischen Verhältnisse, wie sie die Aufschlüsse bei dem Stollen von Serpiano zeigen, wiederholen sich in ziemlich übereinstimmender Weise im ganzen San Giorgiogebiet. Im Hangenden der massigen Mendoladolomite tritt mit nur etwa 3 m Uebergangsschichten ein Komplex plattiger, stark bituminöser, etwas sandiger und tonführender Dolomite auf. In frischem Bruch erscheinen sie schwarz, angewittert gelb bis braun infolge von Pyritführung. Im obern Teil weisen sie eine sehr auffallende horizontale Streifung auf infolge raschen Wechsels von stärker und schwächer bitumenhaltigen Lagen. Schon zwischen den ersten Bänken treten Bitumenhäute auf, die bald dicker werden und bedeutenden Anteil an der Gesteinsbildung nehmen. Die Mächtigkeit der ganzen Zone beträgt 5 m. Nach REPOSSI (62, S. 6), der über Zusammensetzung und Verwertung dieser Zone eingehende Angaben macht, führt sie zirka 20 Bitumenlagen von 2 bis 10 cm Dicke und einer Gesamtmächtigkeit von etwas über 1 m. Die Gesteinsanalyse, die er von hier angibt, ist entweder falsch oder betrifft, was wahrscheinlicher ist, wie diejenige von SORDELLI (Att. Soc. it. Sc. nat., vol. XXII), einen der höhern bituminösen Kalkhorizonte. Zwei Analysen, die ich der Güte von Frl. Dr. L. Hezner am mineralogischen Institut der technischen Hochschule Zürich verdanke, ergaben folgendes:

1. Bänke zwischen den Bitumenlagen:

CaCO <sub>3</sub>	. . . . .	52,30 %
MgCO <sub>3</sub>	. . . . .	43,58 %
		<hr/>
		95,88 %

Restbetrag von 4,22 % aus Fe, organischen Substanzen und Ton.

Es handelt sich also nicht um Kalke, sondern um normale Dolomite.

2. Frisches, unausgewittertes Stück einer Bitumenzwischenlage :

Organische Substanzen 58 %,  
Karbonate fehlen vollständig,  
Rest namentlich Ton.

Das Mineral ist also als bituminöser Tonschiefer bis toniger Sapropelit zu bezeichnen.

Die vielfach oszillierende Sedimentation kommt auch im paläontologischen Inhalt zum Ausdruck, indem die Vertebraten sich auf die Bitumenlagen, die Mollusken auf die Dolomitbänke beschränken. Schon in den ersten noch hellen Bänken treten einzelne Daonellen auf. An der Basis der abbauwürdigen Bitumen führenden Zone erfüllen sie in riesiger Individuenzahl, zusammen mit ziemlich häufigen Ammoniten, eine zirka 2 dm mächtige Bank. Diese findet sich schön aufgeschlossen am Weg, wenige Meter über dem obersten Stollen, zieht sich dann dort hinauf, in der Depression im Terrain, welche die Weganlage bedingt hat. In genau der selben Ausbildung und Lage findet sich die Daonellenbank oben in der Val Poporina wieder aufgeschlossen. Die Zweischaler zeigen sehr schöne Erhaltung, alle Feinheiten der Skulptur sind erkennbar, und Deformationen (Flachdrückung) sind nicht eingetreten. Infolge der Grösse der einzelnen Exemplare und der dichten Verteilung gelingt es aber nur selten, vollständige Stücke zu gewinnen. Zwischen den Daonellen zerstreut liegen Posidonien ähnliche Brutexemplare. Die Ammoniten zeigen einen einheitlichen Erhaltungszustand; die Wohnkammer, die durch Sediment ausgefüllt wurde, als Positiv, während von den innern Umgängen nur die mit Dolomitekristallen dicht austapezierten Hohlformen anzutreffen sind. In höhern Lagen nimmt der Molluskengehalt bedeutend ab, doch finden sich sowohl Cephalopoden als Zweischaler noch 2 m über dem Hauptfossilager. Dafür treten nun in den Zwischenlagen von fast reinem Bitumen Fische und Saurier in relativ bedeutender Individuenzahl auf, eine Erscheinung, die für zahlreiche derartige Ablagerungen aus verschiedenen Horizonten der alpinen Trias bekannt ist (Perledo, Raibl, Seefeld usw.). Die Bestimmung der Mollusken, die bei dem Stollen im Anstehenden gesammelt wurden, ergab folgende Fauna :

	Anis. Stufe		Ladin. Stufe		Horizont. Verbreitung		
	Trinodosus-schichten	Buchensteiner-Sch.	Wongener-Sch.	Cassianer-Sch.	Südalpen	Nordalpen	Baltony
<b>Cephalopoda.</b>							
1. <i>Ceratitis luganensis</i> (Merian) Mojs. <sup>1</sup>					+	—	—
2. » <i>trinodosus</i> Mojs. . . . .	+	—	—	—	+	+	+
3. » <i>brembanus</i> Mojs. . . . .	+	—	—	—	+	—	cfr.
4. » <i>gosaviensis</i> Mojs. . . . .	+	—	—	—	+	+	cfr.
5. <i>Celtitis Fumagalli</i> (Stabile) Mar. <sup>2</sup>					+	—	—
6. <i>Dinaritis cfr. Dælteri</i> Mojs. <sup>3</sup> . . . . .	—	—	+	—	+	—	—
7. <i>Protrachyceras</i> sp. ind. <sup>4</sup> . . . . .							
8. <i>Trachyceras</i> ( <i>Anolcites</i> ) Mojs. <sup>5</sup> . . . . .							

**Halobiidæ.**

1. <i>Daonella Vaceki</i> Kittl. . . . .	+	—	—	—	+	—	—
2. » <i>elongata</i> Mojs. ? . . . . .	+	—	—	—	+	—	—
3. » <i>caudata</i> n. sp. . . . .	—	—	—	—	—	—	—
4. » <i>Böckhi</i> Mojs. . . . .	+	—	—	—	—	—	+
5. » <i>Sturi</i> Ben. sp. . . . .	+	—	—	—	+	—	+
6. » <i>esinensis</i> Sal. sp. . . . .	—	?+	—	—	+	—	—

Ich lasse hier noch die Formen, die AIRAGHI von dieser Lokalität beschreibt und mit bekannten Spezies identifiziert, folgen. Die eine oder die andere wird tatsächlich richtig bestimmt sein.

- Ceratitis Rothi* Mojs.  
 » *Beyrichi* Mojs.  
 » *Comotti* Mojs.  
 » *Barrandi* Mojs.  
 » *hungaricus* Mojs.  
*Balatonites balatonicus* Mojs.

Die grosse Zahl seiner neuen Spezies lasse ich völlig beiseite, da sie, wo es sich wirklich um von obigen abweichende Formen handelt, meist nur auf geringe Differenzen gegründet sind und das Material, das ihm zur Verfügung stand, fast durchwegs sehr schlecht gewesen sein muss. Alles sind Abgüsse von Hohlformen, die ihrerseits zuerst von den zäh anhaftenden Dolomitkristallen gereinigt werden mussten, ein Experiment, bei dem man z. B. über die Nabelgrösse, wie auch über die Skulptur leicht zu falschen Dingen kommt.

<sup>1</sup> Nur noch vom Salvatore bekannt.

<sup>2</sup> Auch vom Salvatore.

<sup>3</sup> ≈ *D. Laczkói*. Arth. In Trinodosusschichten v. Balatonsee in mindestens ähnlichen Formen bekannt.

<sup>4</sup> ≈ *P. Reitzi*. » » » » »

<sup>5</sup> ≈ *Cerat. conspicuus* Dien. » » » » »

Welche Rolle das Präparieren gespielt hat, zeigen z. B. die fünf Figuren von *Ceratitis serpianensis*, wo sogar an ein und demselben Individuum ganz verschiedene Skulpturen zu sehen sind. Bezüglich eventueller Identifizierung seiner neuen Spezies mit schon bekannten, möchte ich nur auf Taf. I etwas eingehen. *Ceratitis Mariani* S. 16, Taf. I, Fig. 6, gehört zu *Ceratitis trinodus*, wie die Berechnung der Ausmasse zeigt. Die Skulptur ist, wie der Vergleich von älterm und jüngerm Schalenteil zeigt, auf letzterem sehr schlecht erhalten. *Ceratitis meridensis* Taf. I, Fig. 5 wird zu *Ceratitis luganensis* gehören. Allerdings muss dabei nicht Hauers mangelhafte Abbildung, sondern seine Beschreibung berücksichtigt werden.

Von den Daonellen findet sich nur *D. Sturi* in seinen Angaben. Eigentümlich erscheint die Nichterwähnung der leicht kenntlichen *D. Vaceki*, die doch die Daonellenbank fast ausschliesslich zusammensetzt. Offenbar standen ihm nur unvollständige Exemplare zur Verfügung, die dann ohne vordern Schalenteil *D. Sturi* gleichen.

Das stratigraphische Resultat AIRAGHIS ist völlig richtig, denn trotz den noch mitzitierten Ammoniten anderer Zonen stellt er den Schichtenkomplex in die anisische Stufe. Auf eine schärfere Grenzziehung gegenüber der ladinischen Stufe verzichtet er. Im Hangenden sollen weiter fossilleere Kalke und bituminöse Schiefer folgen. Diese unrichtigen Angaben hat er wohl REPOSSIS Arbeit entnommen, da er selbst die Gegend nicht zu kennen scheint. Sein Material stammt aus Sammlungen.

Die in obiger Liste zitierten Mollusken lassen keinen Zweifel aufkommen über das Alter, das der Zone zugewiesen werden muss. Es handelt sich um die Trinodosus-Schichten. *Dinarites* cfr. *Doelteri* scheint allerdings mit diesem Schluss im Widerspruch zu stehen, diese und ähnliche Formen beschränken sich aber nach verschiedenen neueren Angaben nicht auf die Wengener Zone, sondern treten schon in der anisischen Stufe auf (57, S. 734; 23, S. 19). Die Trachyceraten ähnlichen Cephalopoden schlug ich am Eingang zum obern Stollen, zirka 2 m über der Daonellenbank. Sie weisen im Verein mit der petrographischen Ausbildung der Gesteine im Hangenden auf Buchensteiner Schichten hin. Wegen des Mitvorkommens der *Ceratiten* und *Daonellen* rechne ich den ganzen Komplex noch zur anisischen Stufe. Auf den Meter genau lässt sich natürlich eine Grenze nicht festlegen; in den Grenzsichten muss sich bei der Weiterentwicklung oder

Ablösung einer Fauna eine gewisse Mischung mit Formen der folgenden Zone geltend machen. Die paläontologischen Befunde verweisen also unsern Horizont an die obere Grenze der Trinodosuszone, daher die Bezeichnung Grenzbitumenzone. Die im folgenden Abschnitt zu besprechenden hangenden Schichten erbringen weitere Beweise dafür. Eine ähnliche Fauna, die einer Grenzbildung von anisischer und ladinischer Stufe entspricht, wurde von ARTHABER (23, S. 9) aus Ungarn von dem Fundort Berekhegy beschrieben.

Eine prägnante Bestätigung erfährt der obige Schluss durch die Zweischalerfauna. Vier der schon bekannten Spezies beschränken sich auf die Zone des *Ceratitis trinodosus*, die fünfte, *Daonella esinensis* gehört nach Kittl einem tiefen ladinischen Horizont an. Ihr Vorkommen würde wieder darauf hinweisen, dass die Buchensteiner Schichten nahe darüber folgen müssen. Nach allen bisherigen Erfahrungen geben die Halobiidae ihrer geringen vertikalen Verbreitung wegen sehr gute Leitfossilien ab; nach MOJSISOWICS (53, S. 34) können sie ebenso gut wie Ammoniten zur schärfern Niveaubestimmung verwendet werden.

In Bezug auf die horizontale Verbreitung schliesst sich die Fauna, wie nach der geographischen Lage von vornherein zu erwarten war, durchaus an die Südzone der Alpen, speziell an die nahen Bergamaskeralpen an. Schön zeigen dies die *Daonellen*, für die fast durchwegs lokale Beschränkung auf kleine Gebiete charakteristisch ist (eine Ausnahme bildet z. B. die fast weltweit verbreitete *D. Lommeli*) *D. Böckhi*, bis jetzt nur aus Ungarn zitiert, scheint mit Ueberspringen eines weiten Gebietes hier plötzlich wieder aufzutauchen. Vielleicht ist sie im zwischenliegenden Gebiet mit posidonienähnlichen Formen verwechselt worden, nach Kittl ist sie eventuell sogar identisch mit *Posidonia pannonica* Mojs. Der scheinbare engere Zusammenhang mit Ungarn, auf den auch einige Ammoniten hinweisen, wird wohl in der noch ungenügenden Erforschung der zwischenliegenden Gebiete seinen Grund haben.

Wie schon mehrfach erwähnt wurde, förderte der Abbau auf Bitumen zahlreiche, schön erhaltene Vertebratenreste zu Tage, welche getrennt von den Mollusken im Bitumen selbst sich finden. Ich zitiere hier die Spezies, die DE ALESSANDRI von Serpiano angibt und die wohl alle mit Sicherheit aus den neuen Stollen herkommen.

**Pisces.**

1. *Belenorhynchus Stoppani* Bass.
2. *Colobodus Bassani* de Aless. (als Fundort wird Meride angegeben).
3. *Colobodus? triasicus* Bass. sp.
4. *Ophiopsis Bellotti* Bass. sp.
5. *Ptycholepis Barboi* Bass.
6. *Pholidophorus Meridensis* de Aless.
7.         »         *typus* Bronn.

**Reptilia.**

8. *Mixosaurus Cornalianus* Bass. sp.

Als Individuenzahl überwiegen hier weitaus *Colobodus* und *Mixosaurus*. Mit einigen Worten gehe ich hier noch auf die stratigraphischen Schlüsse von DE ALESSANDRI ein, der aus der Fischfauna ein karnisches Alter herausfand. Wie im geschichtlichen Ueberblick angegeben wurde, stammt das Material aus zahlreichen Sammlungen und kann, weil Bitumenhorizonte in verschiedener Höhe vorkommen und auch abgebaut wurden, schon aus diesem Grunde nur bedingt zu Horizontierungen verwendet werden. Doch kann auch hier aus verschiedenen Punkten wenigstens auf ein höheres als karnisches Alter geschlossen werden. Aufgefallen ist es auch DE ALESSANDRI, dass der Fundort Cà del Frate, der auch nach ihm und REPOSSI hoch in den Kalkschiefern liegt, nahe Uebereinstimmungen mit Perledo, das Buchensteiner Schichten gleichgestellt wird, zeigt. Von vier Spezies ist *Pholidophorus Curioni* sicher, ein schlecht erhaltener *Colobodus*, event. gemeinsam. Dennoch schliesst er, dass für die mindestens 100 m tiefer liegende Fauna wegen des Auftretens von *Pholidopleurus typus* und *Peltopleurus splendens*, zwei von 21 Spezies, eine Parallelisierung mit Raibl das Richtige sei. Mit Perledo stimmt wahrscheinlich zudem *Belenorhynchus Curioni* überein; vielleicht kann auch die alte, paläozoische und unter-triadische Gattung *Urolepis*, die nur in schlechten Resten gefunden wurde, einer gemeinsamen Spezies zugewiesen werden. Die Uebereinstimmung mit Perledo ist also etwa gleich gross oder vielmehr gleich gering wie mit Raibl. Die letzte Angabe zeigt jedenfalls, dass die Ausbeutung der Fundstellen noch nicht als erschöpfend betrachtet werden kann und dass deshalb eine Beweisführung mit dem Fehlen einer Gattung wie *Heptanema* bei Besano, die aber bei Perledo selten vorkommt, auf schwachen Füßen steht.



Einen positiven Beweis bietet *Mixosaurus cornalianus*, der bei Serpiano in unserer dolomitischen Bitumenzone recht häufig auftritt. Funde, die Formen aus dieser interessanten primitiven Ichthyosauriergruppe angehören, stammen aus dem untern deutschen Muschelkalk, sowie den sog. Posidonienschiefern Spitzbergens (31 u. 38), die unterm Muschelkalk, eventuell sogar unterer Trias entsprechen. Sie gehen hier noch in die sog. Daonellenschiefer hinauf, die nach WIMAN dem mittleren Muschelkalk Spitzbergens angehören (mindestens zum Teil noch der anisischen Stufe angehörend). Wenn ja auch, wie sicher, eine genaue Horizontbestimmung mit einer Fischfauna unmöglich ist, so weisen die angegebenen Punkte trotz dem ausgesprochen lokalen Charakter der ganzen Fauna doch auf ein hohes Alter hin. DEECKE (32) sagt darüber: « Fische sind nicht als Leitformen zu betrachten wegen Vikarierens der verschiedenen Arten und dem Gebundensein an bestimmte Fazies. » Er weist auf die Glarner Fauna hin, die, weil eine reine Fischfauna, so schwer stratigraphisch einzuordnen war. Dafür haben wir ja nun wieder ein sehr schönes Beispiel an Besano, dem aus gleichen Gründen für ein halbes Jahrhundert eine falsche Stufe zugewiesen wurde; die Mollusken erbringen den untrüglichen Beweis. REPOSSI und auch andere italienische Autoren stellen diese Erfahrungstatsache auf den Kopf. Dieser sagt (63, S. 19): « La spettanza e comprovata dalla maggior importanza, universalmente riconosciuta, delle forme di vertebrati rispetto a quelle di invertebrati nel riferimento cronologico di una fauna. »

Unsere untere, dolomitische Grenzbitumenzone lässt sich schön in ihrem weitem Verlauf nach Osten verfolgen. Sie streicht den San Giorgio-Weg hinauf zum Pass gegen die Val Poporina. Dort, wo der Weg nach Süden abbiegt, fand ich in einer der hellen Dolomitbänke, die direkt über der Bitumenzone liegen, zirka 5 cm Mächtigkeit ganz erfüllt von kleinen Zweischalern und Gastropoden, eingebettet in Diploporensediment. Gut bestimmbare Stücke gewinnt man aber nur in einigen Blöcken, die darunter sich finden und auch hier nur an der stark ausgewitterten Oberfläche. Weiter im Innern können vom gesamten organischen Inhalt nur Spuren erkannt werden. Des Zusammenhangs mit Campione wegen rechne ich sie noch zur anisischen Stufe, sie liegen in der Grenzzone. Die Bestimmung ergab folgende Spezies:

- Gervillia costata* Schloth. sp.
- » *subcostata* Goldf. sp.
- Mytilus eduliformis* Schloth.

*Modiola minuta* Goldf.  
 » *triquetra* Seeb.  
*Straparollus Franciscæ* J. Böhm?

Die Zone zieht sich hierauf zirka 60 m in den tiefen Einschnitt der Val Poporina hinunter, tritt beim Höhenpunkt 926 dauernd in die Felsen der San Giorgio-Hänge ein, in 1050 m Höhe unter dem Gipfel durchpassierend. Ein weiterer Aufschluss zeigt sich der Val Battuta in 920 m Höhe. Bitumenlagen von mehreren Zentimetern fand ich hier noch in der Zahl 3 aufgeschlossen. Die Mächtigkeit des Komplexes ist geringer und der Bitumengehalt hat, wenigstens in den zwischenliegenden Dolomitbänken, sehr stark abgenommen. Diese zeigen hellere Farben, enthalten nicht gerade häufig Fossilien, von denen ich folgende bestimmte:

*Ceratitis bremanus* Mojs.  
*Celtites Fumagalli* (Stab.) Mar.  
*Hungaritis* cfr. *Arthaberi* Diener.  
*Daonella Vaceki* Kittl.

Am Weg Capolago-Meride treten in zirka 400 m Höhe wieder bituminöse, schwarz gestreifte Dolomite auf, im Gebüsch können hie und da ausgewitterte Bitumenlagen beobachtet werden. Das Ganze ist jedoch schon zum grossen Teil unter Gehängeschutt und Erratikum verborgen. Die Mächtigkeit der ganzen anisichen Stufe steigt von wenig über 40 m bei Tre Fontane auf mindestens 90 m am Gipfel. Die Zone geht sicher auch weiter nach Westen auf das italienische Gebiet über, nur unterbrochen durch eine Verwerfung bei Tre Fontane. Darauf weisen die Fossilangaben bei AIRAGHI hin. Da aber bei den italienischen Autoren mit diesen Bitumenschichten die einheitliche Zone der Plattenkalke beginnen soll, was für das ganze San Giorgio-Gebiet nicht zutrifft und da für die gleiche Zone von REPOSSI, zum Teil auch von AIRAGHI noch Cassianer Ammoniten angeführt werden, halte ich es für wahrscheinlich, dass an einzelnen Orten einer der höhern kalkigen Horizonte damit verwechselt und zusammengeworfen wurde. Das Profil, das DE ALESSANDRI von dem bituminösen Komplex bei Besano gibt, scheint mir dem kalkigen Wengener Horizont anzugehören, womit dann BASSANIS Bestimmungen wieder einigermaßen zu Recht bestehen könnten.

#### γ. Grenzbitumenhorizont bei Campione.

Es gelang mir auch innerhalb der kleinen, isolierten Dolomitgebiete im Norden, bei Campione und am Salvatore petrographisch ähnliche Schichten aufzufinden und die paläonto-

logischen Beweise für die Gleichaltrigkeit zu erbringen. Bei Campione zeigt der anisische Dolomit im ersten Steinbruch nördlich vom Dorfe, nachdem zirka 100 m des untern Muschelkalks durchquert sind, folgendes Profil von oben nach unten:

Helle, wie es scheint fossilere Dolomite.

2 m Gervillienbank, schlecht gebankte, helle Dolomite mit einer Unmenge von *Gervillien*, *Mytiliden* und kleinen *Gastropoden*.

3 m fast fossilere, tonige plattige Dolomite mit Bitumenlagen bis zu mehreren Zentimetern Mächtigkeit, mit *Belemnorhynchus Curioni* Bell.

2 m bräunliche Dolomite, eine Zweischalerlumachelle bildend, daneben selten *Ammoniten*, *Brachiopoden*, häufig *Gastropoden*.

6 m hellbräunliche, reichlich grosse *Gastropoden* führende Dolomite.

Ein Unterschied gegen die parallele Zone von Serpiano besteht, abgesehen von der differenten Zusammensetzung der Fauna, nur in der Reduktion der Mächtigkeit und des Bitumengehaltes, wie dies übrigens schon das Profil der Val Battuta zeigt. Die *Gervillienbank*, in der, weil in breiter Fläche im hintersten Teil des Steinbruchs anstehend, die Fossilien im Anstehenden gesammelt werden können, zeigte genau dieselbe Fauna wie die Bank ob Serpiano; nur tritt sie hier in bedeutend grösserer Mächtigkeit und mit ganz riesiger Zahl von organischen Einschlüssen auf. In der Zweischalerbank, die nur quer angeschnitten ist, hält es schwer, im Anstehenden Bestimmbares zu schlagen. Der grösste Teil des Materials stammt aus stark verwitterten Blöcken, die vom einstigen Steinbruchbetrieb her in grossen Haufen aufgeschichtet liegen. Dass die seltenen *Ammoniten* und *Brachiopoden* in dieser Schicht anstehen müssen, wird durch ihre Vergesellschaftung mit den übrigen Faunenelementen in den Blöcken bewiesen. Die ganze Schichtgruppe zieht sich von hier über die Felsen hinauf und kann, ebenfalls reichlich fossilführend, südlich vom Haus auf dem Pian Boffino wieder beobachtet werden.

### Cephalopoden.

	Verbreitung				
	vertikal		horizontal		
	Anisich	ladinisch	Südalpen	Nordalpen	Bakony
1. <i>Ceratitis Beyrichi</i> Mojs. . . . .	+	—	+	+	+
2. » <i>subnodosus</i> Mojs. . . . .	+	—	+	+	+
3. » <i>Riccardi</i> Mojs. . . . .	+	—	+	—	+
4. » <i>brembanus</i> Mojs. ? . . . . .	+	—	+	—	cf.
5. <i>Dinaritis aff. Misani</i> Mojs. . . . .	—	+	+	—	—
6. <i>Balatonitis euryomphalus</i> (Ben.) Mojs.	+	—	+	—	—
7. <i>Hungarites Arthaberi</i> Dien. . . . .	+	—	—	—	+
8. <i>Nautilus sp. ind.</i>					

Brachiopoden.	Anisich	Ladinisch			German. Muschelk.
	Recoaro	Esino	Marmolata	St. Cassian	
9. <i>Spiriferina fragilis</i> Schloth. sp.	+	—	+	—	+
10. <i>Terebratula vulgaris</i> Schloth.	+	—	cf.	—	+
11. <i>Spiriferina Mentzelii</i> Dunker sp.	+	—	— <sup>1</sup>	—	—
12. <i>Discina aff. discoides</i> Schloth. sp.	—	—	+	—	+

## Zweischaler.

13. <i>Daonella Sturi</i> Ben. sp.	—	—	—	—	—
14. » <i>Moussoni</i> Mer. ?	—	— <sup>2</sup>	—	—	—
15. <i>Avicula caudata</i> Stopp.	—	+	—	—	—
16. <i>Gervillia costata</i> Schloth. sp.	+	—	—	—	+
17. » <i>subcostata</i> Goldf. sp.	—	—	—	—	+
18. <i>Mytilus eduliformis</i> Schloth.	+	+	—	—	+
19. <i>Modiola minuta</i> Goldf.	—	—	—	—	+
20. » <i>crinata</i> Seeb.	—	—	—	—	+
21. <i>Myoconcha Mülleri</i> Gieb. sp. ?	—	—	+	—	+
22. <i>Pecten discites</i> Schloth. sp.	+	+	+	—	+
23. » <i>stenodictyus</i> Sal.	—	— <sup>3</sup>	+	—	— <sup>4</sup>
24. <i>Lima cfr. striata</i> Schloth. sp.	—	—	—	— <sup>5</sup>	+
25. <i>Lima heterocostata</i> n. sp.	—	—	—	—	—
26. <i>Mysidioptera vix-costata</i> Stopp. sp.	—	+	+	—	— <sup>6</sup>
27. <i>Lima subpunctata</i> Orb. ?	—	?—	+	+	—
28. <i>Terquemia cfr. difformis</i> Schloth. sp.	—	+	cf.	—	+
29. <i>Macrodon esinense</i> Stopp. sp.	—	+	+	+	+
30. <i>Gonodon planum</i> Münster sp. ?	—	+	+	+	+
31. <i>Arcomya Sansonii</i> Sal.	—	—	+	—	?
32. <i>Pleuromya aff. Fedaiana</i> Sal.	—	—	+	—	?

Ausserdem

*Belenorhynchus Curionii* Bell. sp.  
*Encriniten*, *Diploporen*, zahlreiche  
*Gastropoden* vom Marmolata-Typus.

Der *Erhaltungszustand* ist insofern ein günstiger, als die, allerdings leicht sich ablösenden Schalen häufig mit allen Feinheiten der Skulptur, Berippung und Anwachsstreifung petrifiziert sind. Doch steht dem entgegen, dass sie sich nur in stark ausgewitterten Blöcken glatt vom umgebenden Gesteine lösen lassen, so dass gewöhnlich nur unvollständige Stücke zu finden sind. Unterstützt wird diese die Bestimmung erschwerende Eigenschaft noch durch die grosse Menge der

<sup>1</sup> Aehnlich *Sp. Bittneri* Sal.

<sup>2</sup> Die Angabe STOPPANIS erscheint zweifelhaft.

<sup>3</sup> Aehnlich *P. Ciampini* Stopp.

<sup>4</sup> Aehnlich *P. reticulatus* Brogn.

<sup>5</sup> Aehnlich *L. distincta* Bittn.

<sup>6</sup> Aehnlich *L. lineata* Schloth.

<sup>7</sup> wenn = *M. impressum* Mstr. sp.

eingeschlossenen Fossilien. Analoger Erhaltungszustand charakterisiert die Versteinerungen des Salvatore.

Die *Cephalopoden*, die unbedingt als massgebend für die stratigraphische Zuordnung gelten müssen, bestätigen den aus den petrographischen Verhältnissen gezogenen Schluss, dass wir es hier mit der Fortsetzung der dolomitischen Bitumenzzone von Tre Fontane zu tun haben, also an der obern Grenze der anisischen Stufe stehen. *Dinarites Misanii*, sonst der Zone über den Buchensteiner Schichten zugerechnet, muss schon tiefer aufgetreten sein. Hinweise auf *Dinariten* in Trinodosusschichten finden sich mehrfach in der Literatur (57, S. 754; 23, S. 19).

Die an Arten und Individuen recht spärlich vertretenen *Brachiopoden* bestätigen obiges Resultat, es sind typische untere Muschelkalkformen. Allerdings persistieren sie z. B. in der Marmolata und auch teilweise, wie im folgenden Abschnitt angegeben wird, im Luganersee-Gebiet, noch bis in ladinische Schichten.

Ausserordentlich grosse Reichhaltigkeit an Spezies und an Individuen, wie sie sich in parallelen Schichten in den Alpen meines Wissens noch nirgends gezeigt hat, herrscht unter der Bilvalvenfauna. Eine auffallende Aehnlichkeit zeigt sich mit den sicher ladinischen Faunen von Esino (68) und der Marmolata (63). Der Zusammenhang erscheint so verblüffend, dass man ohne die Cephalopoden unbedingt eine Parallelisierung ins Auge fassen müsste und die geringen Differenzen mit der, bei der grossen Entfernung selbstverständlichen lokalen Färbung erklären möchte. Man muss aber bedenken, dass unsere Fauna sich im obersten Teil der anisischen Stufe befindet, und dass die zwischen den beiden Horizonten liegenden Buchensteiner-Schichten am San Giorgio eine Mächtigkeit von nur 50 bis 60 m, in der Grigna von maximal 90 m, wo die Pietra verde fehlt, nur 25 m erreichen. Eine bedeutende Veränderung einer Zweischalersfauna in diesem, einem relativ kurzen Zeitabschnitt entsprechenden Schichtenkomplex, wird damit recht unwahrscheinlich. In ähnlicher Weise überdauert bekanntlich ein sehr grosser Teil der deutschen Wellenkalkmuscheln den mittleren Muschelkalk.

Ein Dutzend Zweischalerspezies, die teilweise übereinstimmen, findet sich nach PHILIPPI (57) in Brachiopodenkalk und Trinodosusschichten der Grigna. Mit dem tiefern Recoaro hat das Vorkommen mindestens sechs Spezies gemeinsam. In der ladinischen Esinofauna finden sich sechs, in der Marmolata mindestens zehn sicher identifizierbare Ge-

stalten wieder. Für die Mehrzahl zeigt der deutsche Muschelkalk gleiche oder doch wenigstens ähnliche Formen, da mir aber nur wenig Vergleichsmaterial zur Verfügung steht, muss ich mich auf die Angaben von SALOMON (63) und BITTNER (27) stützen.

δ. *Grenzbitumenhorizont am Salvatore* (vergl. Prof. S. 345).

Auf der gegenüberliegenden Seeseite, am Nordschenkel der Salvatore-Synklinale, finden wir etwas abweichende Verhältnisse. Muschelkalkfossilien sind schon 1854 von STABILE gesammelt, von MERIAN und HAUER bestimmt und beschrieben worden. Eine Liste jener ersten Funde gibt STABILE (14). In der 1901 durch MARIANI (51) erfolgten Revision mit Ergänzung wird der völlig richtige Schluss gezogen, dass wir im Salvatoredolomit eine Vertretung von anisischer und ladinischer Stufe vor uns haben. Weil aber kein Fossil aus dem Anstehenden stammte, war jeder Versuch einer Trennung unmöglich. Zum ersten Mal hat TORÑQUIST (17) einen Fundort angegeben, der auch mir die Grosszahl der Fossilien geliefert hat (s. lad. Stufe). Der Fund eines *Ceratitis trinodosus* bedeutend weiter unten ermöglichte mir den sichern Nachweis, dass jene Fauna nicht etwa der von Campione parallel zu setzen, sondern etwas jünger sei. Steigt man von Pazzallo aus auf dem Fussweg den Berg hinan, gelangt man zunächst in dunkle, gelb bis braun auswitternde, tonige, stark bituminöse Dolomite mit dünner Bankung in 4 bis 5 m Mächtigkeit. BISTRAM verwechselt sie mit den Plattendolomiten an der Basis. Sie lassen sich aber leicht am Weg weiter verfolgen; dieser ist meist in diese Schichten eingeschnitten. Erst in zirka 650 m ü. M. schiessen sie in die Felsen am Osthang ein mit einem Streichen N 65° W und Fallen S-W. Direkt unter diesen Bänken fand ich *Ceratitis trinodosus* Mojs. neben *Gastropoden*, in ihnen selbst nur *Trochitenquerschnitte*. Diese sind hier, wenn man z. B. von San Martino direkt zum Weg hinauf klettert, von der Basis bis hoch in die ladinischen Dolomite hinauf nicht selten. Am Weg wurde vor einigen Jahren ein kleines Limonitvorkommnis auszubeuten versucht.

Auf der Südseite des Berges erscheint eine petrographisch völlig mit Tre Fontane übereinstimmende Zone zwischen den Dolomitfelsen direkt östlich Ciona, N 45° E streichend und völlig senkrecht gestellt. Fossilien fand ich in den dünn gebankten Schichten nicht, vermutlich nur infolge der schlechten Aufschlüsse, die nirgends die sonst fossilreiche Basis zeigten. In den dunklen, massigen Dolomiten des unmittelbaren

Hangenden hingegen tritt häufig *Mytilus eduliformis* Schloth. auf. Weiter nördlich konnte ich diese Schichten nicht mehr entdecken, möglicherweise wurden sie bei der Steilstellung des Südschenkels der Salvatoresynklinale lokal ausgequetscht.

Folgende kleine Fauna, die zweifellös den Trinodosuschichten entspricht, fand sich am Cap San Martino bei und nach der ersten Umbiegung des Pfades zum See hinünte

1. *Ptychites acutus* Mojs.
2. *Ceratites Riccardi* Mojs.
3. *Dinarites aff. avisianus* Mojs.
4. *Gymnites* sp. ind.
5. *Orthoceras campanile* Mojs.?
6. *Daonella Sturi* Ben. sp.
7. *Gervillia costata* Schloth. sp.
8. Glatte *Lima*.

Zwei Ammonitenhohlformen, die wie bei Serpiano mit Kalzit- und Dolomitekristallen ausgekleidet sind, stehen an der bezeichneten Stelle an. Der eine gehört eventuell in die Nähe von *Ceratites brebanus* Mojs. Daneben zeigen sich dort sehr grosse *Gastropoden*. Es handelt sich hier aber nicht um anstehenden Fels; die ganze schichtungslose Masse zeigt zahllose Klüfte, die gegen das anstehende Gestein hin zu einer Blockstruktur führen. Deutlich konstatierbar ist, namentlich vom See aus, wie die dunklen gebänkten basalen Schichten plötzlich an die hellen massigen Dolomite des Caps anstossen. Eine für den Rutsch in Betracht kommende Abrissnische findet sich direkt darüber, gerade da, wo die bituminösen Dolomite durchstreichen.

#### ε. Entstehung der anisischen Sedimente.

Jetzt können wir auch der Frage der Art der Bildung dieses Komplexes näher treten. Die anisischen Dolomite (Mendoladolomite) sind wohl rein diploporogener Herkunft. Während Kalkalgen durch den ganzen Komplex gefunden werden können, zeigte sich keine Spur von Korallen. Nicht als steilgeböschtes Riff haben wir uns diese Unterlage der Bitumenzone zu denken, sondern als flache, nur unmerkliche Steigungen aufweisende Decke. Das beweisen die langsam ändernden Mächtigkeiten, 40 m bei Serpiano, 90 m in der Val Battuta, 120 m bei Campione<sup>1</sup>. Mit der Bildung der Trinodosus-Stufe war wohl eine Regression verbunden, die

<sup>1</sup> Eine Mächtigkeit, die mit der aus der Grigna angegebenen von 150 m auffallend harmoniert.

bei dem ebenen Charakter der Unterlage weite Gebiete betreffen musste. Dabei wurde das Luganersee-Gebiet zu einer grossen flachen Bucht. Hieraus würde sich das plötzliche Auftreten gut erhaltener *Voltzien* in der Daonellenbank, der Ton- und Sandgehalt der Dolomite, das Bitumen, ev. auch das Limonitvorkommen vom Salvatore erklären. Auf Küstennähe weisen auch die paläontologische Befunde hin, die Zweischaler, neben denen die Ammoniten, mit Ausnahme von Serpiano, eine untergeordnete Rolle spielen. Eine Einwirkung des Wellenschlages muss aber ausgeschlossen werden; die grossen dünnchaligen Daonellen finden sich, so viel ich beobachten konnte, immer in vollständigen Exemplaren, nur die beiden Klappen voneinander getrennt. Auch der Erhaltungszustand der Fische weist darauf hin. Sie sind immer als Leichen eingebettet worden und zeigen nicht die Verkrümmungen von auf den Strand geworfenen, im Todeskampf sich befindlichen Individuen. Ausgeschlossen scheint auch, schon wegen der Art der Sedimente, die Annahme eines katastrophalen Endes durch unterseeische Vulkanausbrüche. Der lokale Charakter und die im allgemeinen doch kleinen Formen dieser Fauna, sowie ihre grosse Anzahl, bilden weitere Hinweise für die Annahme einer reich belebten flachen Bucht. In Bezug auf die Entstehung des Bitumens folge ich völlig der Ansicht von C. WIMAN (70). Der Mineralgehalt wird nur zum weitaus geringsten Teil den Vertebraten zugeschrieben werden dürfen. Die ausgebeuteten Schiefer sind fast reiner Sapropelit und die Zwischenlagen sapropelreich. Naphtogene Algen figurieren dabei nach POTONIE (58) als Hauptlieferanten.

**b) Ladinische Stufe.**

*α. Äquivalente der Buchensteiner Schichten  
im San Giorgiogebiet.*

Mit dieser Stufe beginnt, ähnlich wie östlich vom Comersee, ein Schichtenkomplex, in dem rascher Fazieswechsel charakteristisch wird. Im Süden herrschen Kalke vor, im Norden finden wir nur Dolomite. MARIANI (7) hat dies schon 1904 in den allgemeinen Zügen erkannt, indem er die bituminösen Schiefer den obern Dolomiten des Salvatore gegenüberstellt; während REPOSSI (62) 1909, das Auftreten der Kalke als Beweis dafür ansieht, dass die Zone jünger als die Salvatore-dolomite, also karnischen Alters sei. Im südlichen Gebiets-  
teil lassen sich die für die Ostlombardei so ausserordentlich wichtigen, weil petrographisch leicht erkennbaren Buchen-



steiner Schichten ebenfalls nachweisen. Ueber der dolomitischen Bitumenzone von Tre Fontane folgen zunächst noch dünnbankige, dann immer massigere und hellere Dolomite, die zum Teil von Echinodermen, welche als hellbraune Flecken von der dunklen Gesteinsmasse sich abheben, erfüllt sind. Im untern Teil finden sich mehrere Breccienlagen, die im verwitterten Zustand rauchwackenartiges Aussehen bekommen. Schon nach zirka 8 m zeigen sich kugelige, oft auch ganz unregelmässig geformte Kieselkonkretionen. Sie finden sich nicht gleichmässig verteilt, sondern lokalisieren sich auf einzelne Schichten. Weiter nach oben werden sie meist ersetzt durch bis 1 cm mächtige Kieselsäurelagen. In der Val Battuta, schöner noch etwas östlich der Höhe 911 ob Tre Fontane finden sich zahlreiche verkieselte *Encriniten*-Stielglieder neben Resten von *Pecten*, *Lima*, *Terebratula* und kleinen *Gastropoden*. Bestimmbar waren :

*Pecten stenodictyus* Sal.

*Spiriferina fragilis* Schloth sp.

Letztere kommt im Marmolatagebiet ebenfalls so hoch und noch höher vor. Es braucht natürlich eine lange Einwirkung der atmosphären Verwitterung, bis aus diesen Dolomiten die verkieselten Organismen hervortreten, und an Steilabstürzen wird man sie deshalb umsonst suchen. Nach der stratigraphischen Lage haben wir hier ein völliges Aequivalent der ladinischen Fauna vom Salvatore. Höher verschwindet der Hornsteingehalt wieder, dafür nimmt der schon im untern Teil in geringer Menge vorhandene Tongehalt bedeutend zu und verleiht dem Gestein charakteristische Farben. In frischem Bruche scheint es hier schon dunkle Farben zu besitzen, an oberflächlichen Schichten aber wird es von einer oft mehr als Dezimeter dicken gelben bis braunroten Verwitterungsrinde überzogen, die häufig bunte, grüne und dunkelrote Flammung aufweist. Typisch findet sich dieser obere Teil am San Giorgio selber. Nach W und S scheinen sie zum Teil schon durch die nun folgende Kalkzone ersetzt zu sein; die nur 50 m betragende Mächtigkeit der dolomitischen Schichten ob Tre Fontane weist darauf hin. Am Ostrand des Bergzuges, wo sie wohl schon in Wengener Schichten hineinreichen, beträgt sie etwa 80 m. Orographisch schliesst sich der Komplex an die anisischen Dolomite an, bildet mit diesen zusammen die Steilabstürze. Die Serie schliesst, wenigstens im östlichen Teil, mit 2 bis 3 wenig mächtigen Arkose-Sandsteinbänken, die in der Val Poporina als hellgrüne, feinkörnige Gesteine mit

dunkelgrünen Flecken am Weg Capolago-Meride als gröbere, graue, viel Biotit und Feldspat führende Bänke auftreten.

β. *Wengener- und Cassianer Äquivalente*  
*im San Giorgiogebiet.*

Als solche muss die Hauptmasse der nun folgenden Kalke, Schiefer und Mergel betrachtet werden. Wir stehen nun vor den « bituminösen Schiefen von Besano ». Da aber diese Ortschaft auf permischen Eruptivgesteinen steht, und die nähern Verhältnisse dort sowieso unklar sind (s. Tabelle), bezeichne ich diese Fazies als Meride-Kalke, nach dem Ort, der in ihrem Zentrum steht. Eine durchgehende Dolomitbank trennt sie in einen untern und obern Komplex.

Die untern Meride-Kalke erscheinen im allgemeinen als gut geschichtete, dichte, tonige Kalke, auf frischem Bruch bläulich-schwarz, gewöhnlich von einer dicken, gelbbraunen Oxydationsrinde umgeben. Dazwischen finden sich stark bituminöse, dünnschiefrige Zwischenlagen. Im mittleren Teil treten oft Abänderungen ein, indem z. B. auf der Höhe 911 ob Tre Fontane massige, karrig verwitternde Kalke anstehen, die mit den Dolomiten auch das grobe Korn gemeinsam haben. Nur mit Säure kann hier eine Unterscheidung getroffen werden. In den obern, hier wieder dünnschiefrigen, stark bituminösen Mergelkalcken findet sich beim Ghiffo, südlich Tre Fontane ein alter, halbverfallener Stollen. Nahe am Weg Capolago-Meride fanden sich in zirka 470 m Höhe ü. M. in den untern Kalkbänken dünne *Daonellenlagen* mit einem *Ammoniten*, die im Querbruch als schwarze Linien sich zeigen. Die Bestimmung ergab:

*Daonella Tommasii* Philipp. (≡? *D. Moussoni* Mer.)  
*Protrachyceras Archelaus* Laube.

Im Hangenden dieser 50 bis 80 m mächtigen Schichten, die also sicher der untern Wengener Zone zu parallelisieren sind, erscheint nochmals eine  $\pm 10$  m mächtige Dolomitbank, meist hell und massig, seltener dunkel und kavernös. Mit auffallender Regelmässigkeit ziehen sie sich etwas anschwellend durch den ganzen Südhang des San Giorgio, meist als schwache Rippe aus der Landschaft heraustretend.

Der mächtige Komplex der obern Meride-Kalke stimmt petrographisch fast völlig mit den untern überein. Als Unterschied kann höchstens das Fehlen von massigeren Einlagerungen und das Auftreten stark toniger Lagen erwähnt werden. Fossilien lieferte diese Masse auch nicht in Spuren, doch sprechen die kontinuierliche Sedimentation und Mächtigkeit-

vergleiche mit der Grigna (Wengener Schichten 250 m) bestimmt dafür, dass sie obere Wengener-, Cassianer- und aus Gründen, die im folgenden Abschnitt erörtert werden, unterkarnische Schichten vertreten. Die Gesamtmächtigkeit bis zu den Gipsen und roten Mergeln beträgt 4 bis 500 m bei einem S-Fallen von durchschnittlich 30°.

#### γ. *Schlerndolomit bei Campione.*

Nördlich Campione finden wir schon die rein dolomitische Ausbildung über der anisischen Bitumenzzone, doch macht sich der Bitumengehalt noch oft in so hohem Mass geltend, dass der Abbau an verschiedenen Stellen versucht wurde. Nach CURIONI (31, S. 264) wurde schon 1821 damit begonnen. 1856 wurde in einem 42 langen Stollen ein bis 92 m mächtiges Lager in Angriff genommen. Vermutlich war dies der nun eingestürzte Gang 300 m südlich von San Evasio, einige Meter unter dem Weg. Man findet hier noch Reste des abgebauten Materials; es ist unrein, ganz von Dolomit durchsetzt. Es muss sich um ein ursprünglich normal gelagertes Vorkommen handeln, das durch die tertiäre Faltung starke Quetschungen erlitt. Bei den starken Dislokationen, die dieses Gebiet betrafen, wanderte ein Teil des Minerals in schiefe und senkrechte Klüfte ab. Der höhere, über den Raibler Schichten zu findende älteste Stollen (s. S. 297) musste nach Curioni bald an einer solchen von Dolomittrümmern und Bitumen erfüllten Spalte aufgegeben werden. Die Dolomite, die am See nach N horizontal werden, weisen oft bankige, tonige, bituminöse Zwischenlagen auf. Die dunkeln, plattigen, dolomitischen Schichten auf der Ostseite von Cavallino sind wohl ein Aequivalent der ober-ladinischen und unter-karnischen Kalke und Mergel von Meride. Sie sind an einer kleinen NS-Verwerfung gegenüber den hellen massigen Dolomiten westlich der Schlucht im Sinn der östlich folgenden Hauptverwerfung abgesunken.

#### δ. *Schlerndolomit des Salvatore.* (Vergl. Fig. 2, S. 345.)

Noch reiner zeigt sich die Dolomitfazies am Salvatore. Ueber der anisischen Bitumenzzone folgen nur noch Dolomite, von der Fazies der Meride-Kalke findet sich auf der N-Seite nicht die geringste Andeutung mehr. Helle, oft ganz weisse, dann wieder gelbliche oder rötliche Lagen, die selten dunkler braun werden, stehen bis zur Spitze an. Dort zeigen die Dolomite stellenweise schwache, dunkle Streifung durch Spuren von Bitumen. Schon 30 m über den *Trinodosus*

Schichten zeigen sich neben den durchgehenden Gastropoden und Encriniten Vertreter anderer Tierklassen, Zweischaler, Brachiopoden und selten Ammoniten, die auf beiliegender Tabelle angeführt werden.

**Fossilien des Schlerndolomites  
am Salvatore.**

	Campione	Ladinisch			German. Muschelk.
		Esino	Marmolata	St. Cassian	
1. <i>Celtites evolutus</i> Sal.	—	—	+	—	—
2. <i>Spiriferina fragilis</i> . Schloth. sp.	+	—	+	—	+
3. <i>Waldheimia angustaeformis</i> Böckh.	—	—	+	—	—
4. » <i>angusta</i> Schloth. sp.	—	—	+	—	+
5. <i>Rhynchonella proractifrons</i> Bittn. ?	—	—	+	—	—
6. <i>Daonella esinensis</i> Sal. sp.	—	+	+	—	—
7. <i>Posidonia obliqua</i> Hauer.	—	—	—	—	—
8. <i>Mysidioptera vix-costata</i> Stopp. sp.	+	+	+	—	— <sup>1</sup>
9. » <i>Cainalli</i> Stopp. sp.	—	+	+	—	—
10. » <i>fassaensis</i> Sal. sp.	—	—	+	—	—
11. <i>Lima conocardium</i> Stopp.	—	+	—	—	—
12. <i>Lima heterocostata</i> nov. sp.	+	—	—	—	—
13. <i>Lima</i> sp. ind.	—	—	+? <sup>2</sup>	—	—
14. <i>Pecten stenodictyus</i> Sal.	+	? <sup>3</sup>	+	—	—
15. <i>Avicula caudata</i> Stopp.	+	+	—	—	—
16. <i>Avicula aff. pannonica</i> Bittn.	—	—	—	—	—
17. <i>Aviculopecten luganensis</i> Hauer sp.	—	? <sup>4</sup>	? <sup>4</sup>	— <sup>5</sup>	— <sup>1</sup>
18. <i>Gervillia leptopleura</i> Sal.	—	—	+	—	—
19. <i>Myoconcha</i> sp.					
20. <i>Mytilus eduliformis</i> Schloth.	+	+	—	—	+
21. <i>Modiola cristata</i> Seeb.	+	—	—	—	+
22. <i>Pleuromya aff. Fedaiana</i> Sal.	+	?	+	—	?
23. <i>Encrinus liliiformis</i> Lam.	+	+	+	—	+

Gastropoden  
Diploporen.

Die ersten Stücke fand ich an der Stelle, wo der Weg durch eine Mauerbrüstung gesichert ist; am häufigsten jedoch treffen wir sie im obersten Teil der zirka 50 m mächtigen fossilführenden Linse, da, wo der Weg zum letzten Mal mit einer Serpentine gegen den See hinaus führt. Dort steht ein etwa 10 m mächtiger Stock verzweigter Korallen an, der mangelhafte Erhaltungszustand erlaubt aber keine nähere Bestimmung. *Modiola* und Gastropoden finden sich auch noch hier, sogar noch weiter oben, wo der Weg horizontal weitergeht.

<sup>1</sup> Aehnlich *Lima lineata* GOLDF.

<sup>2</sup> = *Myophoria* sp. und ? v. SAL.

<sup>3</sup> Aehnlich *P. Ciampini* STOPP.

<sup>4</sup> Aehnlich *A. triadicus* SAL.

<sup>5</sup> ? = *A. Wissmanni* Mstr. sp.

Die noch folgenden 500 m bis zum Kern der Synklinale scheinen völlig fossilieer zu sein im Gegensatz zu MARIANIS Angabe (51, S. 41), der die fossilführende Zone gerade hierher versetzt. Aus den frühern Aufsammlungen im Schutt führt MARIANI neben andern 8 (eventuell 10) von den 23 Spezies, die in der Liste figurieren, an.

Die Zone zeigt in ihrer stratigraphischen Lage völlige Uebereinstimmung mit dem Vorkommen verkieselter Fossilien am San Giorgio; an beiden Orten treten sie zirka 30 m über den Trinodosus Schichten auf. Wir können schon daraus eine Zuweisung zu obern Buchensteiner- und untersten Wengener Schichten mit Sicherheit vornehmen.

Ueberdies erlauben auch die paläontologischen Funde einen, weil leitende Ammoniten fehlen, allerdings nur ungefähren Schluss auf das Alter. Aus beiliegender Tabelle ergibt sich eine weitgehende Uebereinstimmung mit der Marmolata-Fauna. Auch der einzige Cephalopod findet sich an beiden Orten. Nach SALOMON liegt in jenen mindestens 500 m mächtigen Kalkmassen ein Aequivalent von Wengener- und Cassianer Schichten vor. Ihrer Basis sind also unsere fossilführenden Dolomite wenigstens z. T. noch zu parallelisieren. Das Fehlen von Elementen der reichen Cassianer Fauna, die in der Marmolata noch so starke Vertretung hat, weist deutlich unserm Fossilnest ein etwas älteres Niveau an. Die nähern Beziehungen zu der ober-anisischen Fauna von Campione sind bei dem geringen Höhenunterschied von zirka 40 m, der absolut gleichen Fazies und der geringen horizontalen Entfernung selbstverständlich nahe, namentlich in Anbetracht ihrer Zusammensetzung aus wenig variierenden Zweischalern und Brachiopoden.

Auf der S-Seite des Berges erscheint eine petrographisch abweichende Einschaltung. Plattige, bituminöse Dolomite mit Streichen N 40° E und 40° NW-Fallen stehen in 760 m Höhe am Weg an. Ein schlechtes Stück einer glatten Spiriferina zeigte sich darin. Die zahlreichen Bänke mit Krinoidenbreccien in den liegenden Dolomiten am E-Hang des Punktes 728 lassen eine Gleichstellung dieses Niveaus mit den untern Meridekalken wahrscheinlich erscheinen (vergl. Profil S. 345).

c) **Versteinerungen des Muschelkalkes i. w. S.**

(Anisische + ladinische Stufe.)

*Genauere Fundortsangaben.*

1. Tre Fontane = untere dolomitische Bitumenzone, die bei Tre Fontane ob Serpiano abgebaut wird.

2. Val Poporina : In 820 m ü. M. oben in der Val Poporina.

3. Gervillienbank von Tre Fontane : Da, wo der Weg von Serpiano auf den San Giorgio gegen die Val Poporina abbiegt.

4. Kieslige Dolomite : 25 bis 30 m über Fundort 3.

5. Val Battuta : In 920 m Höhe in der Bachrinne.

6. Weg Capolago-Meride : Ueber der Sandsteinbank in 470 m Höhe.

7. Campione : Im Hintergrund des ersten in den Dolomiten liegenden Steinbruchs nördlich Campione und Pian Boffino.

8. San Martino : Am Fussweg von Cap San Martino zum See hinunter.

9. Salvatore untere Zone : Bis inkl. bitum. Dolomitbänke am Weg von Pazzallo.

10. Salvatore obere Zone : Am Fussweg von 700 bis 770 m Höhe.

11. Salvatore Südschenkel : Bitumenzone am Hang östlich Ciona.

#### *α. Cephalopoden der anisischen Stufe.*

##### 1. *Ceratites trinodosus* Mojs.

1882. E. v. Mojs. : Ceph. med. Trias, S. 29, Taf. VIII, Fig. 5-9; Taf. XXXVII, Fig. 6 u. 7.

Der hohe Querschnitt, der gewölbte kiellose Rücken und die trinodose Skulptur unterscheiden die Form von den mitvorkommenden Spezies. Umbilicalknoten sind meist recht deutlich, es scheint sich also nicht um die lombardische Varietät zu handeln. Hieher scheint auch BISTRAMS dicht beripptes Stück seines *Cer. luganensis* zu gehören.

Fundort : Wohnkammerbruchstücke von Tre Fontane, ein Stück vom Salvatore untere Zone.

##### 2. *Ceratites brebanus* Mojs.

1882. E. v. Mojs. : Ceph. med. Trias, S. 38, Taf. X, Fig. 1-4.

Neben einigen ganz typischen Exemplaren fand sich ein anderes, bei dem die eingeschobenen Rippen auf den Flanken ebenfalls knotenartige Anschwellungen aufweisen, sodass der halbe äussere Umgang auf 14 Marginal- 9 Lateralknoten zeigt. Bei einem Durchmesser von 5 cm persistiert noch die kräftige Skulptur.

Fundort : Tre Fontane häufig, Val Poporina, Val Battuta, Campione?

3. *Ceratites subnodosus* Mojs.

1882. E. v. Mojs. : Ceph. med. Trias, S. 33, Taf. X, Fig. 9-11.

Fundort : Campione.

4. *Ceratites Beyrichi* Mojs.

1882. E. v. Mojs. : Ceph. med. Trias, S. 34, Taf. IX, Fig. 4.

Ein vollständiger Steinkern mit Suturen.

Durchmesser 32 mm (1); Höhe d. l. Umg. 15 mm (0,46);  
Dicke d. l. Umg. 9 mm (0,3); Nabelweite 8 mm (0,25).

Fundort : Campione.

5. *Ceratites luganensis* (Mer.) Mojs. Taf. V, Fig. 2 a u. 2 b.1882. E. v. Mojs. : Ceph. med. Trias, S. 33, Taf. XXXIX,  
Fig. 7 u. 8.

Es steht mir neben zwei andern das erste Exemplar mit Wohnkammer zur Verfügung. Die Skulptur dieser sehr engnablienen Spezies besteht aus schwachen nach vorn geschwungenen Faltenrippen, die im untern Drittel und an der Marginalkante kräftige Noten tragen. Die Rippen verlaufen sich im obern Teil oft völlig, sodass nur ein nach oben etwas ausgezogener Lateralknoten zu sehen ist. Auf neun Externknoten kommen vier laterale auf dem halben äussersten Umgang. Auf dem letzten Viertel der Wohnkammer verschwindet der kräftige, gerundete Kiel vollständig auf einem ganz flachen Rücken.

Durchmesser 48 mm (1); Höhe d. l. Umg. 24 mm (0,5);  
Dicke d. l. Umg. 15 mm (0,31); Nabelweite 10 mm (0,21).

AIRAGHI hat die Form wohl Hauers mangelhafter Abbildung wegen nicht erkannt.

Fundort : Tre Fontane häufig.

6. *Ceratites gosaviensis* Mojs.

1882. E. v. Mojs. : Ceph. med. Trias, S. 39, Taf. X, Fig. 8.

Der weite Nabel, die dichte Berippung (22 Marginalknoten auf dem halben Umgang) und tiefe Lage der Lateralknoten sind typisch. Die Knoten treten aber stärker hervor als bei der zitierten Figur.

Fundort : Tre Fontane.

7. *Ceratites Riccardi* Mojs.1882. E. v. Mojs. : Ceph. med. Trias, S. 28, Taf. LXXX,  
Fig. 7 u. 8.

Fundort : Campione, San Martino.

8. *Hungarites Arthaberi* Diener.

1911. Balatonsee : K. DIENER : (33) S. 9, Taf. I, Fig. 1 u. 2.

Die Ausmasse stimmen mit denen der Fig. 2 bei DIENER, die Skulptur ist so schwach wie bei Fig. 1. Ein Steinkern mit Loben zeigt Durchmesser 17,5 mm (1); Höhe d. l. Umg. 8 mm (0,46); Dicke d. l. Umg. 5 mm (0,27); Nabelweite 4,5 mm (0,26). Charakteristisch sind die schwachen, sichelförmig geschwungenen Faltenrippen, die am Nabelrand mit einer Anschwellung beginnen, unterhalb der Flankenmitte sich etwas verbreitern, dann fast verschwinden und am Marginalrand, wo sie stark nach vorn abbiegen, nach vorn gezogene Anschwellungen tragen. Der dachförmige Rücken trägt einen kräftigen Kiel.

Fundort : Campione, Val Battuta ?

9. *Balatonites euryomphalus* (Ben.) Mojs.

1882. E. v. Mojs. : Ceph. med. Trias, S. 84, Taf. VI, Fig. 6.

Fundort : Campione, grössere Bruchstücke.

10. *Dinarites aff. Misani* Mojs.

1882. E. v. Mojs. : Ceph. med. Trias, S. 15, Taf. XXX, Fig. 11-13.

Ich gebe diese Form nur mit aff. an, weil die Lobenlinien nicht sichtbar sind und sie sonst nur aus höhern Zonen zitiert wurden. Ein Unterschied besteht in den sichtbaren Merkmalen nicht. Durchmesser 18 mm (1); Höhe d. l. Umg. 5,5 mm (0,3); Dicke d. l. Umg. 4,5 mm (0,25); Nabelweite 8,5 mm (0,47).

Fundort : Campione.

11. *Dinarites sp. ind.*

Enger genabelt, kommt wohl *D. avisianus* nahe.

Fundort : San Martino.

12. *Dinarites aff. Doelteri* Mojs.

1882. E. v. Mojs. : Ceph. med. Trias, S. 14, Taf. XXVII, Fig. 22-24.

Eine völlige Identifizierung unterblieb nur aus oben genannten Gründen. Durchmesser 12 mm (1); Höhe d. l. Umg. 4,2 mm (0,37); Dicke d. l. Umg. ?; Nabelweite 5 mm (0,42).

Windungsquerschnitt innen breiter als hoch, nach aussen scheint sich dies umzukehren. Skulptur aus zirka 11 Rippen pro Umgang, die am Nabel kräftig beginnen, gegen den schwach abgeflachten Rücken sich völlig verlieren.

Fundort : Tre Fontane.



13. *Ptychites acutus* Mojs.

1882. E. v. Mojs. : Ceph. med. Trias, S. 263, Taf. LXI, Fig. 4-6; Taf. LXIV, Fig. 4.

Fundort : San Martino.

14. *Nautilus sp. ind.*

Eine Wohnkammer zeigt den sehr tiefliegenden Siphon. Kammerwand verläuft fast ganz gerade über den Rücken. Jüngerer Schalenteil Höhe 9 mm, Dicke 11 mm. An der Mündung folgt auffallende Zunahme der Dicke, wie bei dem grossen *N. pertumidus* Arth. aus Reiflinger Kalken.

Fundort : Campione.

15. *Celtites? Fumagalli* (Stabile) Mar.

1861. *Ammonites Fumagalli* Stabile (14).

1901. *Celtites Fumagalli* Mariani (51).

Fundort : Tre Fontane, Val Battuta, häufig.

16. *Protrachyceras sp. ind.*

Die Hohlform eines Externteiles zeigt folgende Merkmale: zu beiden Seiten des flachen Rückens (ohne Medianfurche) stehen genau alternierend starke spitzige Dornen. Nahe dieser externen Knotenreihe folgt eine zweite, viel schwächere, die auf einzelnen Rippen zu fehlen scheint. Kräftige Knoten einer dritten Reihe erscheinen gegen die Mitte der Flanken. Rippenverlauf unsicher. Die Form steht dem *Protrachyceras Reitzi* zum mindestens nahe, dessen Vorkommen 2 m über der Daonellenbank von Tre Fontane in dieser Grenzzone nicht ausgeschlossen wäre.

17. *Trachyceras (Analcites Mojs.) sp. ind.*

Durchmesser 24 mm; Höhe d. 1. Umg. 8,5 mm; Dicke d. 1. Umg. zirka 7 mm; Nabelweite 9 mm. Bei einem Durchmesser von 15 mm zeigt die Spezies den typischen Externteil eines *Analcites* (Mojs. Ceph. d. Hallstätterkalke, S. 621). Es zeigen sich zwei äussere und eine innere Knotenspirale. Die beiden ersten mit zahlreichen Knoten, weil auch an einigen eingeschobenen Rippen auftretend. Vielleicht haben wir hier eine Art, ähnlich Dieners *Ceratites conspicuus* (DIENER 33, S. 28, Taf. II, Fig. 5, nach ARTHABER auch dazu *Protrachyceras sp. ind.* Fig. 2). Unterscheidet sich aber durch engern Nabel und dichtere Berippung.

Fundort : Tre Fontane.

18. *Orthoceras campanile* Mojs.?

1882. E. v. Mojs. : Ceph. med. Trias, Taf. XCIII, Fig. 1-4.  
Kammerabstand 5 mm bei einem Durchmesser von 8,5 mm.  
Fundort : von San Martino ein kleines Bruchstück.

β. *Cephalopoden der ladinischen Stufe.*1. *Celtites evolutus* Säl.

1895. SALOMON : Marmolata, S. 186, Taf. VI, Fig. 16 u. 17.  
Durchmesser 14 mm (1); Höhe d. l. Umg. 3,5 mm (0,25);  
Dicke d. l. Umg. ?; Nabelweite 7 mm (0,5).

Der Nabel ist also um wenigens enger. Die Skulptur stimmt genau überein.

Fundort : Salvatore obere Zone.

2. *Protrachyceras Archelaus* Laube sp.

1882. E. v. Mojs. : Ceph. med. Trias, S. 118, Taf. XVIII, Fig. 2.  
1911. Balatonsee III, FRECH : Neue Ceph. d. Bakony, S. 24,  
Taf. IX, Fig. 5.

Ein Flankenstück eines äusseren Umgangs liegt vor, das aber nach seiner Skulptur nur zu dieser Form gehören kann. Sichtbar sind vier sehr regelmässige Knotenspiralen auf den schwach sichelförmig gebogenen Rippen. Eine weitere beginnt sich einzuschieben zwischen den beiden innersten, weiter voneinander abstehenden Reihen. Mindestens eine weitere Reihe muss, nach der Art der Flankenwölbung zu beurteilen, gegen den Externteil noch folgen. Sie sind auch am Steinkern stark und spitzig. Teilung der Rippen erfolgt, soweit sichtbar, an den Umbilicalknoten. Das Exemplar gehört der häufigeren, feingerippten Varietät an.

Fundort : Weg Capolago-Meride.

γ. *Brachiopoden.*1. *Spiriferina fragilis* Schloth. sp.

1890. BITTNER : Brachiopoden d. alp. Trias, S. 29, Taf. XXXV,  
Fig. 2-4.

Mittelfurche und Wulst durchgehends breiter als die übrigen, entsprechend Fig. 2. Maximalhöhe der kleinen Klappe 13 mm.

Fundort : Campione, kieslige Dolomite ob Tre Fontane, Salvatore obere Zone.

2. *Spiriferina (Mentzelia) Mentzeli* Dunk. sp.

1890. BITTNER : Brach., S. 22, Taf. XXXIV, Fig. 1-28.

Eine kleine Klappe vom Campione, ein fragliches Stück

von der Salvatore Südseite, der schmalen Varietät angehörend.

3. *Terebratula (Coenothyris) vulgaris* Schloth. sp.

1890. BITTNER : Brach., S. 5.

Mit Sicherheit sind hier eine grössere Zahl Bruchstücke von Campione zu rechnen, einer grossen dicken Varietät angehörend.

4. *Waldheimia angustaeformis* Böckh. .

1890. BITTNER : Brach., Taf. XXXVI, Fig. 37-40.

Die Exemplare sind noch etwas breiter als Salomons Fig. 34. Stirnrand fast gerade.

Fundort : Salvatore obere Zone, ziemlich häufig.

5. *Waldheimia*†(*Aulacothyris*) *angusta* Schloth. sp.

1890. BITTNER : Brach., Taf. XXXVI, Fig. 41-47.

Fundort : Salvatore obere Zone.

6. *Rhynchonella proractifrons* Bittn. ?

1895. SALOMON : Marmolata, S. 100, Fig. 16-24.

Fundort : Salvatore obere Zone.

7. *Discina* aff. *discoides* Schloth. sp.

1890. BITTNER : Brach., S. 36, Taf. XXXIX, Fig. 24.

Schalenhöhe 8,5 mm.

Fundort : Campione.

δ. *Lamellibranchiata*.

1. *Terquemia* cfr. *difformis* Schloth. sp.

1895. SALOMON : Marmolata, S. 107, Taf. IV, Fig. 3.

Ein Steinkern mit dem Umriss von Fig. 3, eines Stückes vom Pizzo Cainallo bei Esino, die zahlreichen Rippen deshalb als flache Falten. Einzelne lassen sich bis gegen den Wirbel verfolgen.

Fundort : Campione.

2. *Lima* aff. *subpunctata* Orb. ?

1895. BITTNER : Lamellibranchiaten, S. 172, Taf. XXI, Fig. 23.

Grösse und Umriss stimmen mit dem Exemplar aus judicarischem Trinodosus-Kalk. Längsstreifung an der Oberfläche ist zu sehen, doch nicht in Form von Punktreihen, was wohl mit der genügenden Erhaltung zusammenhängt.

Fundort : Campione.

3. *Lima* *cfr. striata* Schloth. sp.

Unterscheidet sich von der deutschen Form durch geringere Wölbung und kleinere Rippenzahl. In 15 mm Wirbeldistanz finden sich zirka 24 Rippen. Diese sind kräftig, gerundet, zeigen auf dem mittleren Schalenteil Zwischenräume, die fast breiter als die Rippen selbst sind, gegen den Hinterrand stehen sie sehr eng.

Fundort : Campione.

4. *Lima conocardium* Stopp.

1858. STOPPANI (68), S. 96, Taf. XX, Fig. 1-3.

Zwei unvollständige Klappen aus der obern Zone des Salvatore.

5. *Mysidioptera vix-costata* Stopp. sp.

1895. BITTNER : Lamellibr., S. 186, Taf. XX, Fig. 15-17 u. 25.

Umriss stimmt mit Fig. 25. Maximallänge 65 mm. An allen Stücken tritt die deutliche Radialskulptur am Vorderrande und die etwas schwächere am Hinterrande auf. An wenigen Exemplaren erstreckt sie sich sehr undeutlich auch über den mittleren Schalenteil, wodurch die Annäherung an *Lima lineata* SCHLOTH. noch auffallender wird.

Fundort : Campione, Salvatore obere Zone.

6. *Mysidioptera fassaensis* Sal. sp.

1895. BITTNER : Lamellibr., S. 196, Taf. XXI, Fig. 1 u. 2.

Unvollständige linke Klappe mit der charakteristischen Unterbrechung der Struktur.

Fundort : Salvatore obere Zone.

7. *Lima heterocostata* n. sp. (Taf. V, Fig. 6).

Umriss schief eiförmig, mässig gewölbt, vorn spitz zulaufend, 10 bis 12 schmale, hohe, oben fast scharfkantige Hauptrippen, zwischen die sich schon nahe am Wirbel feinere sekundäre und in weiterm Abstand meist noch tertiäre einschalten. Einzelne der sekundären erreichen gegen den Rand die Stärke der primären. Zwischenräume konkav. Einschaltung der feinen Rippen bald zwischen, bald auf den Flanken der Hauptrippen. Die ganze Schale zeigt sehr feine enge Anwachsstreifung, die auch an Bruchstücken den allerdings nur schwach schiefen Umriss erkennen lässt. Hinteres Ohr ziemlich gross, scharf abgesetzt, mit der Skulptur der Schale. Vorderrand scharf zu einer konkaven Partie umgebogen, die grobe Anwachsstreifung zeigt. Einige Aehnlichkeit

zeigen *Lima angulata* und *L. alternans* von St. Cassian, auch *L. costata* Goldf., die sich aber durch Berippung und Ohren unterscheiden. Möglicherweise identisch mit *Pecten Meriani* Stabile bei MARIANI (51), dessen Rand wohl unvollständig ist.

Fundort : Campione häufig, Salvatore obere Zone.

8. *Pecten discites* Schloth. sp.

1858. STOPPANI (68), S. 101, Taf. XXI, Fig. 4.

Grosse Exemplare bis 3 cm Schalenhöhe, mit radial divergierender Schalenstruktur. Ein Stück mit Epidermis zeigt eine dichte, sehr feine konzentrische Streifung. Apicalwinkel 110°.

Daneben finden sich weitere kleine, glatte und schwach gerippte Pecten.

Fundort : Campione.

9. *Pecten stenodictyus* Sal.

1895. SALOMON : Marmolata, S. 111, Taf. IV, Fig. 30 u. 31.

Fundort : Campione häufig, Salvatore obere Zone.

10. *Aviculopecten luganensis* Hauer sp.

1854. HAUER : Paläont. Notizen, Taf. II, Fig. 4 u. 5.

Das vorliegende Bruchstück lässt nicht entscheiden, ob eventuell identisch mit *A. Wissmanni* Münst. sp. oder *A. triadicus* Sal.

Fundort : Salvatore obere Zone.

11. *Avicula caudata* Stopp.

1895. BITTNER : Lamellibr., S. 73, Taf. VIII, Fig. 17 u. 18.

Ausbuchtung des Hinterflügels variiert wie bei Esino.

Fundort : Campione, Salvatore obere Zone.

12. *Avicula aff. pannonica* Bittner.

1895. BITTNER : Lamellibr. des Trias des Bakonyer Waldes, S. 25, Taf. IV, Fig. 13.

Die Flachheit der linken Klappe und der geringe Ausschnitt des grossen Hinterflügels sind bei unserer Form noch stärker ausgeprägt.

Fundort : Salvatore obere Zone.

13. *Mytilus eduliformis* Schloth. sp.

1858. STOPPANI (68), S. 89, Taf. XVIII, Fig. 2-6.

Nach SALOMON = *M. vetustus* Goldf. und = *M. vomer* Stopp.

Fundort : Campione, Gervillienbank ob Tre Fontane, Salvatore obere Zone, Salvatore Südhang.

14. *Modiola triquetra* Seeb.

1862. SEEBACH (66), S. 51, Taf. I, Fig. 6.

Länge 13,5 mm; Breite 7,5 mm; Dicke einer Klappe 2 mm; Umriss dreiseitig, wenig gerundet. Wölbung gering. Wölbungsaxe am geraden Vorderrand flach zum Hinterrand verlaufend.

Fundort: Gervillienbank ob Tre Fontane.

15. *Modiola minuta* Goldf.

1862. SEEBACH (66), S. 49, in Lethaea geogn. Trias, Taf. IV, Fig. 4.

Länge grösser als doppelte Breite, Schlossrand geht allmählig in den Hinterrand über. Kulminationslinie der starken Wölbung mehr gegen die Mitte gelegen, nach vorn deutlich konkav.

Fundort: Gervillienbank ob Tre Fontane, Campione.

16. *Modiola cristata* Seeb.

1862. SEEBACH (66), S. 51, Taf. I, Fig. 7 b.

Unterscheidet sich von der vorigen Spezies durch die kürzere und noch dickere Form und völlig geraden Vorder- rand. Diesem parallel verläuft die Wölbungsaxe, die vom Schlossrand durch eine starke Einsenkung getrennt ist. Länge 15 mm, Höhe 9,5 mm, Dicke einer Klappe 3,5 mm.

Fundort: Campione, Salvatore obere Zone, Gervillienbank ob Tre Fontane.

17. *Gervillia costata* Schloth. sp. (Taf. V, Fig. 3).

1840. GOLDFUSS: Petr. germ. II, Taf. CXVII, Fig. 3.

Maximalhöhe 15 mm, Winkel von Schlossrand und Kulminationslinie zirka 45°. Verhältnis von Länge und Höhe = 13 mm : 11 mm. Ligamentgruben sind an einem Exemplar erkennbar. Enge fast schuppige Anwachsstreifung auf der linken Klappe. Vorderes kleines Ohr durch eine Konkavität deutlich abgesondert, hinteres gross, nur schwach eingebuchtet.

Fundort: Campione, San Martino, Gervillienbank ob Tre Fontane.

18. *Gervillia subcostata* Goldf. sp.

1840. GOLDFUSS: Petr. germ. II, S. 129, Taf. CXVII, Fig. 5.

Wölbung der linken Klappe stärker als bei *G. costata*. Schiefe nur zirka 60°. Hieher wohl auch eine flache rechte Klappe von Campione.

Fundort: Gervillienbank ob Tre Fontane.

# Ausbildung der Trias in

Stufen	San Salvatore.	Dolomite nördlich
Rhätisch		Fehlt
Norisch		Helle, oftbrecciöse Dolomite Dolomitbänke mit kohligen Z
Karnisch	obere	40 m { Dolomitbänke mit grau roten dolomitischen M Dolomitskonglomerat Dolomit mit dunklen M
	untere	
Ladinisch	ca. 600 m Massige, meist helle-weiße Dolo- mite = Schlerndolo- mit Fossilinse mit Zweischalern, Brachiopoden, etc.	Helle und dunkle, massige Dolomite mit einzelnen toni- gen, bituminösen, gutgebankten Dolo-
Anisich	100 m { tonige, bituminöse, dünnbankige Dolomite mit Ceratites trino- dosus Heller und dunkler massiger Men- doladolomit Schwarzer Plattendolomit	120 m { 2 m Gervillienbank 3 m Tonige, plattige tumenlagen 2 m Zweischalerbank 6 m Gastropoden führe 50 m Massiger, dunkler doladolomit 50 m Schwarzer, selter dolomit.
Ob. skythisch	Rote Konglomerate und Sandsteine, an der Basis einige Dolomitbänke	Große Konglomerate Sandsteine, selten Mergel
	Starke Verwerfung gegen Glimmerschiefer	Kleine Verwerfung gegen I

# den Tessiner Kalkalpen.

TABELLE I.

h Campione.	San Giorgio.
	Fehlt, Sinémurien transgrediert
Zwischenlagen	100-400 m { Hellgrau-weiße, oft brecciöse, schlechtgebankte Dolomite. Braune-schwarze, tonige, gebankte Dolomite mit zahlreichen Versteinerungen: Worthenia, etc.
Dolomitschwarzen, tiefer mit Mergeln Mergeln	± 60 m { 15 m Dolomitbänke mit untergeordneten Dolomitmergeln 35 m Meist rote Dolomitmergel mit gipshaltigen Dolomiten, Dolomitkonglomerate 10 m kalkige Sandsteinbänke und rote Mergel 6 m Gipslager von Meride
gutgebankten Dolomitlagen.	500 m { Obere Meridekalke = bituminöse Kalke, Mergel, Kalk- und Mergelschiefer. ± 10 m Massige, helle und schwarze Dolomite 60-80 m { Untere Meridekalke = schwarze plattige Kalke und bituminöse Kalkschiefer mit Protrachyceras Archelaus, etc. 60 m { Tonige, bunte bis tonfreie Dolomite, Breccien, Sandsteine Helle gebankte Dolomite mit Hornsteinknollen und verkiesselten Fossilien
Dolomite mit Bitumenlagernde helle Dolomite, selten heller Mergeln sandiger Platten-	90 m { 6 m { Gervillienbank Plattiger schwarzer Dolomit mit Mollusken und Vertebraten führenden Bitumenlagen Daonellenbank Heller massiger Mendoladolomit mit Diploporen, schlechten Gastropaden Dünnbankige Dolomite mit Myophorien, nach W fast fehlend
	120 m { Sandsteine und Konglomerate Dolomite und Sandsteine Kalkige Sandsteine mit marinen Fossilien Konglomerate
a Porphyrit	Permischer Porphyrit



19. *Gervillia leptopleura* Sal.

1895. SALOMON: Marmolata, S. 116, Taf. V, Fig. 11-13.

Fundort: Salvatore obere Zone.

20. *Myoconcha Mülleri* Gieb. sp.?

Ein glatter Steinkern, sowie ein Stück mit Schale, das 7 bis 8 radiale Rippen, die von Anwachsstreifen durchkreuzt sind, aufweist.

Fundort: Campione.

21. *Daonella Vaceki* Kittl.

1912. KITTL: Monographie, S. 76 u. 177, Taf. II, Fig. 18 und Textfigur S. 177.

Die Spezies erfüllt in riesiger Menge die Daonellenbank. Maximalhöhe 43 mm. Mit den folgenden zwei Spezies zusammen leicht durch die keulenförmige Gestalt von allen übrigen abzutrennen. Wirbel zentral bis 3 mm hinter der Schalenmitte. Verhältnis von Höhe zu Länge, bei den meist unvollständigen Exemplaren nach Anwachsringen messbar, beträgt 0,33 bis 0,35 (nach KITTL  $25/72 = 0,35$ ). Der hintere untere Sektor weist breite, oft unregelmässig gebündelte Rippen auf und kann, wenn der vordere Schalentheil fehlt, kaum von *D. Sturi* unterschieden werden.

Wenige Exemplare zeigen weiter nach hinten liegenden Wirbel, wie *D. elongata* Mojs., besitzen aber an ältern Exemplaren immer die ungleichmässige Skulptur.

Fundort: Tre Fontane, Val Poporina, Val Battuta.

22. *Daonella caudata* n. sp. (Taf. V, Fig. 5).

Diese neue Form zeigt die verlängerte Gestalt der obigen Spezies in noch übertriebenem Masse. Der vordere Schalentheil ist schwanzartig vorgezogen. Der Wirbel liegt 6 mm hinter der Schalenmitte. Verhältnis von Höhe zu Länge = 0,21. Im hintern, untern Schalensektor werden die Radialrippen, die sonst sehr fein und eng stehen, kräftiger, zeigen Rundung und sind durch breite Interkostalfurchen getrennt. Der vordere Schlossrand wird, wie bei den schon erwähnten Spezies, durch eine dicke, rippenartige Auftreibung gebildet. Konzentrische Wellen finden sich auf der ganzen Klappe, stark ausgeprägt am geschwänzten Schalentheil. Wahrscheinlich identisch mit AIRAGHIS *Halobia Tommasii*. Jener Name ist schon 1904 durch PHILIPP vergeben.

Fundort: Tre Fontane.

23. *Daonella Böckhi* Mojs. (Taf. V, Fig. 4).

1912. KITTL: Monographie, S. 32, Taf. I, Fig. 3-5.

Querovaler Umriss, stark vorgerückter Wirbel, konzentrische Wellen und undeutliche Radialfurchen kommen sonst nur noch *Posidonia pannonica* zu. Der kräftige Wirbel und die starke Schalenwölbung würden auch auf letztere Form hinweisen, doch hängt dies wie bei *D. Vaceki* mit dem Fehlen von Deformationen zusammen. Verhältnis von Schalenhöhe zu Länge mit 0,7 bis 0,73 weist auf *D. Böckhi* hin. Maximallänge 33 mm. Dieses Exemplar zeigt eine bis zum Wirbel reichende verschwommene Radialskulptur, wie Fig. 4. bei Kittl.

Fundort : Tre Fontane häufig.

24. *Daonella Sturi* Ben. sp.

1912. KITTL : Monographie, S. 61, Taf. II, Fig. 1-4.

Verhältnis von Länge zu Höhe 1,5, entspricht also *Var. Altior*. Ein vollständiges Exemplar zeigt schön die verschiedene Berippung der drei Schalenzonen, wie sie Mojs. beschreibt.

Fundort : Tre Fontane, Campione, San Martino ?

25. *Daonella esinensis* Sal. sp.

1912. KITTL : Monographie, S. 67, Taf. II, Fig. 10-12.

Ein Exemplar von Tre Fontane zeigt sehr tiefe und breite Interkostalfurchen zwischen den Rippenbündeln. Hieher wohl auch eine *Daonella* aus der obern Zone des Salvatore mit breiten, zu zwei und drei gebündelten Rippen.

26. *Daonella Tommasii* Philipp (non Airaghi).

1912. KITTL : Monographie, S. 37, Textfigur.

Nach KITTL eventuell identisch mit *D. Moussoni* Merian, in welchem Fall obiger Name hinfällig würde. Grössere Variabilität in Skulptur und Umriss unterscheiden. Ersterer Punkt zeigt sich auch bei meinen Exemplaren.

Fundort : Weg Capolago-Meride, unteres Wengener Niveau !

27. *Daonella Moussoni*? Mer.

1912. KITTL : Monographie, S. 35, Taf. I, Fig. 20-23.

Fundort : Campione.

28. *Posidonia* (BRONN) ähnliche Formen.

Sie finden sich häufig zwischen den Daonellen zerstreut, deren Brut sie zweifellos bilden. Sie lassen sich alle durch Uebergänge auf ausgewachsene Exemplare zurückführen.

29. *Posidonia obliqua* Hauer.

1857. HAUER : Pal. Notizen, S. 153, Taf. II. Fig. 9.

Fundort : Salvatore obere Zone.

30. *Macrodon esinense* Stopp. sp.

1895. SALOMON : Marmolata, S. 164, Taf. V, Fig. 38 u. 39.

Länge 14 mm, Höhe 7 mm. Kante auf dem hintern Schalen-  
teil fehlt. Solche Exemplare finden sich nach SALOMON auch  
im deutschen Muschelkalk, in solche mit Kante übergehend,  
als *M. impressum* Münst. sp.

Fundort : Campione.

31. *Gonodon planum* Münst.?

1895. SALOMON : Marmolata, S. 159, Fig. 47-49.

Fundort : Campione.

32. *Pleuromya*? aff. *Fedaiana* Sal.

1895. SALOMON : Marmolata, S. 173, Taf. 5, Fig. 52.

Der einzige Unterschied besteht in stärkerem Hervortreten  
der Anwachsringe.

Fundort : Campione, Salvatore obere Zone.

33. *Arcomya Sansonii* Sal.

1895. SALOMON : Marmolata, S. 172, Taf. V, Fig. 55.

Ein nicht ganz vollständiges Stück von 28 mm Schalenhöhe.  
Fundort : Campione.

## 4. Obere Trias.

## a) Karnische Stufe.

Dieser in Nord- und Südalpen wegen seiner charakteristi-  
schen Ausbildung für die Trennung von untern ladinischen  
und obern norischen Dolomiten so überaus wichtige Horizont  
zeigt auch in unserem Gebiete momentan auftretende petro-  
graphische Unterschiede gegen das Liegende und Hangende.  
Wie am Schluss dieses Abschnittes gezeigt wird, muss ein  
Teil der bituminösen grauschwarzen Mergel und Kalkschiefer  
von Meride und entsprechend ein kleiner Teil der Dolomite  
am Westhang des Monte Sighignola ob Campione hierher  
gerechnet werden. Auf den dunklen Mergelschiefern bei  
Meride scheint direkt Gips aufzulagern. Der Kontakt findet  
sich zwar nirgends aufgeschlossen, doch beträgt die uner-  
schlossene Mächtigkeit beim mittleren Molino nur wenige  
Meter. Der Teich, der jetzt dort zu sehen ist, füllt einen ehe-  
maligen Gipsbruch aus. In dem unrein weissen bis grauen  
Gips finden sich zudem häufig graue Tonschmitzen und Häute  
und nicht die buntfarbigen Gesteine, die erst im Hangenden  
sich einstellen. Dieses basale Lager besass eine ziemlich grosse

Ausdehnung, wurde bis vor kurzem noch beim untern Molino abgebaut, jetzt nur noch östlich davon, alla Sostra, wo ich 1913 eine 4 m mächtige Gipswand angeschnitten fand. Im darauffolgenden nassen Frühling bedeckte jedoch ein Erdrutsch diesen Aufschluss. Die hangenden Gesteine finden sich schön aufgeschlossen am Nordabsturz des Poncion d'Arzo, wo ich folgendes Profil aufnahm:

Hangender Hauptdolomit, reichlich fossilführend.

15 m weisse Dolomitbänke von durchschnittlich 1 m Mächtigkeit, gegliedert durch Zwischenlagen von grünen und roten Dolomitmergeln.

35 m rote, seltener graue, häufig sandige Dolomitmergel mit einzelnen Bänken mehligem, in feiner Verteilung Gips führenden Dolomites, die oft rauchwackenartig auswittern und an einer Stelle ein kleines Lager von körnigem, rotem Gips enthalten.

$\frac{1}{3}$  m grobes Konglomerat mit hellen und dunkeln Dolomit- und durchscheinenden gelben Quarzgeröllen, letztere von fraglicher Herkunft.

$\frac{1}{2}$  m rote dolomitische Mergel.

$\frac{1}{2}$  m Bank von gipsführendem Dolomit.

10 m feinkörnige, graue, kalkige Sandsteinbänke wechselagernd mit mächtigen roten Mergellagen.

Vegetation.

Vielleicht setzt sich das basale Gipslager noch bis hierher fort. Die hier mindestens 70 m mächtige Serie reduziert sich nach Osten bis zur Sostra auf 40 bis 50 m. Zugleich tritt die Sand- und Mergelfazies gegenüber der dolomitischen stark zurück.

Ein ähnliches Profil zeigt sich wieder über dem Hauptstollen ob Campione:

<b>Norisch</b>	}	Helle, häufig brecciöse Dolomite.
		10 m dunkle Dolomitbänke, die durch kohlige, bis 1 dm mächtige Zwischenlagen mit fraglichen Pflanzenresten gegliedert sind. Wurden durch einen kurzen Stollen angeschürft.
<b>Oberkarnisch</b>	}	6 m dünnbankige bituminöse Dolomite mit grauschwarzen Mergellagen.
		12 m rote Dolomitmergel und Dolomitbänke, Dolomitbrekzien mit kugeligen, grauen und gelben Hornsteinen.
		$\frac{1}{2}$ m Dolomitskonglomerat mit sandigem Bindemittel.
		3 m Bänke von hellgelblichem, dichtem Dolomit mit grünen bis grauen Mergeln wechselnd.

**Unter-** { 10 m helle Dolomite mit dunklen Punkten (finden  
**karnisch** { sich auch in der Gegend von Tremona).

Das Fehlen dieses Komplexes nach S und N hängt nicht etwa mit Uebergang in rein dolomitische Fazies zusammen, sondern wird durch Ausquetschungen, die hier deutliche Spuren hinterlassen haben, bedingt. Erst 500 m weiter südlich, bei Grot über San Vitale, erscheinen wieder rote und graue Sandsteine mit Mergel- und Dolomitbänken, deren Streichen nach Arogno hinunter weist. Dort unter dem Dorf im Bachbett wurde früher in einem völlig verschütteten Bruch ein weisser bis schwach rötlicher Gips gewonnen, den schon REPOSSI (11) den Raibler Schichten zugerechnet hat.

Einige zerquetschte Reste von grauen Sandsteinen mit Linsen grünlichen Dolomites und rötlichem, grobkörnigem Gips fand ich an der Verwerfung in der Schlucht von Melano, auf beiden Seiten des Wasserfalles. Hier an der Kreuzungsstelle der beiden Störungen findet sich in folge Schleppung eine Sammlung fast aller triadischer Gesteine in Form von Blöcken und Linsen, die entweder in Raibler Schichten oder in ladinische Kalkschiefer eingepresst sind.

An organischen Resten scheint die Zone recht arm zu sein, ein unbestimmbarer *Gastropod* aus einer Dolomitbank im mittleren Teil des Profils unter dem Poncione d'Arzo war die ganze Ausbeute.

Ein Vergleich mit den ostlombardischen karnischen Sedimenten gibt uns petrographische Anhaltspunkte für die Altersbestimmung. ARTHABER (22) gibt S. 304 folgendes Profil für die Val Brembana :

#### Hauptdolomit

Zone des	{	Gipse, bunte Mergel.
<i>Tropites subbullatus.</i>		Rauchwacken und Dolomitbänke.
Zone des	{	Myophorienmergel.
		Gervillienbank.
		Myoconchenmergel.
		Tuffsandsteine.
<i>Trachyceras aonoides.</i>		Plattenkalke.

Liegendes : ladinische Esinoschichten.

Mit Schluss der unterkarnischen Zeit erfolgte eine Regression des Meeres bis zum völligen Ablauf; dies führte in den zurückgebliebenen Lagunen zur Bildung von Rauchwacken und Gips. In andern Gebieten, wie in Raibl, macht sich hier wenigstens ein Sinken des Meeresspiegel

geltend. Die auf so ausgedehnte Gebiete paläontologisch und petrographisch nachgewiesene Bewegung darf wohl ohne weiteres als stratigraphisch gültig für unser Gebiet angenommen werden, da die Entfernung relativ klein ist. Unsere Gipslager werden zeitlich denjenigen östlich vom Comersee entsprechen und repräsentieren die kontinentale Fazies mit Beginn der Zone des *Tropites subbullatus*. Das Äquivalent für die im Liegenden folgende Zone des *Trachyceras aonoides* müssen wir nun notwendigerweise in den Tonen, Mergeln und Kalkschiefern von Meride suchen, die petrographisch völlig mit den oberradinischen Schichten verschmelzen, eine Abtrennung also nicht erlauben. Nach Mächtigkeitsvergleichen mit der Ostlombardei mag der grössere Teil dieses 500 m umfassenden Komplexes den Wengener- und Cassianer Schichten, die oberradinischen aber schon den unteren Raibler Schichten zu parallelisieren sein. In völlig dolomitischer Fazies zeigt sich dieser Teil nach dem gegebenen Profil bei Campione; diese reicht hier also vom Beginn der anisichen Stufe bis in die Mitte der karnischen. Möglicherweise ist auch die Spitze des San Salvatore noch hierher zu rechnen. Die grosse Mächtigkeit von zirka 800 m, die der ganze Dolomitklotz umfasst, spricht eher dafür.

**b) Norische Stufe (Hauptdolomit).**

Der Hauptdolomit bildet als normales Hangendes der Raibler Schichten den zweiten schroffen Felsgrat auf der Arzo-Halbinsel, der vom Poncione bis zum Castello nördlich Tremona verläuft. Er zieht sich von dort an den Steilabstürzen gegen das Haupttal nach S, bildet die Hügel südlich Tremona (mit Ausnahme einiger Liasmützen) bis zu einer, am Südrand der vegetationslosen Felsen hinziehenden, flexurartigen Störung, die ob den Häusern von Monte Olivetto nördlich Rancate N 60° E durchstreicht. Im Dorf Arzo, im Talgrund und an den Flanken bis 500 m nördlich davon steht er wiederum an. Die Taramellische Karte von 1903 zeigt dort Rhät und Lias, bis Tremona lässt sie Raibler Schichten reichen, dafür steht Meride auf Hauptdolomit. Wir finden also ganz sonderbare Dinge in einem Gebietsteil der Karte, der als relativ gut bekannt galt. Dies lässt uns auf die Genauigkeit in den westlichen, weniger erforschten Gebieten schliessen. Auch auf der Ostseite des Tales der Laveggio tritt Dolomit wieder auf als Liegendes der dunkeln Liaskalke, schön aufgeschlossen in 500 m ü. M. an der Generoso-Bahn. Bei der Villa Aita

Castellaccio, wo die Hauptverwerfung in den See hinaus abbiegt, kommt er wieder zum Vorschein. Kleinere, aber für die Erkennung der Tektonik wichtige Stücke finden sich in der Schlucht von Melano, auf der Generoso Ostseite zwischen Alpe di Castello und Muggiasca als ausgequetschter Antiklinalkern, im Talkessel von Rovio wiederum bei der Pianca delle Tanelle als Kern der Genoroso Antiklinale, dann seltene Gyroporellen führend im Scoglio di Salera, endlich wieder bei Arogno und Campione im Hangenden der schon beschriebenen Raibler Schichten. Hier wurde er schon von REPOSSI eingezeichnet, während BISTRAM alle dortigen Dolomite dem Muschelkalk zusprach.

Die Gesteine dieses Horizontes besitzen einen ziemlich einheitlichen Charakter. Es sind fast durchwegs grob gebankte, helle, hie und da braun werdende, zuckerkörnige Dolomite mit karrigen Verwitterungsformen. Petrographisch lassen sie sich in kleinen Komplexen niemals von den unteren Dolomiten trennen, nur die Lage zu den Raibler Schichten kann entscheiden, wenn keine Fossilien vorliegen. MARIANI (7) gibt zwar eine ganze Anzahl Unterscheidungsmerkmale an, aber keines ist irgendwie stichhaltig. Der Hauptdolomit ob Campione unterscheidet sich z. B. in keiner Weise von den Salvatore Gesteinen; nicht einmal die sonst gültige Tatsache, dass in mächtigen Komplexen die anisischen und ladinischen Dolomite gut gebankte Zwischenlagen besitzen, findet sich hier bestätigt. Von den oberrhätischen Dolomiten, wie sie sich sicher im Hintergrunde der Val Solda finden, unterscheidet er sich hingegen, im Gegensatz zu BISTRAMS Angabe, relativ deutlich. Erstens ist er stärker dolomitisch, dann auch heller und viel massiger. BISTRAM verwechselt die beiden oft. Sein Conchodondolomit von Rovio, sowie im Tal des Cassone nördlich Lugano lieferte mir Hauptdolomitfossilien. An letzterem Ort grenzt er übrigens am NW-Rand mit einer Verwerfung, deren Rutschbreccie deutlich aufgeschlossen ist, an die unter-liasische Brachiopoden führenden Kieselkalke (s. S. 320). Häufig handelt es sich um grob brecciöse Dolomite, die namentlich im südlichen Gebietsteil starke Verbreitung annehmen. An der Generoso-Bahn, sowie nördlich und östlich Tremona sind die unter dem Lias liegenden obersten 10 m meist fein bis sehr grob brecciös. Hier und gegen W bis zum Fuss des Monte Pravello treffen wir an der Basis ein Gestein von verändertem Habitus. Stark tonige, grünliche Bänke mit rostbraunen Flecken wechseln mit hellbräunlichen bis rötlichen, dicht erscheinenden Dolomiten mit parallel den

Schichtflächen liegenden, grob kristallisierten Lagen und Linsen, welche im Bruche als dunkle Linien und Punkte erscheinen. Letzteres Gestein findet sich, die hellen Lagen in allen möglichen Richtungen liegend, in Blöcken in den erwähnten brekziösen Lagen, die also ein wieder durch Dolomit verfestigtes Zerfallprodukt darstellen.

Zu erwähnen sind noch die kohligen Schichten in zirka 680 m Höhe über Campione, deren Zuteilung zum Hauptdolomit als Äquivalent der tonigen, basalen Dolomitbänke mit *Worthenia Escheri* am Poncione d'Arzo wahrscheinlich ist (s. Profil S. 297).

Der Fossilgehalt zeigt sich sehr schwankend. Auf der Arzo-Halbinsel finden sich namentlich in den untersten Partien dichte Anhäufungen von *Worthenia* und andern Fossilien. Einen ausgezeichneten Fundort stellen die Schutthalden am Nordabsturz des Gipfels dar. Weitere Fundorte sind: Pass zwischen Sermonte und Castello, San Roco von Arzo.

#### Versteinerungen des Hauptdolomites:

*Worthenia Escheri* Stopp.

1912. E. KITTL: Trias Gastrop. d. Bakonyer Waldes, S. 51, Taf. III, Fig. 12-14.

*Gervillia exilis* Stopp. sp.

1903. TOMMASI: Revisione, S. 97, Taf. I, Fig. 4-9.

Fundort: Nordhang des Poncione d'Arzo häufig.

*Gyroporella vesiculifera* Gümb.

Fundort: Scoglio di Salera ob Rovio, Poncione d'Arzo, sehr selten deutlich.

#### 5. Meeresbewegungen während des ältern Mesozoikums.

a) Perm. Kontinentale Periode mit mächtigen Porphyrit- und Quarzporphyrergüssen.

b) Unter-Trias. Grosse Transgression des Campiler Meeres und Ablagerung von vorwiegend klastischen Gesteinen, Sandsteinen und Konglomeraten, daneben Dolomiten.

Unbedeutende Regression mit erneuten Konglomerat- und Sandsteinbildungen.

c) Mittel-Trias. Grösserer Vorstoss des Meeres mit Bildung diploporogener, anisischer Dolomite.

Verflachung des Meeres zur Trinodosuszeit, Bildung der Grenzbitumenzone.



Erneute geringe Vertiefung, Bildung der Meridekalke und des Schlerndolomites.

d) Ober-Trias. Vollständiger Rückzug des Meeres und Bildung der lagunären, oberkarnischen bunten Raibler Schichten. Grosse Transgression des Hauptdolomites.

Herauswölbung und ungleicher Abtrag der norischen Sedimente, lokal bis O, in rhätischer Zeit.

### 6. Vergleich der Luganeser Trias mit einigen andern Gebieten.

Im Anschluss an obige Vergleichstabelle möchte ich zunächst die faziellen Verhältnisse des Südtessiner-Trias zur Ostlombardei, also dem Gebiet zwischen Como- und Iseosee besprechen und gestützt darauf Vergleiche mit den nächstgelegenen Stücken ostalpiner Trias in Graubünden vornehmen, Lenzerhorn-Ducangruppe in Mittelbünden, Lischannagruppe und Münstertaler-Dolomiten im Unterengadin. Bei den bedeutenden horizontalen Entfernungen der verschiedenen Sedi- mentgebiete beschränke ich mich dabei auf die allgemeinen Züge, die auf längere Strecken konstant bleiben. Es wurden dazu die Arbeiten von HOECK, dann namentlich von SPITZ und DYRHENFURTH benützt. Für die Parallelisierung mit dem deutschen Muschelkalk verwende ich die Angaben SALOMONS in der « Adamellogruppe » für die Muschelkalk-Keuper, die von RASSMUS für die anisisch-ladinische Grenze.

#### a) Perm - Unter-Trias.

Von 20 m westlich vom Luganersee steigt die Mächtigkeit dieses vorwiegend klastischen Komplexes in unserm Gebiet lokal bis auf 120 m, erreicht in den Bergamaskeralpen nach PORROS<sup>1</sup> Profilen 1000 bis 1500 m, im Engadin zirka 500 m.<sup>2</sup> Im Gegensatz zu den übrigen Gebieten treten in unserer westlichen Lombardei nur obere, transgredierende Campiler Schichten auf; in der mächtigen Serie jener Gebirgszüge findet sich sowohl der gesamte Buntsandstein, als auch permischer Verrucano vertreten. Mächtige Porphyrite mit mehr untergeordneten Quarzporphyregüssen bilden die Basis am Luganersee, ausschliesslich Quarzporphyrdecken liegen auf den Glimmerschiefern der Bergamaskeralpen. Die Lenzerhorn-Ducangruppe Mittelbündens weist in ihrem Verrucano be-

<sup>1</sup> C. PORRO. Alpi Bergamasche : Carta geologica Milano. 1903.

<sup>2</sup> Die Mächtigkeiten sind zum Teil nach Zahlenangaben, wo solche fehlen, nach den Profilen bestimmt.

Vergleichstabelle für verschiedene Triasgebiete (von S nach N).

Stufen	Tessiner Kalkalpen	Südalpen	Graubünden			Ibergerklippen nach QUEBEAU	Helvetische Trias	Kontinentale Trias
			Lenzerhorn-Ducangruppe	Lischannagruppe	Münstertalbasis und Schollen			
			zum Teil nach A. SPITZ und G. DYRENFURTH					
Lias	Transgrediert auf reduziertem Hauptdolomit	Unter-Lias-Kalke	Transgrediert am Erzhorn auf wenig mächtigen Hauptdolomit	Transgrediert auf mächtigem Hauptdolomit	Fleckenmergel und Kalke	Fleckenkalk, bunter Krinoidenkalk	Lias oder Dogger transgrediert	
Rätisch	Fehlt	Riffkalke Conchodondolomit Fossilreiche Kalke und Mergel	Fehlt in der Lenzerhorn- kette	Helle Lithodendron- kalke und schwarze Mergelschiefer der Ducangruppe	Fehlt	Kössener Schichten. Schwarze Plattenkalke und Schiefer. Rötliche-graue Kalke und Schiefer Kalkig-dolomitisches Grenz- niveau	Graue Kalke mit <i>Avicula contorta</i> , etc. (nur in Blöcken)	Oberer Keuper ≡ Rätisch
Norisch	Meist heller, seltener grauer- schwarzer Hauptdolomit lokal sehr fossil- reich	Hauptdolomit Dachsteinkalk Kornlankalk	Hellgrauer-dunkler Hauptdolomit mit zahlreichen Bivalven	Grauer-schwarzer, grob- gut gebankter Hauptdolomit, relativ fossilreich		Hellgrauer, zuckerkörniger Hauptdolomit	Steinmergelkeuper	
Karnisch	Rauchwacken, Dolomite, bunte, meist rote Dolomitmergel und Sandsteine, Gips	Rauchwacken, Gips, Dolomit, bunte Mer- gel, etc.	Dolomite, bunte Tonschiefer Rauchwacken, Sandsteine, Gips	Dolomite, Rauchwacken Sandsteine, Gips, Quarzporphyr, Primärbreccien		Gips, -Rauchwacken, san- dige, dunkle, selten röt- liche Mergel, Dolomite	Gipskeuper	
Ladinisch	Heller, seltener dunkler bituminöser Schlierdolomit Biancane Kalke, Kalkschiefer und Mergel ≡ Obere Meridekalke	Heller Dolomit und Kalk Mergelkalk mit Myo- phorien Tuflsandstein Plattenkalk	Dunkler, klotziger- gut gebankter Dolomit Wettersteindolomit	Wettersteindolomit mit Diploporen (vorwiegend dunkle Farben aufweisend)	Diabas und Taufe, Fossilführende Plattenkalke der P. Umhrailgruppe		Lettenkohle	
	Dolomitbank Untere Meridekalke	Cassianer Schichten					Hauptmuschelkalk	
	Dolomite mit Hornsteinknollen, to- nige Dolomite, etc., mit Zwei- schalern, Brachiop., Gastrop.	Wengener Schichten	Mächtige Masse von schwarzem, plattigem Kalk mit Siphonien, Bivalven, Gastropoden, etc. Gelblich-rötliche Kalkschiefer Schwarze, Horstein führende Knollenkalke und Dolomite mit Brachiopoden	Rötliche oder schwarze Kalkschiefer, wech- selnd mit dünn ban- kigem Dolomit		Diploporenkalk mit Gastro- poden	Anhydritgruppe	
	Grenzbitumenzone mit Cephalopoden, Zwei- schalern, Vertebraten, etc.	Buchensteiner Schichten	Bänke von lichtig Encrinuritdolo- mit mit <i>Spirigera trigonella</i> , <i>Spirif. fragilis</i> , <i>Terebratula vul-</i> <i>garis</i> , etc.	Rötliche oder schwarze Kalk- schiefer wechselnd mit oben dunklen, unten hel- leren, gelben Dolomiten (selten ganz dolomitisch)		Dunkle Kalke mit Kiesel- knollen	Oberer Wellenkalk mit Schaumkalk	
Anisisch	Dunkler, bituminöser, selten heller Men- doladolomit	Trinodosus Schichten		Eisendolomit mit <i>Spirigera trigonella</i> Rhyneh. cfr. <i>decurtata</i> , etc. Dunkle Kalkschiefer und Do- lomite		Blauschwarze Kalke, oft ver- kieselt mit Brachiopoden	Unterer Wellenkalk ≡ Wellendolomit	
	Dunkle Plattendolomite	Brachiopodenkalk						
Skythisch	Konglomerate, Sandsteine und Dolomite mit Ober-Campiler Fossilien	Gracilis Schichten	Gelbliche Quarzite, Quarzschiefer und Konglomerate	Gelbe Quarzite und Quarzschiefer Sericitische Quarzite und Arkossandsteine, selten mit größern Geröllern		Nicht beobachtet	Quarzit Verrucano- schiefer und Konglomerat	Buntsandstein
Perm	Porphyrite und Quarzporphyr	Mächt. Verrucano-Konglom. Quarzporphyr	Verrucanokonglomerat mit Quarz- porphyrlagen				Zechstein Rotliegendes	

deutende Massen von Quarzporphyr auf, welche im Unterengadin vollständig fehlen. Hand in Hand damit geht die Zusammensetzung der klastischen Gesteine, indem in letzterer Gegend die sonst massenhaften Porphyrgerölle fast vollständig verschwinden.

Die Abgrenzung der beiden hier vereinigten Komplexe ist übrigens noch sehr problematisch, nur auf petrographische Merkmale begründet, indem Konglomerate dem Perm, die im allgemeinen am Oberrand sich einstellenden Sandsteine der Trias zugewiesen wurden. Bezeichnend erscheint HOECKS<sup>1</sup> Bemerkung « wo Verrucano auftritt, fehlt Buntsandstein. » Nach den Erscheinungen in der Westlombardei, wo Buntsandstein transgrediert und in sehr grob-konglomeratischer Ausbildung auftritt, muss konsequenterweise der gesamte obere Teil jener Serie, gleichgültig wie petrographisch ausgebildet, der Unter-Trias zugewiesen werden. Campilerfossilien wurden von PORRO an einigen Punkten der Bergamaskeralpen nachgewiesen, im Engadin sind sie völlig unbekannt.

Eine untere Rauchwacke als durchgehender Horizont fehlt in allen hier in Betracht gezogenen Gebieten (57, 13)<sup>2</sup>.

**Zusammenfassung.** — Die Westlombardei zeigt in Bezug auf obigen Schichtenkomplex grosse Selbstständigkeit; die Lenzerhorn-Ducangruppe schliesst sich recht eng an die Bergamaskeralpen an, während das Unterengadin stärker abweicht.

b) **Muschelkalk i. w. S.**  
(Anisische + ladinische Stufe.)

Die *Mächtigkeit* dieser Serie steigt von 6 bis 700 m am Luganersee auf 1000 bis 1100 m in der Grigna (57). Weiter im Osten, in der Val Camonica gibt sie TILMAN<sup>3</sup> in seinem Profil auf 1100 m an. Die Mächtigkeiten bis zu 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> km in PORROS Profilen sind vermutlich übertrieben. Im Marmolatagebiet im Südtirol kommt SALOMON (63) auf mindestens 1000 bis 1100 m, wobei in dem 8 bis 900 m erreichenden Komplex der Marmolatakalke eventuell die Cassianer Schichten nicht inbegriffen sind. Die geringen Schwankungen scheinen

<sup>1</sup> H. HOECK. Das zentrale Plessurgebirge. *Ber. d. nat. Ges. Freiburg i. Br.* Bd. 16. 1906.

<sup>2</sup> A. SPITZ und G. DYRHENFURTH. Ducan-Plessurgebirge usw. *Eclogæ geol. Helv.* 1903.

<sup>3</sup> N. TILMAN. Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik der Trias des Monte Guglielmo. *Zeitschr. d. d. geol. Ges.* 1909.

dem verschiedenen Anteil an Eruptivprodukten der ladinischen Stufe zuzuschreiben sein. Die Lenzerhorn-Ducangruppe zeigt noch Mächtigkeiten von 7 bis 900 m, im Münstertal scheint sie in normalen Profilen 400 m nicht mehr zu erreichen. Die 700 m Mittel-Trias die Lischanagruppe sollen nach SPITZ und DYRHENFURTH tektonisch zusammengestaut sein.

Ueberall in den Südalpen, wo eine scharfe Trennung der beiden Stufen vorgenommen werden konnte, hat sich der anisische Anteil als recht bescheiden erwiesen und bleibt zudem relativ konstant auf weite Strecken. In der Marmolata (63, S. 15) erreicht die untere Mittel-Trias 150 bis 200 m, ebensoviel nach LEPSIUS (6) im westlichen Südtirol, steigt im Adamellogebiet nach SALOMON<sup>2</sup> bis 300 m, beträgt in der Grigna 150 bis 160 m, am Luganersee endlich 120 bis 40 m. Auffällig erscheint die rasche Reduktion, die auf der San Giorgio-Halbinsel eintritt und wohl einer Transgression der Basis nach kurzer Festlandsperiode zuzuschreiben ist, eine Meeresbewegung, wie sie an verschiedenen Punkten der Südalpen konstatiert wurde (22, S. 262).

Weitaus der Hauptteil entfällt hierbei auf die Gracilisschichten. Brachiopodenkalk mit 3 bis 4 m und Trinodosuschichten mit 25 bis 30 m bleiben konstant in der Grigna, beide zusammen umfassen im Adamellogebiet (SALOMON, S. 391) 20 bis 30 m, sind nach LEPSIUS auch im westlichen Südtirol wenig mächtig. Die Angabe TILMANS, dass die anisische Stufe bei Castel Bertina in Val Camonica zirka 700 m umfasse, woran die Gracilisschichten mit 600 m beteiligt seien, klingt nach obigen Angaben sehr unwahrscheinlich, da zudem der sonst recht mächtigen ladinischen Stufe nur noch stark 300 m zukommen. Er beruft sich in seiner Stratigraphie auf den Fund von *Plicigera Spirigera (Retzia) trigonella* und *Terebratula vulgaris* durch SALOMON und VIGO, die aber tatsächlich garnicht von der Bergspitze stammten (SALOMON, S. 249 u. 385). Schon SALOMON sagte übrigens, dass die « ungeheuerliche Zahl von 630 m » für die Kalke in jenem Profil wohl dadurch zu erklären sei, dass sie zum Teil ladinischen Schichten entspricht.

Die lithologischen Verhältnisse der Westlombardei zeigen in manchen Punkten bedeutende Abweichungen von der bekannten normalen lombardischen Fazies, die in einen untern Komplex dunkler Kalke und Schiefer und einen obern meist heller Esinodolomite und Kalke zerfällt. Die im Osten fast immer kalkigen Gracilisschichten werden schon in der Grigna

<sup>2</sup> SALOMON. Die Adamellogruppe. *Abhand. k. k. R.-A.* Bd. 21. 1908.

teilweise, am Luganersee vollständig dolomitisch, behalten aber den plattigen Habitus und die dunkle Farbe. In dolomitischer Fazies, als Mendoladolomit, treten auch die Brachiopodenkalke und schwarzen Prezzokalke (Trinodosusschichten) der östlichen Lombardei auf. Es deutet dies wohl darauf, dass im Westen die geringe Meerestiefe andauerte. Auffällig erscheint, dass Kalk und Dolomitfazies dieselbe Mächtigkeit besitzen. Es beweist dies gleich rasches Sedimentationstempo und zusammen mit den häufigen Kalkalgen, dass wir nicht ein steilgeböschtes Korallenriff, sondern Diploporensediment in einer Flachsee vor uns haben.

Die Grenzbitumenzone, die eine auf die Luganeser-Trias beschränkte Lokalfazies der obern Trinodosuszone darstellt, entspricht einer allgemeinen Rückzugsphase des Meeres, die im Vizentinischen stellenweise zur Bildung von Konglomeraten führte (22, S. 266).

Die ladinische Stufe, in welcher allgemein der zum grossen Teil durch die Eruptionen und ihre Verschwemmungsprodukte bedingte Fazieswechsel ein Maximum erreicht, bewahrt im Verhältnis von Salvatore-Dolomit gegen Meridekalke auch in unserem Gebiet ihren Charakter. Es fehlt die ostlombardische Deckplatte der Esinoschichten. Ein Relikt mit ungefähr Wengeneralter stellt das dünne Dolomitband am San Giorgio dar. Unsern untern Meridekalken fehlen zum Unterschied von typischen Wengenerschichten die Tuffsandsteine. In der Grigna treten schwarze Plattenkalke und Schiefer als Perledo-Varennakalke schon im Niveau der Trinodosusschichten auf und reichen bis in Wengenerschichten. Der Salvatore zeigt eine vollständig dolomitische Serie, wie wir sie in gleicher Ausbildung erst am Schlern bei Bozen wieder treffen.

In der östlichen Lombardei, in der Val di Scalve und Val Camonica treffen wir die ausgeprägte Zweiteilung der Mitteltrias, schwarze, gutgebankte bis schiefrige, homogene bis knollige Kalke überlagert von den Esinoschichten. Letztere erreichen im Gebiet des Adamello (SALOMON, S. 400), 300 m Mächtigkeit, können infolge Vertretung unterer Horizonte variieren. Im westlichen Teil, wie bei Breno im Oglialtal, überwiegen in ihnen Dolomite, gegen Osten Kalke. In den « Alpi Bergamasche » bezeichnet PORRO das Gestein als Dolomia di Esino, es scheint also dort Dolomit vorzuherrschen. Der Horizont der dunklen Kalke reicht oft in die Wengenerschichten hinein, wie der Fund von *Daonella Lommeli* durch LEPSIUS (6, S. 317) beweist.

Ein Vergleich mit der Mitteltrias der Lenzerhorn-

Ducangruppe lässt auffallende Analogien mit den östlichen Bergamaskeralpen erkennen. Es tritt wieder die Trennung in einen untern Kalkkomplex und ein höheres Dolomiteniveau auf. Nur an der wenig mächtigen Basis erscheinen dolomitische Schichten, wie sie für die Westlombardei charakteristisch sind, aber auch im Adamellogebiet nicht fehlen (Colombine-Fazies SALOMONS, S. 389). Weitaus die Hauptmasse der schwarzen Plattenkalke rechne ich, wie die Tabelle zeigt, zur ladinischen Stufe. Daraufhin weisen schon die Mächtigtkeitsvergleiche mit den Südalpen, wo ja ziemlich konstant nur  $\frac{1}{6}$  der gesamten mittleren Trias zur anisischen Stufe gehört. Stark 500 m entfallen nun im Ducan auf die Kalke, nur 150 m auf den Wettersteindolomit. In der Lenzerhorngruppe umfasst letzterer 350 m bei gleichzeitiger Reduktion der Kalkmasse, was in Analogie zur Lombardei auf horizontale Vertretung schliessen lässt. Auf obige stratigraphische Schlüsse hin weisen auch die paläontologischen Funde im basalen Encrinitendolomit. SPITZ und DYRHENFURTH führen daraus an: *Spirigera trigonella* Schloth. sp., *Terebratulula vulgaris* Schloth., *Spiriferina cf. fragilis* Schloth. sp., *Encrinus liliiformis* Schloth. Die Fauna entspricht wohl den südalpinen Brachiopodenschichten, eventuell sind darin auch noch die ebenfalls immer wenig mächtigen Trinodosuschichten enthalten. Die Hornsteinknollen des darüber liegenden Gesteins erinnern lebhaft an Buchensteinerschichten. Auf alle Fälle darf nur ein minimaler Teil der Kalke im Hangenden noch zur anisischen Stufe gerechnet werden. Die Brachiopoden, von denen einzelne noch etwas höher gehen, schliessen diese Parallelisierung durchaus nicht aus, hat doch schon SALOMON (63) nachgewiesen, dass einzelne der Muschelkalkformen bis in die Wengenerschichten hinauf reichen. Dasselbe ist ja auch in unserem Gebiete der Fall. Dass die Zukunft noch weitere faunistische Beziehungen klarlegen wird, zeigen die Funde von *Ptychites*, *Fischschuppen*, sowie die Erwähnung zahlreicher unbestimmbarer Fossilreste durch SPITZ und DYRHENFURTH. Im Wettersteindolomit herrschen dunkle Farben weitaus vor, während die südalpinen Esinodolomite meist hell erscheinen.

Der Muschelkalk der Münstertaler Basis zeigt, bei völligem Fehlen von Versteinerungen, ausser Diploporen und geringer Mächtigkeit (s. oben) auch abweichende Gesteinsausbildung. Dolomite nehmen den Grossteil des ganzen Komplexes zwischen Unter- und Ober-Trias ein, nur im untersten Teil zeigt sich ein Wechsel von Kalk- mit Dolomitbänken.

Eine Zwischenstellung scheint der Lischannagruppe zuzukommen, die im Eisendolomit mit Brachiopoden wie *Rhynchonella cf. decurtata* und der bedeutenderen Masse Kalkschiefer an der Basis des Wettersteindolomits an die Ducan-Trias erinnert. Die grosse Mächtigkeit wird durch tektonische Einflüsse bedingt, wie SPITZ und DYRHENFURTH angeben. Die reduzierte Mächtigkeit und die rötlichen und schwarzen Kalkschiefer, die mit Dolomiten wechsellagern, stimmen mit der Münstertaler-Trias überein.

**Zusammenfassung.** — Die Mittel-Trias der Westlombardei zeigt starke Abweichungen gegenüber der Ostlombardei, geht aber kontinuierlich in diese über. Die Ducan-Lenzerhorngruppe lässt wieder, wie in der Unter-Trias, nähere Beziehungen zur östlichen Lombardei erkennen als diese bei gleicher Distanz zur Westlombardei. Die Mittel-Trias der Münstertaler Basis weicht stark von der der übrigen Gebiete ab, sie muss im ursprünglichen Sedimentationsbecken nördlich der Ducan-Lenzerhorngruppe gelegen haben. Nahe steht ihr die Lischannagruppe, die aber schon etwas südlicheren Einschlag zu zeigen scheint.

Die Annahme einer Trennung der Gebiete in E-W verlaufende Becken durch Inselzüge oder gar durch ein Gebirge, hat weder für die Unter- noch für die Mittel-Trias irgend welche Berechtigung. Ganz lokal mögen, wie die Primär-Breccien im Schliningtale vermuten lassen, einzelne Teile vorübergehend als Inseln über den Wasserspiegel emporgereicht haben. Der Gehalt fast aller Gesteine an Diploporen beweist, dass nur geringe Tiefen erreicht wurden.

#### c) Raibler Schichten.

Ein Vergleich mit den ostlombardischen Raibler Schichten wurde schon im stratigraphischen Teil vorgenommen (s. S. 75). Ihre Ausbildung am San Giorgio schliesst sich noch ziemlich eng an jene an und entspricht der reinen Mergelkalkfazies ohne Tuffsandsteine, der normalen Entwicklungsweise nach DEECKE<sup>1</sup>, unterscheidet sich durch das Fehlen von Fossilien. Nur einzelne Fische scheinen noch aus diesem hohen Niveau zu stammen. Ueber dem marinen untern Teil folgen in der ganzen Lombardei lagunäre Bildungen. Ab-

<sup>1</sup> DEECKE. Beiträge zur Kenntnis der Raibler Schichten in den lombardischen Alpen. *N. Jahrb. f. Min. usw. Beil.* Bd. III. 1885.

weichend von den Bergamaskeralpen finden wir nun noch die Zone des *Trachyceras aonoides*, die untere Hälfte, in rein dolomitischer Ausbildung, so dass bei dem völligen Fehlen von Fossilien die Möglichkeit einer Trennung von ladinischen Dolomiten ausgeschlossen ist.

Dieselbe Ueberlegung nötigt uns, die obern Bänke des Wettersteindolomites im Engadin noch der karnischen Stufe zuzusprechen, denn nach einigen, den Uebergang vermittelnden Dolomitbänken beginnt auch dort sofort die Kontinentalphase in genau derselben Ausbildung wie am Luganersee. Lokal treten an der Basis Dolomitbänke oder auch plattige, schwarze Kalke mit Fossilien auf. Von den drei sicher bestimmten und auf ein Teilniveau beschränkten Formen finden sich *Gonodon Mellingi* Hauer und *Myophoria fissidentata* Wöhrm. in den Myophorienmergeln der lombardischen Raibler Schichten und den Cardita Schichten s. str. der Nordalpen, also in Schichten, die dem obersten Teil der Zone des *Trachyceras aonoides* angehören. Weiter treten jene zusammen mit der dritten Spezies *Gervillia Bouéi* Hauer, im Opponitzerkalk der nordalpinen Lunzer Schichten und den Torer Schichten bei Raibl auf, die schon in die höhere Zone des *Tropites subbullatus* hineingehören. Wir befinden uns also auch hier im Engadin sicher noch nicht an der Basis der karnischen Schichten. Diese muss noch im Wettersteindolomit liegen. Das Auftreten von nordalpinen Gebieten sonst fremden Eruptivlagen im Unterengadin erinnert an das Melaphyrlager des Schlern.

Lombardische Raiblerschichten und Carditafazies in den westlichen Ostalpen zeigen genau dieselbe Zweiteilung, entsprechend einem oberkarnischen, völligen Rückzug des Meeres von W nach E. Hier hielt dann marine Sedimentation ununterbrochen die ganze Stufe hindurch an. Die geringste Tiefe des Meeres lag also im Westen. In dieser westlichen Randzone, den Engadiner Dolomiten und der Luganenser Trias führte dies schon in unterkarnischer Zeit zur Bildung von Dolomit.

**Zusammenfassung.** — Während bis und mit der ladinischen Stufe die Zonen ähnlicher Fazies innerhalb unserer Vergleichsgebiete ungefähr N-S-Richtung innehielten, macht sich nun eine Abänderung nach NE bemerkbar, indem die Engadiner karnischen Sedimente, die untereinander keine wichtigen Differenzen erkennen lassen, nicht mehr Analogien zu den Bergamaskeralpen, sondern zur Westlombardien



aufweisen. Die Gebiete gleicher Fazies innerhalb dieser Gebiete ostalpiner Trias sind also durchaus nicht an EW verlaufende Zonen gebunden, im Gegenteil zeigt sich in dieser Richtung rascherer Wechsel als senkrecht dazu.

*d)* **Hauptdolomit.**

In Südtirol und in den Bergamaskeralpen handelt es sich hier um einen 1000 bis 1200 m Mächtigkeit einhaltenden Komplex. Im Gebiet des Luganersees und weiter im Westen zeigt er sich infolge subaërischer Abtragungen im Rhät, die im Gefolge tektonischer Bewegungen einsetzen, oft bis auf Null reduziert. Petrographisch und faunistisch herrscht Uebereinstimmung mit dem hellen südalpinen Hauptdolomit, nur an der Basis treten braune bis schwarze, oft reich fossilführende Lagen auf.

Im Engadin weisen die in Betracht kommenden Gebirgsgruppen ebenfalls relativ reichen Fossilgehalt auf. Im Ducan treten neben dunklen noch so helle Gesteinstypen auf, dass ich sie nicht von südalpinen unterscheiden könnte. Im Münstertal überwiegen dunkelgraue Farben bei guter Bankung. Zur Annahme getrennter Sedimentationsbecken liegt auch hier kein Grund vor. Die mit Nord- und Südalpen übereinstimmende Mächtigkeit des Engadiner Hauptdolomites spricht für ein einheitliches Ablagerungsbecken. Mit dem dolomitisch-kalkigen, norisch-rhätischen Grenzniveau der Münstertaler Trias schiebt sich ein Glied ein, das an Dachsteinkalk erinnert.

*e)* **Mariner und kontinentaler Keuper.**

Während der östliche Teil von Ost- und Südalpen noch rein marinen Keuper zeigt, ragte im Westen dieser Gebiete karnisches (= unterer Keuper) Land in das Gebiet ostalpiner Fazies hinein. Nicht um eine zentralalpine karnische Insel, noch viel weniger um ein Gebirge kann es sich hier handeln, sondern lediglich um eine südliche Fortsetzung des nord-europäischen Festlandes. Auf diesem gelangten in dem die ostalpine Trias nach N fortsetzenden Gebiet der Klippen die kontinentalen Raiblerschichten, in der penninischen und helvetischen Zone die Basis der Quartenschiefer, in der germanischen Trias etwa der Gipskeuper zur Ablagerung. Nirgends treffen wir in den verschiedenen Zonen marine Raiblerschichten und dies zwingt uns zur Annahme eines

direkten Zusammenhanges dieser Kontinentalmassen. Auf diese Emersion mit Schluss des obern Muschelkalkes folgte für die südlichsten Teile wieder eine Submersion. Der marine Hauptdolomit transgrediert über die lagunären-kontinentalen Raiblerschichten. Die bedeutende Mächtigkeit des Hauptdolomites bei gleichbleibender Seichtmeerfazies (mit Gyroporellen) nötigt zur Annahme einer kontinuierlichen Senkung, mit der die Sedimentation Schritt zu halten vermochte. Da der grössere, nördliche Teil des oben erwähnten Kontinentes von der norischen Ueberflutung nicht mehr erreicht wurde, ist die Absenkung des Landes, die diese veranlasste, ungleichmässig, um eine nördlich liegendes Scharnier vor sich gegangen. Das vorliegende Land blieb flach, wenig über dem Meeresniveau. Die norischen Sedimente zeigen nicht klastischen Charakter und kurzphasige, marine Ueberflutungen machen sich ja gelegentlich auch im deutschen Keuper geltend. In der Zone der lepontinischen Decken (Rhätische, Klippen- und Brecciendecke) scheint sich der Uebergang zum völlig kontinentalen Keuper vollzogen zu haben. Wenn die Iberger Klippe mit mächtigem Hauptdolomit derselben tektonischen Einheit angehört wie die *Préalpes médianes*, wo er nur durch einige Dolomitbänke zwischen Keuperlagen vertreten ist, vollzog sich die erwähnte Absenkung etwas schief zur Streichrichtung der Alpen um eine Axe mit ENE-Richtung. In den Schamser Decken, die schon im penninischen Gebiet der Bündner Schieferzone liegen, zeigt WELTERS<sup>1</sup> Serie 3 folgendes: Ueber gelbem Dolomit, der wohl auch stratigraphisch genau dem Rötidolomit (Mitteltrias) der helvetischen Fazies entspricht, treten Rauchwacken, Gips, bunte Tonschiefer und Sandsteine auf. Im Hangenden folgt Liasschiefer mit Belemniten. Der Keuper weist also wie im Quartenschiefer des helvetischen Gebietes schon ganz kontinentale Ausbildung auf.

### 7. *Trias-Jura Grenze.*

Im ganzen Aufnahmegebiet schliesst die Trias mit dem Hauptdolomit ab. Rhätische Ablagerungen fehlen vollständig, und der Lias ruht transgredierend auf der norischen Stufe. Für die Punkte Saltrio und Arzo ist diese Erkenntnis nicht neu. PARONA erwähnt zuerst ihr Fehlen, macht aber keine Angaben, ob tektonisch oder primär. Transgredierende Ueberlagerung von Lias auf Dachsteinkalk (norisch + rhätisch?)

<sup>1</sup> O. A. WELTER. *Stratigraphie und Bau der Alpen zwischen Hinterrhein und Safiental. Eclogæ geol. helv.* Bd. X.

nehmen in den zitierten Arbeiten an : SCHMIDT, v. BISTRAM, A. HEIM. Nach TARAMELLI (15 u. 16) geht durch das ganze Gebiet die zweigliedrige Rhätzone, sowohl im südlichen Teil als auch in tektonisch schwer möglichen Situationen im Generosogebiet, das schon von BISTRAM und REPOSSI ganz dem Lias zugewiesen wurde. Dabei konnten allerdings nur petrographische Gründe den Ausschlag geben. TARAMELLI gibt im « Ticino meridionale » bei Saltrio noch *Conchodon infraliasicus* an (S. 192), wo nach den neuen Angaben MARIANIS Hauptdolomit mit *Worthenia Escheri* ansteht! Letzterer hat also den direkten Kontakt von norischer Stufe und Lias nachgewiesen, nimmt aber als Grund eine Verwerfung an, die er parallel den Schichtflächen einzeichnet mit 30° S-Fallen, womit sie also den Charakter einer grossen Ueberschiebung bekäme.

Bei Arzo und Tremona, wie auch an zahlreichen Punkten am Westfuss des Generosomassivs lässt sich der transgressive Charakter des Lias leicht erkennen. Erstens zeigt die Unterlage ausserordentlich schwankende Mächtigkeiten, die als Folge einer in rhätischer Zeit eingetretenen Erosionsphase gedeutet werden müssen. Querbrüche zur Erklärung dieser Niveaudifferenzen sind angesichts der regelmässig an der Basis durchziehenden Raiblerschichten ausgeschlossen, und am Kontakt lässt sich an beliebig vielen Stellen, schön aufgeschlossen, das Fehlen jeder tektonischen Störung nachweisen. Dasselbe beweisen auch die paläontologischen Befunde. An der Strasse Tremona-Meride fand ich 10 m unter der Kontaktfläche noch eine *Worthenia Escheri*. Südwestlich, am Hang unter dem Promontorio di San Rocco ob Arzo zeigte sich in den schwach nach Süden einfallenden Dolomiten ein weiteres Exemplar, in Schichten, die mehr als 100 m über den Liaskalken anstehen.

Wir befinden uns hier am Westrand der unter-liasischen Bucht von Tremona, wo der jetzt wieder orographisch hervortretende Grat schon zu jener Zeit einen Höhenrücken bildete. Bei Arzo besass er wohl 200 m Höhe, verlief dann flach nach W gegen Saltrio. Der Hauptdolomit, auf dem das Dorf z. T. noch steht, umfasst hier 400 m Mächtigkeit, unter den Marmorbrüchen und beim Castello bei Tremona kaum 100 m. Nach E zeigt sich hiernach eine tiefe Depression, die zu parallelen Gesteinen der östlichen Talseite hinüberführt. Dieses recht wechselvolle präliasische Relief wurde durch die folgende marine Transgression nicht eingeebnet, weil es sich ja heute noch rekonstruieren lässt, sondern sukzessive

mit neuen Sedimenten erfüllt, an den tiefsten Stellen, die zunächst zu Meeresbuchten wurden, natürlich zuerst.

Die Art der Auflagerung, die Ausbildung der Gesteine, könnte kaum irgendwo deutlicher für transgressive Ueberlagerung sprechen. Metertiefe, unregelmässige Spalten, Schrunden und Gräben durchziehen hier die schon im Grossen unebene, rhätische Landoberfläche, und verleihen ihr ganz den Charakter eines rezenten Karrenfeldes. Die Brandung des Liasmeeres wird die Reinigung und Ausspülung der ursprünglich die Unebenheiten füllenden Verwitterungsrückstände besorgt haben, denn nur Spuren von *Terra rossa* finden sich im Kalk-Dolomitkontakt. Erst im höhern Hierlatzkalk selber tritt sie, die rote Flammung und homogene Rotfärbung grösserer Massen bedingend, auf. Dies zeigt uns, dass sie hier auf Einschwemmung zurückzuführen ist, womit völlig übereinstimmt, dass sie auf die Gegend zwischen Arzo, Tremona und Besazio beschränkt bleibt.

Rhät fehlt infolge dieser Strandverschiebungen auch auf der Ostseite des Sees bis Arogno. Erst in dem jetzt eng zusammengefalteten Gebiet des Sighignola wird es sich vermutlich langsam einstellen; auf der untersuchten Nordwestseite tritt es aber nirgends zu Tage.

Sicher rhätische Schichten treten an der Nordseite des Monte Bré auf, wo sie fast ganz am Grunde des Cassone-Tobels N 72° W durchstreichen. Am Weg Aldesago-Cureggia finden sie sich fossilführend aufgeschlossen in folgendem Profil:

1. Glimmerschiefer.
2. Heller, oft brecciöser Hauptdolomit, in den obern Regionen gut gebankt, enthält selten *Gervillia exilis* Stopp.sp.
3. Schwarze, dicht erscheinende, gelblich auswitternde Kalke mit Mergelzwischenlagen, diese mit massenhaften, aber meist schlechten Exemplaren von *Dimyodon intusstriatum* Emm. sp., mit *Cardita austriaca* Hau. usw.

Bei Castagnola, an der Südseite des Monte Bré, sind eventuell diese Schichten zwischen 2 und 4 tektonisch ausgequetscht.

4. Dunkle bituminöse oder helle, körnige Dolomite, gut gebankt, wie 3 nur zirka 15 m mächtig.

5. Rascher Uebergang in grauschwarze, tonige Plattenkalke mit Hornstein in Knollen oder Bändern, enthalten seltene Nester von Brachiopoden, Zweischalern und Krinoiden.

6. Feinkörnige, hell- bis dunkelgraue, massige, tonarme Kalke (Hierlatzfazies). SiO<sub>2</sub> fehlt völlig, einzelne Partien sind

brekziös, enthalten verschieden gefärbte Kalk- und Dolomittrümmer. Als weitere Einlagerung in die Kieselkalke treten bräunliche Echinodermenbrekzien auf. Diese Zone führt, namentlich ob Ruvigliano an der Strasse einzelne Anhäufungen von verkieselten Brachiopoden und Zweischalern.

7. Vorwiegend kieselarme Plattenkalke der Unter-Trias.

Dem Rhät gehören 3 und 4, dem Unter-Lias (zur Hauptsache wohl nur Hettange-Stufe) 5 bis 7 an. BISTRAM (3) sprach die Schichten 2 bis 4 dem rhätischen Conchodondolomit zu.

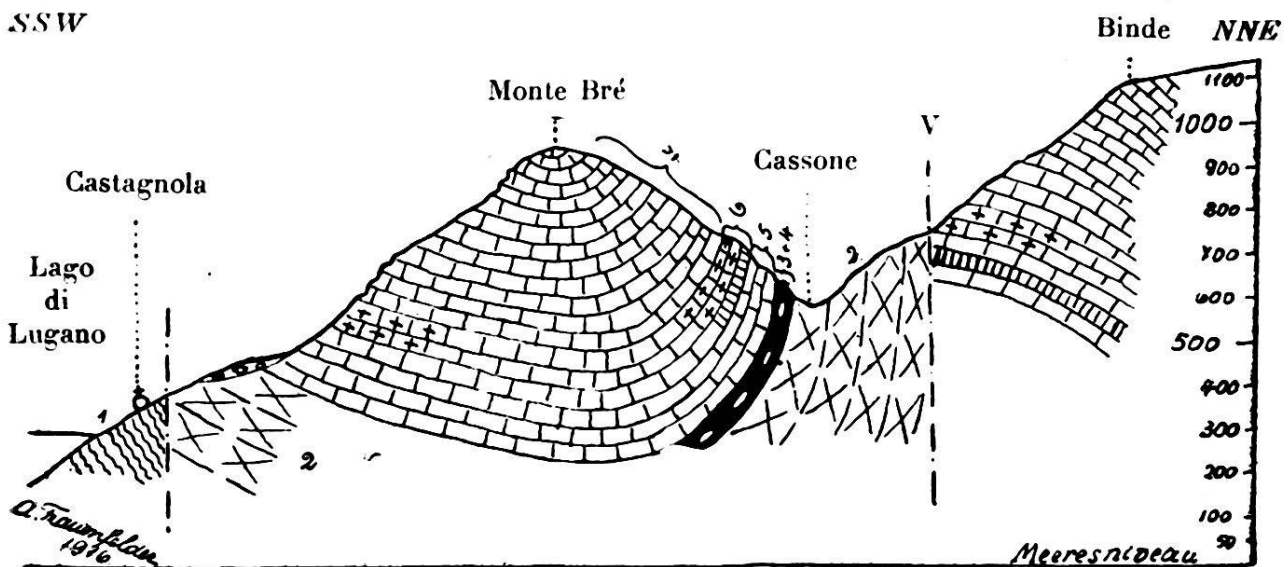


Fig. 1. — Geologisches Profil durch den Monte Bré.

Skala 1 : 25 000.

Erklärung s. Text V. Verwerfung.

Ob die Auflagerung des Rhät diskontinuierlich ist, konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Seltene Einschlüsse heller Kalkstücke in untern Rhätschichten, sowie die minimale Mächtigkeit von zirka 30 m sprechen eher für die Annahme einer kurzen Kontinentalphase.

Nach Westen hin lässt sich nach der Literatur in groben Zügen die Erscheinung weiter verfolgen. Wollten wir bei Saltrio mit MARIANI die schon erwähnte unwahrscheinliche Ueberschiebung für das Fehlen der zwischenliegenden Horizonte verantwortlich machen, ergäbe sich die natürlich unsinnige Konsequenz einer kontinuierlichen Sedimentation auf einem Höhenrücken, während gleichzeitig daneben (Arzo), 200 m tiefer, nicht nur keine Ablagerung, sondern weitgehende Erosion stattfand. An einzelnen Orten fehlt nach TARAMELLIS Karte weiter nach Westen der Hauptdolomit vollständig, so dass Lias, eventuell Rhät auf karnische Trias aufzulagern

kommt. Denn auch nach neuern Angaben von MARIANI (7) scheint sich hier wirklich Rhät wieder einzustellen, vermutlich aber nur lokal. Vom Campo dei Fiori beschreibt er folgendes Profil von oben nach unten :

Kompakte graue Kalke mit *Conchodon infraliasicus*.

Graue fossilreiche Kalke.

Schiefrige Mergelkalke.

Graugelbe Mergel mit Bivalven (bestimmt wurde nur *Cardita austriaca* Hauer).

Falls die Bestimmung richtig ist, kann es sich wohl nur um eine Vertretung des obern Rhäts handeln, denn nach den oft minimalen Mächtigkeiten des Hauptdolomites muss geschlossen werden, dass er auch hier sekundär in einer kontinentalen Phase reduziert wurde, die in diesem Fall dem untern Rhät zugewiesen werden dürfte. Nachzuweisen bliebe dann noch, ob der Lias in allen seinen Zonen vertreten wäre, oder ob seine untern Teile infolge nochmaliger Meereschwankung fehlen.

Eine sichere Bestätigung auch von MARIANIS Angaben muss wohl noch abgewartet werden, denn TARAMELLI macht 1905 Bemerkungen, welche auch an dieser Bestimmung etwas zweifeln lassen. Darnach sind die Rhätfossilien, darunter *Cardita austriaca*, die aus der Valtravaglia angegeben worden waren, falsch bestimmt und gehören nach ihm wahrscheinlich Raiblerschichten an. Er sagt (119, S. 223), dass das Rhät der Umgebung von Varese stark reduziert sei und durch die obersten Dolomitbänke unter dem schwarzen Liaskalk repräsentiert würde. In meinem Gebiet gehören diese aber ganz dem Hauptdolomit an, und dasselbe vermute ich auch für jene Gegenden, da sowohl der Hauptdolomit, als auch der Lias sehr geringe Mächtigkeit besitzen, also beide wohl genau wie am Luganersee nur teilweise vertreten sind.

Es zeigt sich in diesen Meeresbewegungen ein auffallender Zusammenhang mit der kontinentalen Trias, wo der Beginn des marinen Rhät eine allgemeine Transgression des Meeres über die subärischen Bildungen des bunten Keupers bedeutet. In einer zweiten Phase, im Unter-Lias, setzt sich diese positive Strandbewegung weiter (PHILIPPI in 38, S. 98). In den Alpen scheint die Erscheinung allerdings mehr lokal zu sein und ist zum Teil durch lokale tektonische Erscheinungen bedingt (s. Schlusskapitel über Jura). In den Nordalpen erkannte man schon lange den transgressiven Charakter der auf Dachsteinkalk lagernden unter-liasischen Hierlatzkalke.

### III. Jura und Kreide.

#### 1. Rückblick auf frühere Untersuchungen.

Zahlreich sind die Arbeiten, die wenigstens auf einen kleinen Teil des Gebietes, auf Arzo und das nahe Saltrio sich beziehen, wo die häufigen Fossilien in den zahlreichen Steinbrüchen die Forscher lockten, und stratigraphische Schlüsse ermöglichten. Auf eine Kritik trete ich erst in der weitem Behandlung ein. (Verzeichnis der ältern Autoren bei PARONA: *Brachiopodi* S. 229.)

1880, TARAMELLI (15). Er unterscheidet nur einen Lias inferiore und superiore. Ersterem gehören an Moltrasio, Arzo, Saltrio, Monte Generoso. Er beschränkt sich auf Beschreibung dieser Punkte. Genauere Altersangaben und Abgrenzungen werden nicht gegeben. Die Verwechslung mit Rhät wurde schon erwähnt.

1884, PARONA (103). In seiner Revision kommt er zum Schluss, dass bei Saltrio die Grenze von unterem und mittlerem Lias durch die fossilführenden Schichten gehe. Letzterer soll mit dem, wenige Meter über den Ammoniten führenden Schichten liegenden, Brachiopoden haltigen « Capello » beginnen, dem auch die Brachiopodenkalke von Arzo entsprechen sollen.

1892, FRAAS (85). Er vergleicht das Vorkommen direkt mit unter-liasischen Hierlatzkalken.

1894, BÖSE (78). Aus petrographischen, dann aber namentlich auch aus paläontologischen Gründen, gestützt auf Untersuchung des Brachiopodenmaterials des geologischen Museums in Pavia, kommt er zum Schluss, dass wir sowohl bei Saltrio als auch bei Arzo eine völlige Parallele zu den unter-liasischen Vorkommnissen von Hierlatz und Hindelang vor uns haben. Die Spezies lassen sich genau identifizieren.

1896, PARONA (109). Zur Stütze seiner frühern Angaben führt er Charmouthien Ammoniten von Arzo an, ein Exemplar aus einer Sammlung, ein zweites zweifelhaftes hat er selbst gesammelt. Von Arzo gibt er folgendes Profil von oben nach unten:

Kompakte Crinoidenkalke (folgt nahe unter dem Domeriano).

Kompakter Marmor mit Zweischalern, Brachiopoden (unt. Charmouthien).

Grauer kompakter, rötlich geaderter Kalk (parallel der Ammonitenzone von Saltrio).

Hauptdolomit.

Der Ammonitenhorizont von Saltrio repräsentiert die Zonen des *Pentacrinus tuberculatus*, *Arietites obtusus*, *Oxynotoceras oxynotum*.

1903, TARAMELLI (16). Er nimmt, wie in seiner frühern Arbeit, durchgehende Sedimentation mit grosser Mächtigereduktion im Rhät an. Die Kalke, Marmore und Breccien von Saltrio und Arzo erwähnt er, im Gegensatz zu den andern italienischen Geologen, im Abschnitt über Unter-Lias.

1904, MARIANI (7). Auf die Verwerfung, die das Fehlen von Rhät bedingen soll, folgt der Unter-Lias. Er übernimmt die stratigraphischen Schlüsse von PARONA, führt aber von Tremona *Aegoceras bispinatum* GEYER, der in der Hierlatzfauna häufig ist, sowie *Arieten*, an. Er glaubt also wohl, dass Tremona und Arzo verschiedenes Alter besässen. Der Domeriano soll diese Gesteine überlagern.

Die weiten Liasgebiete im Osten des Sees blieben fast ganz unbekannt, woran die Gleichförmigkeit bei enormer Mächtigkeit und das anscheinende Fehlen von Fossilien wohl die Ursachen bilden. Die einheitliche Masse dunkelgrauer Kalke mit Hornsteinbändern sollte die Vertretung der wenig mächtigen Marmore von Arzo bilden. Nur von der Generoso-Alp war eine kleine Fauna bekannt, die nach nicht näher bestimmbar *Arieten* ins Sinemurien gestellt wurde und wo P. MERIAN schon 1854 Fossilien sammelte. Während in TARAMELLIS Arbeiten neben Lias das Rhät noch in weiter Verbreitung vorkommen sollte, schrieben BISTRAM und REPOSSI das gesamte Gebiet auf Grund der petrographischen Eigentümlichkeiten ersterem zu. Das Dolomitstück ob Rovio, das REPOSSI entgangen zu sein scheint, wurde von BISTRAM unrichtigerweise dem Ober-Rhät parallelisiert. In Bezug auf die Mächtigkeit liegt nur von HEIM (95) eine ungefähre Schätzung vor; er gibt sie auf 2000 bis 3000 m an.

## 2. Lias.

### a) Hettange-Stufe.

#### α. Kieselkalke mit Breccien.

Im östlichen Gebiet, wo der untere Lias ebenfalls transgredierend auf dem durch Bitumen oft dunkel gefärbten Hauptdolomit auflagert, finden wir eine Vertretung der untersten Jurastufe, meist als dunkle, oft dolomitische, tonreiche Kieselkalke mit Hornstein. Diese enthalten über Rovio, an dem Weg, der an der « Boce » vorbeiführt, Fossilnester. Auch



braune Echinodermenbreccien und brecciöse Kalke, die hier und da in helle Hierlatzfazies übergehen, treten auf und enthalten häufig verkieselte Fossilien. In ganz riesiger Menge fand ich sie gehäuft in einem braunen, echinodermenreichen Kalk in 880 m Höhe in dem Bachriss, der von SW in die Val Scura einmündet. Der Kontakt gegen die basalen, enorm zerklüfteten Dolomite ist hier verrutscht. Zerquetschte Linsen dunkler Dolomite gehören wohl bis hierher reichendem, mitgeschobenem Conchodondolomit an. Die Bestimmung ergab folgende Spezies :

<i>Spiriferina rostrata</i> Schloth.	<i>Avicula (Oxytoma) inaequivalve</i> Sow.
» <i>Walcotti</i> Sow.	<i>Ostrea electra</i> D'Orb.
» <i>oxigona</i> Desl.	» <i>sublamellosa</i> Dkr.
<i>Rhynchonella cf. fissicostata</i> Süss.	<i>Mantellum pectinoide</i> Sow.
<i>Terebratula</i> sp. ind.	<i>Lima punctata</i> Sow.
<i>Pecten (Chlamys) valoniensis</i> Defr.	<i>Diademopsis buccalis</i> Ag.
<i>Pecten Hehli</i> D'Orb.	<i>Pentacrinus angulatus?</i> Opp.
<i>Plicatula hettangensis</i> Tqm.	<i>Millericrinus</i> sp.

Während in den untersten Bänken der Kieselgehalt noch fast fehlt, bildet er schon nach 10 m dicke Bänder. Zirka 100 m über den untersten liasischen Bänken zieht sich durch den ganzen Talkessel eine 5 bis 10 m mächtige Wand schichtungsloser, Kieselsäure freier, schwarzer Dolomite. Im Hangenden gehen sie langsam wieder in die gewöhnlichen Kieselkalke über. Schon 400 m nördlich umfasst die Zone dieser Dolomite den ganzen untersten Komplex, der Hornsteingehalt ist durchgehends hoch. Nur vereinzelte *Pecten* und *Pentacriniten* lassen sich hier noch nachweisen. Ueber diesen ganz oder teilweise dolomitischen Schichten treten nochmals Zwischenlagerungen fossilführender Breccienbänke auf, die sich auch im Bachtobel ob Giaro wiederholen. Die dunkeln oder hellen Dolomit- und Kalkstücke erscheinen oft gerollt. Die Zone umfasst bei einer Gesamtmächtigkeit von 25 m zirka zehn solcher Bänke. Die Fossilien finden sich namentlich in einer  $\frac{1}{2}$  m mächtigen dunkeln Lage auf der Nordseite der Valle dei Cugnoli in 850 m Höhe gehäuft. An Individuenzahl überwiegen hier weitaus die Ostreen. Deutlich zeigt sich hier der rasche Fazieswechsel, indem diese Fossilschicht nach wenigen m in typischen massigen, hellen Hierlatzkalk übergeht. Es handelt sich um eine Linse von wenigen Metern Dicke, die in Nestern dieselben Fossilien aufweist.

<i>Ostrea sublamellosa</i> Dkr.	<i>Plagiostoma giganteum</i> Sow.
» <i>irregularis</i> Münt.	<i>Spiriferina pinguis</i> Ziet.
<i>Avicula inaequivalve</i> Sow.	» <i>Walcotti</i> Sow.
<i>Pecten valoniensis</i> DeFr.	<i>Terebratula punctata</i> Sow.?
» <i>Thiollieri</i> Mart.	<i>Seeigelstachel, Pentacrinus</i> u.
Weitere gerippte <i>Pecten</i> .	<i>Millericrinus</i> .
<i>Mantellum pectinoide</i> Sow.	

Fossilgehalt und Gesteinshabitus sprechen deutlich für eine Küstenbildung, wie es ja bei einer transgredierenden Formation nicht anders sein kann. Die *Spongien*, die nach BISTRAMS Untersuchungen in der Val Solda weitaus den Hauptteil der Kieselsäure lieferten, und mono-, tetra- und hexaktinelliden Formen angehören, bestätigen dies eher, indem die beiden ersten Gruppen seichtes Wasser vorziehen. Acht Spezies finden sich in den Planorbisschichten der Val Solda wieder. *Brachiopoden*, die dort durch zwei andere Arten vertreten sind, finden sich nach NEUMAYER (99) wenigstens zum Teil auch in den Psilonotenschichten der Nordalpen. Ein grosser Teil der Zweischaler wurde von KRONECKER (97) in der Grenzbivalvenbank im Albenzagebiet nachgewiesen. Nahe Uebereinstimmung, petrographisch wie faunistisch, zeigen die « grauen Lamellibranchiatenkalke » in der Kammerker-Sonntagshorngruppe (91). Schon 1886 hat WINKLER (N. Jahrb. f. Min.) in den Bayerischen Alpen fossilreiche Schichten an der untersten Grenze des Lias beschrieben, wo er zwölf von unsern Spezies zitiert, unter anderm folgende Brachiopoden: *Spiriferina Walcotti* und *pinguis*, *Terebratula punctata*. Auf die Beziehungen zum transgredierenden Lias des Rhonebeckens wies schon BISTRAM hin.

Der ganze Komplex mit seinen 150 m kann sicher dem Hettangien, und zwar nach dem Vergleich mit obigen Faunen, dem untern Teil desselben parallelisiert werden. Dafür spricht auch der Umstand, dass erst mehrere hundert Meter höher die ersten Arieten auftreten. Weiter nördlich stehen bei Arogno, im Bachbett der Mara, einige Meter über der Strasse nach Rovio, dunkle Kalke mit groben, eckigen Klötzen von hellen Dolomiten und vereinzelt Hierlatzkalken an. An Fossilien fanden sich: *Pentacrinus*, *Millericrinus*, *Belemnites*. Das Vorrücken des Meeres vollzog sich nicht gleichmässig, sondern wurde von Bewegungen in entgegengesetztem Sinne unterbrochen, so dass die eben gebildeten Hierlatzkalke teilweise der Brandung wieder zum Opfer fielen. Auch im Sighignola-gebiet treten helle Echinodermenbreccien, die zum Teil stark dolomitisch sind, in der Valle di Caprino direkt über dem

Weg Pugerna-Caprino auf. Die an der Basis in dicken Bänken erscheinende Kieselsäure nimmt im Liegenden rasch wieder ab, ebenso der Mg-Gehalt. Gegen Caprino hin wird der ganze Komplex wieder durch die gewöhnlichen Mg-freien Liaskalke ersetzt, die zwischen Caprino und den Cantinen fossilführend auftreten. Am Weg gerade nach dem Dorf zeigt sich das dunkle, fast horizontal gelagerte Gestein auf kurze Strecke massiger und enthält folgende Brachiopoden :

*Waldheimia subnummismalis* Dav.  
*Rhynchonellina alpina* Par.

Unter dem Weg, am Absturz zum See, finden sich Pectenbruchstücke. Die vorhin erwähnten Breccien ziehen sich um den in den See hinausragenden Kamm herum, um dann bei den Cantine di Caprino senkrecht in die Tiefe zu tauchen. Bestimmen liessen sich unter den oft nur als Trümmer verkieselten Fossilien :

*Pecten valoniensis* Defr.  
*Avicula inaequivalve* Sow.  
ausserdem *Fischzähne*, *Pentacrinus*, *Millericrinus*.

Als typische kieslige Liaskalke tritt diese Schichtgruppe in den Steinbrüchen vor der Val Ruina wieder zu Tage, wo sie bei N 60° W-Streichen mit 60° nach SW einfällt. Auf einen Komplex von mindestens 100 m verteilt treten hier Echinodermenbreccien auf, die sich an der Basis, im kleinen, letzten Steinbruch, häufen. Neben den Zweischalern finden sich hier auch einige kleine Ammoniten. Die Bestimmung ergab :

*Aegoceras calliphylum* Neum.  
*Mantellum pectinoide* Sow.  
*Pecten valoniensis* Defr.  
*Avicula inaequivalve* Sow., häufig  
*Amberleya decorata* Mart. sp.  
glatte *Spiriferina*, *Seeigelstachel* sehr häufig, *Crinoiden*.

Die Fossilien finden sich, wie übrigens auch an den andern Lokalitäten, in Nestern gehäuft. Es empfiehlt sich daher, nur an gut angewitterten Stellen Stücke zu schlagen, wo die verkieselten Schalen heraustreten, um dann die Präparation mit Salzsäure weiterzuführen.

Jenseits der Val Ruina treten nun aber nicht Rhätschichten auf; an einer Vertikalstörung ist der nördliche Teil parallel den Sedimenten am Monte Bré abgesunken und senkrecht gestellte, schwach kieslige Kalke des obern Hettangien folgen bis 500 m for die Cantine di dentro, wo Breccienbänke mit

schlecht verkieselten kleinen Ammoniten und kieslige dolomitische Schichten des untersten Lias von neuem auftreten.

Zweischaler- und Brachiopoden führende Kieselkalke und Crinoidenbreccien finden sich an vielen Stellen am Monte Bré, z. B. wo die Höhenkurve 600 die neue Strasse schneidet, dann auch am Weg nach Gandria. Vermutlich sind auch sie hierher zu rechnen (s. S. 315).

Hierlitzkalk als Einlagerung in liasischen Hornsteinkalken treffen wir auch nördlich vom Monte Bré in einem Niveau, das der Basis des Lias angehören muss (s. S. 315). Als 6 m mächtige Bank, hier durchgehends grau gefärbt, steht das massige Gestein auch wieder am gegenüberliegenden Hang des Cassone-Tobels auf der Wiese « Prome », an, im Liegenden wie im Hangenden rasch in schwarze Hornsteinkalke übergehend. An einer bei Cureggia von der Hauptverwerfung abzweigenden sekundären Störung mit N 35° W-Streichen stossen sie samt den übrigen Liasschichten scharf gegen den Hauptdolomit ab.

Ueber diesen als Aequivalent der Planorbisschichten anzusprechenden Gesteinen folgt ein Komplex, der als Ganzes genommen nähere Charakterisierung erlaubt. Der Hornstein-gehalt nimmt ab, einzelne Lagen und Knollen treten zwar immer wieder auf, doch tritt er gegenüber dem Kalk quantitativ sehr in den Hintergrund. Die sehr regelmässige Plattung hat an verschiedenen Stellen zum Abbau geführt, z. B. östlich Caprino. Die Ueberlagerung durch Arieten führende Schichten weist diesen wohl 300 m mächtigen Schichtenkomplex noch dem Hettangien zu. Ausser *Pectenbruchstücken*, *Avicula inaequivalve* und ganz vereinzelt Echinoderm-lagen erscheinen sie völlig fossilleer.

### β. Hierlitzkalk östlich vom See.

Als teilweise Vertretung von unterstem Lias müssen die Hierlitzkalke an der Basis der Kieselkalkfelsen zwischen Melano und Capolago, im Tobel von Melano und der Sovaglia, sowie am E-Hang der Santa Agata ob Rovio betrachtet werden. Gegen die liegenden Dolomite zeigt sich überall der Erosionskontakt, genau wie bei Arzo. Fossilien sind relativ selten, immer in Nestern gehäuft. Fundort Melano in folgender Zusammenstellung findet sich über des Villa Aita Castellaccio südlich Melano.

	Fundort
<i>Rhynchonella variabilis</i> Schloth.	Melano
<i>Waldheimia subnummismalis</i> Dav.	Rovio, Melano
» <i>mutabilis</i> Opp.	Melano

	Fundort
<i>Rhynchonellina alpina</i> Par.	ob Capolago
» <i>Zitteli</i> Böse	Melano
<i>Spiriferina Walcottii</i> Sow.	Santa Agata
<i>Lima gigantea</i> Sow.	Santa Agata
<i>Pecten valoniensis</i> Defr.	Melano, Santa Agata
» sp. ind.	Santa Agata
<i>Avicula inaequivalve</i> Sow.	Santa Agata
<i>Discohelix orbis</i> Reuss.	Santa Agata
<i>Pentacrinus, Millericrinus, Korallen.</i>	

Die Mächtigkeit ist starkem Wechsel unterworfen, schwankt zwischen wenigen und 20 m, je nachdem sie, wie z. B. an der Generoso-Bahn, einen aufragenden Dolomitfelsen krönen oder Vertiefungen des präliasischen Karrenfeldes ausfüllen. Eine unbedeutende EW-Verwerfung stört hier zudem den Zusammenhang. Die Fossilien weisen auf Unter-Lias hin, die Mehrzahl findet sich in den Hierlatzkalken der Nordalpen. Da sie aber für genaue Horizontierungen, weil im ganzen Unter-Lias vorkommend, nicht in Betracht fallen, muss uns das Hangende Anhaltspunkte geben. Es stellen sich rasch dunkle, Hornsteinbänder führende Kalke ein, die in den untersten Lagen selten Pentacriniten führen. Höher tritt der Kalk wieder sehr in den Vordergrund und es folgt der Komplex der oben (s. S. 103) den Angulatenschichten parallel gestellt wurde. In der Gegend von Melano und Rovio stellen sich erst 400 m höher Fossilien des Sinemuriens ein. An der Generoso-Bahn erfuhr der entsprechende Komplex schon eine Reduktion auf 200 m, während bei Tremona Arieten schon in den Hierlatzkalken selber gefunden wurden. Sukzessive rückte während des ganzen Unter-Lias das Meer nach WSW vor, auf dem korrodierten Dolomitrelief zunächst die an terrigenen Einschwemmungen armen massigen Hierlatzkalke ablagernd. Je näher wir der Gegend von Saltrio kommen, eine umso höhere Stufe im Unter-Lias repräsentiert also diese Fazies.

b) **Semur-Stufe.** (Sinémurien.)

a. *Kieselkalkfazies* = typische lombardische Liaskalke.

Petrographisch kann kaum und nur bei Berücksichtigung grösserer Komplexe eine ungefähre Abgrenzung gegen das Hettangien vorgenommen werden. Der geringe Hornstein-gehalt, der dessen obere Hälfte charakterisiert, bleibt noch weiter für zirka 200 m kennzeichnend. Mergelige Zwischenlagen schieben sich lokal zwischen die tonigen Kalkbänke. Auch orographisch prägt sich diese Zone in der Landschaft

aus. Ueber den untern steilen Felsabstürzen bildet sich eine sanft geneigte Verwitterungsterrasse, über der sich die höhern Steilwände des obersten Sinemuriens und des Charmuthiens erheben. Von der Cima alla Crocetta verläuft sie durch die Val del Inferno über dem Sasso Bianco durch, erscheint sehr auffallend wieder an den Wänden über Melano und Capolago, wo sie von der Alpe di Melano durch die ganze Valle Corta hinzieht. An Fossilien fanden sich:

1. NW in 1200 m unter der Cima alla Crocetta:

*Arietites (Arnicoceras) ceratitoides* Qu. sp.

*Plicatula spinosa* Sow.

*Pleuromya saltriensis* Par.

*Lima punctata* Sow.

Gastropoden.

2. Val Camoscia in 1300 m Höhe:

*Arietites (Arnicoceras) ceratitoides* Qu. sp.

Bruchstücke von *Brachiopoden*, *Pecten*, *Plicatula*.

3. Vor der Alpe di Melano am Weg:

*Pleuromya saltriensis* Par.

*Pholadomya* sp. ind.

*Pentacrinus tuberculatus* Mill.

*Millericrinus* cfr. *Adneticus* Qu.

Abdrücke von *Arieten* nach REPOSSI.

Fischzähne.

In dieser Zone müssen, wie nach dem fast ungestörten Schichtenverlauf zu schliessen ist, die beiden grossen Steinbrüche östlich von Salorino liegen, in denen hie und da Cephalopoden gefunden, aber leider nicht aufbewahrt wurden. Trotzdem der Besitzer, Herr Ing. Brenni, in dankenswerter Weise die Arbeiter instruierte, förderte der Abbau in der letzten Zeit nichts mehr zu Tage. Da sich aber 100 m darüber fossilführendes Charmuthien findet und im ganzen Gebiet der untere Lias nur Cephalopoden dieser Stufe lieferte, kann die obige Annahme kaum unrichtig sein.

Im höchsten Sinemurien nimmt der Gehalt an Kieselsäure wieder rasch zu, was sich im sandigen Habitus der Kalke selber oder wie gewöhnlich in knolligen oder lagenartigen Konkretionierungen zeigt. Ganz ausserordentlich riesige Mengen häufen sich im Gebiet zwischen Bella Vista, Dosso Bello und Mendrisio in diesen und den höhern Schichten an. Hornsteinbänke von  $\frac{1}{2}$  m sind häufig. Die einzelnen Schichtlagen aus unregelmässigen, kopfgrossen Knollen verwachsen oft auch in vertikaler Richtung, so dass der fast kieselsäure-

freie Kalk ganz untergeordnet als Knollen in kiesliger Grundmasse erscheint. Fossilien fehlen völlig, wahrscheinlich sind sie den Wanderungsvorgängen der  $\text{SiO}_2$  bei der Bildung der Konkretionen zum Opfer geworden., denn hie und da finden sich an gut ausgewitterten Hornsteinschichten Fossilspuren.

In den stark hornsteinhaltigen Kalken, die von der Cima alla Crocetta zunächst stark N fallen, dann meist horizontal gelagert zur Alpe di Arogno hinziehen, fand sich eine kleine Fauna. An den Abhängen streicht eine  $\pm$  1 m mächtige Brachiopodenbank durch. Sie besteht aus massigem brecciösem Gestein, das dicht erfüllt ist von verkieselten *Brachiopoden*, selten sind *Zweischaler* und *Gastropoden*. Hier und auf der Alpe di Arogno sammelte ich:

<i>Arietites falcaries densicosta</i>	<i>Lima gigantea</i> Sow.
Qu. sp.	<i>Mantellum pectinoide</i> Sow.
<i>Rhynchonella variabilis</i> Schloth.	<i>Ostrea?</i>
<i>Spiriferina Walcottii</i> Sow.	<i>Plicatula oxynoti</i> Qu.?
» <i>obtusa</i> Opp.	<i>Pentacrinus tuberculatus</i> Mill.
» <i>Haueri</i> Süss.	<i>Millericrinus</i> .
<i>Waldheimia Choffatti</i> Haas.	Ausgezeichnet erhaltene <i>Spon-</i>
<i>Cardinia hybrida</i> Sow. sp.	<i>gien</i> .

Im Sighignolagebiet, das sich nach Norden anschliesst, konnte eine Vertretung dieser Stufe durch Fossilien noch nicht nachgewiesen werden. Die grosse Mächtigkeit von zirka 1000 m lässt aber darauf schliessen, dass die obere Hälfte hierher zu stellen ist, eventuell sogar noch das Charmuthien in dessen untern Teilen vertritt. Mit diesen Annahmen stimmt auch wieder der grosse Gehalt an Kieselsäure in den obern Teilen völlig überein.

### β. Kieselkalkfazies mit Echinodermenbreccien.

Eine besondere Fazies, ausgezeichnet durch zahlreiche Einlagerungen von Echinodermen- und Kalkbreccien, im untern Teil in Abständen von wenigen Metern, kennzeichnet das Sinemurien in beiden Schenkeln der Synklinale I-II der Alpe del Generoso. An einer Stelle im Nordschenkel tritt sogar wieder eine typische Hierlatzkalklinse auf. Massenhaft treten stellenweise wieder *Brachiopoden* auf, die mit denen des untern Hettangien noch völlig übereinstimmen. Seltener sind *Zweischaler* und *Cephalopoden*. Letztere fanden sich vereinzelt an den Hängen des Giappo Giallo, in zahlreichen Individuen in einer Bank, die in zirka 1450 m Höhe an dem vom Gipfel nach E verlaufenden Grat ansteht. Die Gesamt-

# Vergleich mit einigen a

Stufe	Zone	Tessiner Kalkalpen		
		Saltrio	Arzo	Generosogebiet
Mittlere-Obere Kreide				Rote-grauschwarze Mergel = Scaglia
Neocom				Majolica    Biancone
Malm				Aptychenschichten ? dickbankige rote dünnbankige grüne Radiolarite
Dogger			fehlt ganz in der Synklinale von Cragno	Helle und rote Kalke u. Mergel i. d. Breggia
Thouars-Stufe		Ammonitico Rosso	fehlt teilweise in der Synklinale von Cragno	Rote Knollenkalke und Mergel Ammonitico Rosso
Charmouth- Stufe	obere (δ)	Domeriano Graue-rötliche Kalke mit Hornstein- bändern und Knollen	Hangendes fehlt infolge von Erosion und einer Verwerfung	Hellgrauer Dome- ria- no
	untere (γ)			circa 100 m
Semur-Stufe (s. str.)	obere } O. raricostatum O. oxynotum A. obtusus	weisse-hellgraue Kalke und Kalkbrekzien mit Cephalopoden, Brachiop., etc.	Lombar- dische Liaskalke bei Tremona	Hornsteinge- halt sehr hoch
	untere } A. semicostatus A. Bucklandi	Fehlt	Rote und hell- graue Hierlatz- kalke im NE von Arzo und bei Tremona	mit Mergellagen, sehr geringen Hornsteingehalt Echinodermenbrekzien und Brachiopodentkalke des Generoso
Hettange-Stufe	Schlotheimia marmorea			circa 500 m
	Psiloceras megastoma		Fehlt	mit abneh- menden Hornstein- gehalt Brekzien
	Psiloceras planorbis			Band dunklen Dolomites mit Echinodermen- brekzien und Hierlatzkalken
Rhätisch	Avicula contorta		Fehlt	oft dolomitisch 150 m



	Umgebung von Lecco nach KRONECKER und RASSMUS	Unter-Engadin Lischannagruppe   Val Trupchum nach SPITZ und DYRHENFURTH	Kammerker-Sonntags- horngruppe nach F. HAHN
Mergel	Scaglia	Bunte Foraminiferenkalke und Mergel	Linsen von polygenen Brekzien, Sandsteinen mit Pflanzen
	Majolica	? Gelbe, dichte, kieselige Kalke	Grünlich graue Mergel mit leitenden Cephalopoden
Hierarite	Aptychenschichten	Acanthicuskalk (liegt auf Lias-kalk) Aptychenkalkschiefer	Hellgraue Aptychenkalke. Radiolaritauflagernd bis auf Mittellias
rote Kalke d. Breggia	Radiolarite	Fehlt?	Fehlt
Hienkalke Mergel co Rosso	Ammonitico rosso	Schwarze tonige ? Schiefer mit braunen Flecken	Cephalopoden führende Adneter Schichten Posidonomyenbank
auer ne-ria-ino circa 100 m	Domeriano Gelbe Kalke mit Cephalopoden   Calcare nero	Kalk, ähnlich Hierlatzkalken	Hellbräunliche Exogene Krinoidenkalke Brekzien (polygen) Roter Ammonitenkalk
und Brachipodenkalke des Venosio circa 500 m	Typische Untere Liaskalke der Lombardei Graubraune, dichte, oft tonige Fleckenkalke mit Arieten	Liasbrekzie	Bunte Cephalopodenkalke, daneben echte Adneter Knollenkalke Kieselknollen-Kalke Hierlatzkalk des E-Gebietes transgrediert auf Trias
eh- en- ein- en 300 m	Helle Kalke mit Hornstein, enthalten Cephalopoden, Brachipoden, Crinoiden Dolomitische Kalke und helle Dolomite mit Si Oz Knollen	Graue-schwarze, etwas sandige Mergelkalke und tonige Schiefer oft kieselig oder mit Hornsteinknollen und Bändern, führen schwarze Krinoidenkalke mit Schlotheimia angulata	Muschelbänke und Hierlatz-kalk Graue Lamellibranchiatenkalke
es- oft dolomitisch 150 m	Krinoidenkalk mit Psiloceras, etc.   Grenzbivalvenbank Helle Kalke und Dolomite   Conchodon-dolomit		Kössener Schichten Bunte Kalke u. Konglomerate Riffkalke

mächtigkeit beträgt wohl an 400 m. Nach N, E und S tritt die reine Kieselkalkfazies wieder an ihre Stelle.

Folgende Fossilien stammen vorwiegend aus dem N-Schenkel:

<i>Arietites (Arnicoceras) ceratitoides</i> Qu. sp.	<i>Spiriferina Walcotti</i> Sow.
<i>Arietites subrotiformis</i> Par.?	» <i>oxygona</i> Desl.?
<i>Pecten textorius</i> Schloth. sp.	» <i>Haueri</i> Süss.
<i>Lima gigantea</i> Sow.	<i>Waldheimia mutabilis</i> Opp.
<i>Avicula inaequivalve</i> Sow.	<i>Rhynchonella variabilis</i> Schloth.
<i>Spiriferina obtusa</i> Opp.	<i>Rhynchonellina alpina</i> Par.
» <i>alpina</i> Opp.	<i>Pentacrinus tuberculatus</i> Mill.
	<i>Seeigelstacheln, Spongien.</i>

### γ. Hierlatzfazies.

Sie tritt als massige, tonarme, SiO<sub>2</sub> freie, muschlig brechende, oft von Calzitadern durchzogene Kalke mit ausgezeichnet karriger Verwitterung auf. Die Farbe ist meist weiss bis hellgrau, nur in der Gegend von Arzo und Besazio vorwiegend rot geflammt bis homogen rot; das Korn ist meist recht fein. Sie stimmen genau mit den entsprechenden Gesteinen der Nordalpen überein. Dass sie auf der Ostseite des Luganerseetales der untersten Liasstufe zugerechnet werden müssen, wurde schon auseinandergesetzt. Eine eigentümliche Einlagerung zeigt sich hinter der Kirche Santa Agata von Tremona in Form eines gelben Tonlagers und ausgezeichneter Oolithe. Ueber das Alter der Kalke auf der westlichen Talseite, auf die man sie bis jetzt beschränkt glaubte, herrschten, wie bei der Durchgehung der Literatur gezeigt wurde, abweichende Ansichten. Als Argumente wurden petrographische Ausbildung und Fossilien berücksichtigt, auf die ich nachher eintrete. Ein Punkt, die Verbreitung und Vergleiche der Höhenlage über dem Liegenden, wurde ausser Acht gelassen, was uns hier gerade gute Anhaltspunkte gibt. Zunächst ist festzustellen, dass die hellgrauen Kalke von Tremona und die roten von Arzo ineinander übergehen, lokale Buntfärbungen finden sich auch an ersterem Ort. Darnach und nach der Höhenlage handelt es sich um genau gleichaltrige Gesteine<sup>1</sup>. Die ganze Ablagerung zeigt den Charakter einer Bucht, das offene Meer lag im Osten, womit eine direkte Verbindung mit den Hierlatzgesteinen der Ostseite gegeben ist. Im W, beim San Roco von Arzo schloss eine hohe Steilküste ab, an der durch die Brandung bis zum Untertauchen

<sup>1</sup> MARIANI, der von Tremona Arieten, von Arzo Charmuthien-Cephalopoden anführt, scheint auf ein verschiedenes Alter zu schliessen (7, S. 147 u. 150).

des Ganzen grosse Blöcke losgerissen wurden, die mit dem Verwitterungsschutt den basalen « Brocatello » bildeten. Zu diesen Schlüssen führt notwendigerweise die im Abschnitt Trias-Jura Grenze angedeutete Rekonstruktion des Untergrundes, die mit Hilfe der Raibler-Mergel und Sandsteine durchgeführt werden kann. Auf kurze Strecke dürfen diese sicher als flache Unterlage angenommen werden. Die roten Marmore von Arzo finden sich nur 100 m, die Breccien und Kalke des oberen Sinemuriens von Saltrio dagegen 400 m darüber, was eine Niveaudifferenz von 300 m ergibt. Wenn wir nun auch die grossen Mächtigkeiten der einzelnen Stufen in diesem Gebiet berücksichtigen, und auch annehmen, dass bei raschem Vorrücken der Strandlinie gleichaltrige Zonen in verschiedenen Höhen sich ablagerten, da die Auffüllung der tiefen Erosionsbecken kaum damit Schritt halten konnte, so bleibt doch als gesicherte Tatsache, dass die « Marmore » von Arzo älter sind.

PARONA (109, S. 3) gibt nach SPREAFICO folgendes Profil von Saltrio von oben n. unten :

Gelbe, auch rötliche oder graue Kieselkalke mit Brachiopoden (Capello 3-4 m).

Grauer, rötlicher bis gelblicher Kalk mit Gastropoden und Zweischalern (Piombino 2-3 m).

Graue Kalkbreccie mit Crinoiden, Bivalven, Gastropoden und namentlich Cephalopoden (Rossetto 2-2,5 m).

Dunkle Breccie mit unbestimmbaren Fossilresten (Grigio 3-4 m).

Dolomite.

Der Autor sieht in der wenig mächtigen Cephalopodenbank eine Vertretung der Zonen des *Pentacrinus tuberculatus*, *A. obtusus* und *O. oxynotum*. Bei der raschen Sedimentation im westlombardischen Lias scheint mir dies aber ausgeschlossen. Nach der vertikalen Verbreitung, wie sie PARONA in seiner Tabelle angibt, halte ich eine Stellung an die Grenze von Obtusus- und Oxynotus-Zone für das richtige. Eine Einreihung ins obere Sinemurien D'ORBIGNYS (= Zone des *A. oxynotus* bei DUMORTIER) ist sicher, doch nicht eine Vertretung des Ganzen. Dem Unter-Lias müssen auch noch die Brachiopodenbänke des obigen Profils zugezählt werden, wahrscheinlich auch noch ein Teil der höhern dunkeln Kieselkalke. Erst in bedeutend höheren Schichten stellen sich nämlich die Cephalopoden des Charmuthiens ein, die PARONA, allerdings schon mit Fragezeichen, von derselben

Lokalität beschreibt. Das Niveau zeigt eine auffallende Parallele zu dem der Hierlatzfauna, die nach GEYER (86) als Äquivalent nur einer Oppelschen Stufe angesehen werden muss, und zwar der des *Oxynoticeras oxynotum*. Trotz Beimengung von Formen der Obtusus- und Raricostatus-Zone weisen doch das Vorwiegen der Spezies aus obiger Zone und die Lagerungsverhältnisse auf diesen Schluss hin (S. 277 u. 280).

Nach den Lagerungsverhältnissen müssen also die Kalke von Arzo und Tremona ins untere Sinemurien gestellt werden. Wo sind denn nun aber die Kieselkalke, die sonst überall das obere Sinemurien und das Charmuthien vertreten, und die dann doch zwischen Marmore von Arzo und den Ammonitico Rosso von Besazio hineingehörten? Sind sie nicht auch in dieser Fazies ausgebildet? Dass dunkle Kieselkalke auch hier das normale Hangende bilden, beweist das Erosionsrelikt mit noch zirka 50 m Mächtigkeit östlich Tremona; ebenso ein kleineres am SW-Hang der Santa Agata von Tremona. Das Vorkommen von Toarcien am Südrand der nackten Felspartien zwischen Rancate und Tremona erklärt sich durch eine starke Schleppung aufweisende Verwerfung. Am Fuss der Dolomite, bei den Häusern von Casarico, zeigen sich die senkrecht aufgebogenen Radiolarite. Bei Besazio kommt der Ammonitico Rosso im Niveau des etwas weiter nach NW auf geschlossenen Dolomites vor.

Von Arzo erhält man durch die Angaben PARONAS ein ganz falsches Bild. Sein Profil (s. histor. Ueberblick) mag an einem Ort mit der Wirklichkeit übereinstimmen, 3 m daneben wird dies aber sicher nicht mehr der Fall sein. Keine seiner drei Abteilungen geht durch. An der Basis findet sich die Dolomitbreccie, die gegen E oft fehlen kann. Der rote « Marmo d'Arzo » findet sich bald an der Basis in den Spaltenausfüllungen, bald mehr oder weniger hoch darüber, bildet auf keinen Fall einen durchgehenden Horizont.

Obigen Ausführungen stehen nun aber scheinbar die paläontologischen Befunde von PARONA entgegen. Zwei Ammoniten weisen darnach auf Charmuthien hin. Der eine, *Dero-ceras densinodum*, von PARONA selbst gefunden, ist nicht sicher bestimmbar und kommt auch im Sinemurien vor. Der andere, *Dumortieria Jamesoni* Sow., fand sich in einem Museum, wohl nur mit der Etiketle Arzo, eine Ortsangabe, die als absolut irreführend bezeichnet werden muss. Meiner Ansicht nach stammt das Stück nicht aus den Marmorbrüchen, die 1 1/2 km nördlich vom Dorf anstehen, sondern aus dem von mir nicht mehr näher untersuchten mittleren Lias, der direkt

bei und westlich vom Dorf zu finden ist. Nicht einmal der Gesteinscharakter kann hier entscheiden; Toarcienkalke von San Antonio bei Besazio können im Handstück genau so aussehen, wie die roten unter-liasischen Marmore. Ueberdies scheint mir nicht ausgeschlossen, dass in dem hohen Niveau über den Dolomiten westlich Arzo sogar mittlerer Lias transgredierend auftritt, und in diesem Fall in Hierlatzfazies ausgebildet ist. Roter Hierlatzkalk findet sich z. B. in hohem Niveau an der Abzweigung des Fussweges zum San Roco von Arzo.

Mir selber gelang es nicht, Cephalopoden zu entdecken, doch finden sich in der Literatur einige Angaben. 1855 führt P. MERIAN (8) schon einen *Arietites* von den Cantine di Tremona an, und neuerdings wird dies auch von MARIANI wieder erwähnt. Dieser Autor führt zudem aus hellgrauen Kalken am Abstieg von Tremona nach Rancate einen *Aegoceras bispinatum* Geyer an, eine Spezies, die in der Hierlatzfauna zu den häufigsten zählt. Diese Funde weisen auf Unter-Lias hin. Dasselbe muss unbedingt auch von den Brachiopoden gesagt werden, die nesterweise in der ganzen Kalkmasse verteilt vorkommen. Fast alle gehören Spezies an, die auch in den faziell übereinstimmenden Hierlatzkalken der Nordalpen häufig sind. Die Bestimmung des Materials, das ich bei den Cantine di Tremona, zum Teil auch in den hellgrauen Kalken am Südhang des Castello sammelte, ergab:

<i>Waldheimia mutabilis</i> Opp.	<i>Spiriferina Walcottii</i> Sow.
» <i>cornuta</i> Sow.	* » <i>Haueri</i> Süss.
» <i>Choffati</i> Haas.	* » <i>alpina</i> Opp.
» <i>subnummismalis</i>	* <i>Pecten valoniensis</i> Deufr. ? =
Dav.	<i>P. subalpinus</i> Par.
<i>Terebratula punctata</i> Sow.	<i>Pecten Hehlii</i> d'Orb.
* » <i>juvavica</i> Geyer.	<i>Pentacrinus, Millericrinus</i> und
* <i>Rhynchonella variabilis</i>	<i>Seeigelstachel.</i>
Schloth.	

Dieselben Spezies finden sich nach dem Material des Zürcher geologischen Museums auch bei Arzo, was BÖSE (78) schon längst betonte. Die mit \* bezeichneten Spezies sind für Unter-Lias leitend, die übrigen gehen auch in den Mittel-Lias.

### c) Bemerkungen zu den Versteinerungen des Unter-Lias.

Da mit Ausnahme der Brachiopoden weitaus die meisten Arten sich in BISTRAMS Arbeit (74) eingehend beschrieben und abgebildet finden, begnüge ich mich hier mit dem Hinweis darauf.

*Avicula (Oxytoma) inaequivolve* Sow. *Var. intermedia* Emmer.  
1901. WAAGEN: Formenkreis, Taf. 1, Fig. 2 u. 4.

Unterscheidet sich mit Fig. 2 durch bedeutendere Grösse des hinteren Ohres und langsamen Uebergang zum gewölbten Schalentheil von der Form, die nach ihm im Rhät vorkommt. Gemeinsam mit solchen Exemplaren finden sich andere, deren sekundäre Rippen die Stärke der primären erreichen, wie Fig. 4, das er als *Var. Münsteri* Bronn bezeichnet. Zahlreiche junge Exemplare zeigen sehr schwache randliche Skulptur.

Grosse Variabilität weisen namentlich die Spiriferinen auf, so dass es oft schwer hält, die Form einer bestimmten Spezies zuzuweisen. In Bezug auf die Abgrenzung der glatten Formen halte ich mich, wo möglich, an GEYERS Definitionen. Das Armgerüst, das infolge der Verkieselung sehr deutlich zu sehen ist, zeigt bei allen, auch bei denen des untersten Hettangien, den typischen Bau der « Rostratae » mit freistehendem Septum und getrennten Zahnplatten.

Die übrigen *Brachiopoden*, *Rhynchonellen* und *Terebrateln*, liessen sich alle, mit Ausnahme von *T. cornuta*, mit Hierlatzformen identifizieren.

#### d) Charmouth-Stufe (Mittlerer Lias).

Eine Grenze gegen das Liegende zu ziehen, erscheint völlig unmöglich, denn der untere Teil, im Gebiet von Bella Vista sogar noch der ganze obere, zeigt sich in der Fazies der obern Sinemurienkalke. Nur wenige helle Kalklagen mit Limonitknollen deuten an letztem Ort auf die Fazies des Domeriano hin. Hieher mögen auch noch die, durch regelmässigen Wechsel von Kalk- und Kiesellagen gebändert erscheinenden Gesteine der Synklinale der Generoso-Alp gerechnet werden. Gegen SE, nach der Breggia-Schlucht hin, nimmt der Hornsteingehalt allgemein etwas ab, im oberen Teil stellt sich, an Mächtigkeit konstant zunehmend, die in der ganzen Lombardei bekannte Fazies des Domeriano<sup>1</sup> ein. Es sind helle, gelbe bis grünliche, oft glimmerführende Kalke mit nur vereinzelt, häufig gelben Hornsteinknollen. Dazwischen treten einzelne Mergelagen auf. Sehr charakteristisch sind kleine Limonitknollen, oft sind auch von Limonit erfüllte Ammoniten zu finden. An der Alpe di Salorino nur 4 m mächtig, wächst er bis Castello San Pietro durch fazielle Vertretung der dunkeln Kieselkalke auf 80 m an. Da eine petrographische Grenze fehlt, ist die Mächtigkeit des ganzen mittleren Lias.

<sup>1</sup> Benannt nach dem Monte Damaro in der untern Val Trompia.

schwer zu bestimmen. Sie wird wohl wenig mehr als 100 m betragen, denn an zwei Orten fand sich, 60 bis 80 m unter dem Toarcien, eine Vertretung des Lias  $\gamma$ , des untern Charmouthien. An Fossilien sammelte ich:

1. Im alten Steinbruch nördlich Castello San Pietro :  
*Aegocera Valdani* d'Orb.
2. In der Breggia-Schlucht :  
*Dumortiera Jamesoni* Sow. (Taf. 51, Fig. 5 bei WRIGHT).  
*Harpoceras cornacaldense* Tausch.  
*Arietoceras obliquecostatum* Qu. sp.
3. Auf der Alpe di Salorino und Balduana :  
*Coeloceras* sp.  
*Phylloceras* sp.  
*Arietoceras obliquecostatum* Qu. sp.  
» *algovianum* Opp.  
*Harpoceras boscense* Reyn. sp.  
» *Kurrianum* Opp.  
*Rhacophyllites libertus* Opp.

e) **Ammonitico Rosso.**  
(Toarcien + Aalenien?)

In der gesamten Lombardei handelt es sich um eine durchaus einheitliche ausgebildete Zone. Tiefrote Mergelkalke mit meist knolliger Struktur und Mergelzwischenlagen treten auf. Der knollige Charakter entsteht dadurch, dass harte Kalkstücke von tonigem weicherem Material umhüllt sind, entspricht also typischer Adneter Fazies. Cephalopoden, fast durchwegs nur als Steinkerne erhalten, finden sich sehr häufig. So ausgebildet treffen wir ihn in der Breggia-Schlucht und nördlich Loverciano als obere Grenze des nach S untertauchenden Lias, dann auf den Alpi di Balduana und Salorino als unbedeutende Erosionsrelikte von höchstens noch 10 m Mächtigkeit. Nach Westen setzten dort ganz andere Verhältnisse ein, so dass in der eigentlichen Synklinale von Bella Vista nur zum Teil Knollenkalke antstehen. Meist fehlen sie völlig, wie die mehrmals vollständig erschlossenen Profile bei Bella Vista und am Zickzackweg unter der Alpe di Mendrisio zeigen. Dünne grüne Kieselbänke, in denen die Kieselsäure teilweise zu ebenfalls grünen Hornsteinbändern konkretioniert ist, und denen Kalk- und Tongehalt völlig fehlt, liegen direkt auf schwarzem Liaskalk. Im Dünnschliff zeigt sich infolge enormer Anhäufung von Radiolarien wabenartige Struktur, gut erhaltene Individuen sind aber nicht häufig.

Auf dem mit Gebüsch überwachsenen Hügel direkt westlich Alpe di Salorino fehlen diese grünen Gesteine unter den roten Radiolariten. Ein Profil zeigt folgendes :

Rote, dicke Radiolaritbänke des ? Doggers, ? Malms.

4 m Ammonitico rosso mit ganz unverdrückten Cephalopoden.

2 m Domeriano.

Dunkle Kieselkalke des Lias.

Im Toarcien der verschiedenen Alpi sammelte ich :

*Harporceras* (*Lillia*) *Mercati* Hauer sp.

» (*Hildoceras*) *quadratum* Haug.

*Phylloceras Nilsoni* Héb. sp.

*Nautilus* sp.

Eingehendere Angaben sind von MARIANIS angekündigter Revision (7, S. 156) der Toarcien Cephalopoden zu erwarten.

### 3. Dogger, Malm und Kreide.

#### a) Radiolarit und Aptychenschichten.

(Bajocien ?-Kimmeridge + unt. Tithon<sup>1</sup>.)

Sie finden sich, wie die Majolica, nur noch westlich der Alpe di Salorino erhalten. Die grünen Kieselbänke, die ihrer Lage nach dem obersten Lias entsprechen, gehen über in dickbankige (1-4 dm) rein kieselige Schichten. Infolge Konkretionierungen werden die mit Tonhäuten belegten Schichtflächen uneben bis grob buckelig, die grünlichen Farbentöne machen gelben, braunen und roten Platz. Schon mit der Lupe lassen sich massenhaft Radiolarien erkennen. Die Mächtigkeit dieser reinen Radiolarite beträgt zirka 8 m. Die Lagerung zwischen rotem Knollenkalk oder grünen Kieselschichten und eigentlichen Aptychenschichten nötigt zu einer Parallelisierung mit Dogger-Malm (vergl. S. 338). Die Kieselsäure beherrscht also hier vom UnterLias an lückenlos alle Stufen bis zum obern Malm. Nach RASSMUS finden sich ähnliche Hornsteinbänke an der Basis der Aptychenschichten in der Alta Brianza, sind überhaupt die Regel sowohl in Nord- wie in Südalpen. Im Hangenden bilden sich durch Einschaltung von rosa gefärbten, selten Aptychen und Belemniten führenden Kalkschichten die eigentlichen, hier zirka 20 m mächtigen Aptychenschichten heraus. Sie enthalten :

*Aptychus Beyrichi* Opp.

*Belemnites (Duvalia) ensifer* Opp. ?

<sup>1</sup> Nach H. RASSMUS (115, S. 85).



b) **Majolica.**

(Ob. Tithon-Valangien-Hauterivien.)

Fast plötzlich gehen die Aptychenschichten in die schneeweissen, reinen, dichten, muschlig brechenden Kalkbänke der Majolica über. Sehr charakteristisch für dieses Gestein sind die als schwarze, feingezackte Nähte erscheinenden Tonhäute, die auf Vorgänge während der Diagenese, nicht etwa auf tektonische Einwirkung zurückzuführen sind (95, S. 15). Nach BLUMER enthält der Kalk zahlreiche Foraminiferen. Grobe Hornsteinknollen finden sich namentlich in den untern Lagen, fehlen aber auch in höhern nicht. An der Basis treten einige Bänke auf, die rötliche Färbung und rote Kieselknollen zeigen, oft sind sie sogar etwas knollig, ähnlich dem Ammonitico rosso. Hier und in den untern direkt darüber folgenden Bänken sind Aptychen nicht selten. Nach RASSMUS (115, S. 89) ist die Grenze von Jura und Kreide in der Alta Brianza und also wohl auch hier, wie in grossen Teilen des Mediterraengebietes verwischt und die deutliche lithologische Grenze Aptychenschiefer-Majolica entspricht nicht einmal der Stufengrenze Kimmeridge-Tithon, sondern fällt in letzteres hinein. Fossilien :

*Terebratula (Pygope) janitor* Pict.?  
*Aptychus punctatus* Voltz.

4. **Sedimentationsverhältnisse in jurassischer Zeit.**

(Vergl. Pl. 6.)

Wie schon bei Behandlung der Trias-Jura Grenze angedeutet wurde, bedarf das Fehlen mächtiger Schichtenkomplexe aus der Ober-Trias und dem Unter-Lias auf der San Giorgio-Halbinsel einer besondern Begründung. Die Mächtigkeit der fraglichen Schichten ist mehr oder weniger genau bekannt in der Umgebung von Menaggio am Comersee, wo kontinuierliche Sedimentation stattfand. Nach BISTRAM (3) finden wir hier Hauptdolomit zirka 1000 m, Rhät 500 m, Lias bis inklusiv unteres Sinemurien zirka 800 m, also eine Gesamtmächtigkeit von 2300 m. Rechnen wir die 400 m Hauptdolomitreste bei Saltrio weg, bleibt immer noch ein Plus von 1900 m marinen Sedimenten im Osten, für die wegen kontinentaler Phase im Westen ein Aequivalent fehlt. Und doch herrschten noch zur Raibler Zeit im ganzen Gebiet übereinstimmende Verhältnisse, aus denen wir auf das Vorhandensein einer gleichförmigen Ebene schliessen müssen. In spät-norischer oder Anfangsrhätischer Zeit<sup>1</sup> bildete sich diese Höhen-

<sup>1</sup> Dass diese tektonische Erscheinung zur Hauptsache in diese Zeit zu

differenz heraus und zwar durch eine Aufwölbung des westlichen Gebietes, nicht etwa durch Heraushebung eines von Brüchen begrenzten Horstes. Letzterer Punkt wird schon durch die übergreifende Lagerung des Unter-Lias bewiesen, die bedingt, dass, je näher wir Saltrio kommen, kontinuierlich höhere Zonen auf dem Dolomit auflagern. Während im gehobenen Gebiet die Erosion den Großteil der norischen Sedimente zerstörte, fand am Comersee kontinuierliche Auffüllung durch Rhät und Unter-Lias Sedimente statt. Man kann den Einwand erheben, dass, wenn an der Grenze von Trias und Lias tektonische Vorgänge stattfanden, Diskordanzen gemessen werden könnten. Man muss aber bedenken, dass die Aufwölbung eine relativ geringe Intensität erreichte, dass weiter die an die Diskontinuitätsfläche angrenzenden Horizonte schlecht gebankt sind. Umgekehrt könnte eine wirklich konstatierte Diskordanz, wenn nicht beide Messungen nahe beieinander vorgenommen werden, ebensogut als Faltungsdiskordanz angesprochen werden. Die E-Flanke der Aufwölbung verteilt sich, senkrecht zu ihrem wahrscheinlichen NS-Streichen, auf kaum mehr als 10 bis 15 km.

Erst im Oberen Sinemurien tauchte die Insel wieder völlig unter. Gleichmässig beherrscht nun die einheitlich folgende Fazies der Kieselkalke das Gebiet, was auf ziemlich ausgeebneten Meeresgrund schliessen lässt. Immerhin scheint eine Konvexität auch des mittel-jurassischen Meeresboden noch wahrscheinlich zu sein, da kaum mit dem Vorrücken der Strandlinie eine völlige Auffüllung der tiefern Partien Schritt hielt. Dieser Punkt würde darauf hinweisen, dass die spät-triadische Hebung eher mehr als 1900 m betragen habe, dass wir damit ein Minimum berechneten und (Pl. 6) veranschaulichten.

Die Hierlatzkalke sind, trotz dem Zurücktretten von terrigenen Einschwemmungen, zweifellos als Küstenbildung aufzufassen, sie wurden gebildet in Buchten zwischen den emporragenden Felsen der Dolomitunterlage. Für eine littorale Bildung spricht auch die transgredierende Auflagerung. Nach dem alten meist wohl zutreffenden Satz von WÄHNER können Tiefseesedimente nie transgredieren. Typische Strandbildungen sind die Breccienbänke mit ihren Fossilien, die Ostreenbank, die ja in eine Hierlatzhalklinse übergeht. Auf noch ganz flaches Meer weisen

setzen ist, wird wahrscheinlich durch das mit seiner Koessener-Fazies auf Küstennähe hinweisende untere Rhät, bewiesen durch das nur transgredierend mögliche Rhät westlich vom Luganersee.

auch die Breccien und Fossilien des Generoso-Gipfels hin. Bis zum Vorrücken der Strandlinie zum gleichaltrigen Saltrio füllte sich die östliche Hohlform fast völlig mit Liassedimenten an. Ein Maximum in dieser Hinsicht stellt Pl. 6 dar mit der horizontal verlaufenden Oberkante des Sinemuriens. Ihr Sinken gegen W bedeutet ein geringeres Sedimentations-tempo, vorausgesetzt, dass dort wirklich die Serie Rhät—Ober-Lias — kontinuierlich ist. Vom mittleren Lias an erfolgte eine gleichmässige Vertiefung des Untergrundes, eine Erscheinung, die nicht auf die Südalpen beschränkt bleibt, sondern auch für weite Gebiete der Nordalpen vom Rhät bis in den obern Jura anhielt. Grosse Tiefen hat es aber auch im Domeriano, der Glimmer führt, noch nicht erreicht. Erst die Radiolarite des Doggers und Malms, die mit dem roten Tiefseeschlamm verglichen werden, können mit einiger Wahrscheinlichkeit als küstenferne Tiefseesedimente aufgefasst werden. Schwierig damit zu vereinbaren bleiben aber die Transgressionserscheinungen.

### 5. Kurzer Vergleich mit einigen alpinen Gebieten

(Vergl. Tab. III)

Während die Trias mit Ausnahme der ladinischen Komplexe, in denen die eruptive Fazies mit ihren Verschwemmungsprodukten abrupte Gesteinsänderungen mit sich bringt, durch allmählichen, kontinuierlichen Mächtighkeits- und Fazieswechsel charakterisiert ist, zeigen sich an der Basis des Jura tiefgreifende rasche Veränderungen, die wir nur durch alte tektonische Einflüsse, Herauswölbungen aus den triadischen Meeren einerseits, muldenförmige Eintiefungen anderseits erklären können (siehe voriges Kapitel).

#### a) Lias.

Gegenüber der Ostlombardei zeigen sich infolgedessen ausser dem Fehlen des Rhäts und der Reduktion des Hauptdolomites ausserordentliche Differenzen. Das verbreitetste Gestein, der mächtige lombardische Liaskalk findet sich allerdings in gleicher Ausbildung nach Osten über den Comersee hinaus, beschränkt sich aber immer mehr auf die obere Zone des Sinemuriens, s. str. Die Hierlatzkalke, die fast immer nur transgredierend auf Hauptdolomit entwickelte Fazies, ist, mit dem Fehlen dieser Erscheinung überhaupt, den übrigen Südalpen völlig fremd.

Wir finden sie wieder in den bündnerischen Sedimentgebieten. In der Lenzerhorngruppe treffen wir nur noch am

Erzhorn ein kleines Liasrelikt, als roter Kalk<sup>1</sup> mit Transgressionsbreccie direkt auf nur 200 bis 300 m mächtigem Hauptdolomit aufruhend. Schon in der Ducangruppe treten ganz veränderte Verhältnisse auf, die sich aber in Anlehnung an die Westlombardei sehr leicht deuten lassen. Ueber dem nur 100 m erreichenden Hauptdolomit erscheint fossilführendes Rhät mit mindestens 200 m Mächtigkeit. Dieses Rhät ist hier meiner Ansicht nach nur transgredierend möglich, wurde in einer tiefen Depression des Triasreliefs abgelagert, erst das Liasmeer erreichte das höhere Niveau des Erzhorns. Gut vergleichbare Befunde ergibt die Lischannagruppe, wo die Liasbreccie auf noch recht mächtig entwickeltem Dolomit auflagert. Anklänge an diese Erscheinung zeigt in den Münstertaler Schollen der Piz Laschadurella (13, S. 65), wo Kalkschiefer des norisch rhätischen Grenzniveaus taschenförmig in ihre Unterlage, den in voller Mächtigkeit entwickelten Hauptdolomit eingreifen. Schon in obernorischer Zeit müssen die tektonischen Bewegungen mit der anschliessenden Abtragung eingesetzt haben. In der Münstertaler Basis tritt z. B. in der Val Trupchum die ganze Serie kontinuierlich auf, alle Stufen mit mächtiger Entwicklung, namentlich auch der Lias als Fleckenmergel und Kalk, den nordalpinen Algäuschichten sehr nahestehend (13, S. 69). Von den lombardischen Liaskalken scheint sie namentlich der bedeutend geringere Hornsteingehalt zu unterscheiden.

Noch recht ähnliche Verhältnisse zeigen sich wieder in weiter Entfernung in den Ostalpen, in den Salzburger Gebirgen, von denen wir von F. HAHN (91) eine ausgezeichnete Neubearbeitung und Zusammenfassung besitzen. Wenn wir auf unserer Tabelle vergleichen, zeigt der Jura mit Ausnahme der exogenen Breccien und der Cephalopodenkalke ganz auffallende Uebereinstimmung, die durch faunistische Vergleiche noch erhöht wird.

Diese merkwürdigen Analogien für so weit entlegene Gebiete, wo doch schon in der nähern Umgebung jedes einzelnen ein in die Augen springender Wechsel zu konstatieren ist, scheint mir durch einen schiefe das ostalpine Faziesgebiet durchsetzenden Faltenzug erklärbar. In den drei verschiedenen Gebieten sind die fraglichen Erscheinungen sicher tektonischen Einflüssen zuzuschreiben. Da sie ziemlich genau in einer ENE verlaufenden Linie liegen und die Sedimentzone der zwischenliegenden Gebiete bis

<sup>1</sup> HOECK, H. Das zentrale Plessurgebirge. *Ber. der Nat. Ges. zu Freiburg i. Br.* Bd. XVI, 1906.

auf den kristallinen Kern abgetragen erscheint, scheint mir bei den engen Beziehungen der drei Relikte kein Grund gegen die Annahme eines flachen in dieser Richtung sich erstreckenden, kontinuierlichen rhätischen Gebirgszuges zu existieren. Die sofort einsetzende Erosion, sowie die Transgression des Rhät führten wohl bald zu Durchbrüchen. Im Mittel Lias scheint schon überall die Abtragung und Ueberflutung der Inselzone erfolgt zu sein. Welche Breite der gestörten Zone nach NW zukam, erscheint mir noch unklar, die hier skizzierte Linie entspricht dem Südrand im ursprünglichen Sedimentationsgebiet. Auf Hauptdolomit transgredierenden Lias erwähnt ZYNDEL<sup>1</sup> aus seiner unterostalpinen Aeladecke. Einer Mulde jenseits einer ersten (Haupt-) Faltengruppe muss die Serie der Val Trupchum in der Münstertaler Basis entsprechen. Eine Wellung des Untergrundes hat vielleicht bis in die westliche Klippenzone sich fortgesetzt, wofür die sehr variablen Mächtigkeitsverhältnisse von Rhät und Lias (5, Taf. V) hinweisen. Schreiten wir in dem nach der Deckentheorie rekonstruierten Sedimentgebiet weiter nach Norden, gelangen wir zur flachen Liasmulde des penninischen Gebietes, wo im Bündner Schiefer wohl 1000 m Lias enthalten sind (95, S. 25). Innerhalb der helvetischen Zone keilt er nach N allmählich vollständig aus.

Bei der Verwendung der Hierlatzkalke und obiger Emer-sionserscheinungen überhaupt für regional-tektonische Zwecke ist grosse Vorsicht am Platze. Der schiefe Verlauf und die fragliche Ausdehnung in der Breite schliessen die Annahme einer Kongruenz von Fazies und Decke aus. Wir müssen bei Beurteilung von isolierten Sedimentfetzen, wie wir sie in Bünden vorfinden, immer im Auge behalten, dass die eben besprochenen Erscheinungen auf kurze Strecken in derselben tektonischen Einheit ganz riesige Faziesdifferenzen ermöglichen.

Ich möchte hier, wie dies zum Teil schon JEANNET (5) getan, nochmals auf die mannigfachen Uebereinstimmungen unseres Lias mit dem Unter-Lias der Stockhorn-Voralpen hinweisen. Das bis 400 m mächtig werdende Hettangien besteht hier aus kiesligen Kalken mit Hornsteinbändern und Knollen und besitzt an seiner Basis ebenfalls dolomitische Schichten. Planorbiszone und Sinemurien s. str. zeigen gut

<sup>1</sup> ZYNDEL F. Ueber den Gebirgsbau Mittelbündens. *Beitr. zur geol. Karte der Schweiz*. 1912.

übereinstimmende Faunen (5 S. 403 und S. 456). Das mächtige obere Hettangien zeigt sich fast völlig fossilieer. Es handelt sich zwar im Allgemeinen um Formen, die ausserordentlich weite horizontale Verbreitung aufweisen (s. stratigraphischer Teil).

#### b) **Dogger und Malm.**

Auffallende Abweichungen vom normalen Südalpenprofil und Anklänge an nordalpine Verhältnisse zeigen sich in der Ausdehnung der Hornsteinkalkfazies bis ans Toarcien, in dem teilweisen Fehlen des Ammonitico Rosso (identisch Adneterkalke), sowie des Doggers. Die Erscheinung der direkten Auflagerung der Radiolarite auf Kieselkalk beschränkt sich übrigens auf das kleine Stück der westlichen Synklinale von Cragno. Es sind wohl noch weitere Untersuchungen über diese Grenzverhältnisse in der westlichen Lombardei abzuwarten, bis eine Erklärung versucht werden darf. Es erscheint recht unwahrscheinlich, dass die in der Breggia noch 100 m mächtigen Knollenkalke und Mergel des Toarcien und Doggers hier schon durch die sowieso geringer mächtigen Radiolarite vertreten sein könnten, und die Annahme einer transgredierenden Ueberlagerung von Malm auf Charmouthien, wie dies HAHN (91) in der Kammerker-Sonntagshorngruppe sicher nachwies, scheint den Tatsachen am ehesten gerecht zu werden.

#### c) **Kreide.**

Majolica und Scaglia sind sehr charakteristische Gesteine für lombardische und judikarische Alpen. Gesteine, die letzterer vielleicht zu parallelisieren sind, treten, wie die Tabelle zeigt, in den Nordalpen auf. Die Abweichungen dürfen vielleicht mit der schon hier beginnenden Alpenstauung in Verbindung gebracht werden, wodurch von E nach W, im Sinn der Alpen streichende Sedimentzonen geschaffen wurden.

### 6. **Faziesverhältnisse und Tektonik.**

Die Resultate, die die faziellen Vergleiche namentlich der Trias erbrachten, stimmen überein mit ZYNDELS Ansichten über den Gebirgsbau Mittelbündens. Die Lenzerhorn-Ducangruppe gehört der höchsten tektonischen Einheit der Bündneralpen, der Silvrettadecke an. Es muss ihnen also ungefähr die ursprüngliche Entfernung von den Südalpen noch zukommen, wenn nicht durch tiefere und eventuell doch jüngere Decken eine Verschleppung nach Norden stattgefunden hat.

Die stratigraphischen Vergleiche verlangen diese Annahme nicht. Die Lischannagruppe entspricht nach den lithologischen Verhältnissen einer von obiger schon stark abweichenden Einheit. Das Vorkommen von transgredierendem Hierlatzlias spricht nicht gegen die tektonische Gleichstellung mit der sehr ähnlichen unterostalpinen Münstertalerserie. Zusammen müssen sie nach unseren Auseinandersetzungen das tiefere der zum Vergleich herbeigezogenen tektonischen Glieder darstellen, das ursprünglich am nördlichsten lag.

#### IV. Quartär.

Jüngere Kreide und Tertiär finden wir erst südlich von dem hier näher untersuchten Gebiete (95). Interessant sind hier vor allem die flachliegenden, marinen Pliocänschichten, die z. B. in der Nähe von Balerna auftreten.

Neue Ablagerungen liess erst wieder das Diluvium zurück, meist nur als leichte erratische Ueberstreuung, dann auch als mächtige Moränen. Im allgemeinen treten sie aber stark zurück, weil sich an den Steilhängen der beiden Talseiten selten ein Halt bot. Anzeichen für ein verschiedenes Alter fanden sich nirgends. Schöne Aufschlüsse, die eine sehr heterogene Zusammensetzung des Blockmaterials zeigen, finden sich in der Val Mara an der Strasse Rovio-Arogno, weiter im Bachtobel bei Giaro. Neben typischen Moränen finden wir hier fluvioglaziale, meist intensiv verkittete Schotter, Bildungen, die als Ceppo bezeichnet werden. An der Prato di Pioda östlich Rovio lässt sich deutlich der Uebergang von Moräne und Schotter erkennen. Weitere, terrassierte Ceppo-Vorkommnisse liegen bei Doragno, unter Devoggio, sowie unter Arogno. Sie reichen stellenweise noch in den allerjüngsten Talabschnitt hinein, sind nachträglich, postdiluvial wieder ausgeschwemmt worden. Reste von Randmoränen treffen wir zwischen Capolago und Mendrisio. Der breite Wall bei Cantone, der auch an der gegenüberliegenden Talseite noch angedeutet ist, entspricht einem kleinen Rückzugsstadium, wie auch der Damm Melide-Bisnone, der 100 m über den Seegrund emporragt. Die aus Raibler Schichten austretenden starken Quellen von Cantone bildeten und bilden noch jetzt auf der Moräne ein im Abbau begriffenes Kalktufflager, in dem Helix und Buchenblätter häufig sind. Grundmoräne bildet den Untergrund der flachen Campagna im Tal von Meride, stellenweise finden sich dort auch feste glaziale Schotter. Ein weites Gebiet gla-

zialer Ablagerungen, das nur noch selten die Felsunterlage durchblicken lässt, beginnt südlich einer Linie, die durch folgende Ortschaften begrenzt wird: Arzo, Besazio, Mendrisio, Castello San Pietro.

Die oberste Grenze des erratischen Materials sinkt konstant von N nach S. Im Sighignolagebiet finden wir sie auf folgenden drei Aelpchen, die wie rettende Inseln im dichten «Bosco» erscheinen und vermutlich einer alten Terrasse angehören: Alpe di Trevino 1011 m, Alpetto 974 m, Alpe Piasaccio 962 m. Noch in 920 m liegt das höchste Niveau bei der Alpe di Melano, in nahezu 700 m über So-mazzo bei Mendrisio. Entsprechend finden sich im San Gior-giogebiet die höchstgelegenen Reste in 900 m ob Serpiano.

### V. Talbildung.

In aller Kürze möchte ich hier noch einige Beziehungen der Talbildung zur Tektonik, sowie die dafür in Betracht fallenden geologischen Zeiten erörtern. Die beiden NS verlaufenden Haupttäler müssen vor der Zusammenstauung der Tessiner Kalkalpen angelegt worden sein.

Daraufhin deutet die Unabhängigkeit des Tales von Porto Ceresio-Agno von der Tektonik. Nicht in der fast rechtwinkligen Umknickung des Schichtstreichens bei Saltrio, sondern in dem schief nach SW herausbiegenden Stück des Faltenbogens liegt der breite Haupteinschnitt. Andere Verhältnisse ergeben sich für das Talstück Mendrisio-Lugano, dessen Anlage wohl durch die Hauptverwerfung von Lugano bedingt wurde. Dass bei der weitem Eintiefung der Fluss sich in die leichter erodierbaren Porphyrite verschob und die in E die Verwerfung flankierenden Hornsteinkalke verschonte, erscheint völlig natürlich. Wie im tektonischen Abschnitt auseinandergesetzt wird, handelt es sich bei dieser Störungslinie um eine den übrigen tektonischen Erscheinungen zeitlich vorangehende, eventuell kretazische Erscheinung, womit das hohe Alter auch dieses Tales möglich bliebe.

Relativ sichere zeitliche Anhaltspunkte ergeben sich aus der Art der Sedimente des Vorlandes. Geröllablagerungen finden sich in ausgedehntem Mass schon in den konkordant mit den mesozoischen Gesteinsserien gefalteten alt- und mittel-tertiären Schichten, während das horizontal gelagerte post-alpine Pliocän aus Sanden und Tonen zusammengesetzt wird.

In der niedern Brianza zeigt schon das Senon Geröllab-



lagerungen von liasischen, triasischen sowie vereinzelt permischen eruptiven Gesteinen. Im Luganerseengebiet scheint erst im Eocän<sup>1</sup> die Talbildung eingesetzt zu haben. Handstücke vom Süden des Lago di Varese, die von Frl. cand. phil. M. PFISTER gesammelt wurden, zeigen mesozoische Gerölle des vorliegenden Berglandes. Mit dem Miocän, in dem die alpine Faltung unser Gebiet ergriff, vollzog sich die Eintiefung in die kristalline Unterlage. Mächtige Blöcke kristalliner Schiefer (95, S. 22), die vermutlich aus dem hochgestauten Wurzelgebiet stammen, wurden bis hierher verfrachtet. Nach einer längeren Kontinentalphase, die bis ins mittlere Pliocän (Astien) andauerte, erfolgte wieder eine marine Transgression. Wie die Täler schon damals zur Hauptsache eingeschnitten waren, zeigen uns Lagerung und Art dieser neuen Sedimente. Das flachliegende Pliocän transgrediert über den aufgerichteten tertiären Geröllablagerungen bis auf Kreide, im alten Fjord der Breggia, einem Nebental, nachweisbar auf Mittel-Lias. Das Pliocän von Varese findet sich ebenfalls weit innerhalb der Miocänumrandung. Dass die in diese jungtertiären Einbuchtungen mündenden Hauptflüsse nur geringes Gefälle besaßen, beweist das tonige und feinsandige Material der betreffenden Sedimente. Nur ganz vereinzelt schliessen sie kleine stark verwitterte granitische Gerölle ein (95, S. 29), die hier vielleicht auf tertiärer Lagerstätte liegen, umgelagert aus der Molasse. Bei 280 m liegt das höchste marine Pliocänvorkommen.

Die Felsterrassen zu beiden Seiten der Täler des Luganersees münden 200 m über dem Pliocänniveau nach Süden aus, müssen also älter sein. Leider finden sie sich aber nirgends kontinuierlich erhalten. Die lange Zeit bis zur Gegenwart modifizierte, unterbrach sie vielfach. Südlich Mendrisio kommen zur Erosion die glacialen Aufschüttungen, die in späterer Zeit ebenfalls teilweise terrassiert wurden. Ein Felsterrassenniveau, das sich schärfer abhebt als die andern, liegt mit seiner inneren Kante im S in zirka 500 m mit Morbio-Superiore, Obino, Salorino und wird schon von dem Pliocän-Fjord durchbrochen. Es scheint demselben Talboden angehört zu haben, der in ziemlicher Breite von Besazio bis östlich Meride in 510 m sich verfolgen lässt. Zirka 60 m höher liegt das Plateau mit Tremona. Gleichaltrig mit diesem sind wohl die Böden mit Rovio (etwas über 500 m). Schärfer erhalten sind die alten Terrassen am westlichen

<sup>1</sup> Nach OPPENHEIM (über das Tertiär des Tretto etc. *Z. d. d. g. G.* 1903, S. 98) ist diese stratigraphische Bezeichnung noch nicht halbwegs gesichert.

Seearm. Hier und in den zentripetal entwässerten Tälern der Margorabbia scheinen sie auf weitere Strecken verfolgbar und zum Studium eines eventuellen Einsinkens nach N geeigneter zu sein. Im Tal der Piano Scairolo direkt südlich Lugano weisen die auf zirka 4 km verfolgbar beiden Tal-kanten in 400 m mit Barbengo und in 500 m mit Agra völlige Horizontalität auf.

Die heutige Lage des Jungtertiärs zwingt zur Annahme einer nachträglichen Hebung des Seengebietes um zirka 300 m, die wohl schon im jüngern Pliocän sich vollzogen hat, da wir auch in der weitem Umgebung keine dieser Zeit entsprechenden marinen Sedimente mehr kennen. Nähere Anhaltspunkte über die Tiefe der dadurch neubelebten Erosion fehlen. Jedenfalls aber waren die Luganerseetäler schon zu Beginn der Vergletscherungen weitaus zur Hauptsache, wenn nicht vollständig, eingetieft. Wie viel an der Seebildung die glaziale Abdämmung am Südrand, was die Hohlform im anstehenden Fels ausmacht, sowie ob diese letztere einem Einsinken der Täler oder der Gletschertätigkeit zuzuschreiben ist, darüber fehlen sichere Anhaltspunkte. Der steilwandige Dolomitklotz des Sassoalto bei Ponte Tresa, der inselförmig 300 m hoch über den Seegrund emporragt, sowie der Monte Usaria inmitten des Tales südlich Besano, der der Gletscherrichtung entgegen unbeeinflusste Steilwände zeigt, und die beide noch tief unter dem Eisstrom lagen, sprechen gegen Beeinflussung der eigentlichen Talbildung durch das Eis. Die Auspflasterung der ganzen Piano Scairolo, des Tales südlich Lugano, mit interglazialen Tonen, wohl ähnlich den bekannten von Calprino, beweist, dass dieser tiefe Einschnitt damals schon vorhanden war, sowie, dass die letzte Vergletscherung nicht einmal diese leicht zerstörbaren Sedimente wegzuschaffen vermochte.

## B. TEKTONISCHER TEIL

### I. Tektonische Einzelbeschreibung.

Die tertiäre Aufstauung der Alpen zog auch in hohem Masse das Luganerseengebiet in Mitleidenschaft und störte den normalen Schichtenverlauf. Eine Beschreibung der Lokaltektone soll uns zunächst mit diesem Bau bekannt machen; die allgemeineren Schlüsse werden sich dann daraus folgern lassen.

## 1. Hauptverwerfung von Lugano.

(Vergl. Deckblatt zur Karte.)

Eine durch das ganze Gebiet verfolgbare, NS verlaufende Störungslinie trennt zwei tektonisch verschieden gebaute Komplexe, einen westlichen mit vorwiegend vertikalen und einen östlichen mit fast rein horizontalen Krustenbewegungen. VON BISTRAM erkannte sie 1901 in ihrem ungefähren Verlauf, und bezeichnete sie mit obigem Namen. Unrichtigerweise hielt er sie zugleich für eine stratigraphische Grenzlinie, längs welcher ein Absinken schon zur Liaszeit stattgefunden haben sollte.

Sie tritt im westlichen Teil des Dorfes Caprino in unser Gebiet ein, verläuft über Pugerna direkt nach Süden, zunächst zwischen Liaskalk und dunklen, bankigen, ladinischen Dolomiten, dann meist zwischen unterm und norischem Dolomit. Halbwegs Arogno trennt sie Porphyrite und Raibler Schichten. Im Einzelnen zeigen sich in diesem Stück zahlreiche sekundäre Störungen, welche die stratigraphische Zuordnung der einheitlichen Dolomite erschweren. Da sich aber sichere Raibler Schichten über San Evasio und San Vitale finden, muss deren Hangendes Hauptdolomit sein und die Hauptverwerfung zwischen ihm und dem nur in seinen basalen Partien erhaltenen, fossilführenden untern Dolomit durchgehen. Eine annähernd parallele Störung zweigt bei Pugerna ab, trennt den schmalen Raibler-Hauptdolomitstreifen vom östlich anstossenden Lias. An zwei Orten fand ich sie deutlich aufgeschlossen, einmal über den Häuschen « Grot », wo einige Bänke von Dolomit führenden Kalkbreccien, sowie Pecten und Brachiopoden enthaltende Echinodermenkalke der Liasbasis an die hellen Dolomite anstossen. Weiter zeigt sie sich 400 m nördlich davon am obern horizontalen Weg mit auf 50 m Höhe konstatierbarem vertikalem Einfallen und massenhaften horizontalen Rutschschrammen. Bei Arogno vereinigte sie sich wieder mit der Hauptverwerfung. Hier erfolgt eine Ausbiegung nach E, dann geht die Verwerfung bei Giaro und Rovio vorbei, immer Lias auf der Ost-, Eruptivgestein auf der Westseite. Eine plötzliche kleine Umknickung erfährt sie unter dem Wasserfall des Sovagliabaches, eine Erscheinung, die sich vergrössert im Tobel bei Melano wiederholt. Eine nach NW in den See hinaus streichende Querverwerfung begrenzt den Liashügel der Madonna di Melano im NE. In der Ecke, wo sie mit der Hauptverwerfung zusammenstösst, erscheinen infolge Schleppung in ausgequet-

schten Linsen Gesteine der gesamten Trias, sowie unterliasischer Hierlatzkalk. Südlich Melano, bei der Villa Aita Castellaccio, erscheint sie zunächst quer, dann nach S umbiegend, zwischen Hauptdolomit oder Hierlatzkalk auf der einen, Porphyrit auf der andern Seite. Südlich Capolago muss sie ausstreichen, da in 500 m der Hauptdolomit noch ansteht, genau wie gegenüber bei Tremona. Die Sprunghöhe, die meist die gesamte Trias betrifft, beträgt zirka 1000 m. Eigentümlich erscheint der unregelmässige, gebrochene Verlauf, eine Deutung lässt sich aus den allgemeinen tektonischen Verhältnissen folgern (s. S. 357).

## 2. Westgebiet.

Hierher rechne ich das ganze, westlich der beschriebenen Verwerfung liegende Gebiet, wo Perm und Trias in ausgedehntem Mass zur Oberfläche treten, also die Porphyre und Dolomite von Caprino-Campione-Rovio, die Salvatore- und die San Giorgio-Halbinsel. Flache, oft von Quer- und Längsverwerfungen gestörte Synklinalen und Antiklinalen lassen sich aus der geologischen Karte herauslesen, prägen sich teilweise auch in der Topographie aus. Ein Schema, das in den grossen Zügen wohl der Wirklichkeit entspricht, gibt TARAMELLI (16, S. 357). Die Glimmerschieferrücken bei Lugano gehören der Fortsetzung seiner *Antiklinale Valtravaglia* an. Die Porphyrtuffe, die nördlich davon bei Manno zu finden sind, entsprechen einer nördlich vorgelagerten, schon stark geschuppten Synklinalzone. Im Süden folgt die

### a) Synklinale Valcuvia-San Salvatore.

Im westlichen Teil, am Monte Colonna und Monte Campo dei Fiori enthält sie in nur wenig gestörter Lagerung Trias bis Kreide, nach E in durch Verwerfungen begrenzten Sedimentstücken nur noch Trias-Dolomite. Diese EW Störungen beginnen namentlich an der Querverwerfung der Valganna.

Im Salvatore zeigt sich der Ostrand dieser Synklinale. In einer ganz neuen Arbeit von B. G. ESCHER (36) wird dieser Bau als unzutreffend bezeichnet; im Südschenkel sollen sich nur horizontal gelagerte Sedimente, zwischen Salvatoremassiv und den südlichen Porphyritdecken eine Scholle von Glimmerschiefer, Buntsandstein und Dolomit finden. Demgegenüber muss ich betonen, dass ein unbestreitbarer Südschenkel existiert. Die bankigen, bituminösen Dolomite auf der Salva-

tore Südseite, die wahrscheinlich der Zone der untern Meridekalke vom San Giorgio entsprechen, streichen N 40° E und fallen mit 40° nach NW ein. Die gleiche Erscheinung zeigt die ganze Masse der darunter folgenden, nur grob, aber deutlich gebankten Dolomite, an deren Basis ich zirka 300 m nördlich Alla Ferrera in fast 500 m ü. M. wenig mächtigen ausgequetschten Buntsandstein mit Streichen N 50° E, Fallen senkrecht, auffand. Er stösst an stellenweise Barytadern

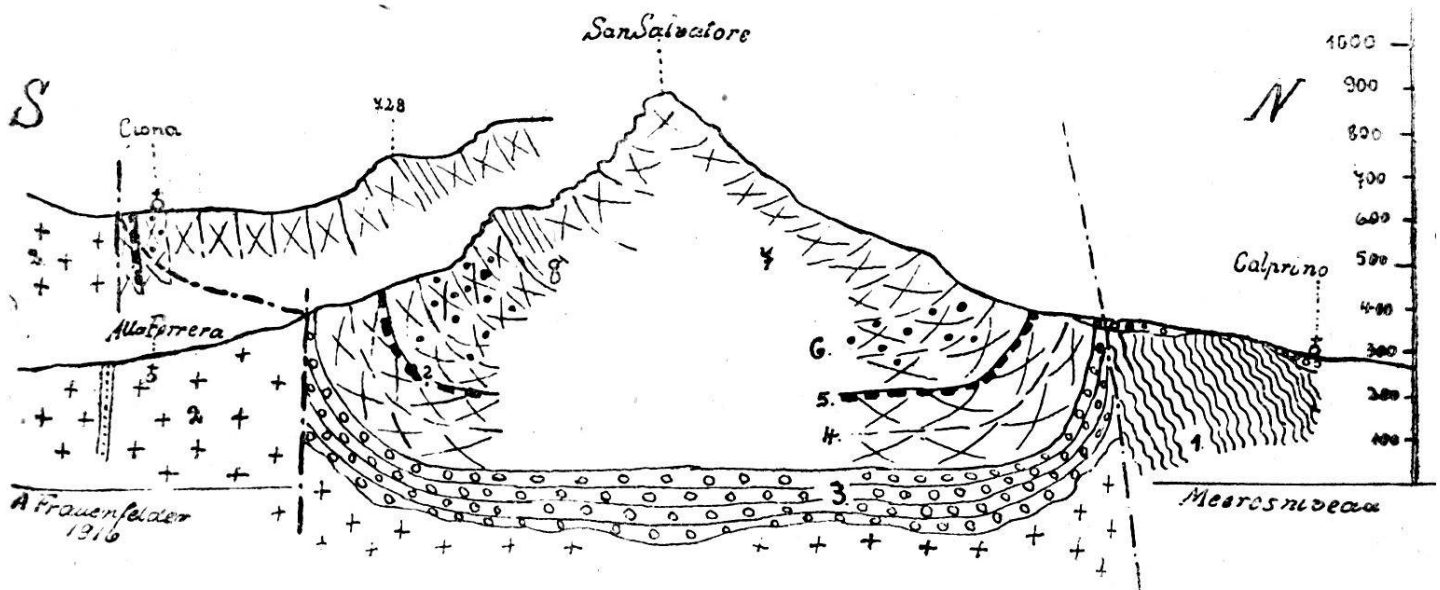


Fig. 2. — Profil durch den Monte San Salvatore.

1 : 25 000

- |                          |                                       |
|--------------------------|---------------------------------------|
| 1. Kristalline Schiefer. | 5. Grenzbitumenzone.                  |
| 2. Porphyrite.           | 6. Fossilinsen, Echinodermenbreccien. |
| 3. Bunt-sandstein.       | 7. Ladinischer Dolomit.               |
| 4. Anisische Dolomite.   | 8. Bituminöse, plattige Dolomite.     |

führenden Porphyrit. Noch am Osthang tritt eine völlige Rückbiegung des Südschenkels in NS-Streichen ein, wobei die Konglomerate völlig ausgequetscht zu sein scheinen. Die Grenzbitumenzone bei Ciona zeigt Streichen N 45° E, Fallen 80° bis 90° NW. In obigem, NS verlaufenden Profil erscheinen daher die Mächtigkeiten im Südschenkel stark übertrieben. Am Nordschenkel tritt teilweise völlige Senkrechstellung ein. Eine grosse Störung, ich nenne sie *Verwerfung von Pazzallo*<sup>1</sup>, bedingt hier das Fehlen der Porphyrite und bringt an der Strasse Buntsandstein, bei Pazzallo Dolomit mit den Glimmerschiefern in Kontakt. Sie liegt ungefähr in der Fortsetzung der « Frattura Cunardo » Taramellis. Die

<sup>1</sup> Nicht um eine echte Verwerfung, sondern um steile Aufschüppung handelt es sich hier (s. Allgemeiner tektonischer Teil).

Störungen im Südschenkel scheinen durch eine mit Schlep-  
 pung verbundene Verwerfung bedingt zu sein, wie die geringe  
 Mächtigkeit des Servinos am Salvatore und sein sporadisches  
 Auftreten längs dieser Zone nach W zeigen. Die Streich-  
 richtung des Nordschenkels steht mit N  $45^{\circ}$  bis  $70^{\circ}$  W senk-  
 recht auf der des südlichen, die mehr in der allgemeinen  
 Streichrichtung der tektonischen Axen des Westgebietes liegt,  
 also WSW-ENE. Der Synklinalzug erfuhr hier durch quere  
 Einstauchung eine starke Verengerung. Als direkte Fort-  
 setzung nach E ist die in ihrem Südschenkel noch erhaltene  
 Trias-Synklinale von Campione anzusprechen. Auf tangentiale  
 Kräfte deutet hier eine kleine Aufschiebung von Muschelkalk  
 auf die Sandsteine der Unter-Trias hin. Den kleinen Dolomit-  
 klotz, den wir nördlich Campione zunächst treffen, halte ich  
 im Gegensatz zu Bistram nur für ein abgerutschtes Stück.

**b) Antiklinale Campo dei Fiori-Monte Arbostora.**

Kullissenartig taucht sie am Langensee auf und geht als  
 breiter massiger Rücken durch bis zur Hauptverwerfung.  
 Eine grössere Vertikalstörung unterbricht in der Valganna  
 den regulären Schichtenverlauf, wodurch das östliche Gebiet  
 relativ gehoben erscheint und deshalb eine breite Zone  
 eruptiver Gesteine zeigt. TARAMELLIS Annahme einer be-  
 sondern Antiklinale für den Sedimentzug von Arcisate,  
 erscheint mir, wie die einer darauffolgenden Synklinale,  
 völlig unbegründet. Es handelt sich hier nur um den durch  
 die erwähnte Verwerfung versetzten Südschenkel unserer  
 Antiklinale, die hier, wie übrigens schon bei Viggiù und  
 Besano eine bogenförmige Ausbiegung nach SW erfährt.  
 Eine NS-Verwerfung bei Besano erscheint ebenfalls sehr  
 problematisch, da die Sedimente, wenn wir sie in ihrem  
 Streichen N  $40^{\circ}$  bis  $50^{\circ}$  E durch das Tal fortsetzen, genau auf-  
 einanderstossen. Das Auftreten von Quarzporphyr in den  
 tiefen Lagen erscheint normal (s. Stratigraphischer Teil). Die  
 zirka  $30^{\circ}$  S fallende Platte des San Giorgio und Monte  
 Pravello bildet den Südschenkel (s. Profil V). Störungen  
 finden sich nur in geringem Ausmass bei Serpiano, wo die  
 eine zwischen dem wenige Meter zeigenden ersten Servino-  
 Aufschluss und den die ersten Hügel bildenden Porphyriten  
 durchgeht. Die Streichrichtung von N  $50^{\circ}$  E lässt eine Fort-  
 setzung zur Störung des Passo della Barra wahrscheinlich  
 erscheinen. Eine zweite Verwerfung, N  $20^{\circ}$  E streichend, zeigt  
 sich nach der zweiten Strassenumbiegung zwischen anisischen  
 Dolomiten und untern Meridekalken. Die Verwerfungen gehen,

wahrscheinlich vereint, unterhalb der Stollen von Tre Fontane durch; deutlich zeigt sich dort eine Schleppung im liegenden Servino (s. Profil VI).

### c) **Synklinale Varese-Induno-Viggiù.**

Sie folgt dem Südrand der obigen Antiklinale; ein aufsteigender Südschenkel zeigt sich nach MARIANIS Profil (7, S. 119, Profil III) in der Gegend von Clivio, im übrigen bleibt das ganze Gebiet unter Moränen verhüllt. Bei Saltrio soll es sich um eine vollkommen symmetrische Mulde handeln, deren Schenkel mit  $40^\circ$  einfallen<sup>1</sup>. Oestlich Arzo liegen ganz andere Verhältnisse vor. Die Hauptdolomit-Liasplatte, die hier ungefähr horizontal liegt, bricht an einer Linie von Besazio nach Osten plötzlich ab. Am Ostrande, bei den Häusern von Casarico, gelangen senkrecht stehende Radio-larite fast in Kontakt mit den nackten Dolomitwänden; nur einige wenige Meter sind unaufgeschlossen. Darüber folgt konkordant die Kreide (s. Profil Va). Bei der Kirche San Antonio bei Besazio erscheint Ammonitico rosso, der tiefer liegt, als der einige Meter NW anstehende Hauptdolomit. Eine Randflexur<sup>2</sup>, die hier eine völlige Zerreissung des Lias zur Folge hat, begrenzt den Südrand des Gebirges. Ueber ihre Sprunghöhe besitze ich keine Anhaltspunkte, da südlich bei Rancate und Ligornetto kein anstehendes Gestein aus den Moränen hervortritt. Wie sich die Verhältnisse von Besazio nach W gestalten, ob und wie ein Uebergang in die Synklinale bei Saltrio sich vollzieht, bleibt vorläufig fraglich.

## 3. **Ostgebiet.**

(Vgl. Prof. I.)

### a) **Randantiklinale Mendrisio.**

Bis an den Nordrand des untersuchten Gebietes setzt der dunkle lombardische Liaskalk fast ausschliesslich die Gebirge zusammen. Nur in der Synklinale von Cragno treten jüngere, an mehreren andern Stellen ältere Gesteine auf kleinere Strecken an die Oberfläche und geben uns wichtige Anhaltspunkte für die Tektonik. Der südliche Teil zeigt einen mit dem Gebiet von Tremona noch ganz harmonierenden Bau. Senkrecht steigt der Lias längs der Strasse Mendrisio-Castello

<sup>1</sup> In Bezug auf Fallrichtungen und Mächtigkeiten in der Trias stimmt zwar sein Profil nicht im gerinsten mit den Tatsachen.

<sup>2</sup> Wiederum unecht, nicht durch Zerrung mit Absenkung bedingt.

San Pietro aus dem Moränengebiet auf. Rasch biegt sie hierauf zu einer horizontalen bis schwach N fallenden Platte um. Scheinbare Quersfaltung lässt hier die Schichten mit bis  $38^\circ$  Neigung gegen das Tal der Alpe di Salorino einfallen. Wahrscheinlich zeigt sich hierin die Folge des Ausstreichens der Verwerfung von Lugano, indem die letzten Reste der Spannungsdifferenz nur noch eine Aufbiegung gegen die höhern westlichen Gebiete bewirkten. Auch das entsprechende intensive bogenförmige Vorwölben der Randzone kann mit dem W-Fallen der Ostseite dieses Tälchens in Zusammenhang gebracht werden, indem diese Erscheinung ja einem Ansteigen der Faltenaxen gleichkommt und hier ersetzt.

#### b) Synklinale von Cragno.

Längs der Linie Bella Vista-Alpe di Balduana erfolgt eine Aenderung, indem eine plötzliche Vertikalstellung der Schichten eintritt. Im Kern dieser nach S offenen Synklinale liegt kaum noch 100 m mächtig Ober-Lias-Kreide. Parallel dem Vorbiegen der Randantiklinale von Mendrisio treten hier im Synklinalkern von W gegen E Komplikationen auf, die auf eine freiere Entfaltung tangentialer Kräfte hinweisen. An der Alpe di Mendrisio steht der Nord-schenkel noch senkrecht (Fig. 3), im Einschnitt über den Quellfassungen für Salorino und San Nicolao wird er längs einer Querverschiebung nach S ausgebaucht, Kieselkalk auf Radiolarit überschoben, der starre Biancone kern auf dem Radiolarit vorgeschoben, woher die Verknetung der beiden Gesteine in der Grenzregion am Weg herrührt (Fig. 4). Die beiden Flanken des Bachtobels südlich der Cascina zeigen deutlich die in diesen beiden Figuren skizzierten Verhältnisse. Noch weiter nach E tritt die Ueberschiebung III von schwarzen Liaskalken auf Ammonitico rosso auf (Fig. 5). Bei der Alpe di Balduana zeigen sich an der Ueberschiebungsfläche verquetschte Linsen von grünlich-grauem Domeriano. Da gegen die Val di Muggio der Ober-Lias, der schon an diesen kleinen Alpen nur in letzten, getrennten Erosionsrelikten erhalten ist, ganz ausgekeilt, fehlen Anhaltspunkte über den weitem Verlauf. In den östlichen Liasmassen wird sie sich schwerlich mit Sicherheit nachweisen lassen.

#### c) Liasplatte Bella Vista - Santa Agata.

Eine Blattverschiebung zerlegt das engere Generoso-Gebiet von Bella Vista bis zur oberen Val Mara in zwei Komplexe. Wer von Rovio auf dem gewöhnlichen Wege den



Profile durch die Synklinale von Cragno.

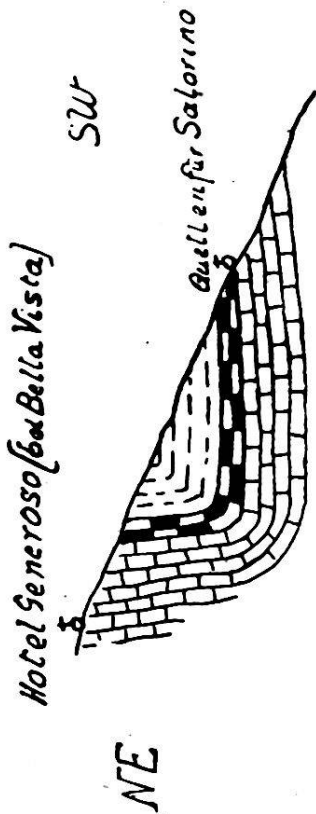
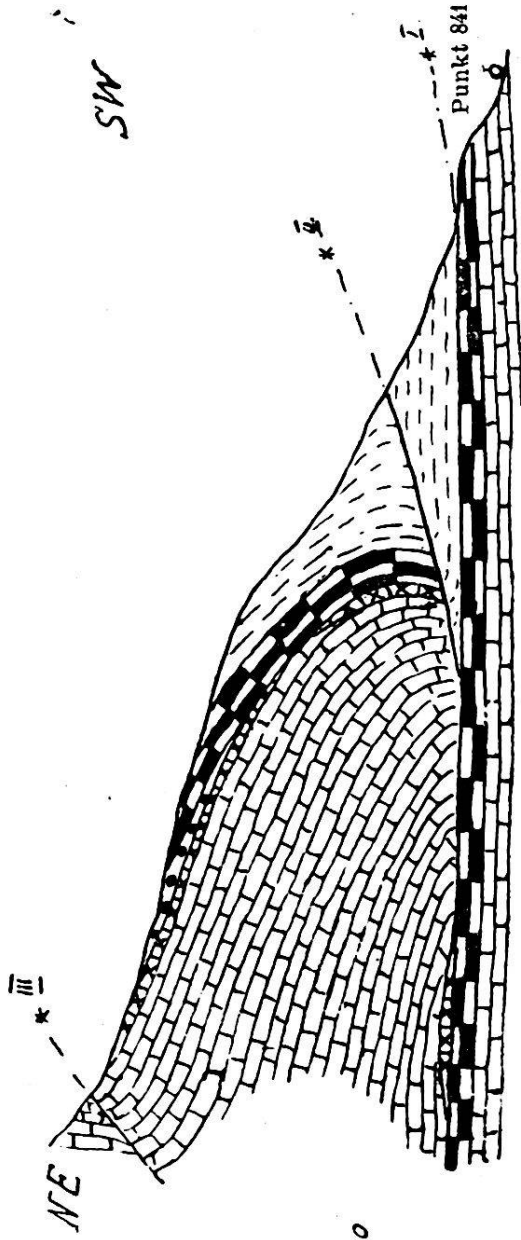


Fig. 3. — Profil westlich der Quellfassung für Salorino.  
1 : 12 500.

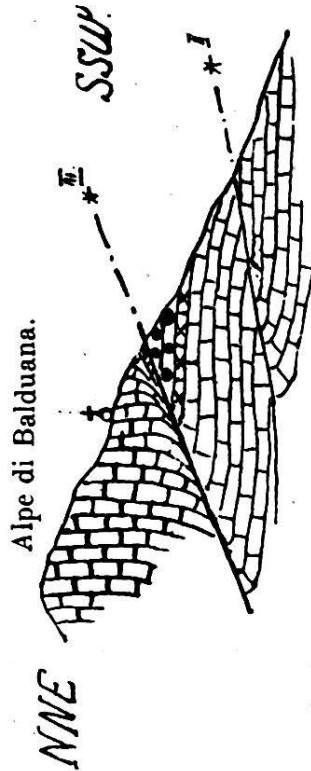


Fig. 5. — Profil an der Alpe di Balduana.  
1 : 12 500.

Fig. 4. — Profil östlich der Quellfassung für Salorino.  
1 : 4000.

- |  |                         |  |             |
|--|-------------------------|--|-------------|
|  | Lombard. Hornsteinkalk. |  | Radiolarit. |
|  | Domeriano.              |  | Biancone.   |
|  | Ammonitico Rosso.       |  |             |

Generoso besteigt, wird längere Zeit nur fast horizontal liegende Liaskalke mit nur lokalen Störungen zu sehen bekommen. Er befindet sich in einer durch die Verwerfung der Alpe di Melano abgetrennten Liasplatte, die nur vor Bella Vista, wo sie mit dem südlichen Komplex verschmilzt, eine der ersten Generoso-Antiklinale entsprechende Aufwölbung in den obersten Liasschichten aufweist.

#### d) **Generoso-Antiklinalen.**

Enge Zusammenstauung zeichnet den Lias östlich der Verschiebung der Alpe di Melano aus. Die schönen Aufschlüsse längs der Bahnlinie zeigen nur gleichförmig isoklinale und senkrecht gestellte Liasmassen, die erst in der Nähe des Kulms in S fallende Schichten übergehen. Während TARAMELLI (16, S. 114) hier nur eine Antiklinale durch den Gipfel angibt, findet sich in einem Profil REPOSSIS (11, S. 42) völlig richtig eine Zwischenantiklinale, die er wohl der grossen Mächtigkeit wegen annimmt.

Tatsächlich geht zwischen den Höhepunkten 1387 und 1461 die erste Generoso-Antiklinale durch. Ein abgequetschter Kern aus Dolomit mit Brachiopoden führendem Hierlatzkalk findet sich zwischen Castello und Muggiasca. Die nun folgende, enge und tiefe *Synklinale I-II* zeichnet sich faziell durch die Echinodermenbreccien und Brachiopodenkalke im Sinemurien aus.

*Antiklinale II* kulminiert etwas nördlich vom Generoso-Gipfel, zeigt wie die Randantiklinale von Mendrisio senkrechten Südschenkel mit raschem Umbiegen zu einem flachen Rücken. Entsprechend treten dolomitische Gesteine in der Val Scura und auf der Pianca delle Tanelle auf. Ein solcher Kern findet sich möglicherweise auch auf der Ostseite in der Gegend von Erbonne. Der Mächtigkeit nach zu schliessen, müssen wenigstens die Planorbisschichten hier in dem tiefen Breggiatal angeschnitten sein. *Synklinale II-III* zeigt nur geringe Tiefe.

*Antiklinale III* bildet die Cima alla Crocetta. Die geringe Tiefe der südlich vorgelagerten Synklinale lässt wahrscheinlich erscheinen, dass sie nach Osten bald mit Antiklinale II verschmilzt. Sie ist wohl nur als Aufwölbung einer letzten Faltungsphase zu betrachten, gebildet durch Stauung des zusammengeschobenen östlichen Komplexes an dem hier nach E ausbiegenden Hauptdolomitstock des Scoglio di Salera. Der Nordschenkel stellt eine flache, 30° bis 0° nach N einsinkende Platte dar, die sich auch in den Monte Sighignola fortsetzt.

Südlich von diesem Gipfel, durch die obere Val Mara, soll nach BISTRAM, TARAMELLI und REPOSSI eine Verwerfung gehen, die nach letzteren Autoren bis an den Comersee reicht. Nach REPOSSIS Profil erscheint mir auch dort die Annahme einer Störung unbegründet, in meinem Gebiet existiert sie sicher nicht. Die Arietenschichten gehen auf der Alpe di Arogno in 1100 m Höhe durch; unten im Tobel der Val Mara bei Arogno müssen wir also die Basis des Lias vor uns haben, was durch die hier in den Lias eingeschlossenen grossen Dolomitbrocken ebenfalls bewiesen wird. Von einem Absinken des südlichen Komplexes kann also nicht die Rede sein. Einige Störungen ganz sekundärer Art strahlen von der Umbiegungsstelle der Hauptverwerfung in den Lias aus und bewirken das nur an der Strasse erscheinende steile NE-fallen. Der westlich darunter liegende Hauptdolomit biegt im Streichen ganz nach S um und fällt fast senkrecht nach E ein. Dies ist die Folge der Aufbiegung längs der grossen NS-Störung, eine Erscheinung, die auch der Lias in der angrenzenden Zone fast regelmässig zeigt.

#### e) **Blattverschiebung der Alpe di Melano.**

Sie bildet bei Giaro die geradlinige Fortsetzung der Hauptverwerfung, die hier nach SW ausbiegt, geht zur Val Scura und von da direkt nach S, östlich der Alpe di Melano vorbei und streicht im steilen Schenkel der Synklinale von Cragno aus. Im allgemeinen fand die Verschiebung an senkrechter Fläche statt; in der Val Scura und dem obersten Teil der Valle della Carbonera fällt sie bis  $45^{\circ}$  E. An letzterem Ort sind mehrere Centimeter Bitumen mit Kalk- und Dolomitstücken in der Kluft zu finden. Ein unbedeutendes Liaspaket zeigt sich hier von der Generosomasse abgetrennt (Profil III). Intensive Schleppungen und Verbiegungen mit sekundären Verschiebungsflächen zeigen sich am Wegstück Alpe di Melano-Bella Vista, das mehrfach diese Zone kreuzt. Dass der ganze Generoso längs dieser Linie zusammengeschoben wurde, ergibt sich aus dem beschriebenen tektonischen Bau der beiden Seiten. Horizontale Rutschschrammen liessen sich nur an dem frischen Aufschluss vor dem Eingang zum ersten Tunnel oberhalb Bella Vista nachweisen. Die Zusammenstauung erklärt auch die höhere Lage dieses Teiles durch tektonische Massenanhäufung (siehe Profil II). Die flexurartig senkrecht gestellten Liaskalke und Dolomite der Ostseite der Santa Agata von Rovio, die bis über die Basis des östlichen Lias hinaufreichen, bildeten ein Stück des Südschenkels einer sich aufwölbenden Generoso Antiklinale, bis der intensiver wer-

dende Südschub<sup>1</sup> zu einer Verwerfung führte und das Gewölbe längs dieser Fläche nach Süden versetzte.

Es ergibt sich aus obigem, dass auch der nördlich folgende Abschnitt der Hauptverwerfung zum Teil sekundär zu einer Querverschiebung wurde. Horizontale Rutschschrammen treten zahlreich an der obern Störungslinie Pugerna-Arogno auf (siehe S. 130), wodurch diese als tangentiale Bewegungsfläche und Fortsetzung obiger Störung charakterisiert wird.

#### f) Sighignola-Gebiet.

Schwer zu entziffernder Faltenbau kennzeichnet das weitere Sighignola-Gebiet, das auf REPOSSIS Profil (11, Profil C) als gleichmässig nach N geneigte Tafel erscheint. Bis zu einer Linie, die einige hundert Meter nördlich vom Gipfel in OW-Richtung durchläuft, ist dies zutreffend, nachher treten in unlösbar erscheinender Folge senkrechte oder stark S und N fallende Kalke auf. Erst die Auffindung und Verfolgung der fossilführenden Echinodermenbreccien der Liasbasis ermöglichte die sichere tektonische Deutung. Darnach folgt zunächst eine isoklinal zusammengepresste *Camoe-Antiklinale*, deren Axe ungefähr durch diesen Gipfel, im weiteren Verlauf etwas südlich Lanzo d'Intelvi durchgehen muss.

Es folgt die *Synklinale der Cantine di Caprino*, die nach den stratigraphischen Verhältnissen (siehe S. 95) zu schliessen, in ihrem Nordschenkel durch die Längsverwerfung der Val Ruina betroffen wurde. In ihrer Fortsetzung liegt vielleicht die NW-SE-Verwerfung Bistrams zwischen Dolomit (Rhät nach BISTRAM) und kristallinen Schiefen auf der gegenüberliegenden Seeseite, wonach ebenfalls der nördliche Teil um 1000 m relativ in die Tiefe sank. Ob aber Glimmerschiefer dort bis zum Dolomitaufschluss reichen, konnte wegen Fehlens von Entblössungen nicht kontrolliert werden.

Nordöstlich der Val Ruina steigen die OW streichenden Liaskalke wieder senkrecht an zur *Antiklinale Belvedere*. Am See treten entsprechend vor den Cantine di dentro, dem östlichsten Punkt, der begangen werden konnte, wieder Echinodermenbreccien und dolomitische Hornsteinkalke des untersten Lias auf. Nach E scheint sie über Scaria, wo Dolomit auftaucht, bis Sala am Comersee zu reichen. Nun erst stellen sich vermutlich die tektonischen Parallelen zur flachen Boglia-Mulde ein. Die Synklinale des Monte Bré (siehe Profil Seite 94) scheint mir ein durch die tangentialen Bewegungen

<sup>1</sup> Der Ausdruck gilt nur relativ.

längs der Hauptverwerfung isoliertes Stück zu sein. Die N 37° W streichende Störungslinie Cureggia-Bré, die sie von der Liasmasse des Monte Boglia wegschneidet, muss wohl eine Querverschiebung sein. Im Gesamtprofil wird der Komplex des Monte Bré nicht mehr getroffen.

Weitere Vermutungen über den Verlauf des geschilderten Gebirgsbaues nach E auszusprechen, erscheint bei dem Fehlen eingehender Angaben über jene Gebiete verfrüht. Ihr sicherer Nachweis, das eventuelle Verlaufen oder Neuauftauchen von einzelnen Gliedern wird auf alle Fälle grosse Schwierigkeiten bereiten, da die Moränenbedeckung und die, gegenüber dem mehr als 1000 m tiefen Einschnitt des Luganerseetales unbedeutenden Aufschlüsse eingehende Beobachtungen hindern.

#### *g) Randliche Faltenbogen.*

Am Alpensüdrand treten die bekannten Faltenbogen auf, wie sie RASMUS für die lombardischen und judikarischen Alpen nachgewiesen hat. In ihnen drückt sich der Tangentialschub aus, wobei wohl in manchen andern Fällen die im Zentrum des Bogens liegende Kraft einen Schub nach der Peripherie hin bewirkte. Ein ausschlaggebendes Moment für die Entscheidung, was fest blieb und was tatsächlich bewegt wurde, fehlt. Ich erkläre mir die bestehenden Verhältnisse nicht durch wirklichen Südschub, sondern durch ein nach Norden gerichtetes Vorschieben der Massive von Lugano und Bozen gegenüber einem oberflächlich zurückbleibenden und zurückgestauten Zwischengebiet (s. letztes Kapitel.) Die gesamten Südalpen zwischen Lago Maggiore und oberem Etschtal bilden einen gegen S SE konvexen Bogen, der sich wieder in Einzelbogen gliedert. In unser Gebiet reichen die Bogen Valcuvia-Varese-Mendrisio und Mendrisio-Como-Canzo.

Der dem Porphyritmassiv vorgelagerte Sedimentzug zeigt also, allerdings in abgeschwächtem Mass, ebenfalls obige Erscheinung. Auf der Arzo-Halbinsel gliedert sich ein kleiner Bogen davon ab, indem die Streichrichtung von N 40 bis 50° E bei Viggiu und Besano bald umknickt zu N 65 bis 75° W bei Saltrio, um erst am Ostrand der Halbinsel, nördlich Rancate, nochmals zum ENE-Streichen zurückzukehren.

Der *Bogen Mendrisio-Como-Canzo* schiebt sich vom Ort seines Beginns, dem Rande der Porphyrmasse, sehr rasch nach Süden vor, entsprechend einer immer stärkeren Auswirkung des Schubes, der ja im Inneren des Liasgebietes zu Querverschiebungen und Ueberschiebungen führte. Dabei

lässt sich wieder eine periodische Einzelgliederung erkennen, indem die durchschnittliche NW-SE-Streichrichtung schon bis Morbio zweimal zwischen NS und EW wechselt, infolge der staffelförmig relativ nach Süden vorgeschobenen Gebirgsteile.

## II. Allgemeinere Bewertung der Einzeltektonik.

### 1. *Stauung und nicht Zerrung.*

Fassen wir zunächst das Ostgebiet (siehe Profil I) unter diesem Gesichtspunkt ins Auge, erscheint ohne weiteres klar, dass nur tangential wirkende Kräfte diese engen isoklinalen Falten, die lokal zu Ueberschiebungen führten, zusammenzustauen vermochten, dass nur dadurch die grosse Querverschiebung der Alpe di Melano verständlich wird, niemals aber bei Annahme von Zerrungen.

Betrachten wir nun das Westgebiet, bietet sich uns ein ganz anderes Bild. Senkrechte Bewegungen bilden hier das ausschlaggebende Moment. Es zeigen sich grabenartige Einsenkungszonen und breite Schollen, neben denen Umbiegungen stark in den Hintergrund treten. Die breite Antiklinale des Monte Arbostora erhält ganz den Charakter eines Horstes. Zwei plötzlich in senkrechte Stellung abbiegende Schenkel zeigen sich bei Ciona im N und Besazio im S. Sie folgten der anfänglichen Herauswölbung des zwischenliegenden Gebietes, brachen aber nach Ueberschreitung der Elastizitätsgrenze durch, was namentlich am Südrand schon frühzeitig eintrat und zum Fehlen einiger hundert Meter zwischenliegender Liassedimente führte. Noch weiter südlich schliessen sich nach MARIANIS Profilen (7), in meinem Untersuchungsgebiet schon durch Diluvium völlig der Beobachtung entzogen, nochmals Mulde und Antiklinale an.

Beide Gebirgstypen, der gefaltete wie der schollenartige, sind aber zweifellos derselben ursächlichen Kraft zuzuschreiben, nur die Reaktion war verschieden. Der Grund dafür muss, wie ein Blick auf die Karte zeigt, in der differenten petrographischen Beschaffenheit der in Betracht fallenden Gesteine gesucht werden. In den mächtigen, starren Eruptivmassen und Triasdolomiten, die nur von wenig mächtigem Lias, der überdies zum Teil schon frühzeitig, vor der Faltung, der Erosion zum Opfer fiel, überlagert waren, musste sich die Tendenz zur Oberflächenverminderung, die aus der Stauung resultiert, vorwiegend in vertikalen Verschiebungen

geltend machen. Die Verwerfungen von Pazzallo und Besazio sind nicht echte Verwerfungen, sondern sehr steile S-Ueberschiebungen oder Aufschiebungen. Die hornsteingebänderten Liaskalke hingegen liessen sich zu engen Synklinalen und Antiklinalen zusammenschieben. Das Fehlen von höhern tektonischen Elementen, von überlagernden Decken, erlaubte eine freie, dem Gesteinscharakter völlig entsprechende Entwicklung dieser Erscheinungen. Solchen Gründen möchte ich auch die Erscheinung zuschreiben, dass in den östlichen Nordalpen nicht Ueberfaltungsdecken, sondern Massenschub kennzeichnend ist (4, S. 694).

Auffällig erscheint im Ostgebiet der periodische, dreimalige Wechsel der EW verlaufenden Faltengürtel von Mendrisio, des Generoso und des Sighignola mit den nach Norden anschliessenden flachen Tafeln von San Nicolao, Alpe di Arogno und Boglia (siehe Profile I und VII). Die nördlichste Wölbung geht jeweilen ohne Mulde, direkt, in die vorliegende Platte über. Der Vergleich mit dem tektonischen Charakter der Westseite liefert uns die Erklärung dafür. Als Unterlage der gefalteten Liasmassen folgen ja wiederum Triasdolomite und Porphyrite in mindestens 2 km Mächtigkeit, die auf die tangentialen Zusammenpressung analog dem gleich zusammengesetzten Westgebiet reagierten. Die isoklinalen Falten des Lias zwingen unbedingt zur Annahme weitgehender Faltungsdiskordanzen (siehe Profil VII). Nie zeigt ein Profil in ostalpiner, dolomitischer Trias vergleichbare Erscheinungen. Die Mergelhorizonte des Rhäts und der Raibler Schichten ermöglichen diese selbständigen Bewegungen übereinanderliegender Komplexe. Eine relative S-Verschiebung der Hornsteinkalkmassen des Generoso und Sighignola, zum Teil wohl auch des Hauptdolomites, erfolgte nicht nur gegenüber dem westlichen Porphyrgelände, sondern auch über der eigenen Unterlage. Der Nordschenkel der ersten Generoso-Antiklinale wurde dadurch an fast senkrechter Fläche aufgeschoben. In der Val Scura bei Rovio, dem einzigen Ort, wo die liegenden Dolomite auftauchen, ist der scharfe Kontakt an horizontaler Fläche stark verrutscht. Linsen schwarzer, dichter, etwas toniger Dolomite an der Verschiebungsfläche entsprechen wohl ausgequetschten Conchodondolomit. Unter den Liastafeln können wir sicher auch ungestörte Dolomitschollen erwarten. Die Antiklinalzonen bildeten sich da, wo in den tiefern Schichten eine Störung, im allgemeinen wohl ähnlich den Verhältnissen der Westseite als ein Ausweichen nach oben, als steile Aufschiebung

eintrat. Der Anpressung der jurassischen Deckschichten an die aufgeschobenen N-Flanken muss der isoklinale Bau ihrer Antiklinalen wohl zugeschrieben werden.

In der Alta Brianza zeigten die Untersuchungen von RASSMUS, dass tangentiale Kräfte auch dort massgebend für den Gebirgsbau sind. Südlich gerichtete Ueberschiebungen und Schuppungen treten dort auf. An Hand von Literatur und eigenen Exkursionen verfolgte er derartige Erscheinungen weiter nach Osten bis zum Gardasee.

In Uebereinstimmung mit ihm muss ich den neuern Angaben TILMANS<sup>1</sup>, der den Bau der Südalpen als durch staffelförmige Senkungserscheinungen der Poebene bedingt anspricht, entgegentreten. Zerrungen in so ausgedehntem Mass erscheinen mir schon rein theoretisch eine Unmöglichkeit im Bau der Alpen; für die doch gewiss als leitendes tektonisches Prinzip Stauung charakteristisch ist. Die entgegengesetzte Erscheinung der Zerrungen kann nur untergeordnet, als lokal zum Ausdruck kommende Folge der tangential pressenden Kräfte auftreten. Die Poebene ist nicht am Alpenrand in die Tiefe gebrochen, so wenig wie das schweizerische Mittelland gegenüber den Juraketten. Vielmehr entsprechen die südlichen Kalkalpen dem Südrand eines durch tektonischen Massenzusammenschub längs jener Linie emporgestiegenen Gebirges. Fast völlig eingeebnet setzt dieses übrigens noch etwas weiter nach S fort<sup>2</sup>, ertrinkt aber unter den jüngsten, nach der alpinen Faltung gebildeten Ablagerungen der Poebene. Bei San Vittore in der Gegend von Monza erreichen glaciale und postglaciale Bildungen allein eine Mächtigkeit von nahezu 150 m. Ein Bohrloch ergab in 147 m Tiefe, also etwa im heutigen Meeresniveau, marines, sandig-toniges Pliocän<sup>3</sup>.

## 2. Alter der tektonischen Vorgänge.

Nicht einer einzigen, einmal wirkenden Kraft darf der gesamte Gebirgsbau der Tessiner Kalkalpen zugeschrieben werden. Die vertikale Bewegung an der Hauptverwerfung von Lugano muss zeitlich den übrigen Störungen der mesozoischen Tafel vorangegangen sein. Daraufhin deutet

<sup>1</sup> TILMAN N. Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik des Trias des Monte Guglielmo. *Z. d. d. g. G.* 1909.

<sup>2</sup> Vergleiche die Profile von DE ALESSANDRI G. Osservazione geol. sulla Creta e sull'Eocene della Lombardia. *Atti S. it* 1899.

<sup>3</sup> MARIANI E. Sui pozzi trivellati di Milano e sul pozzo di Monza. *Atti S. it* 1909.



einmal die unabhängige Tektonik von West- und Ostgebiet. Ein weiterer Hinweis ergibt sich aus der fast normal gelagerten Scholle Santa Agata-Bella Vista, die diesen Charakter offenbar der Beeinflussung durch das zwischen Rovio und Arogno stark nach E ausbauchenden Porphyritmassivs verdankt. Vor dem Einsetzen der die Generoso-Antiklinalen zusammenschiebenden tangentialen Kräfte muss es diese geschützte Lage besessen haben, d. h. die relative Hebung der Eruptivmasse vollzog sich vorher. Für eine ganz sichere Zeitangabe fehlen Anhaltspunkte. Möglicherweise handelt es sich um eine oberkretazische Bewegung. RASSMUS fand nämlich im Vorland der Alta Brianza mächtige santoniane Geröllablagerungen, an deren Zusammensetzung neben vorwiegenden liasischen triasische und seltene permische eruptive Gesteine teilnehmen. Letztere sollen denen des Luganeser Porphyritgebietes gleichen. Wenn wir unsere Störungslinie als kretazisch annehmen, wird dieses Vorkommen leicht erklärlich, da jene Hebung von 1000 m der Erosion rasch Vorschub leistete. Eine flache Herauswölbung des Alpenkörpers aus den oberkretazischen Meeren betrachte ich als primäre Folge der alpinen Stauung. Die Hauptverwerfung von Lugano entstand als Folge der Spannungsdifferenz zwischen der von der Poebene nach N rascher ansteigenden schmalen westlichen und der breitem östlichen Kalkalpenzone.

Erst einer spätern Faltungsphase<sup>1</sup> dürften alle übrigen tektonischen Erscheinungen zugewiesen werden, wohl auch die scharfen Umknickungen der Hauptverwerfung bei Melano (siehe S. 343). Ich halte diese für Querverschiebungen der alten Senkungslinie, bedingt durch die schief auf diese wirkenden miocänen Tangentialkräfte. RASSMUS will die Hauptfaltung der lombardischen Alpen in die Oberkreide versetzen; zwei weitere schwache Phasen sollen sich dazu addiert und weitere Falten im Süden angereicht haben. Seine Gründe erscheinen mir aber durchaus nicht stichhaltig, denn das ausschlaggebende Moment der Diskordanz in der Anlagerung fehlt. Die erwähnten alten Geröllablagerungen beweisen nur tiefgehende Erosion, die durch obige Annahme oder die Voraussetzung grösserer tektonischer Veränderungen im nördlich anschliessenden Wurzelgebiet der ostalpinen Decken genügend sich erklärt. Die Diskordanzen in der Streichrichtung der Falten brauchen nicht verschiedenen Phasen zugeschrieben zu werden, sind wohl bedingt durch starke petrogra-

<sup>1</sup> Phase nicht im Sinn einer in sich abgeschlossenen Bewegung, sondern als Teilstück der kontinuierlich weiterschreitenden alpinen Stauung.

phische Differenzen der gefalteten Sedimentmassen, der Triasdolomite und Porphyrite, der liasischen Hornsteinkalke, der Kreidemergel und der Molassekonglomerate. Intensive Faltung herrscht dort nach DE ALESSANDRIS Profilen<sup>1</sup> auch noch in dem fast eingeebneten, aus Kreide und Tertiär gebildeten Vorland. Das Fehlen von oberer Kreide in den innern Kalkalpen wird, wenn wir es nicht bloss der Abwitterung zuschreiben wollen, durch einfaches Heraustauchen des gesamten Gebietes aus dem Meer erklärt.

Sicher kann dagegen konstatiert werden, dass die ganze Schichtenserie bis mit dem Eocän vollständig konkordant gefaltet wurde (95 und DE ALESSANDRI). Erst nachher machen sich einzelne gebirgsbildende Vorgänge bemerkbar, indem bei Chiasso das transgredierende Miocän mit 20° Diskordanz auf dem Liegenden ruht (95, S. 22). Die Molasse selbst aber fällt in ihren basalen Partien noch mit 70° S SW, nähert sich in den höhern Teilen normaler Lagerung. Bis zum Miocän<sup>2</sup> verhielt sich die heutige Kalkalpenzone als starrer Block, erst während und nach seiner Ablagerung trat Faltung ein. Das horizontal gelagerte Mittel-Pliocän liegt schon stark diskordant transgredierend auf Molasse bis Jura. (Vergl. Profil VII.)

### 3. Beziehungen zur Bildung der Nordalpen.

Um uns über diese Abhängigkeitsbeziehungen ein Bild machen zu können, müssen wir zunächst eine Gegenüberstellung der Bildungszeiten vornehmen. RASSMUS, der die lombardischen Alpen in der Oberkreide, die gesamten nordalpinen Decken im Pliocän entstehen lässt, kommt zum Satz: Zuerst entstanden die lombardischen Alpen, dann erfolgte der Deckenschub. Tatsächlich verhält sich die Sache umgekehrt. Erstere bildeten sich, wie oben ausgeführt wurde, erst im und nach dem Miocän. Von den nordalpinen Decken sind nur die helvetischen postmiocän, während lepontinische und ostalpine Deckengruppen, welche für die Beurteilung unserer Frage in Betracht kommen, bedeutend älter sein müssen. Nach KOBER<sup>3</sup> waren schon zur Gosauzeit untere und obere ostalpine Decke über die lepontinischen hinweggeschoben. Nach HERITSCH<sup>4</sup>

<sup>1</sup> DE ALESSANDRI G. Osservazioni sulla Creta etc. *Atti S. it* 1899

<sup>2</sup> Vorausgesetzt, dass kein Oligocän darin enthalten, was bei einem Vergleich mit den vizeninischen Bildungen unwahrscheinlich ist.

<sup>3</sup> L. KOBER, Der Deckenbau der Nordalpen. *Mittel. der Wiener Geol. Gesellschaft*. 1912.

<sup>4</sup> F. HERITSCH, Ueber das Alter des Deckenschubes in den Nordalpen. *Sitzungsbericht der k. Akademie der Wissenschaft Wien*. 1912.

fällt diese Ueberschiebung, verbunden mit einer Abscherung der lepontinischen Decken erst ins Alttertiär. Die Hauptsache für uns ist beiden gemeinsam. Zur Zeit des ostalpinen Deckenschubes trat in den lombardischen Alpen noch keine Faltung ein, diese bildeten einen starren, nach Norden wohl etwas ansteigenden Block. Unter dem Einfluss der riesigen tangentialen Pressungen, die tiefe Schichten der Erdrinde gleichmässig betrafen, muss die alte Hauptverwerfung von Lugano zur Ausbildung gekommen sein. Die innigen stratigraphischen Beziehungen zur Bündner Trias (siehe S. 338) lassen mich nicht an der Ansicht zweifeln, dass die lombardischen Alpen den autochthonen Südrand der obern ostalpinen Decke bilden. Der einstige kontinuierliche Zusammenhang der flachen Schubmasse wurde durch Erscheinungen, die dem Deckenschub folgten, unterbrochen.

#### 4. *Kalkalpen und kristalline Randzone.*

Wie schon bei Besprechung der Einzeltektonik mehrfach angedeutet wurde, zeigen die tektonischen Axen im Ostgebiet auf eine Bewegung von N nach S. Die Momente, die dafür zu sprechen scheinen, sind die Anordnung der randlichen Faltenbogen, die Blattverschiebung Bella Vista-Pugerna, sowie die namentlich weiter im E auftretenden S-Ueberschiebungen. Alle diese Erscheinungen lassen sich aber dem allgemeinen Alpenbild viel leichter einordnen, wenn wir hier den N gerichteten Deckenschub nicht für diese spätere Phase ins Gegenteil umkehren lassen, wenn wir nicht den gesamten nördlich anschliessenden Alpenkörper uns nach S gegen die kleine Kalkalpenzone bewegt denken.

Nahe Beziehungen ergeben sich zu der auffälligen Stellung der Deckenwurzeln, die nicht nur senkrecht gestellt, sondern z. B. im Centovalli noch stark nach S überkippt sind. Dies muss zur Vorstellung einer von S her erfolgten Einstauchung führen. Mit Einstellung dieser Umknickung des während des ostalpinen Deckenschubes noch flach bleibenden Schichtenverlaufs musste eine Eigenbewegung dieser tektonischen Glieder aufhören. Sie kann sich daher erst nach dem Schub herausgebildet haben. Dieses zeitliche Moment harmoniert sehr gut mit der erst miocän erfolgten Bildung unserer Kalkalpen und scheint mir auf folgende Abhängigkeitsbeziehungen hinzuweisen: Der weiter andauernde Nordschub führte, nachdem die dem Deckenschub entgegenstehenden Widerstände ein Maximum erreichten, zu einer Umknickung und Hochstauung der Wurzelregionen. Das

N-Fallen der Kalkzonen in den Wurzelgebieten, der einer steilen Ueberschiebung entsprechende Charakter der Kontaktlinie der südlichen Kalkalpen mit den kristallinen Tessiner Bergen<sup>1</sup> weisen darauf hin, dass die Tektonik unseres Gebietes neben Anpressung auf von S nach N gehende Unterschiebungen zurückzuführen ist. In den oberflächlich dadurch zurückgestauten Schichtenkomplexen kamen die auf S-Schub hinweisenden Bilder zustande. In den starren Massen des Luganeser und des Bozener Eruptivgebietes vermochte diese Rückdrängung nicht durchzugreifen. Als mehr oder weniger intakt bleibende Pfeiler wurden diese nach N gedrängt. In dem weiten zwischenliegenden Sedimentgebiet blieben die obersten Krustenteile nach S zurück, in den zentralen Partien am stärksten, weshalb die Faltenbogen entstanden.

Auf zeitliche Abhängigkeit zwischen Hochstauung der kristallinen Zone und Faltung in den vorliegenden Kalkalpen weist das Miocän hin. Der durch jenen Vorgang neu und recht intensiv belebten Erosion entsprechen wohl dessen mächtige, zu  $\frac{9}{10}$  aus oft sehr groben kristallinen Geröllen bestehende Konglomerate. Mit den ersten Molassebänken beginnen aber auch die Diskordanzen, d. h. setzte die Faltung ein.

Fassen wir unter obigen Gesichtspunkten die miocänen tektonischen Erscheinungen der Tessiner Kalkalpen nochmals zusammen, ergibt sich folgendes Bild. Die allgemeine Pressung nach N an die Wurzelregionen führt im Westgebiet zu vertikal ausweichenden Komplexen, zu steilen Ueberschiebungen, eine weitere Rückstauung des starren Pfeilers erfolgt nicht. Im Ostgebiet dagegen lösen sich die faltbaren Liasmassen, zum Teil wohl auch noch ältere Schichten längs Mergelhorizonten von ihrer Unterlage los und werden über dieser zusammengeschoben. Die entsprechende Oberflächenverminderung im Porphyrgbiet, erfolgt durch die vertikalen Bewegungen, darf zum grossen Teil erst nördlich vom Salvatore in den Aufschiebungen von Pazzallo und Manno (?) gesucht werden. Eine Querverschiebung, für die naturgemäss die alte Hauptverwerfung von Lugano die Leitlinie liefert, muss zwischen E und W zur Ausbildung gelangen. Da aber diese Absenkungslinie unregelmässig verläuft, zwischen R o v i o und A r o g n o eine starke Ausbauchung nach E zeigt, bilden sich teilweise neue, geradlinigere Verschiebungslinien. Die direkt

<sup>1</sup> S. auch C. PORROS Profile in Alpi Bergamasche.

südlich und nördlich davon liegenden Sedimentstreifen Bella Vista-Santa Agata und Arogno-Pugerna bleiben in ihrer Bewegung an das Porphyritmassiv gebunden und werden so durch die S-N schiebenden tangentialen Kräfte vom Ostgebiet abgeschnitten.

### **Bemerkungen zur Karte.**

(Pl. 9.)

Vorläufig gelangen nicht die genauen Aufnahmen auf den Siegfriedblättern 1 : 25,000, auf die sich Orts- und Punktbezeichnungen im Text beziehen, zur Veröffentlichung. Die einfachen Mittel, die auf beiliegender Karte zur Anwendung kamen, ermöglichten eine übersichtliche Darstellung nicht. Der Leser wird deshalb gut daran tun, wenigstens einzelne Horizonte selbst zu kolorieren und namentlich auch die tektonischen Störungslinien (auf dem Deckblatt nochmals angegeben) durch eine besondere Farbe hervorzuheben.

Die schwarze Profillinie III sollte 4 mm weiter südlich gezogen sein, da, wo die unbedeutende Liasscholle auch am Ost-Rand an Lias anstösst.

Der besseren Uebersichtlichkeit wegen mussten Diluvial- und Schuttbedeckung zum grossen Teil weggelassen werden.

---

## Verzeichnis der benutzten Literatur.

### Abkürzungen.

- E. g. Helv.* = Eclogae geologicae Helvetiae.  
*Atti S. it.* = Atti della Societa Italiana di Science naturale.  
*Z. D. g. G.* = Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft.  
*N. J. f. M.* = Neues Jahrbuch für Mineralogie usw.  
*V. k. k. R.* = Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt Wien.  
*J. k. k. R.* = Jahrbuch der k. k. Reichsanstalt Wien.  
*Abh. k. k. R.* = Abhandlungen der k. k. Reichsanstalt Wien.  
*Balatonsee* = Resultate der wissenschaftlichen Erforschung des Balatonsees. Anhang : Paläontologie der Umgebung des Balatonsees.

### Werke allgemeineren Inhalts.

1. E. W. BENECKE. Ueber Trias und Jura in den Südalpen. *Geogn. palaeont. Beitr.*, Bd. 1, München. 1866.
2. A. VON BISTRAM. Ueber geologische Aufnahmen zwischen Luganer- und Comersee. Briefl. Mitteil. *Zentralbl. f. Min.*, Nr. 24. 1901.
3. A. VON BISTRAM. Das Dolomitgebiet der Luganeralpen. *Ber. d. naturf. Ges. zu Freiburg i. Br.*, Bd. 24. 1903.
4. F. HAHN. Geologie der Kammerker-Sonntagshorngruppe. *J. k. k. R.*, Bd. 60. 1910.
5. A. JEANNET. Monographie géologique des Tours d'Aï (Préalpes vaudoises). *Matériaux p. la Carte géol. de la Suisse*, N. S., xxxiv<sup>e</sup> livr., 1912/13.
6. R. LEPSIUS. Das westliche Süd-Tirol. Berlin. 1878.
7. E. MARIANI. Appunti geologico sull secondario della Lombardia occidentale. *Atti S. it.*, vol. 43. 1904.
8. P. MERIAN. Flözformation der Umgebung von Mendrisio. *Verh. d. naturf. Ges. Basel.* 1854.
9. NEGRI e SPREAFICO. Saggio sulla geologia dei dintorni di Varese e di Lugano. *Mem. R. ist. Lomb. ser.*, III, vol. 41. 1869.
10. H. RASSMUS. Gebirgsbau der lombardischen Alpen. *Z. D. g. G.*, 65. 1913.
11. E. REPOSSI. Osservazioni stratigraphiche sulla val d'Intelvi etc. *Atti S. it.*, vol. 41. 1902.

12. SCHMIDT und STEINMANN. Geologische Mitteilungen aus der Umgebung von Lugano. *E. g. Helv.* 1890.

13. B. SPITZ und G. DYHRENFURTH. Monographie der Engadiner Dolomiten zwischen Schuls, Scans und Stilsferjoch. *Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz*, N. F., 44. 1915.

14. STABILE. Fossiles des environs du lac de Lugano. *Atti Soc. Helv. sc. nat. sess.*, 44. 1861.

15. T. TARAMELLI. Il canton Ticino meridionale. *Mat. Carta geol. d. Svizzera*, vol. 17. 1880.

16. T. TARAMELLI. I tre laghi. Studio geologico-orographico. Milano. 1903.

17. A. TORNUST. Geologischer Führer durch Oberitalien. Berlin. 1902.

### Perm und Trias.

18. C. AIRAGHI. I molluschi degli scisti bituminosi di Besano in Lombardia. *Atti S. it.*, vol. 51. 1912.

19. E. VON ALBERTI. Ueberblick über die Trias. Stuttgart. 1864.

20. G. DE ALESSANDRI. Studi sui pesci triasici della Lombardia. *Mem. soc. ital. sc. nat.*, vol. 7. 1910.

21. G. VON ARTHABER. Cephalopoden der Reiflengerkalke. *Beitr. z. Pal. Oesterreich-Ungarns usw.*, Bd. 10. 1896.

22. G. VON ARTHABER. Die alpine Trias des Mediterran-Gebietes. *Lethaea geognostica.* 1905.

23. G. VON ARTHABER. Neue Funde in den Werfener Schichten und im Muschelkalk des südlichen Bakony. *Balatonsee*, Bd. 2. 1912.

24. F. BASSANI. Sui fossili e sull'età degli scisti bituminosi triasici di Besano. *Atti S. it.*, vol. 29. 1885

25. E. W. BENECKE. Ueber einige Muschelkalkablagerungen in den Alpen. *Geogn. paläont. Beitr.*, Bd. 2. 1868.

26. A. BITTNER. Brachiopoden der alpinen Trias mit Nachträgen. *Abh. k. k. R.*, Bd. 14 u. 17. 1890-1892.

27. A. BITTNER. Lamellibranchiaten der alpinen Trias. *Abh. k. k. R.*, Bd. 18. 1895.

28. A. BITTNER. Lamellibranchiaten an der Trias des Bakonyer Waldes. *Balatonsee*, Bd. 2. 1912.

29. A. BITTNER. Brachiopoden aus der Trias des Bakonyer Waldes. *Balatonsee*, Bd. 2. 1912.

30. BÖHM. Gastropoden des Marmolatakalkes. *Palaeontographica*, Bd. 42. 1895.

31. CURIONI. Sui giacimenti metalliferi e bituminosi nei terreni triasici di Besano. *Mem. R. ist. Lomb.*, vol. 9, Milano. 1863.

32. W. DEECKE. Paläontologische Betrachtungen : IV. Ueber Fische. *N. J. f. M.*, Bd. 2. 1913.

33. K. DIENER. Mitteilungen über einige Cephalopodensuiten aus der Trias des südlichen Bakony. *Balatonsee*, Bd. 3. 1911

34. K. DIENER. Neue Beobachtungen über Muschelkalkcephalopoden des südlichen Bakony. *Balatonsee*, Bd. 3. 1911.

35. B. G. ESCHER. Ueber die prätriasische Faltung in den Westalpen usw. Anhang : Karbon von Manno. *Diss. Amsterdam.* 1911.

36. B. G. ESCHER. Vorläufige Mitteilung über die Geologie und Petrographie der San Salvatore-Halbinsel bei Lugano. *E. g. Helv.* 1913.

37. ESCHER VON DER LINTH. Nachträge über die Trias in der Lombardei. *Denkschr. d. allg. schweiz. naturf. Ges.*, Bd. 13. 1853.
38. F. FRECH. *Lethaea geognostica Trias*. Stuttgart. 1903-1908.
39. F. FRECH. Neue Zweischaler und Brachiopoden aus der Trias des Balatonsees. *Balatonsee*, Bd. 2. 1912.
40. F. FRECH. Die Leitfossilien der Werfener Schichten und Nachträge zum Muschelkalk. *Balatonsee*, Bd. 2. 1912.
41. F. FRECH. Nachträge zu den Cephalopoden und Zweischalern der Bakonyer Trias. *Balatonsee*, Bd. 3. 1911.
42. GÜMBEL. Geognostische Mitteilungen aus den Alpen. *Sitzungsber. d. k. k. Ak. d. Wissensch. Wien*, Bd. 10. 1883.
43. T. HARADA. Das Luganeser Eruptivgebiet. *N. J. f. M.* 1883.
44. E. VON HAUER. Ueber einige Fossilien aus dem Dolomit des Monte San Salvatore. *Sitzungsber. d. k. k. Ak. d. Wissensch. Wien*, Bd. 15. 1855.
45. E. VON HAUER. Paläontologische Notizen. *Sitzungsber. d. k. k. Ak. d. Wissensch. Wien*, Bd. 24. 1857.
46. E. VON HAUER. Erläuterungen zur Uebersichtskarte der Lombardei. *J. k. k. R.*, Bd. 9. 1858.
47. KÄCH. Vorläufige Mitteilungen über geologische Untersuchungen im Porphyrgelände usw. *E. g. Helv.*, Bd. 41. 1901.
48. E. KITTL. Die Gastropoden der Esinokalke. *Ann. d. k. k. Naturhist. Hofmuseum*, Bd. 19. 1899.
49. E. KITTL. Materialien zu einer Monographie der Halobiidae und Monotidae. *Balatonsee*, Bd. 2. 1912.
50. E. KITTL. Triasgastropoden des Bakonyer Waldes. *Balatonsee*, Bd. 2. 1912.
51. E. MARIANI. Su alcuni fossili del Trias medio ... e sulla fauna del Monte San Salvatore. *Atti S. it.*, vol. 40. 1901.
52. P. MERIAN. Muschelkalkversteinerungen im Dolomite des Monte San Salvatore. *Verh. d. naturf. Ges. Basel*, Bd. 1. 1854.
53. E. VON MOJSISOWICS. Ueber die triadischen Pelecypodengattungen *Daonella* und *Halotia*. *Abh. k. k. R.*, Bd. 7. 1874.
54. E. VON MOJSISOWICS. Die Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz. *Abh. k. k. R.*, Bd. 10. 1880.
55. E. VON MOJSISOWICS. Die Cephalopoden der Hallstätter Kalke. *Abh. k. k. R.* 1893.
56. C. F. PARONA. Sull'età della dolomia di Arona. *Rendiconti d. R. ist. Lomb. ser.*, II, vol. 25. 1892.
57. E. PHILIPPI. Aufbau der Schichtenfolge im Grignagebirge. *Z. D. g. G.* 1896.
58. POTONIÉ. Entstehung der Steinkohle. 1910.
59. H. RASMUS. Parallelisierung des deutschen und alpinen Muschelkalks. *Z. D. g. G.*, Bd. 65. 1913.
60. H. REICH. Ueber ein neues Vorkommen von Fossilien im Servino von Lugano. *Zentralbl. f. Min.* 1912.
61. E. REPOSSI. Il Mixosauro degli strati triasici di Besano in Lombardia. *Atti S. it.*, vol. 41. 1902.
62. E. REPOSSI. Gli scisti bituminosi di Besano in Lombardia. *Atti S. it.*, vol. 48. 1909.



63. W. SALOMON. Geologische und paläontologische Studien über die Marmolata. *Palaeontographica*, Bd. 42. 1895.

64. K. VON SCHAUROTH. Uebersicht der geognostischen Verhältnisse der Gegend von Recoaro. *Sitzungsber. d. k. k. Ak. d. Wissensch. Wien*, Bd. 47. 1855.

65. K. VON SCHAUROTH. Verzeichnis der Versteinerungen der Trias im Vicentinischen. *Sitzungsber. d. k. k. Ak. d. Wissensch. Wien*, Bd. 34. 1859.

66. K. VON SEEBACH. Die Conchylienfauna der Weimarischen Trias. Berlin. 1862.

67. A. SORDELLI. Sulle piante fossili recentemente scoperte a Besano. *Atti S. it.*, vol. 22. 1879.

68. A. STOPPANI. Les pétrifications d'Esino. *Paléontologie Lombarde*, vol. 1. 1858-1860.

69. A. TOMMASI. Revisione della fauna a molluschi della dolomia principale. *Paleont. Ital.*, vol. 9. Pisa, 1903.

70. C. WIMANN. Ueber Mixosaurus Cornalianus Bassani. *Bull. of the Geol. Inst. of Upsala*, vol. 11. 1912.

71. C. WIMANN. Ichthyosaurier aus der Trias Spitzbergens. *Bull. of the Geol. Inst. of Upsala*, vol. 10. 1910.

72. P. VON WITTENBURG. Beiträge zur Kenntnis der Werfener Schichten Südtirols. *Geol. paläont. Abh. Koken*, N. F., Bd. 8. Jena, 1908.

### Jura.

73. A. BETTONI. Fossili domeriani della Provoncia di Brescia. *Mém. de la Soc. pal. suisse*, vol. 27. 1899.

74. A. VON BISTRAM. Beiträge zur Kenntnis der Fauna der unteren Lias in der Val Solda. *Ber. d. naturf. Ges. zu Freiburg i. Br.*, Bd. 13. 1903.

75. G. BONARELLI. Contribuzione alla conoscenza del Giura-Lias Lombardo. *Atti R. Acc. Sc. di Torino*, vol. 30. 1894.

76. G. BONARELLI. Le Ammoniti del rosso Ammonitico descritte e figurate da Meneghini. *Boll. Soc. Malacolog. Ital.*, vol. 20. Pisa, 1899.

77. E. BÖSE. Die Fauna der liasischen Brachiopodenschichten bei Hinde-lang. *J. k. k. R.* 1892.

78. E. BÖSE. Monographie des Genus Rhynchonellina, Gemm. *Palaeontogr.*, Bd. 41. 1894.

79. E. BÖSE. Die mittelliasische Brachiopodenfauna der östlichen Nordalpen. *Palaeontogr.*, Bd. 44. 1897.

80. M. CANAVARI. Beiträge zur Fauna der unteren Lias von Spezia. *Palaeontogr.*, Bd. 29. 1882.

81. M. CANAVARI. Contribuzione alla Fauna del Lias inferiore di Spezia. *Mem. d. R. Comit. Geol. d'Ital.* 1888.

82. E. DUMORTIER. Etudes paléontologiques sur les dépôts jurassiques du bassin de Rhône. 1<sup>re</sup> à 4<sup>e</sup> partie, Paris, 1864-1874.

83. W. DUNCKER. Ueber die im Lias von Halberstadt vorkommenden Versteinerungen. *Paläontogr.*, Bd. 1. 1846-1848.

84. E. FAVRE. Description des Fossiles tithoniques des Alpes Fribourgeoises. *Mém. Soc. pal. Suisse*, vol. 6. 1879.

85. FRAAS. Szenerie der Alpen. Leipzig. 1892.

86. G. GEYER. Ueber die liasischen Cephalopoden des Hierlatz. *Abh. k. k. R.*, Bd. 12. 1886.
87. G. GEYER. Ueber die liasischen Brachiopoden des Hierlatz. *Abh. k. k. R.*, Bd. 15. 1889.
88. G. GEYER. Die mittelliasische Cephalopodenfauna des hinteren Schafberges. *Abh. k. k. R.* 1893.
89. G. GEYER. Ueber die Schichtenfolge und den Bau der Kalkalpen im untern Enns- und Ybbstale. *J. k. k. R.*, Bd. 59. 1909.
90. A. GOLDFUSS. *Petrefactae Germaniae*. Düsseldorf. 1834-1840.
91. F. HAHN. Geologie der Kammerker-Sonntagshorngruppe. *J. k. k. R.*, Bd. 60. 1910.
92. F. v. HAUER. Beitrag zur Kenntnis der Heterophyllen und Capricornier der österreichischen Alpen. *Sitzungsber. d. k. k. Ak. d. Wissensch. Wien*, Bd. 12 u. 13. 1854.
93. F. v. HAUER. Ueber die Cephalopoden aus dem Lias der nordöstlichen Alpen. *Denkschr. d. k. k. Ak. d. Wissensch. Wien*, Bd. 11. 1856.
94. F. v. HAUER. Ueber die Ammoniten aus dem sog. Medolo. *Sitzungsber. d. k. k. Ak. d. Wissensch. Wien*, Bd. XLIV. 1861.
95. A. HEIM. Ein Profil am Südrand der Alpen. *Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. Zürich; Geol. Nachlese* 15. 1906.
96. A. v. KRAFFT. Ueber den Lias des Hagengebirges. *J. k. k. R.* 1897.
97. W. KRONECKER. Zur Grenzbestimmung zwischen Trias und Lias in den Südalpen. *Zentralbl. f. Min.* 1910.
98. J. MENEGHINI. Monographie des Fossiles du calcaire rouge ammonitique de Lombardie et Fossiles du Medolo. Mailand, 1867-1881.
99. M. NEUMAYR. Zur Kenntnis der Fauna des untersten Lias in den Nordalpen. *Abh. k. k. R.*, Bd. 7. 1879.
100. A. OPPEL. Die Juraformationen. Stuttgart, 1856-1858.
101. A. OPPEL. Brachiopoden des untern Lias. *Z. D. g. G.*, Bd. 8. 1861.
102. A. d'ORBIGNY. *Prodrome de Paléontologie*. Paris, 1859.
103. C. F. PARONA. I Brachipodi liassici di Saltrio e Arzo. *Mem. R. ist. Lomb. Milano*, 1884.
104. C. F. PARONA. Su alcuni fossili del Lias inferiore di Carenno etc. *Atti S. it.* 1884.
105. C. F. PARONA. Note paleontologiche sul Lias inferiore nelle Prealpi lombarde. *Rend. R. ist. Lomb. Milano*, 1889.
106. C. F. PARONA. I Fossili del Lias inferiore di Saltrio I. *Atti S. it.*, vol. 33. 1890.
107. C. F. PARONA. Fauna liasica di Gozzano in Piemonte. *Mem. R. Acc. d. Sc. Torino*. 1892.
108. C. F. PARONA. Appunti per lo studio del Lias lombarde. *Rend. R. ist. Lomb. Milano*, vol. 27. 1894.
109. C. F. PARONA. Contribuzione alla conoscenza delle ammoniti liasiche di Lombardia. *Mém. Soc. pal. Suisse*, vol. 23-25. 1896-1898.
110. C. F. PARONA. I fossili del Lias inferiore di Saltrio II e III. *Boll. Soc. Malc. It. Modena*, vol. 18 e 20. 1894-1896.
111. FR. A. QUENSTEDT. Die Cephalopoden. Tübingen. 1849.
112. FR. A. QUENSTEDT. Der Jura. Tübingen. 1858.
113. FR. A. QUENSTEDT. Ammoniten des schwäbischen Jura. Stuttgart, 1883-1885.

114. H. RASSMUS. Zur Geologie der Alta Brianza. *Zentralbl. f. Min.* usw. Berlin, 1910.
115. H. RASSMUS. Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik der südöstlichen Alta Brianza. *Geol. u. paläontogr. Abh. Koken*, N. F. Bd. 10, Heft 5. 1912.
116. F. STOLICZKA. Ueber die Gastropoden und Acephalen der Hierlatzschichten. *Sitzungsber. d. k. k. Ak. d. Wissensch. Wien*, Bd. 43. 1861.
117. E. SÜSS und E. MOJSISOWICS. Die Gebirgsgruppe des Osterhorns. *J. k. k. R.* 1868.
118. E. SÜSS. Ueber die Brachiopoden der Kössener Schichten. *Denkschr. d. k. k. Ak. d. Wissensch. Wien*, Bd. 7. 1854.
119. T. TARAMELLI. Osservazioni stratigraphiche sulla Valtravaglia. *Rend. R. ist. Lomb.* 1905.
120. O. TERQUEM. Paléontologie de l'étage inférieure de la formation liasique de la province de Luxembourg et de Hettange. *Mém. Soc. géol. de France*, vol. 5. Paris, 1855.
121. F. TRAUTH. Lias der exotischen Klippen am Vierwaldstättersee. *Mitteil. d. geol. Ges. Wien.* 1908.
122. F. WÄHNER. Zur heteropischen Differenzierung des alpinen Lias. *Verh. k. k. R.* 1886.
123. F. WÄHNER. Beiträge zur Kenntnis der tieferen Zonen des unteren Lias. *Beitr. z. Geol. u. Paläont. Oesterreich-Ungarns*, Bd. 2-9 u. 11.
124. L. WAAGEN. Der Formenkreis der *Oxytoma inaequivalve* Sow. *J. k. k. R.* 1901.
-



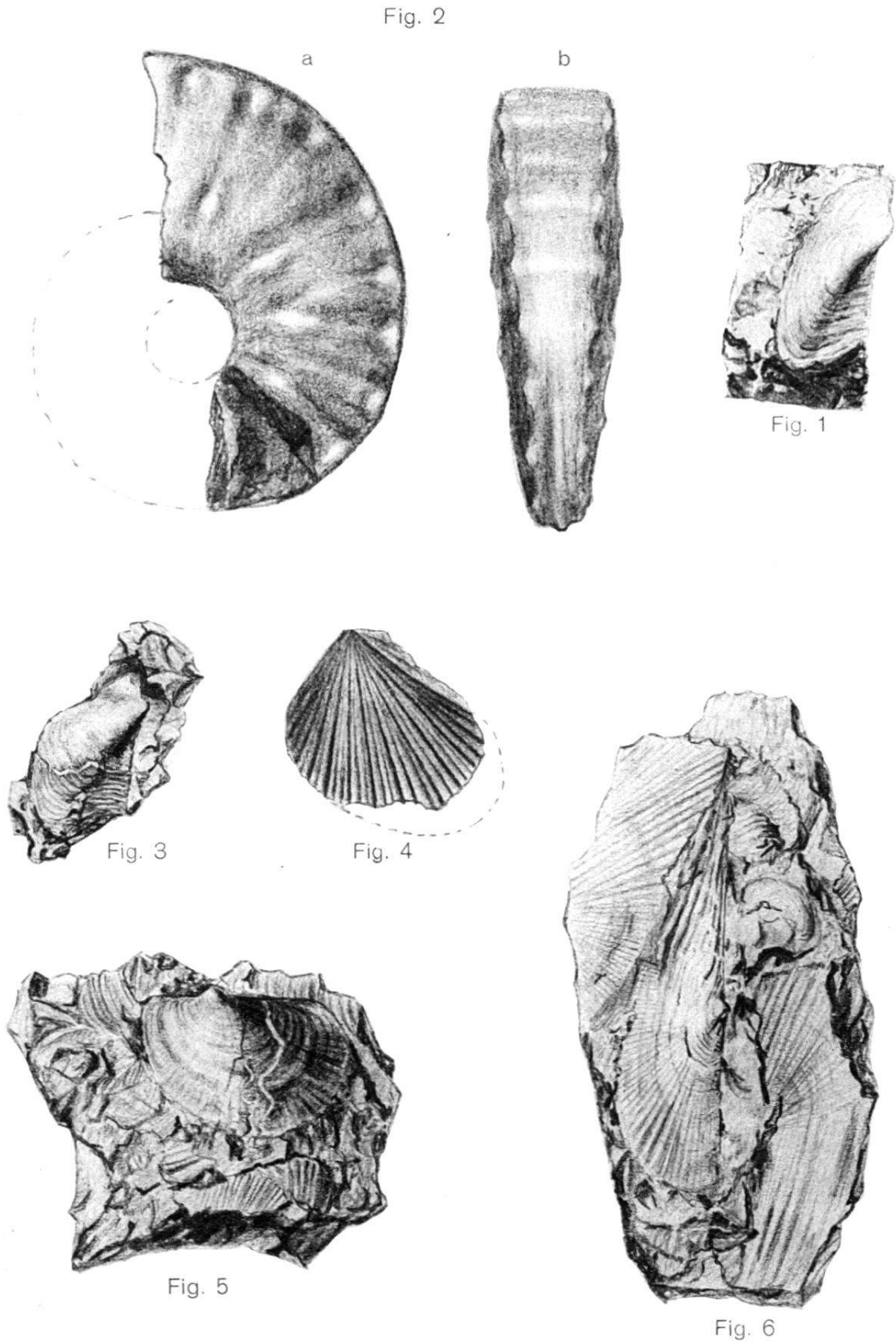
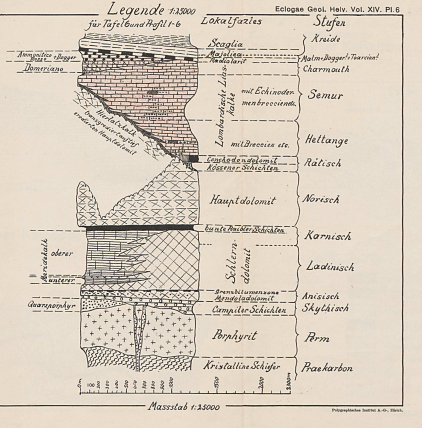
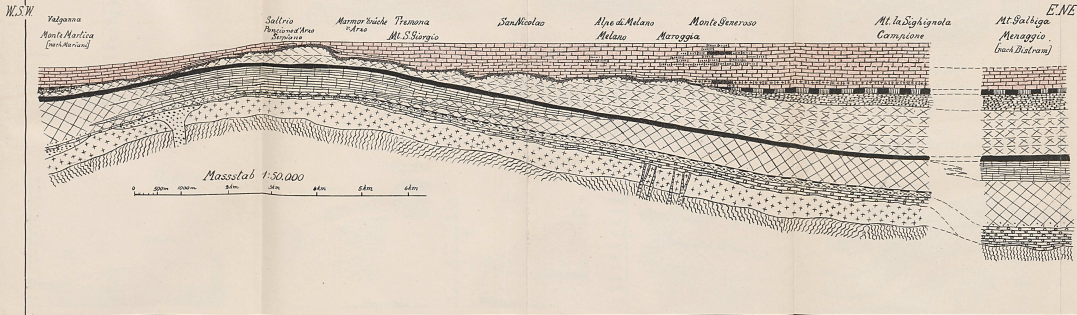


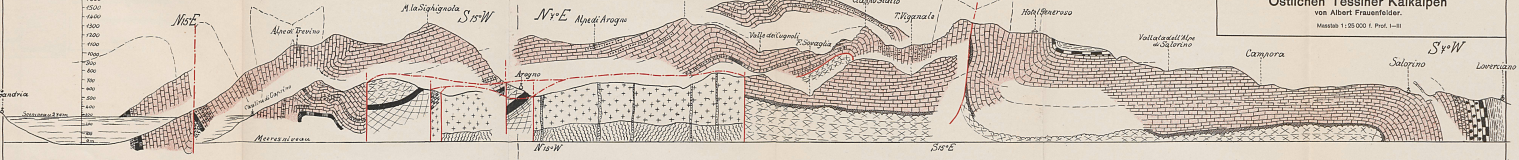
Fig. 1.	<i>Gervillia exporrecta</i> Leps.	Val Battuta (ob Campilersch.)	
Fig. 2.	<i>Ceratites luganensis</i> (Mer.) Mojs.	Tre Fontane	} Grenzbitumenzone
Fig. 3.	<i>Gervillia costata</i> Schloth. sp.	Campione	
Fig. 4.	<i>Lima heterocostata</i> n. sp.	Campione	
Fig. 5.	<i>Daonella Böckhi</i> Mojs.	Tre Fontane	
Fig. 6.	<i>Daonella caudata</i> n. sp.	Tre Fontane	

### Sedimentationsverhältnisse im Gebiete der Tessiner Kalkalpen

Theoretisch ergänzt

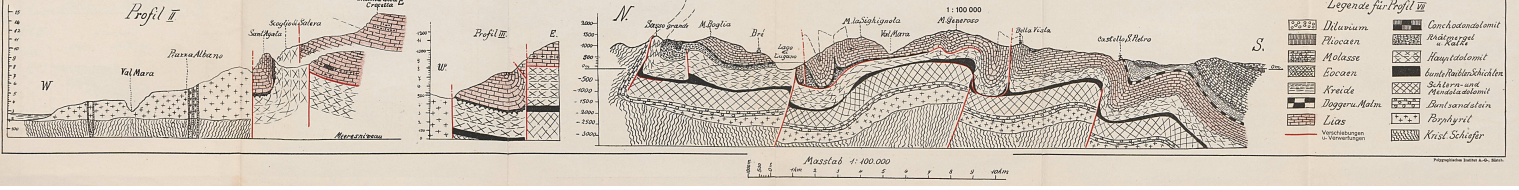


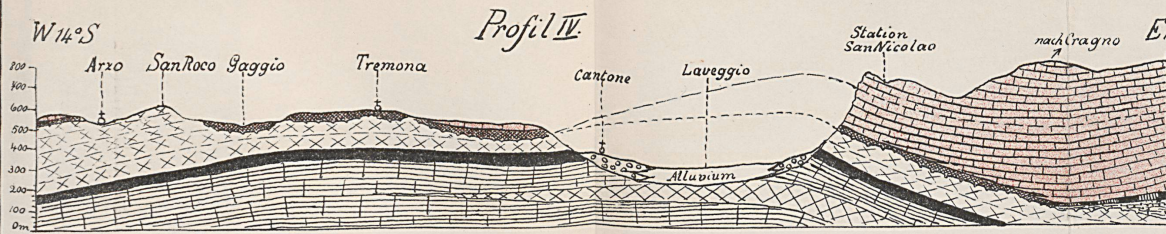
Profil I. Östliche Talseite.



Geologische Profile durch die  
Östlichen Tessiner Kalkalpen  
von Albert Frauenfelder.  
Maßstab 1:50 000 f. Prof. 1-11

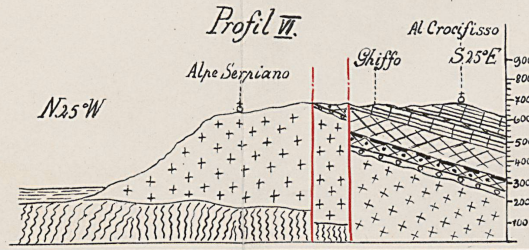
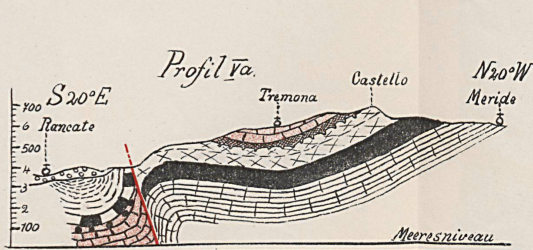
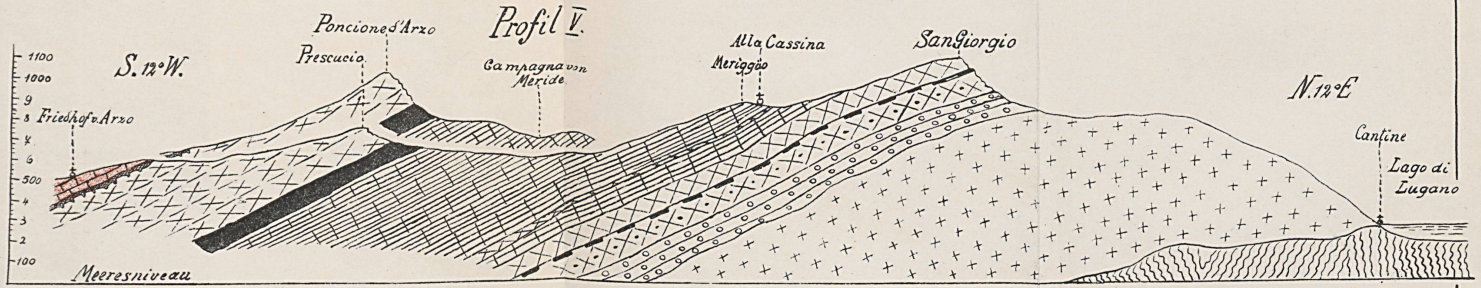
VII. Gesamtprofil durch die östlichen Tessiner Kalkalpen  
(Nach der Tiefe theoretisch ergänzt)



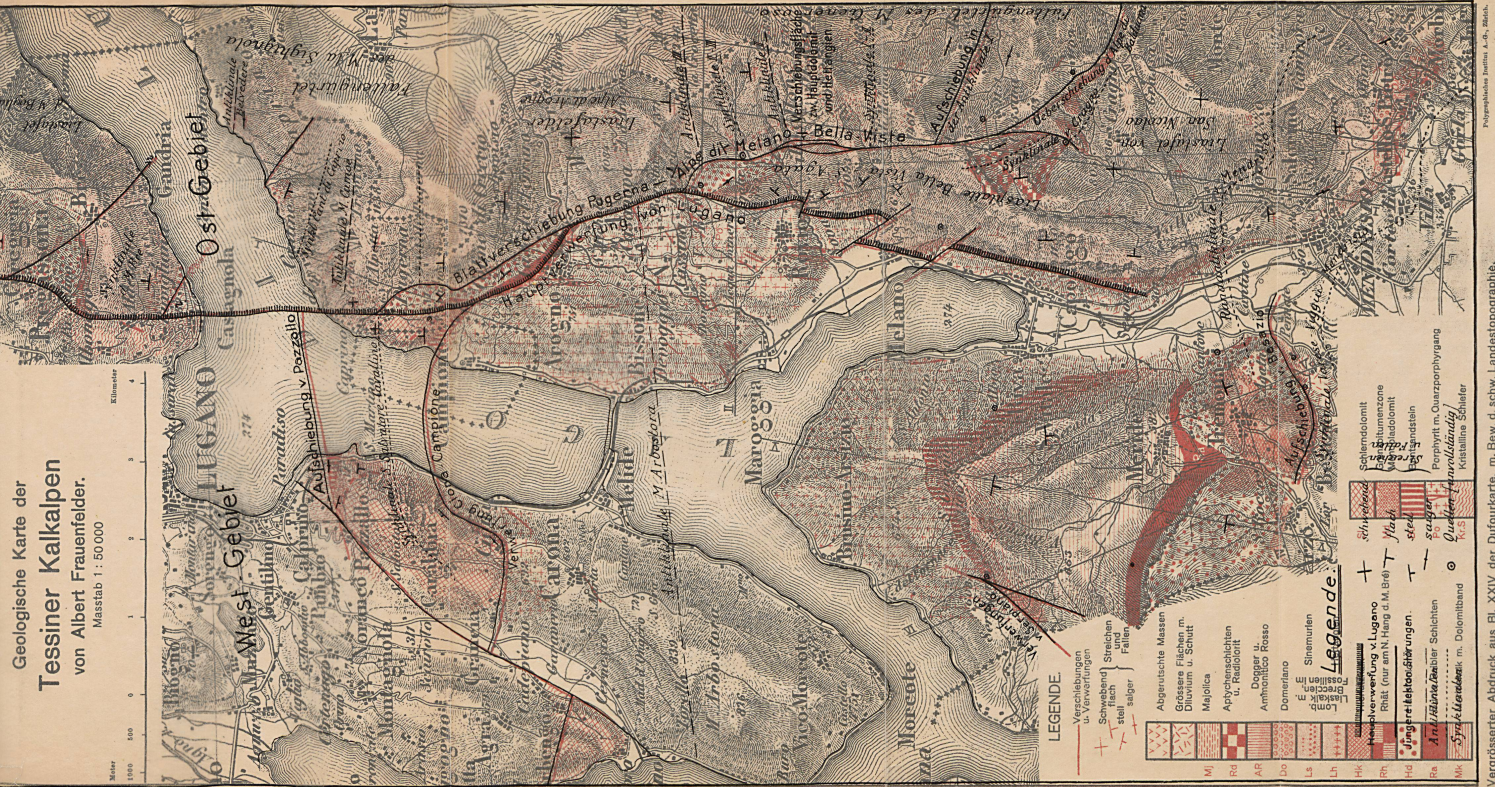


Geologische Profile  
durch die  
**San Giorgio-Halbinsel**  
von  
Albert Frauenfelder.

Masstab 1:25 000





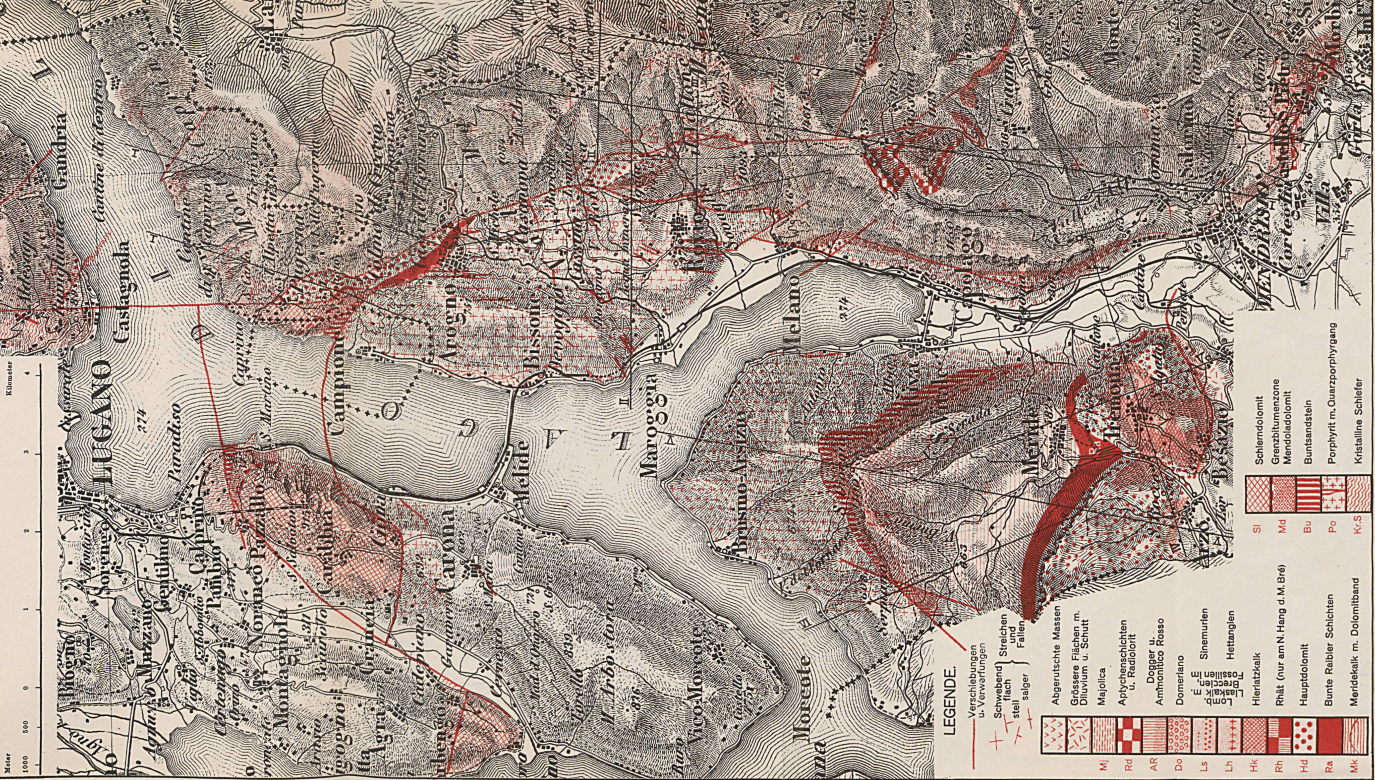


### Geologische Karte der Tessiner Kalkalpen





















von Albert Frauenthaler.  
Masstab 1 : 50 000

- #### LEGENDE
- |                 |   |   |
|-----------------|---|---|
| —+—+—+—+—       | Schwebend   | Schichten<br>steilflach<br>und<br>fallend |
| — — — — — — — — | Abgerutschte Massen<br>Größere Flächen m.<br>Diluvium u. Schutt |   |
| —•—•—•—•—•—•—•— | Majolica  |   |
| —□—□—□—□—□—□—□— | Apychenachichten<br>u. Radiolit                                 |   |
| —■—■—■—■—■—■—■— | Doggar u.<br>Ambronico Rosso                                    |   |
| —▲—▲—▲—▲—▲—▲—▲— | Domezzano   |   |
| —♦—♦—♦—♦—♦—♦—♦— | Sinemurten  |   |
- 
- |    |                 |
|----|-----------------|
| Mt | Maroggia        |
| Ro | Rovello         |
| AP | Ambronico Rosso |
| DO | Domezzano       |
| LS | Lugano          |
| Mt | Maroggia        |
| Rt | Rovello         |
| AP | Ambronico Rosso |
| DO | Domezzano       |
| LS | Lugano          |
| Mt | Maroggia        |
| Rt | Rovello         |
| AP | Ambronico Rosso |
| DO | Domezzano       |
| LS | Lugano          |
- LEGENDA**
- +—+—+—+— Schwebend
  - |—|—|—|—|—|—|— Schichten steilflach und fallend
  - Abgerutschte Massen
  - Größere Flächen m. Diluvium u. Schutt
  - Majolica
  - ▲—▲—▲—▲—▲—▲—▲— Apychenachichten u. Radiolit
  - ♦—♦—♦—♦—♦—♦—♦— Doggar u. Ambronico Rosso
  - ▲—▲—▲—▲—▲—▲—▲— Domezzano
  - ♦—♦—♦—♦—♦—♦—♦— Sinemurten
- LEGENDA**
- +—+—+—+— Schwebend
  - |—|—|—|—|—|—|— Schichten steilflach und fallend
  - Abgerutschte Massen
  - Größere Flächen m. Diluvium u. Schutt
  - Majolica
  - ▲—▲—▲—▲—▲—▲—▲— Apychenachichten u. Radiolit
  - ♦—♦—♦—♦—♦—♦—♦— Doggar u. Ambronico Rosso
  - ▲—▲—▲—▲—▲—▲—▲— Domezzano
  - ♦—♦—♦—♦—♦—♦—♦— Sinemurten
- LEGENDA**
- +—+—+—+— Schwebend
  - |—|—|—|—|—|—|— Schichten steilflach und fallend
  - Abgerutschte Massen
  - Größere Flächen m. Diluvium u. Schutt
  - Majolica
  - ▲—▲—▲—▲—▲—▲—▲— Apychenachichten u. Radiolit
  - ♦—♦—♦—♦—♦—♦—♦— Doggar u. Ambronico Rosso
  - ▲—▲—▲—▲—▲—▲—▲— Domezzano
  - ♦—♦—♦—♦—♦—♦—♦— Sinemurten

### Geologische Karte der Tessiner Kalkalpen von Albert Frauenthaler. Masstab 1 : 50 000



#### LEGENDE

 Störungen (Schwäbend)	 Störungen (Steilflach)	 Störungen (Falten)
 M Abgerundete Massen Grössere Flächen m. Diluvium u. Schutt	 Mj Majolica	 Ap Apyrenenschichten u. Raddolom
 AR Dogger u. Ammonitico Rosso	 Do Domeriano	 Ls Sinemurien
 Lh Hettangien	 Hl Hierlatzkalk	 Rh Rhät (nur am N. Hang o. A. M. Bre)
 Hd Hauptdolom	 Rb Bunte Rabier Schichten	 Rk Meridekalk m. Dolom
 Si Schlierdolom	 Me Grenzblumenzonen Meridekalk	 Bu Buntanstein
 Pq Porphyrit m. Quarzporphyragang	 Kr Kristalline Schiefer	