

K. k. Geologische Reichsanstalt.

Erläuterungen
Geologischen Karte

der im Reichsrate vertretenen Königreiche und Länder
der
Österr. - ungar. Monarchie.

SW-Gruppe Nr. 96
Rovereto—Riva.

(Zone 22, Kol. IV der Spezialkarte der Österr.-ungar.
Monarchie im Maßstabe 1:75.000.)

Von
M. Vacek.



Wien 1911.

Verlag der k. k. Geologischen Reichsanstalt.
In Kommission bei R. Lechner (W. Müller), k. u. k. Hofbuchhandlung
I. Graben 31.

Erläuterungen
zur
Geologischen Karte
SW-Gruppe Nr. 96
Rovereto—Riva.

Von **M. Vacek.**

Allgemeiner Teil.

Einleitung.

Betrachtet man auf Blatt V der geologischen Übersichtskarte der österreichisch-ungarischen Monarchie von F. v. Hauer die Verbreitung der sedimentären Ablagerungen, welche am Lago maggiore einsetzend, ostwärts dann kontinuierlich bis über das Quellgebiet des Tagliamento hinaus die Süabdachung der Alpen bedecken, dann sieht man, daß die Fläche der sogenannten südlichen Kalkalpen in ihrem Verlaufe quer durch die Lombardei eine nur verhältnismäßig schmale Zone bildet, jedoch da, wo sie, in der Gegend des Idrosees um die Südspitze der Adamellomasse schwenkend, auf südtiroler Gebiet übertritt, plötzlich und nahezu geradlinig in NNO bis in die Gegend von Meran in den Körper der kristallinen Zentralzone buchtartig eingreift. Dieser sedimentäre Einsprung, der einen der auffallendsten Züge im geologischen Gesamtbilde der Alpen darstellt, wird

nach dem bedeutendsten Flußgerinne dieses Alpenwinkels zutreffend als die „Etschbucht“ bezeichnet.

Es war niemals zweifelhaft, daß die geradlinige, dabei durchweg steile, westliche Begrenzung der Etschbucht, der entlang über 100 km weit die sedimentären Bildungen an die kristallinen Massen des Adamellogebietes unvermittelt anstoßen, durch eine alte Bruchlinie bedingt sei. Diese Bruchlinie ist unter dem Namen „Judikarienlinie“ bekannt und stellt eine der typischsten Erscheinungen ihrer Art dar. Dagegen wird das flachere Ostufer der sedimentären Etschbucht in seinem südlichen Teile von einer größeren kristallinischen Insel gebildet, deren zentralen Kern die granitische Masse der Cima d'Asta darstellt. Dieser granitische Kern wird rings eingehüllt von einem kristallinen Schiefermantel, welcher aus dem oberen Val-sugana westwärts bis in die Gegend von Trient vorgreift.

Hinter dem alten kristallinen Walle der Cima d'Asta staut sich nordwärts eine riesige Ergußmasse von Quarzporphyr, die sogenannte „Bozener Porphyrmasse“. Diese bildet sodann weiter gegen Nord bis in den Winkel von Meran das Ostufer der sedimentären Etschbucht. Auf dieses flache Ostufer greifen die tiefsten Sedimente vielfach derart lappenförmig hinauf, daß sie einen deutlichen Zusammenhang herstellen mit den gleichen Bildungen in der benachbarten „Cassianer Bucht“, die anderseits, von Osten her, die alte kristallinische Insel der Cima d'Asta teilweise umgreift.

Die beiden ebenerwähnten großen Einbuchtungen der sedimentären Fläche der Südalpen im Gebiete von Südtirol stehen im Süden der d'Astamasse durch die

breite Zone der Venetianer Alpen im vollsten Zusammenhange. Sie stimmen bezüglich der Entwicklung und Aufeinanderfolge der sie füllenden Ablagerungen in bester Art überein. Sie scheinen auch eine gemeinsame Entstehungsgeschichte zu haben. Ähnlich wie die auffallende Judikarienlinie im Westen der Etschbucht bezeichnet auch im Norden der Cassianer Bucht eine Reihe von nahezu O—W verlaufenden Brüchen die Grenze des einspringenden südtiroler Sedimentärfeldes gegen die kristallinische Zentralzone. Es sind dies die bekannten Brüche des Drautales und des Vilnößtales, die dann auch jenseits von Klausen westwärts bis an den Judikarienbruch fortsetzend erst an diesem ihr Ende zu finden scheinen. Mit diesem Judikarienbruch zusammen begrenzen sie dann klar eine dreieckige Senkscholle, deren stumpfer Winkel in die Gegend von Meran zu liegen kommt.

Mit den Umrissen dieser dreieckigen südtiroler Senkscholle, welche im großen ganzen aus der Gegend der Cima d'Asta erhebung gegen den Bruchwinkel von Meran neigt, stimmt zunächst schon die Verbreitung der Porphyridecke auffallend überein, ebenso aber auch die Verbreitungsgrenzen der später nachfolgenden sedimentären Ablagerungen; woraus sich klar der Schluß ergibt, daß das für die Verbreitung dieser beiden, ihrer Natur nach so heterogenen Bildungen bestimmende Moment wohl nur in der ursprünglichen Anlage, Form und Begrenzung des gemeinsamen Lagerraumes liegt.

Der Zeitpunkt, in welchem der Einbruch des dreieckigen südtiroler Senkungsfeldes erfolgte, läßt sich aus den stratigraphischen Daten mit ziemlicher Be-

stimmtheit ermitteln. Derselbe fällt knapp vor die Grenze zwischen der paläozoischen und mesozoischen Ära. Es ist eine der auffallendsten Erscheinungen, daß man im Bereiche der südtiroler Senke bisher keine älteren paläozoischen Bildungen nachzuweisen imstande war. Während weiter östlich, schon in verhältnismäßig geringer Entfernung in Kärnten und in den Krainer Alpen, Ablagerungen des Silur, Devon und Karbon eine wesentliche und auffallende Rolle im Aufbau des Gebirges spielen, konnten im Bereiche der südtiroler Senke bisher an keiner Stelle, weder am judikarischen Westufer noch im Umkreise der Cima d'Asta oder auch der Recoarischen Insel, zwischen dem kristallinen Untergrund und den sekundären Ablagerungen irgendwelche Spuren von älteren paläozoischen Bildungen nachgewiesen werden. Ein solches vollständiges Fehlen des älteren Paläozoikums wäre kaum denkbar in dem Falle, daß im Bereiche der südtiroler Senke diese paläozoischen Bildungen jemals zur Ablagerung gekommen und später wieder fortgewaschen worden wären. Bei der Unregelmäßigkeit derartiger korrosiver Vorgänge müßten sich da oder dort einzelne Reste doch wohl erhalten haben. Nachdem aber trotz wiederholter intensiver Untersuchung des südtiroler Gebietes keine Spuren älterer paläozoischer Bildungen entdeckt werden konnten, muß man wohl annehmen, daß diese Gegend von dem allergrößten Teile der Überflutungen der paläozoischen Zeit frei blieb, ähnlich wie dies wohl auch von den benachbarten Teilen des zentralen Hochgebirges gilt.

Mit diesem Hochgebirge scheint also die gesenkte Scholle ursprünglich und bis gegen Ende der paläozoischen Zeit in gleich hohem Niveau

gestanden zu haben. Erst gegen das Ende der paläozoischen Ära traten die obenerwähnten großen Bruchstörungen ein, denen entlang dann zunächst die effusiven Porphyrmassen sich über das Einbruchgebiet ergossen in dem Maße, als dieses gleichzeitig schrittweise einsinkend den Raum einnahm, welcher durch den Austritt der gewaltigen magmatischen Ergußmassen im Untergrunde frei wurde. Auf diese Art würde es sich gut erklären, daß die Transgressionen der mesozoischen Ära dann auf einmal freien Zutritt in die südtiroler Senke erhielten und diese fortan bis in die Tertiärzeit als Ablagerungsflur behaupteten, wie dies die nähere stratigraphische Analyse der Sedimentkomplexe zeigt, welche die Etschbucht auffüllen.

Den Rahmen der sedimentären Etschbucht bilden im Westen der Judikarielinie zumeist schiefrige Gneise, welche den gewaltigen Tonalitkern des Adamello ummanteln. Soweit diese Gneise in der NW-Ecke des Blattes Cles auftreten, sollen sie an entsprechender Stelle eingehender beschrieben werden. Das Ostufer der Etschbucht wird in der Strecke Trient-Centa von den letzten Ausläufern der kristallinen Cima d'Astainel gebildet. Auch hier erscheint der granitische Kern zunächst von einem Mantel umhüllt, der vorwiegend ebenfalls aus schiefrigen Gneisen besteht. Diesen Gneisen lagert aber im südwestlichen Teile der kristallinen Insel eine jüngere Schiefermasse diskordant auf, welche nach ihren petrographischen Charakteren in die Reihe der „Quarzphyllite“ gehört. Im obersten Valsugana bilden diese Phyllite einerseits (N von Pergine) die unkonforme Basis der Porphydecke, anderseits (zwischen Centa und Trient) den Untergrund der sedimentären

Bildungen, die hier mit steilem Schichtenkopfe abbrechen.

Von Lavis an nordwärts bis in den Meraner Winkel hinein bildet auf lange Strecke die obenerwähnte „Porphyrtafel von Bozen“ das flache Ostufer der sedimentären Ablagerungen der oberen Etschbucht. Die Ausdehnung dieser mächtigen Ergußdecke von rotem Quarzporphyr stimmt in der auffallendsten Art mit den Bruchrändern der dreieckigen Senkscholle überein, sowohl an der Nordseite im Grödnerischen wie auch an der Westseite entlang dem Judikarienbruche, wo man den Kopf der Porphyrdecke durch Val Rendena südwärts bis in die Gegend von Tione kontinuierlich verfolgen kann.

Die kristallinische Erhebung der Cima d'Asta muß schon zur Zeit der Porphyreruption ein wallartiges Hindernis gebildet haben, welches der Ausbreitung des Porphyrstroms gegen Süden im Wege stand. Durch spätere tektonische Einflüsse erscheint die gewaltige Porphyrplatte sowohl im Südosten (Lagoraiette) als auch im Nordwesten (Naifschlucht bei Meran) stark aufgebogen. Sie bildet also im großen eine NO—SW streichende, flache Mulde, deren jochartige Tiefenmediane von den letzten sedimentären Ausspitzungen der Etschbucht einerseits und der Cassianer Bucht anderseits teilweise überbrückt erscheint.

Ob die Porphyrmasse das Produkt nur einer einzigen großen Eruption ist oder, wie schon F. v. Richthofen vermutete, die Summe der Produkte mehrerer kurz aufeinanderfolgender Eruptionsphasen darstellt, ist eine heute noch nicht mit voller Sicherheit erledigte Frage.

Dagegen erweist sich die sedimentäre mesozoische Schichtfolge, welche zeitlich auf den

Porphyregeruß folgend die Etschbucht auskleidet und auffüllt, bei näherer Untersuchung der Profile mit voller Bestimmtheit nicht als das Produkt einer einzigen langen, kontinuierlich andauernden Überflutung, sondern vielmehr als das komplexe Resultat von vielfach unterbrochenen, rhythmisch sich wiederholenden Hochwasserständen. So wie man dies überall auf dem Kontinent beobachten kann, wechselten auch in der Etschbucht Phasen von Hochständen des Meeresniveaus mit Perioden des Tiefstandes ab, vielfach bis zur vollen Trockenlegung des Meeresbodens.

Während solcher Rückzugsphasen übten aber die atmosphärischen Agentien ihre Wirkung auf die jeweiligen trockengelegten älteren Sedimente in genau schon derselben Art, wie wir sie auch heute noch unter unseren Augen bei ihrer Zerstörungsarbeit beobachten können. Entlang den Böschungen bildeten sich Breccien, in den Untiefen häuften sich Konglomerate, Arkosen, Sande sowie auch tonreiche Bildungen an, deren Komponenten und Einschlüsse sichtlich immer vom nahen Ufer stammen.

Bei näherer Betrachtung der Schichtfolge wechseln aber derartige Detritusbildungen immer rhythmisch ab mit trübungsfreien Kalkabsätzen der Hochsee, die dann meist in mächtiger Entwicklung über weite Strecken gleichmäßig anhaltend verfolgt werden können und im Alpengebiete gewöhnlich sogar die persistentesten, daher auch die augenfälligsten Glieder bilden in der bunten Kette von Ablagerungen, aus deren Einzelgliedern sich die Sedimentkolonne in der Profilrichtung aufbaut.

Wir wollen nun die im Etschbuchtgebiete übereinanderfolgenden sedimentären Straten, deren

Übersicht der Formationsfolge in der Etschbucht.

Pietra morte, Konglomerate, Moränen	Diluvium	
Glaukonitische Mergel und Kalksandsteine mit <i>Pecten Passinii</i> (Schioschichten)	Miocän	
Nulliporenkalk Foraminiferenmergel mit <i>Clavulina Szaboi</i>	Oligocän	
Nummulitenkalk mit <i>N. perforata</i> , <i>N. Lucasana</i> Basaltuffniveau Nummulitenkalk mit <i>Velates Schmideliana</i> Spileccolage mit <i>Rynch. polymorpha</i> (lokal Tuffe) Scaglia mit <i>Bel. mucronata</i> , <i>Stenonia tuberculata</i> , <i>Inoceramus Cuvieri</i> etc. (Senon)	Eocän Ob. Kreide	
Fehlt Äquiv. d. Mittelkreide (Gault, Cenoman)	Lücke	
Biancone { mit <i>Scaph. Yvanii</i> (Barrême) mit <i>Tereb. diphyoides</i> (Berrias) Lichte Majolica mit <i>Tereb. Diphya</i> Roter Ammonitenknollenkalk mit <i>Phyl. ptychoicum</i> Roter Aptychenschiefer mit Kiesellagen }	Unt. Kreide Tithon Ob. Malm	
(Fehlt Äquiv. d. Corallien) Rote Kalke mit <i>Aspid. acanthicum</i> } Bank mit <i>Peltoc. transversarium</i> } Lumachellen und Kalke mit <i>Posid. alpina</i> (Callovien)	Oxfordien Unt. Malm	
Fehlt Äquivalent der Loweroolite-Serie (Bajocien, Vésulian, Bathian)	Lücke	
Oolithe v. Cap S. Vigilio, (Gelbe Kalke Benecke)	Zone d. <i>Harp. Murchisonae</i> } Zone d. <i>Lioc. opalinum</i> } Zone d. <i>Harp. bifrons</i> } Aalenien	Ob. Lias
Lithiotiskalke, Oolithe v. Ballino mit <i>Tereb. Aspasia</i> Graue Kalke mit Fauna v. Noriglio, Flora von Rötzo	Mittl. Lias Unt. Lias	
Greuzdolomit, Ool. u. Dolom. mit <i>Gervillia Buchi</i> Dichte Kalke mit <i>Tereb. gregaria</i> Lithodendronkalk mit <i>Thecosmilia clathrata</i> Bituminöser Schiefer mit <i>Avicula contorta</i> Baktrillienmergel u. Plattenkalke mit <i>Ophiura Dorae</i>	Rhät	

<p>Hauptdolomit mit <i>Turbo (Worthenia) solitarius</i> Bunte Mergel v. Raibler Typ. Dunkle Cassianer Mergel Melaphyrtuffniveau Kieselknollenkalk mit <i>Protrachyceras Reitzi</i> Kieselige Bänderkalke mit nodosen Ammoniten Bituminöser Tonschiefer mit <i>Daonella elongata</i> Kontaktbreccie (lokal)</p>	<p>Ob. Trias</p>
<p>Schlerndolomit mit <i>Diplop. annulata</i>. Spizzekalk Rhizokorallienkalk Dunkle Mergel und Kalke mit Brachiopoden der Recoarostufe Rote Sandsteine und Schieferletten, pflanzenführend (<i>Voltzia Recubariensis</i>) Buntes Basalkonglomerat</p>	<p>Mittl. Trias</p>
<p>Zellendolomit Schiefer u. Dolomitmergel mit Gipseinlagerungen, mit <i>Naticella costata</i>, <i>Turbo rectecostatus</i> (Campiler Sch. = Röth) Rote Schiefer und Letten mit <i>Posid. Clarai</i> (Seisser Sch. = Buntsandstein) Schieferbank mit kleinen Bellerophoniten</p>	<p>Unt. Trias</p>
<p>Oolith und Dolomit mit Barytlagen und Erzvorkommen (Äquiv. d. Bellerophonkalke = Zechstein) Sandsteine und Letten mit <i>Ullmania Bronni</i> } Äquiv. des <i>Voltzia hungarica</i> (Grödener Sandstein) } Ob. Rot- Grobes Basalkonglomerat (lokal) } liegend</p>	<p>Permo-Trias</p>
<p>Natürliche Grenze zwischen Paläozoisch u. Mesozoisch</p>	<p>Diskordanz</p>
<p>Erzführender Kalk (Bleiganz, Kupferkies), Äquiv. d. Trogkofelkalkes? Bituminöser Schiefer von Tregiovo mit Pflanzenresten (<i>Walchia</i>, <i>Ullmania</i>, <i>Schizopteris</i>) } Äquiv. des Grobes Konglomerat (Verruc. s. prop.) } Unt. Rot- Quarzporphyr von Bozen } liegend Verrucano-Konglomerat des Ob. Valsugana</p>	<p>Permo-Karbon (nur lokal vollständig erhalten)</p>
<p>Quarzphyllit, Gneis, Granit, resp. Tonalit</p>	<p>Kristallines Grundgebirge</p>

Reihenfolge die vorstehende Tabelle (pag. 8 u. 9) übersichtlich darstellt, etwas näher betrachten und beschreiben sowie gleichzeitig auch auf jene Stellen des Gesamtprofils aufmerksam machen, an welchen eine jähe Wandlung in der Beschaffenheit des Sediments oder ein sog. Fazieswechsel eintritt. Solche Profilstellen sind von wesentlicher Bedeutung nicht nur als Ruhepunkte für den stratigraphischen Überblick, sondern auch als Anhaltspunkte für die Erklärung so mancher Unregelmäßigkeiten, denen man bei Verfolgung der Sedimentstraten in horizontaler Richtung von einer Stelle zur anderen begegnet. Diese lokalen Abweichungen in Ausbildung und Verbreitung einzelner Straten sollen aber eingehender erst hervorgehoben und beleuchtet werden bei der Detailbesprechung jedes einzelnen der drei geologischen Kartenblätter (Cles, Trient, Rovereto—Riva), um deren nähere Erläuterung es sich hier handelt. In diesem allgemeinen Teile soll dem Leser zunächst nur ein etwas mehr übersichtliches Bild der geologischen Verhältnisse der Etschbucht in einem solchen Zusammenhange geboten werden, der einem intimeren Verständnisse der Details vorarbeitet. Dieser allgemeine Teil erscheint daher gleichlautend der speziellen Besprechung jedes einzelnen der drei oben genannten Kartenblätter vorangestellt.

Beschreibung und Charakteristik der sedimentären Schichtfolge im Etschbuchtgebiet und deren natürliche Gliederung in Schichtgruppen.

Wie schon oben erwähnt, bildet die gewaltige Porphyryplatte über weite Strecken das mächtige Substratum, über welchem sich die sedimentären Schichtfolgen der Etschbucht profilmäßig aufbauen, und zwar in der Reihenfolge, wie sie das vorstehende Übersichtschema (pag. 8 und 9) anführt.

1. Permokarbon (p im Blatte Cles).

Den ältesten Schichtverband treffen wir am Südfuße des Mte. Ori, am Nordwestrande des oberen Nonserberges im Pescaratale, und zwar nur noch in einem kleinen Rest, ausnahmsweise und lokal erhalten. Unmittelbar über der unregelmäßig korrodierten Porphyrbasis, die Unebenheiten derselben auffüllend und vererbend, liegen zunächst grobe Konglomerate, bestehend aus runden Porphyrgeröllen von Faust- bis Kopfgröße, die durch Porphyrgrus gebunden sind. Nach oben klingt diese je nach Maßgabe des lokalen Reliefs der Porphyrunterlage verschieden mächtige, basale Konglomeratbildung durch Wechsellagerung in einen über 50 m starken Komplex von dunklen Tonschiefen aus, indem einzelne Porphyrgerölle auch noch in die tiefsten Schieferlagen aufsteigen. Nach oben werden die Schiefer rein, dünnplattig und ebenflächig. Sie führen dann stellenweise runde Toneisensteinkongregationen und auf den glatten Schichtflächen finden sich nicht selten wohlerhaltene Reste von Pflanzen. Aus

den Schiefen entwickelt sich nach oben noch ein zirka 30 m starkes, gutgeschichtetes Kalklager, welches die Serie beschließt. In diesem Kalklager bemerkt man lokal Kupferausblühungen und auch Vorkommen von silberhaltigen Bleierzen, auf welche in der Tiefe des von Tregiovo abwärtsziehenden Grabens eine Zeitlang geschürft wurde. Die ganze aus den eben angeführten drei konkordanten Gliedern bestehende Schichtfolge neigt unter etwa 50° in SO, ziemlich konform mit dem steilen Süabhängen der Porphyrmasse des Mte. Ori.

Die basalen Konglomerate findet man am besten aufgeschlossen am Wege von Tregiovo gegen Preghena, in dem Graben nordwärts vom Glockenturme von Tregiovo. (Die Ausscheidung auf der Karte sollte hier etwas weiter nach Norden gezogen sein.) Die pflanzenführenden dunklen Schiefer sind am besten in dem Einrisse des nächstfolgenden Grabens zu sehen, welcher vom Orte Tregiovo gegen das Pescaratal herabzieht und vom Fahrwege geschnitten wird. Da, wo dieser Fahrweg um die südliche Ecke des erwähnten Grabens biegt, ist sodann das oberste kalkige Glied gut aufgeschlossen zu sehen.

Die obenerwähnten Pflanzenreste aus den dunklen Schiefen von Tregiovo gehören nach Bestimmungen D. Sturs folgenden Arten an:

- Schizopteris digitata* Brgt. sp.
Ullmania frumentaria Schl. sp.
 „ cf. *selaginoides* Brgt. sp.
Walchia piniformis Schlth. sp.
 „ *filiciformis* „

Nach dieser Flora, die mit jener des Val Trompia übereinstimmt, kann es keinem Zweifel unterliegen, daß

die oben beschriebene konkordante Ablagerungsfolge dem deutschen unteren Rotliegenden (Cuseler und Lebacher Schichten) gleichzustellen ist und wie dieses teilweise ein stratigraphisches Äquivalent des russischen Permokarbon bildet.

2. Permotrias (p und p̄ der Karten).

Über dem ziemlich steil gestellten Rest des Permokarbon im Pescaratale baut sich in verhältnismäßig viel flacherer Lagerung, also diskordant, eine zweite Schichtserie auf, welche eine weit universellere Verbreitung zeigt, daher im weitaus größten Teile der Etschbucht die Reihe der sedimentären Ablagerungen eröffnet, unmittelbar über Porphyro oder kristallinischem Grundgebirge aufliegend.

Auch diese Schichtgruppe beginnt überall mit groben Umlagerungsprodukten, zumeist Porphyro-konglomeraten, die je nach Örtlichkeit verschieden mächtig entwickelt durch Wechsellagerung und Übergänge zunächst in grobsandige, höher immer mehr feinsandige und lettige Bildungen übergeht, die dann vorwiegend schiefriiges Gefüge und auffallend rote Färbung zeigen im Gegensatze zu den oft dickbankigen Ablagerungen der tieferen konglomeratischen, respektive grobsandigen Partie. Diese ganze bunte Ablagerungsfolge (p der Karten) trägt den Charakter einer unruhigen Uferbildung und wird nach ihrer typischen Entwicklung im Grödnerischen als „Grödener Sandstein“ bezeichnet.

Weiter nach oben schalten sich graue, dolomitische Mergel, zuweilen auch Gipslagen ein, die, das sandig-tonige Element allmählich verdrängend, zuletzt in ein die ganze Serie abschließendes Lager (p̄ der Karten)

von oolithischem Kalke, resp. Dolomite ausklingen. Diese oberste oolithisch-dolomitische Abteilung, an deren Basis vielfach Linsen und Lagen von Baryt auftreten (s. Lit. 1895, Vacek), und in der nicht selten auch Gänge von silberhaltigem Bleiglanz auftreten (s. Lit. 1880, Pošepny, und 1899, G. B. Trener), entspricht ihrer stratigraphischen Position nach genau einem weiter im Osten sehr fossilreichen Kalkhorizont, welcher unter der Bezeichnung „Bellerophonkalk“ bekannt ist und, nach G. Staches (s. Lit. 1877) Untersuchungen über die Fauna desselben, ein stratigraphisches Äquivalent des deutschen Zechsteins bildet. Dementsprechend rücken die nächsttieferen Grödener Sandsteine in die stratigraphische Position des deutschen Ober-Rotliegenden, eine Gleichstellung, welche durch die Auffindung einer von W. v. Gümbel (s. Lit. 1876) bei Neumarkt im Etschtale aufgesammelten und später von E. Weiß (s. Lit. 1877) sorgfältig revidierten Flora volle Bestätigung erhalten hat:

Voltzia Hungarica Heer
Baiera digitata „
Ullmania Bronni Goep.
Geinitzi Heer
Cer. polithes sp. sp.
Calamites sp.

Insbesondere beweisen die bezeichnenden Arten von *Ullmania* und *Voltzia*, welche bekanntlich bis in den deutschen Kupferschiefer aufsteigen, klar, daß die Gleichstellung des Grödener Sandsteins Südtirols mit dem ähnlich entwickelten Ober-Rotliegend Deutschlands eine berechnete ist, ganz abgesehen von der engen stratigraphischen Zusammengehörigkeit des Grödener Sand-

steins mit dem normal folgenden Bellerophonkalk. Diese beiden Glieder bilden zusammen eine einheitliche Ablagerungsgruppe, ähnlich wie auch das Ober-Rotliegend mit dem Zechstein in Deutschland. Um dieser engeren stratigraphischen Zusammengehörigkeit der beiden Abteilungen einer einheitlichen Schichtfolge zutreffenden Ausdruck zu geben, wurde oben der Kopfterminus „Permotrias“ gebraucht und damit zugleich angedeutet, daß diese Schichtgruppe, welche der oberen Abteilung des historischen Perm entspricht, nach Flora und Fauna sowie nach dem erstmaligen Auftreten von halogenen Bildungen schon viel mehr Beziehungen zur höher folgenden Trias zeige als zu dem tieferen Permokarbon, welches die untere Abteilung des historischen Perm darstellt; denn das Permokarbon nähert sich in seinen Charakteren (Fauna, Flora, Kohlenführung) vielmehr den Ablagerungen der Karbonreihe auffallend an, wie schon der Name „Permokarbon“ klar besagt. Diese beiden, durch ihre stratigraphischen Affinitäten so auffallend verschieden gearteten Schichtgruppen, in welche das historische Perm bei näherer Betrachtung zerfällt, sind in der Etschbucht so wie anderwärts durch eine tiefgreifende Diskordanz der Lagerung voneinander scharf getrennt, und diese natürliche stratigraphische Grenze ist es, mit welcher dann auch die radikale Wandlung zwischen paläozoisch und mesozoisch zusammenfällt. Diese wichtige stratigraphische Scheide fällt aber nach den heute gangbaren Begriffen mitten in die historische Permformation, deren ursprüngliche stratigraphische Synthese sonach als keineswegs naturgemäß erscheint.

3. Untertrias (t der Karten).

Über dem Kalk, resp. Dolomitlager des Bellerophonhorizontes, welches sich infolge seiner größeren Wetterbeständigkeit als eine Gehängstufe im Terrain gut abzuheben pflegt, folgt wieder eine weichere Partie von vorwiegend schiefrigen Bildungen. Es sind glimmerreiche, plattige Kalksandsteine, von einzelnen Oolithbänken durchsetzt und nach oben im Wechsel mit intensiv roten Mergelschiefeln. In der tiefsten, unmittelbar auf das Kalklager folgenden Bank eines mürben, unreinen Sandsteinschiefers finden sich noch in Menge kleine Bellerophoniten, meist nur von Erbsen- bis Haselnußgröße. Schon mit diesen Bellerophoniten zusammen, zumal aber unmittelbar darüber erscheint, gewöhnlich ganze Bänke lumachelleartig erfüllend, das charakteristischste Fossil dieser Abteilung, *Posidonomia Clarai*, in Gesellschaft einer zahlreichen Myarier-Fauna. Höher werden die Fossilien in dieser als „Seisser Schichten“ bezeichneten Abteilung seltener.

Ohne daß die Beschaffenheit des Sediments eine wesentliche Änderung erfahren würde, verliert sich nach oben die rote Färbung, und zwischen die sandigmergeligen Lagen schalten sich Bänke von lichtgrauen, rauh anwitternden dolomitischen Mergeln, die dann wieder eine reichere Fauna führen (*Naticella costata*, *Turbo rectecostatus* usw.). An vielen Stellen, so z. B. auffallend am Hange nördlich von Lavis oder oberhalb Ravina (SO Trient) treten in diesem Niveau lagerartig auch Gipse auf. Diese obere Abteilung ist unter dem Namen „Campiler Schichten“ bekannt. Da sie sich aber von den tieferen Seisser Schichten

nicht streng scheidet, wird sie mit diesen oft zu einem einheitlichen stratigraphischen Komplex zusammengefaßt, für welchen dann die nordalpine Bezeichnung „Werfener Schichten“ üblich ist.

Den Abschluß der Serie der Werfener Schichten nach oben bildet ein Lager von Zellendolomit, bestehend aus einer oder auch mehreren dicken Bänken einer wieder etwas schwerer verwitternden, zelligen Rauchwackenbildung, die sich daher auch meist gut auf den Hängen zeichnet, in ihrer Mächtigkeit jedoch von Ort zu Ort stark ändert.

Die vorstehend angeführten drei Glieder (Seisser Sch. + Campiler Sch. + Zellendolomit) bilden wieder eine stratigraphisch einheitliche, natürliche Schichtgruppe, die hier kurz als „Untertrias“ bezeichnet wird. Diese Untertrias schließt sich stratigraphisch auf das engste an die tiefere „Permotrias“ an. Soweit die Aufschlüsse ein Urteil gestatten, herrscht zwischen dem abschließenden Kalkgliede der Permotrias und der folgenden Untertrias Konkordanz der Lagerung, in der Etschbucht so gut wie in der benachbarten Cassiauer Bucht, und wäre nicht der zwischenliegende Bellerophonkalkhorizont entwickelt, man würde die Seisser Schichten, da sie ihrem petrographischen Habitus und selbst der Färbung nach mit der oberen Abteilung der Grödener Sandsteinserie auffallend übereinstimmen, von dieser nur schwer getrennt halten können. Nach dieser Faziesähnlichkeit scheinen die Seisser Schichten einem ziemlich gleich hohen Niveaustand des Meeres zu entsprechen, wie die obere Abteilung des Grödener Sandsteins. Dieser Niveaustand war aber zur Zeit der Ablagerung der zwischenliegenden hochmarinen Bellerophonkalke in positiver Richtung bereits überschritten. Es bedeuten

daher die Seisser Schichten eine Art Rezidive in die Fazies des oberen Grödner Sandsteins, sonach einen Rückgang im Niveaustande des südalpinen Triasmeeres.

Die Altersgleichstellung der Seisser Schichten mit dem deutschen „Buntsandstein“ auf Grund von faunistischen Daten sowie die der Cam-piler Schichten mit dem marinen deutschen „Röth“ ist eines der ältesten, gesicherten Resultate eines Vergleiches zwischen deutscher und alpiner Trias. In Deutschland scheint aber die Meeresschwankung an der Grenze von Zechstein und Buntsandstein vielfach eine bedeutend größere Amplitude erreicht zu haben, da hier die Fälle nicht selten sind, in denen der Buntsandstein eine stratigraphisch abweichende Lagerung und selbständige Verbreitung gegenüber dem nächstälteren Zechsteingliede zeigt. In der Südalpenregion scheint es dagegen zu derselben Zeit zwischen Bellerophonkalk und Seisser Schichten wohl zu einer Erniedrigung des Meeresniveaus gekommen zu sein, wie sie sich in der oben erwähnten Rezidive klar ausspricht, jedoch nicht zu einer vollen Trockenlegung der Area, wie man eine solche für gewisse Gegenden Deutschlands zwischen Zechstein und Buntsandstein annehmen muß.

4. Mitteltrias (tm und t \bar{m} der Karten).

Wie im vorhergehenden Abschnitte schon erwähnt worden, zeigt sich das oberste Glied der Untertrias, der Zellendolomit, von Ort zu Ort verschieden mächtig. Diese Ungleichheiten erweisen sich bei näherer Untersuchung als Folge einer Denudation, welche dem Absatze der mitteltriadischen Ablagerungsgruppe vorangegangen war. Damit übereinstimmend setzt diese mittel-

triadische Schichtgruppe wieder mit einer auffallenden, bunten Konglomeratbildung ein. Deren Gerölle, von Nuß- bis Faustgröße, sind durch ein meist rotgefärbtes Sandsteinmittel gebunden und bestehen vorwiegend aus rötlichen Kalken und gelben Dolomitmergeln, von einer Beschaffenheit, wie man sie an einzelnen härteren Bänken der tieferen Seisser und Campiler Schichten häufig beobachtet. Demnach erscheint dieses basale Konglomerat als ein Umlagerungsprodukt aus der Untertriasserie und zeigt, zumal im Zusammenhalte mit der Korrosion des Zellendolomitgliedes, daß in der Zeitphase zwischen Unter- und Mitteltrias ein weitgehender Rückgang im Niveaustande des süd-alpinen Triasmeeres erfolgt sein muß.

Schon diese basalen Konglomeratbänke wechseln gewöhnlich mit roten Sandsteinen, die dann nach oben ein geschlossenes Lager bilden und stellenweise schlechterhaltene Pflanzenreste führen. Darüber folgt sodann eine Partie von bunten, mitunter grellroten Lettenschiefnern und höher von unreinen schiefrigen Dolomitmergeln, die eine Menge Pflanzentrümmer enthalten. Weiter nach oben folgt ein Lager von grauen knolligen Mergelkalken, deren Schichtflächen mit einer Menge von wirr übereinanderliegenden runden Wülsten (sogenannten Rhizokorallien) bedeckt sind, die 2—4 mm im Durchmesser zeigen und vielfach deutlich dichotomieren. Ihre Oberfläche zeigt jedoch niemals Spuren von organischer Substanz.

Den Abschluß der ganzen Serie bildet ein mächtiges Lager (500—600 m) von lichtigem, zuckerkörnigem Dolomit. Dieser sogenannte „Schlerndolomit“, dessen meist kahle, steile Abbruchwände im landschaftlichen Bilde Südtirols eine sehr auffallende Rolle spielen,

ist hauptsächlich durch eine gesellig auftretende, röhrenförmige, fossile Alge (*Diplopora annulata* Gümb.) charakterisiert und führt daher auch den Namen „Diploporendolomit“. Andere Fossilarten (Ammoniten, Gastropoden, Zweischaler) finden sich im Schlerndolomit der Etschbucht nur selten. Eine derartige Fossiliensuite, von Peñon bei Margreid und vom Monte Cislone stammend, wurde von S. Polifka (s. Lit. 1886) beschrieben. Die paläontologische Untersuchung ergab aber das Resultat, daß die der Art nach sicher bestimmbareren Formen nicht so, wie man hätte erwarten sollen, hauptsächlich mit solchen der Esino-Fauna übereinstimmen, die den Schlerndolomithorizont in erster Linie charakterisiert. Vielmehr ergaben die Bestimmungen überwiegend typische Arten des oberen Muschelkalks sowie der Buchensteiner und Cassianer Schichten. Die bei Peñon gefundenen Fossilien weisen also auf Horizonte, welche, wie wir gleich sehen werden, in der Etschbucht stratologisch entschieden höher liegen als die Gesamtmasse des Schlerndolomits, und man muß sich unter solchen Umständen ernstlich die Frage vorlegen, ob die von S. Polifka beschriebenen Fossilien nicht vielleicht aus einer etwas jüngeren Dolomitbildung stammen, die etwa jener äquivalent sein könnte, welche E. v. Mojsisovics (Dol. Riffe, pag. 177) als „die geschichteten Dolomite des Schlern“ beschreibt. Diese geschichteten Dolomite liegen über einer unebenen Oberfläche des massigen Schlerndolomits, erscheinen jedoch andererseits als das konkordante Liegend der Raibler Schichten. Diese „geschichteten Dolomite“ des Schlern, die sich von dem echten Schlerndolomit in ihrem Liegenden nur durch eine ausgesprochene

Schichtung unterscheiden lassen, scheinen also schon eine neue Serie von Ablagerungen einzuleiten, und es wäre daher sehr denkbar, daß die fossilführenden Dolomite bei Peñon und am Monte Cislón ein Äquivalent eben dieser „geschichteten Dolomite des Schlern“ darstellen, welche in übergreifender Lagerung dem massigen Schlerndolomit aufliegen, ja mitunter auch durch eine Eruptivlage von diesem getrennt erscheinen (vergl. Dol. Riffe, pag. 179, Profil), sonach schon zwischen die jüngeren Ablagerungen der sogenannten ladinischen Stufe normal eingeschaltet erscheinen.

In der deutschen Trias scheint ein Äquivalent des Schlerndolomits allgemein zu fehlen. Eine Ausnahme bildet der sogenannte Himmelwitzer Dolomit in der Trias von Schlesien, der in gleicher stratologischer Position wie der echte Schlerndolomit Südtirols auftritt und auch die charakteristische *Diplopora annulata* führt.

Etwas verlässlicher läßt sich die stark differenzierte, tiefere Abteilung der vorliegenden Schichtgruppe (tm der Karte) stratigraphisch taxieren. Wie schon oben erwähnt, führen sowohl die roten Sandsteine, die sich aus den Konglomeraten entwickeln, wie auch die höheren schieferigen Dolomitmergel reichlich Pflanzenspreu. Allerdings sind bestimmbare Reste nur selten und gehören dann zumeist *Voltzia recubariensis* an, einer bezeichnenden Art des unteren Muschelkalkes von Recoaro. Ebenso finden sich, jedoch in der oberen Etschbucht auch nur selten, Reste jener bezeichnenden Brachiopodenfauna, welche E. W. Benecke die stratigraphische Gleichstellung der Recoarostufe mit dem deutschen unteren Muschelkalk ermöglichte.

Das Äquivalent des oberen oder Hauptmuschelkalks der deutschen Trias findet sich im Etschbuchtgebiete wohl auch gut entwickelt, gehört aber, wie wir gleich im folgenden Abschnitte sehen werden, nach seinem stratologischen Verhalten naturgemäß an die Basis der nächstjüngeren, obertriadischen Schichtgruppe.

5. Obertrias (tl und tk- der Karten).

Über dem mächtigen Schlerndolomitgliede baut sich unkonform eine weitere Serie von Ablagerungen auf, in welcher sich, ähnlich wie in der vorhergehenden, wieder zwei Abteilungen gut unterscheiden lassen. Eine tiefere, kalkarme Stufe, die in ihrer Entwicklung sehr unstät sowie von Profil zu Profil verschieden mächtig erscheint, daher sie in den Karten unter der indifferenten Bezeichnung „Zwischenbildungen“ (tl) zusammengefaßt wurde. Diese kalkarme Unterstufe wird nach oben von einem mächtigen und über die weitesten Strecken gleichmäßig entwickelten Lager eines dichten, rauchgrauen Dolomits („Hauptdolomit“, tk- der Karten) konkordant gefolgt, welches Dolomitlager, ähnlich wie der Schlerndolomit der nächsttieferen Schichtgruppe, wieder das abschließende Glied des ganzen in Rede befindlichen Ablagerungszyklus der Obertrias bildet.

Für die obenerwähnte unstäte Entwicklung der als „Zwischenbildungen“ bezeichneten unteren Abteilung der Obertrias sind besonders zwei Momente wesentlich maßgebend. Einerseits die bathymetrische Tiefenposition der Ablagerungsstelle, von welcher der frühere oder spätere Zeitpunkt des Eintrittes der Meeresbedeckung abhängt, andererseits die sehr unregelmäßig

variierende Verbreitung von Produkten einer in die Ablagerungsphase der Zwischenbildungen fallenden Melaphyreruption, die streckenweise mächtig angehäuft, streckenweise wieder nur spärlich angedeutet sind oder auch gänzlich fehlen. Es gibt daher nur wenige günstig aufgeschlossene Stellen im Gebiete der Etschbucht, an denen man die Serie der Zwischenbildungen in ihrer ganzen Vollständigkeit und normalen Stratenfolge untersuchen kann.

Sehr vollständig entwickelt und zugleich auch günstig aufgeschlossen läßt sich die in Rede befindliche Schichtgruppe der Zwischenbildungen im Val Gola (SW Trient) beobachten, da hier durch den tiefen Bachriß selbst die Kontaktstelle zwischen der Schlerndolomitunterlage und den ihr unkonform auflagernden Zwischenbildungen klar bloßgelegt erscheint.

Unmittelbar über der unebenen Oberfläche des hier nur wenig mächtigen, steilgestellten Schlerndolomits liegt zunächst eine Breccie, bestehend aus kantigen Brocken eben dieses Schlerndolomits, die durch ein eisenschüssiges Mittel gebunden sind. Über dieser groben Kontaktbildung baut sich in flacher Lagerung ein 40—50 m starker Komplex von grauen, kieselig-sandigen Bänderkalken auf, im Wechsel mit dunklen, weichen, leicht schiefernden bis blätternenden Tonmergeln. Diese letzteren enthalten stellenweise Pflanzen- und Fischreste und führen, in einzelnen Lagen lumachelleartig gehäuft, Daonellen, unter diesen besonders häufig die charakteristische *Daonella elongata* Mojs. Viel wichtiger aber für eine vergleichsweise stratigraphische Beurteilung dieses Horizontes ist das nichts weniger als seltene Vorkommen von Nodosen Ammoniten, welche hauptsächlich die rauhen Bänder-

kalke auszeichnen und der Spezies nach mit typischen Formen der deutschen „Nodosenschichten“ auffallend überstimmen. Insbesondere häufig erscheint *Ceratites trinodosus* Mojs.

Nach oben klingen die Bänderkalke in eine Folge von schiefrigen Kalkmergeln aus, die teilweise schon tuffiges Material enthalten und auf einzelnen Schichtflächen einen dichten Belag zeigen, der von Schalen einer kleinen Muschel gebildet wird, die der *Posid. Wengensis* Wissm. nahesteht.

Über diesen Kalkmergeln folgen, nahe hinter der Bergkante ober Margon klar aufgeschlossen, zwei feste Bänke eines auffallenden Kieselknollenkalkes, dessen knotige unebene Schichtflächen mit dunkelgrünen, tuffigen Beschlägen überzogen sind, ähnlich wie man dies bei den sogenannten „Buchensteiner Schichten“ nicht selten findet. Mit dem letzterwähnten Horizont stimmen auch einzelne Fossilfunde gut überein, die aus diesem Kieselknollenkalken stammen, insbesondere ein sehr gut erhaltenes Exemplar eines *Protrachyceras Reitzi* Böckh (s. Lit. 1903, p. 34).

Über den Kieselknollenkalken folgt sodann noch eine geringmächtige Partie von dunkelgrauen (Cassianer?) Mergeln und über diesen konkordant schließlich die an 1000 m mächtige Masse von Hauptdolomit, dessen Schichtenkopf den ganzen Talkessel des Val Gola einrahmt und welcher durch das häufige Auftreten von *Turbo (Worthenia) solitarius* Ben. klar charakterisiert erscheint.

Ähnlich wie im Val Gola ist die Serie der Zwischenbildungen auch in der Tiefe des Talrisses entwickelt, welcher vom Mendolapaß abwärts in die Roggia di Linor einmündet. Nur nehmen hier, wie

im ganzen oberen Nonsberge, die Tuffe des Melaphyrhorizonts und ihre grellroten Verwaschungsprodukte einen viel wesentlicheren Anteil am Aufbaue der Zwischenbildungen, deren Zone sich hier zwischen den beiden großen Dolomitmassen im Liegenden und Hangenden auf das schärfste zeichnet. Verfolgt man jedoch diese Zone aus der Tiefe des erwähnten Grabens bei Koflar aufwärts bis auf den Paß zwischen Monte Toval und Monte Penegal, dann sieht man, daß die basalen Glieder der Serie der Zwischenbildungen gegen die Höhe sukzessive auskeilen. Im Niveau der Fahrstraße liegt schon der Tuffhorizont unmittelbar über der alten Schlerndolomitbasis und höher nimmt selbst die Mächtigkeit der Tuffmergel vom Raibler Typus, die hier das unmittelbare Liegende des Hauptdolomits bilden, immer mehr ab, so daß auf dem obenerwähnten Passe der Hauptdolomit in unmittelbarster Nähe des Schlerndolomits gerät.

In gleicher Art läßt sich auch südwärts gegen den Monte Roën die diskordante Lagerung der Obertrias über dem Schlerndolomit und ihre scharfe Abgrenzung von diesem schrittweise verfolgen. Hingegen erscheint die Auflagerung des Hauptdolomits auf der Serie der Zwischenbildungen stets als eine konkordante und durch Übergänge vermittelte. Auf diese Weise bildet die Serie der Zwischenbildungen mit dem mächtigen Hauptdolomit zusammen eine einheitliche Ablagerungsgruppe, die im wesentlichen der deutschen Keupergruppe entspricht und hier kurzweg als Obertrias bezeichnet wird. Zu dieser Obertrias gehört in der Etschbucht naturgemäß auch jenes Ceratitenführende Glied, welches oben als Bänderkalk bezeichnet wurde. Dieser Bänderkalk hat eine

große Anzahl von charakteristischen nodosen Ceratiten geliefert, welche mit solchen des deutschen oberen Muschelkalks (Nodosenschichten) auffallend übereinstimmen.

Nach der in Deutschland üblichen stratigraphischen Akkolade werden aber bekanntlich die Nodosenschichten wohl zur tieferen Muschelkalkgruppe gezählt und man läßt die Keupergruppe erst viel höher beginnen. Nach den stratologischen Verhältnissen der Etschbucht muß man aber das Äquivalent der deutschen Nodosenschichten, den Bänderkalk, zur Obertrias rechnen. Es ergibt sich sonach hier ein Widerspruch der natürlichen Sachlage in der Etschbucht mit der üblichen historischen Grenzziehung zwischen Muschelkalk und Keuper.

6. Rhät (tr der Karten).

Über dem mächtigen Hauptdolomitgliede baut sich, mit scharfer Grenze und abermals unkonform, eine neue Schichtserie auf, welche in bezug auf Gesamtmächtigkeit den beiden nächsttieferen Triaszyklen nahezu ebenbürtig ist und auch in der Art der Entwicklung analog aufgebaut erscheint insofern, als sich auch hier wieder eine etwas unstäte kalkarme Unterstufe entwickelt zeigt, deren beschränkte Verbreitung sichtlich von der Bathymetrie der Sedimentationsflur abhängt, und darüber normal folgend eine mächtige kalkige Oberstufe, welche eine viel gleichmäßigere weitere Verbreitung und zugleich auch eine anhaltendere Uniformität der stratigraphischen Charaktere zeigt. Beide Stufen zusammen bilden wieder einen stratigraphisch einheitlichen Ablagerungszyklus, der hier als „Rhät“ bezeichnet ist.

Die tiefere Stufe des Rhät, hauptsächlich aus dunklen, teilweise auffallend bituminösen Ton-schiefern im Wechsel mit Mergelkalklagen bestehend, findet sich hauptsächlich nur entlang der Tiefenmediane der Etschbucht (Judikarien-Nonsberg) entwickelt, also nur im westlichen Teil des Gebietes. Aber auch hier ist die Mächtigkeit der Rhätschieferstufe im bathymetrisch tiefsten Teil der Etschbucht (Judikarien) auffallend größer als in den höher aufsteigenden nördlichen Teilen derselben (Brenta). Während R. Lepsius die Mächtigkeit der mergelig-tonigen Rhätunterstufe im Val Lorina mit weit über 100 m angibt und darin sogar zwei Abteilungen (Schichten mit *Ophiura Dorae*, darüber Schichten mit *Avic. contorta*) unterscheidet, erscheint diese Schieferstufe im Brentagebiete (tr. horizontal schraffiert der Karten) nur wenig mächtig, in den höchsten Terrainlagen kaum angedeutet oder ganz fehlend. In dieser Reduktion entspricht sie nach ihrer Fauna (*Avicula contorta*, *Cardita austriaca*, *Pinna papyracea* etc.) nur der Zone der *Avicula contorta* allein, welche Zone im Rhätprofil des Val Lorina eine schon verhältnismäßig hohe stratigraphische Position einnimmt. Mit anderen Worten, die Rhätbildungen setzen in den höchstgelegenen Teilen der Etschbucht erst mit einem jüngeren Profigliede, also relativ später ein als in den Tiefenlagen derselben.

Eine viel konstantere Rolle spielen dagegen im Etschbuchtgebiete, wie schon erwähnt, die kalkigen Bildungen der rhätischen Oberstufe, welche sich in konkordanter Folge aus der tieferen Schieferabteilung nach oben normal entwickeln. Zunächst folgt auf die schiefri-gen Mergel der *Contorta*-Zone eine Bank von dunklem, dichten Kalk, welcher durch das

häufige Auftreten von Einzelkorallen, insbesondere *Rhabdophyllicia clathrata Emmer*: gut charakterisiert erscheint. Höher nehmen die dichten Kalke vorwiegend lichte, ins Rötliche schimmernde Färbung an und führen, gewöhnlich nesterweise gehäuft jedoch auch vereinzelt auftretend, *Terebratulina gregaria Suess*. Zu oberst folgt sodann noch eine große Masse von tiefer zumeist dolomitischen, höher überwiegend oolithischen Kalken. Letztere zeigen an angewitterten Flächen zahlreiche Durchschnitte von Korallen, Echiniden und Gastropoden, leider meist in schlechter Erhaltung.

Viel auffallender noch als in der Süd-Nord-Richtung erfolgt das Auskeilen der schiefrigen Rhätunterstufe in der Ostrichtung und es gilt für das Hochveronesische und die angrenzenden Venetianer Alpen seit lange als feststehender Satz, daß hier die Rhätbildungen überhaupt ganz fehlen. Versteht man unter „Rhät“ nur die oben als Unterstufe bezeichneten Schieferbildungen, dann trifft dieser Satz auch wirklich zu. Jenseits der Gardaseelinie, schon im Loppiothal und weiter nach Osten in der Umgebung von Rovereto, im Val Arsa und im Sette Comuni bis in die Feltriner Alpen hinein kennt man keine Vertretung der *Contorta*-Bildungen.

Anders verhält sich die Sache, wenn wir die kalkige Oberstufe des Rhät ins Auge fassen. Diese je nach Umständen mehr dolomitisch oder oolithisch entwickelte Stufe, welche im Westen des Gardasees auf die Rhätmergel normal folgt und hier unter dem Namen „Grenzdolomit“ („Corna“ der Brescianer Aut.) bekannt ist, greift weit nach Osten über. Sie wurde hier aber immer unter der schon von A. de Zigno gegebenen Bezeichnung „Schichten mit *Gervillia Buchi*“ an die Basis des Lias gestellt. In der Tat sprechen auch die

spärlichen Fossilfunde dieses Horizonts für die stratigraphische Bewertung desselben als tiefsten Lias, wenn man die untere Grenze dieser Formation so legt, wie dies in Deutschland noch heute üblich ist. Nach französischen Begriffen müßte man aber diese Bildung dem „Infralias“ gleichstellen, so wie dies schon vor langer Zeit, und zwar hauptsächlich nur auf Grund der stratologischen Position, durch A. Stoppani geschehen ist. Auch die spärlichen Fossilfunde aus dem Grenzdolomit Südtirols sprechen für diese Auffassung. In neuester Zeit wurde aber in den Feltriner Alpen von G. Dal Piaz in diesem Kalkhorizont eine Fauna aufgesammelt, die dieser mit Bestimmtheit als eine „Hettangien“-Fauna bezeichnet. Damit erscheint die alte Auffassung A. Stoppanis voll bestätigt.

Die genauere stratigraphische Lokation des mächtigen Kalkgliedes, welches im Brescianischen als „Corna“, im westlichen Südtirol als „Grenzdolomit“ Bittner, im östlichen Südtirol und weiter ins Venezianische als „Schichten mit *Gervillia Buchi*“ Zigno bezeichnet wird, ist sonach eine Frage der stratigraphischen Akkolade. Diese kann aber in Südtirol, respektive in den Südalpen, wo der in Rede befindliche Kalkhorizont konkordant und durch Übergänge vermittelt mit den tieferen Rhätschiefern ein stratologisch einheitliches Ganzes bildet, nur so entschieden werden, daß dieses Kalklager naturgemäß noch zum Rhätzyklus gehört, sonach hier die untere Liasgrenze erst über demselben gezogen werden kann.

Es muß nun schließlich darauf aufmerksam gemacht werden, daß im Bereiche des Blattes Rovereto, in welchem der Kalkhorizont mit *Gervillia Buchi* eine wesentliche Rolle spielt, derselbe wohl als solcher

ausgeschieden ist (I der Karte), jedoch im Schema nach älterer Auffassung in die Liasgruppe einbegriffen erscheint. Die Einheitlichkeit der ganzen Kartenanlage würde nur gewinnen, wenn dieser Kalkhorizont besser mit der Farbe des Rhät (tr der nördlich anschließenden Kartenblätter) bezeichnet wäre. Nachdem er aber von dem eigentlichen Lias, den sogenannten „Grauen Kalken“ stratigraphisch klar getrennt gehalten ist, erscheint so das Wesen der Sache gewahrt, trotz der formalen Konzession an das historische Schema.

7. Lias. „Graue Kalke“ Benecke (Ī der Karten).

Mit einer jähen Wandlung des Faziescharakters folgt über dem noch rhätischen Grenzdolomit im Westen, respektive über dem Kalkhorizont mit *Gervillia Buchi* im Osten, eine Serie von dunklen Mergeln im Wechsel mit Mergelkalken, die nach ihrer reichlichen Myarier-Fauna (Noriglio), ihrer Flora (Rotzo, Pernigotti, Volano) und selbst strichweise auftretenden Kohlenvorkommen (Olle bei Borgo, Sornetal ob Chizzola) als eine küstennahe Bildung erscheinen und die nach oben in lichtgraue, vielfach oolithische Kalke ausklingen.

Im westlichen Teil des Gebietes (Vorderjudikarien, Gegend von Molveno) liegen die hier auffallend mächtigen dunkelgrauen Schiefer- und Mergelkalke des Lias vielfach auffallend diskordant über dem lichten Kalkhorizont des oberen Rhät auf. Sie schmiegen sich den Unebenheiten einer Korrosionsfläche an, welche die Rhätkalke nach oben scharf begrenzt. Damit in Übereinstimmung treten hier im Westen an der Basis der grauen Kalke nicht selten Breccien und Konglomerate auf. Nach Fossilfunden (*Spiriferina cf. angulata*

Schl., *Pecten cf. Rollei Stol.*) scheinen diese Breccien den Hierlatzschichten der Nordalpen zu entsprechen, anderseits mit den sogenannten „Brecciolen“ an der Basis des lombardischen „Saltrio“ gut übereinzustimmen, welche letztere bekanntlich ebenfalls eine Hierlatzfauna führen.

Noch bezeichnender für das selbständige Auftreten der Liasgruppe im Etschbuchtgebiet ist aber eine grobe Randfazies des Lias, die sich entlang dem alten Judikarienufer in einzelnen Resten erhalten findet. Es sind dies auffallende Konglomerate und grobe Sandsteinbildungen im Wechsel mit unreinen Tonschiefern und rauhen Kalksandsteinen, die nach oben schließlich in ein Lager von reinem Kalk ausklingen. In diesem oberen Kalklager fanden sich auf dem Paßübergange von Val Dalgone nach Val Agola Brachiopodenreste des Mittellias (*Tereb. Gozzanensis Par.*, *Rhynch. variabilis Schl.*, *Rh. Sordellii Par.*, *Rh. subcostellata Gem.*), die beweisen, daß der Komplex von Konglomeraten, Sandsteinen und unreinen Tonschiefern, welcher das normale Liegende des Kalklagers bildet, wohl nur die tieferen Liashorizonte vertreten kann.

Die Lagerung dieser isolierten Liasreste in Randfazies ist eine sehr unregelmäßige, übergreifende. Im Sulzberg (Monticello bei St. Giacomo etc.) liegen dieselben, unmittelbar an den kristallinen Rand anstoßend, über Schlerndolomit. Im Val Agola lagern sie einerseits über dem Granit des Monte Sabion, anderseits über dem Hauptdolomit des Palu di Mughi. Auf dem Passe Faëdolo (NW Stenico) findet man einen kleineren Rest derselben teils über Hauptdolomit, teils

über den basalen Mergelhorizonten des Rhät aufgelagert.

Viel weniger auffallend ist die unkonforme Lagerung des Lias im Osten der Etschbucht, woselbst auch jede Spur von basalen Breccien fehlt. Insbesondere an der typischen Lokalität Noriglio (bei Rovereto) zeigen die tiefsten dunklen Mergel mit *Tereb. Renieri* und *Ter. Rotzoana* eine gut übereinstimmende Lagerung mit den tieferen Kalken des *Gervillia Buchi*-Horizonts. Dagegen kann man aber weiter nördlich am Wege von Calliano nach Folgaria klar beobachten, wie hier die Grauen Kalke unterhalb Mezzomonte in eine Erosionsmulde von Hauptdolomit einsitzen und diesem unmittelbar aufgelagert sind, ohne daß hier der Horizont mit *Gervillia Buchi* sich dazwischen einschalten würde, trotzdem derselbe in kurzer Entfernung von der angeführten Stelle sowohl nördlich über Dosso Vignale wie südlich unter La Padella, höher im Gehänge noch entwickelt erscheint. Ähnliche Diskordanzen wiederholen sich auch am Nordabfalle der Sette Comuni gegen Valsugana, wo der Lias ebenfalls vielfach unmittelbar über Hauptdolomit liegt.

Wie man aus den vorstehenden Bemerkungen ersehen kann, ist die tonreiche tiefere Abteilung der Grauen Kalke, die man auch als die „Norigliostufe“ zu bezeichnen pflegt, entsprechend ihrem Charakter als Seichtseebildung, je nach lokalen Umständen etwas verschieden, also unstät entwickelt. Sie ist auch in ihrer Verbreitung hauptsächlich auf die bathymetrischen Tiefenpositionen, also auf die südlicheren Teile der Etschbucht beschränkt und fehlt schon zum Beispiel im Profil der Rochetta-Enge ob Mezzolombardo, woselbst man hauptsächlich nur

die obere kalkige Partie der Grauen Kalke entwickelt findet, die hier unmittelbar über Hauptdolomit liegt, also unter gleichzeitigem Fehlen auch der sonst normal zwischenfallenden Rhätbildungen.

Aus der Norigliostufe entwickelt sich, wie schon oben bemerkt, durch allmähliche Übergänge eine vorwiegend kalkige Abteilung, welche den Komplex der Grauen Kalke nach oben normal abschließt. Auch diese oberen, in der Regel lichten und teilweise oolithischen Grauen Kalke führen noch stellenweise zahlreich die bezeichnendste Art der ganzen Schichtgruppe, *Tereb. Rotzoana*, außerdem nicht selten *Chemnitzia terebra* und *Megalodus pumilus*. Das auffallendste Fossil dieser oberen kalkigen Stufe ist aber eine große *Durga*-Art, deren dickschalige Reste, dicht übereinandergepackt, zu Millionen ganze Bänke erfüllen. Ursprünglich wurde dieses Fossil von W. v. Gümbel als *Lithiotis problematica* benannt und daher auch die Kalke als „Lithiotiskalke“ bezeichnet.

Leider besteht die Fauna der Lithiotiskalke zumeist aus autochthonen Arten, die zwar regional sehr charakteristisch und leitend sind, aber zu einer vergleichenden Feststellung des stratigraphischen Horizonts nicht taugen. Als ausnahmsweise Seltenheit fand sich aber auf der Höhe von Cornacalda (SO Rovereto), mit *Chemnitzia Terebra* zusammen, ein vereinzelter Ammonitenrest, den L. v. Tausch (s. Lit. 1890) als *Harp. Cornacaldense* beschrieben hat. Die gleiche Art fand später A. Fucini auf dem Mte. Cetona (Prov. Siena) in Gesellschaft zahlreicher Mittelliasformen. Diese erste Orientierung über das Alter der oberen kalkigen Stufe der Grauen Kalke fand später vollste Bestätigung durch eine artenreiche Fauna, welche am

Fuße des Mté. Lomason bei Balino (NW Riva) in einer der obersten oolithischen Lagen des Komplexes der Grauen Kalke aufgefunden wurde. Zahlreiche Ammonitenarten des oberen Mittellias (*Phyloc. mimatense*, *Ph. cylindricum*, *Ph. Capitanei*, *Harp. Algovianum*, *Harp. discoides*, *Rhacophyllites Lariensis*, *Steph. Medolensis* etc. etc.) treten hier in Gesellschaft von ebenfalls sehr bezeichnenden Brachiopoden der sogenannten „*Aspasia-Zone*“ (*Pygope Aspasia*, *Waldh. Furlana*, *Rhynch. palmata*, *Spirif. rostrata* etc. etc.) in derselben, kaum 0·5 m mächtigen Bank auf.

Nachdem nun, wie oben gezeigt worden, die basalen Breccien des Lias bezeichnende Hierlartzarten führen, anderseits aber der die Grauen Kalke beschließende Kalkhorizont dem oberen Mittellias entspricht, stellt sich der ganze stratologisch einheitliche Komplex der sogenannten „Grauen Kalke Südtirols“ (exclusive Schichten mit *Gevillia Buchi*) klar als ein genaues stratigraphisches Äquivalent der „Etage Liasien d'Orb.“ dar.

8. Oberlias.

Oolithe vom Cap S. Vigilio (id der Karten).

(„Schichten mit *Rynch. bilobata*“, respektive „Gelbe Kalke“ Benecke.)

Über dem Horizont der *Lithiotis*-Kalke baut sich, in anscheinend konkordanter Lagerung, jedoch meist durch eine geringe Partie von dunklen, mitunter pflanzenführenden Tonschiefern von demselben scharf geschieden, ein bis 50 m mächtiges Kalklager von vorwiegend oolithischer Beschaffenheit auf. Dieses wird nach einer typischen Lokalität am Gardasee als

Horizont der „Oolithe vom Cap S. Vigilio“ bezeichnet.

Zumeist lichtgrau, streckenweise auch lichtrosenrot gefärbt und nur seltener in rostgelbe, dichte Kalke übergehend, spielen diese Oolithe, besonders im Zuge des Mte. Baldo und im Orto d'Abramo sowie in der ganzen Gegend nördlich von der Sarcaebene bei Arco, in den Bergzügen zu beiden Seiten des unteren Sarca-ales, eine sehr konstante Rolle im Aufbaue des Gebirges. Ebenso findet man sie in der weiteren Umgebung von Rovereto (Val Lagarina) überall noch gut entwickelt und selbst bis auf das Hochplateau des Mte. Pasubio hoch hinaufreichend.

Aber schon weiter nördlich auf den Hochflächen von Folgaria-Lavarone vermißt man den Horizont der oberliasischen Oolithe vielfach in den Profilen zwischen den Grauen Kalken und den, diesen dann unmittelbar auflagernden, jüngeren Jurabildungen, während er sich oft schon in nächster Nachbarschaft wieder in der ihm normal zukommenden Profilstellung regelrecht entwickelt einschaltet. Die Decke der oberliasischen Oolithe erscheint also hier auffallend zerrissen und schon vor Ablagerung des Oberjura streckenweise gänzlich abgetragen. Am auffälligsten wird diese stratigraphische Lücke noch weiter ostwärts in den Sette Comuni, wo der Oolithhorizont auf die längste Strecke fehlt und nur noch in ganz vereinzelt Resten, z. B. im Mte. Bertia (SO von Asiago) sich ganz ausnahmsweise erhalten findet. Die gleiche Erscheinung des Fehlens der Oberliasoolithe wiederholt sich ferner auch in der Trienter Gegend (Mte. Calis, Mte. Selva) und ebenso in der ganzen Nonsberger Mulde.

Eine andere Unregelmäßigkeit im Auftreten des Oolithhorizontes besteht in einer auffallenden Verkümmernng desselben in den Hochlagen, besonders des nördlichen Brentagebietes (Mte. Sasso rosso, Mte. Peller). Hier liegt unmittelbar über der kalkigen Oberstufe des Rhät, mit scharfer Grenze, eine gering mächtige Folge von grauen oder rötlichen, vielfach oolithisch entwickelten Kalken, welche durch ihren Fossilinhalt (*Ter. Lossii*, *Rhynch. Vigilii* etc.) sich klar als Äquivalent der Oolithe vom Cap S. Vigilio erweisen. In den obersten Lagen dieses reichlich Crinoiden führenden Horizontes fand H. Finkelstein (s. Lit. 1889) neben *Rhynch. bilobata* Ben. auch Ammonitenreste, die für die Zone des *Lioc. opalinum* charakteristisch sind. Eine ähnliche Verkümmernng des Oberlias ist auch in den Feltriner Hochalpen (Mte. Pavione) durch Dal Piaz nachgewiesen.

Derselben *Opalinus*-Zone, und wohl auch die nächsthöhere *Murchisonae*-Zone mit umfassend, gehört die bekannte reiche Ammonitenfauna an, welche an der typischen Lokalität Cap S. Vigilio die obersten Bänke des Oolithkomplexes auszeichnet (s. Lit. 1886, M. Vacek). Eine sehr ähnliche, wiewohl durch das häufige Auftreten von typischen *Insignis*-Formen und *Dumortieria*-Arten auf einen vielleicht schon etwas tieferen Horizont hinweisende Fauna fand sich in nächster Nähe des Schlosses Tenno, ebenfalls im oberen Teile des Oolithenkomplexes (s. Lit. 1899, M. Vacek). Eine dritte, einem noch tieferen stratigraphischen Horizont, der *Bifrons*-Zone, entsprechende Fauna fand A. Bittner (s. Lit. 1881, Aufnahmsbericht) in einer der tieferen Lagen des gleichen Oolithhorizonts oberhalb Tenno gegen Ville di sopra.

Nach diesen reichen faunistischen Daten kann es keinem Zweifel unterliegen, daß der Oolithhorizont vom Cap S. Vigilio so ziemlich den ganzen oberen Lias vertritt. Er umfaßt aber ohne Zweifel zugleich auch noch die *Opalinus-Murchisonae*-Bildungen, welche nach der deutschen Juragliederung schon an die Basis des braunen Jura oder Dogger gestellt werden und die zusammen eine engere stratigraphische Gruppe bilden, welche man als „Aalenien“ bezeichnet hat. Zwischen dieses Aalenien und das nächsttiefere Toarcien (Oberlias s. str.) wird also in Deutschland eine sehr wichtige Formationsgrenze, die Lias-Doggergrenze, gelegt. Wollte man sich aber in Südtirol dieser historischen Gliederungsweise fügen, dann müßte man hier die obere Liasgrenze mitten durch einen offensichtlich einheitlichen und uniformen Oolithkomplex ziehen, diesen also, dem hergebrachten stratigraphischen Schema zuliebe, in unnatürlicher Art zerreißen. Diese gezwungene Scheidung erscheint aber um so weniger rationel, als sich schon unmittelbar über dem einheitlichen Oolithlager, wie gleich gezeigt werden soll, stratigraphische Verhältnisse einstellen, welche einen sehr natürlichen Schnitt in der Reihe der Ablagerungen klar dokumentieren.

9. Unterer Malm.

(Schichten mit *Posid. alpina* + *Transversarius*-lager + *Acanthicus*-Schichten, \bar{m} der Karten.)

Über dem Äquivalent des Aalenien, welches in Südtirol mit dem tieferen Oberlias einen stratologisch einheitlichen Oolithkörper bildet, sollte man zunächst die Vertretung einer vielgliederten Schicht-

reihe erwarten, welche in Deutschland als „Mittlerer Dogger“ in England als „Lower oolite“ bezeichnet wird. Es ist dies die bunte Schichtfolge von der Zone der *Sonninia Sowerbyi* an bis zur Zone der *Oppelia aspidoides* inklusive. Diese in Deutschland, in Frankreich und besonders in England mannigfaltig entwickelte und vielstudierte Schichtreihe, welche bei kompletter Entwicklung aus drei vollen Ablagerungszyklen (Bajocien, Vésulian und Bathian) besteht, fehlt in der Etschbucht. Zumindest findet sich hier kein stratologischer Horizont, welcher auf nennenswerte Strecken verfolgbar in diese große stratigraphische Lücke eingereiht werden könnte. Selbst die seltenen Fossilfunde, aus welchen man auf eine wenigstens rudimentäre Vertretung dieser oder jener der vielen hier fehlenden Jurazonen schließen könnte, sind bisher sehr unsicher und in bezug auf Lagerung noch zu wenig geklärt.

Unmittelbar über dem Oolithlager, dessen höchste Bänke durch die *Opalinus-Murchisonae*-Fauna vom Cap S. Vigilio stratigraphisch klar charakterisiert sind, folgt vielmehr eine in ihrem Auftreten sehr unstäte Bildung, welche nach ihrer Fauna schon dem Callovienshorizont entspricht. Es sind dies die bekannten „Posidonomyenschichten“ Südtirols. In ihrer reinsten Form sind diese als eine weiß-spätige Lumachelle von Schalen der *Posidonomya alpina* Gras. entwickelt. In diese Lumachelle erscheinen eine Menge von Brachiopoden- und Ammonitenresten eingebacken, die, zumeist klein und unentwickelt, gewöhnlich nur eine Art Faunenbrut darstellen. In dieser Entwicklung bilden die Posidonomyenschichten keine zusammenhängende Lage, sondern finden sich nur nesterweise da und dort, meist in

Vertiefungen der älteren Oolithbasis mit scharfer Grenze einsitzend; so bei Aque fredde am Gardasee, so bei Brentonico und Ponte Tierno, bei Rovereto und bis in die Umgebung von Trient.

Nach oben und seitlich geht diese Lumachelle in gutgeschichtete bis geschieferte, rote Crinoidenkalk über, welche in der Regel auch nur geringe Mächtigkeit, aber schon eine etwas gleichmäßigere Verbreitung zeigen. In diesen auch als „Curviconchaschichten“ bezeichneten Crinoidenkalken tritt die *Posidonomya alpina* gewöhnlich nur noch in vereinzelt Exemplaren auf, und die darin nicht seltenen Brachiopoden sowohl wie Ammoniten, wiewohl der Art nach mit jenen der Lumachelle übereinstimmend, zeigen hier schon normale Ausbildung und Größe. Aus derartigen roten Kalkbildungen stammt auch zumeist die reiche Callovienfauna (*Lyt. tripartitum* Rasp., *Phyll. Kudernatschi* Hau., *Steph.*, *Brogniarti* Sow., *Steph. rectelobatum* Hau., *Oppelia subradiata* Sow., *Posid. alpina* Gras., *Tereb. curviconcha* Opp., *T. Gerda* Opp., *F. Gefion* Opp., *Rhynch. Atla* Opp., *Rh. Brentoniaca* Opp., *Rh. coarctata* Opp., *Rh. defluxa* Opp. etc.), welche zuerst A. Opper (s. Lit. 1863) mit den Klausschichten der Nordalpen verglichen hat. Durch W. Benecke (s. Lit. 1886) wurde diese Fauna nach Aufsammlungen bei Ma. del Monte, bei Brentonico, Ponte Tierno wesentlich ergänzt und später durch C. F. Parona (s. Lit. 1894 und 1895) von Aque fredde am Gardasee sowie von Sette Comuni eingehend beschrieben und als vom Alter des Callovien bestimmt.

Über diesen etwas unstäten Callovienbildungen und, wo sie stellenweise ganz auskeilen, auch unmittelbar über älterem Untergrunde, folgt dann in schön

ziemlich gleichmäßiger Verbreitung eine im besten Falle nur 1 m starke aber sehr charakteristische Lage eines rostgelben, rotgeflamten Kalkes mit unregelmäßigen Flecken und Schmitzen einer dunklen limonitischen Substanz. Diese Kalklage erscheint gewöhnlich dicht erfüllt mit Resten von Belemniten. Bei Rovereto fand V. Uhlig (s. Lit. 1880) in dieser auffallenden Kalklage auch *Pelloc. transversarium* Opp., eine sehr bezeichnende Art des unteren Oxfordien.

Über dieser an Belemniten reichen Lage baut sich weiter konkordant noch ein 12 bis 15 m mächtiges Lager von dickbankigen roten Knollenkalken auf, welche in einzelnen Lagen eine reiche, leider nur selten gut erhaltene Ammonitenfauna führen. Diese charakteristische Fauna (*Lyt. nothum* Gemm., *Phyll. tortisulcatum* d'Orb., *Phyll. subobtusum* Kud., *Oppelia Uhlandi* Opp., *Waagenia Beckeri* Neum., *Aspidoc. acanthicum* Opp., *Simoc. Agrigentinum* Gemm., *Simoc. Doublieri* d'Orb. etc.) zeigt eine weite Verbreitung im Alpengebiete und ihr Lager ist daher unter der Bezeichnung „Acanthicusschichten“ sehr bekannt.

Wie schon E. W. Benecke (s. Lit. 1886) klar gezeigt hat, erscheint die Acanthusfauna Südtirols auffallend übereinstimmend mit jener aus der Zone der *Oppelia tenuilobata*. Diese Zone wurde von A. Opper und W. Waagen ins untere Kimmeridge eingereiht, und dementsprechend faßte später (s. Lit. 1873) M. Neumayr die Acanthuschichten als vom Alter des Kimmeridge auf. Dieser Auffassung widersprechen aber die Lagerungsverhältnisse der äquivalenten Zone der *Oppelia tenuilobata* in Frankreich. Wie A. Hébert und seine Schüler klar gezeigt haben, liegt diese Zone dort tief in der Oxfordgruppe und folgt

normal auf die Schichten mit *Pelt. transversarium* genau so, wie die Acanthicuskalke in Südtirol, die sonach auch noch dem Oxfordien anzugehören scheinen und nicht an die Basis des Tithon zu stellen sind, wie gewöhnlich angenommen wird. Die Acanthicuskalke bilden vielmehr in Südtirol mit der tieferen Transversariusbank und den noch tieferen Calovienbildungen zusammen klar einen konkordanten stratologisch einheitlichen Ablagerungszyklus, welcher allerdings, verglichen mit den Verhältnissen in Frankreich, nach obenhin etwas unvollständig erscheint, insofern, als in Südtirol bisher nirgends eine Vertretung des sogenannten „Corallien“ nachgewiesen werden konnte, welches in Frankreich den normalen Abschluß der Oxfordgruppe zu bilden scheint.

Auch die Acanthicuskalke fehlen vielfach in den Profilen der Etschbucht. Im Mte. Baldo, im Hochveronesischen und in den Tieflagen der Sette Comuni (Val d'Assa) bilden diese Kalke wohl einen regelmäßig durchgehenden Horizont. Aber schon bei Rovereto, noch auffallender aber in der Umgebung von Trient, wird die Verbreitung der Acanthicusschichten sehr unregelmäßig und im obersten Teile der Etschbucht (nördliche Brenta, Nonsberg) finden sich nur ganz ausnahmsweise noch isolierte Reste derselben erhalten, wie z. B. am Ostfuße des Mte. Cles, hier unmittelbar über Rhätkalk gelagert (s. Lit. 1894). So vereinzelt auch derartige Relikte sind, beweisen sie doch klar, daß das Acanthicusmeer bis in diese Hochlagen der Etschbucht reichte, und die streckenweise Abwesenheit seiner Sedimente daher nur auf langdauernden Korrosionsvorgängen beruhen kann, die dem Absatze der nächstfolgenden Schichtgruppe, des echten Tithons, vorangegangen sind.

10. Oberer Malm. Tithon (it der Karten).

Über dem Acanthicuslager und, wo dieses fehlt, auch über den verschiedensten älteren Formationsgliedern unmittelbar diskordant aufliegend, folgt eine weitere Schichtgruppe, welche in der ganzen Etschbucht eine auffallend uniforme Entwicklung, dabei eine sehr gleichmäßige, selbst auf alle Hochlagen hinaufreichende, weite Verbreitung zeigt.

Diese Schichtgruppe beginnt in der Regel mit einer geringmächtigen, im besten Falle etwa 3 m erreichenden Abteilung von roten, unreinen Kalkschiefern, die von Lagen und Schnüren eines dunkelroten Hornsteins durchschwärmt sind. Diese Schichten führen fast nur Aptychen und wurden daher von den italienischen Autoren als „Schisti ad Aptici“ bezeichnet.

Darüber folgt konkordant ein meist nur 10 bis 12 m starkes Lager von rotem Knollenkalk, welcher dem tieferen Acanthiuskalk sehr ähnlich ist und ebenfalls reichlich Ammoniten führt, daher im Venetianischen unter der Bezeichnung „Ammonitico rosso“ bekannt ist.

Nach oben nimmt dieser Kalk, ohne eine wesentliche Änderung seiner Fauna lichtgraue Färbung an, zeigt stellenweise Kieselausscheidungen sowie ein sehr gleichmäßiges feines Korn und wird dann als „Majolika“ bezeichnet. Auch die Majolika führt noch zahlreiche Ammoniten, daneben nicht selten große Aptychen (*Ap. Beyrichi*, *Ap. latus*) und besonders häufig eine sehr charakteristische, gelochte *Terebratula*-Art, die *Pygope diphya* Col. sp. Diese tritt übrigens auch schon in den tieferen roten Kalken auf, weshalb der ganze Kalkkomplex, welcher besonders in der Trienter Gegend

vielfach als Werkstein gebrochen wird und als solcher sehr geschätzt ist, auch den Namen „Diphyakalk“ führt.

Die einheitliche Ammonitenfauna des Diphyakalkes (*Lyt. sutile* Opp., *Phyll. pychoicum* Quenst., *Haploc. carachtheis* Zeusch., *Haploc. elimatum* Opp., *Simoc. Volanense* Opp. etc.) zeigt eine weitgehende Übereinstimmung mit der Fauna des oberen Tithons von Stramberg. Andererseits finden sich darin auch bezeichnende Arten des lithographischen Schiefers von Solenhofen (*Oppelia lithographica* Opp., *Opp. hybonota* Opp.), die auf eine Äquivalenz mit der Portlandstufe hinweisen. Wenn jedoch, wie oben gezeigt worden, der Acanthicusalk noch dem tieferen Oxfordien, der Diphyakalk aber schon dem Portland entspricht, fehlt zwischendurch in der Etschbucht eine Vertretung des Corallien sowohl wie des Kimmeridgien, wofern letzteres nicht in den Aptychenschiefen eine teilweise Vertretung findet. Diese stratigraphische Lücke fällt zusammen mit der oben schon erwähnten auffallenden Diskordanz, welche in der Ablagerungsreihe der Etschbucht zwischen dem in seiner Verbreitung vielfach beschränkten Acanthichshorizont und den wieder weithin übergreifenden Bildungen der Diphyakalkgruppe besteht.

11. Untere Kreide. Biancone (kn der Karten).

Aus dem in der Regel nur wenige Meter starken Majolikalager entwickelt sich nach oben, wie schon E. W. Benecke klar gezeigt hat (s. Lit. 1886, pag. 134 l. c.), durch allmählichen Übergang, also ohne merkliche Grenze, ein mächtiger Komplex von lichten, wohlgeschichteten bis schiefrigen Mergelkalken mit muscheligem Bruch und

zahlreiche dunkle Kieselknollen führend, der „Biancone“.

Diese in den ganzen Südalpen vielverbreitete und über weite Strecken mit konstanten Charakteren auffallend monoton entwickelte Bildung spielt auch in den tieferen, südlichen Teilen der Etschbucht eine sehr konstante Rolle im Schichtenprofil, so insbesondere im nördlichen Monte Baldo (Soranebecken) und weiter im Val Lagarina sowie in der ganzen breiten Mulde, welche aus der Gegend von Rovereto in NO, über die Hochflächen von Folgaria und Lavarone langsam ansteigend, sich bei Porta di Manazzo im Angesichte der Cima d'Asta ganz heraushebt.

Aber schon in der Gegend von Trient fehlt das mächtige Glied des Biancone in allen Profilen und ebenso auch weiter nordwärts in den oberen Teilen der Etschbucht (Brenta, Nonsberg). Auch im unteren Sarcatale kann man das allmähliche Auskeilen des Biancone gegen Norden schrittweise verfolgen. Inwieweit dieses Auskeilen und streckenweise Fehlen des Biancone als eine Folge des Nichtabsatzes oder als die einer späteren Abtragung aufzufassen wäre, ist schwer zu entscheiden. Wahrscheinlich haben beide Faktoren mitgewirkt, da der Biancone nicht nur in den Hochlagen fehlt, sondern auch in solchen Tiefenpositionen (zum Beispiel Trienter Mulde), in denen man eine ursprüngliche Ablagerung desselben wohl erwarten sollte.

Der Biancone ist ziemlich reich an fossilen Resten, zumal Ammoniten; doch erscheinen solche gewöhnlich nicht auf bestimmte Lagerhorizonte kantoniert, sondern in unregelmäßiger Art durch die ganze Masse des uniformen Komplexes zerstreut. Immerhin läßt sich konstatieren, daß in der tiefsten, unmittelbar aus der

Majolika sich entwickelnden Partie Formen auftreten (*Hoplites occitanicus*, *Hopl. Boissieri*, *Tereb. diphyoides* etc.), welche für den Berriashorizont charakteristisch sind. Höher findet man am häufigsten *Olcosteph. Astierianus*, eine typische Art des Neokom. Die höchsten Lagen führen eine Barrême fauna.

Trotz dieser ansehnlichen Fossilführung bietet die genauere stratigraphische Akkolade des Biancone wesentliche Schwierigkeiten. Im allgemeinen kann man kaum darüber im Zweifel bleiben, daß der Biancone die untere Kreide repräsentiert, während die nächst-tiefere Majolika des Obertithon schon der Juraformation zugerechnet wird. Da aber, wie schon oben hervorgehoben worden, diese beiden anrainenden Bildungen unmerklich ineinander übergehen, ist man in der Etschbucht, ähnlich wie in den ganzen Südalpen und in Südfrankreich, um eine rationelle Grenzziehung zwischen Jura und Kreide, also zwischen zwei wichtigen Formationen verlegen. Ebenso ergaben sich bisher innerhalb des gleichmäßigen Bianconekomplexes selbst keinerlei stratologische Anhaltspunkte für eine präzisere Untergliederung desselben.

12. Obere Kreide. Scaglia (k \bar{r} der Karten).

Über dem Biancone und, wo dieser fehlt, über den verschiedensten Gliedern der älteren Schichtreihen diskordant gelagert, folgt eine bis 100 m mächtige Ablagerung von mehr minder kalkreichen, vorwiegend rotgefärbten, oft durch sandige Beimengungen verunreinigten Kalkmergeln und Schiefeln, welche unter der Bezeichnung „Scaglia“ bekannt ist.

Wo die Scaglia über Biancone folgt, ist die Grenze

der beiden lithologisch ähnlichen Bildungen durch die auffallend verschiedene Färbung meist unschwer festzustellen. Viel schärfer erscheint aber die untere Grenze der Scaglia da, wo sie auf älterem Untergrunde (vom Tithon bis zum Schlerndolomit herab) unmittelbar transgressiv aufrucht. In solchen Fällen wird der Kontakt auch häufig durch eine auffallende Breccie bezeichnet, deren Trümmernmateriale gewöhnlich vom nächsten Gehänge stammt und deren Bindemasse rote Scaglia bildet.

Wie bei allen Trümmerbildungen dieser Art ist auch das Auftreten des Scagliabreccie ein mehr minder lokales. Schön entwickelt findet man dieselbe in nächster Nähe von Trient in den Weingärten am Ausgange der Velaschlucht, wo sie unmittelbar über Schlerndolomit liegt. Schön entwickelt ist die Breccie ferner bei Cles auf dem Hange ober Caltron, hier über Rhätkalk liegend. In Vorderjudikarien steht das Schloß von Stenico auf einer festen Rippe von Scagliabreccie, die hier über Grauen Kalken des Lias liegt. Als schöne Abart von Ruinenmarmor entwickelt findet man die Scagliabreccie auch in einem kleinen Steinbruche oberhalb Bezagno, am Fahrwege nach Brentonico, hier den Oolithen von Cap S. Vigilio angelagert.

Diese basalen Breccienbildungen stehen im besten Einklange mit der stratigraphisch selbständigen, übergreifenden Lagerung der Scagliabildung, welche im Gegensatze zum Biancone, dagegen ähnlich wie das Tithon wieder eine sehr weite, gleichmäßige Verbreitung durch die ganze Etschbucht zeigt und auch noch in den höchsten Lagen, wie zum Beispiel auf dem Monte Peller in der nördlichen Brenta oder in der Umgebung von Castelfondo im oberen Nonsberge, eine bedeutende Entwicklung besitzt.

Die Fossilführung der Scaglia erscheint, ähnlich wie beim Biancone, auf keinen bestimmten Lagerhorizont eingeschränkt. Dabei sind die zerstreuten organischen Reste meist verdrückt und selten besser erhalten. Man findet vorwiegend Echiniden (*Stenonia tuberculata* Defr.), Inoceramen (*J. Cuvieri d'Orb.*), Belemniten (*Belemnitella mucronata* Schl.) und nur sehr selten auch schlecht erhaltene Ammonitenreste (Steinbruch S. v. Crosano im Mte. Baldo). Nach ihrer Fossilführung entspricht die Scaglia ohne Zweifel der Senonstufe der oberen Kreide. Nachdem aber, wie wir oben gesehen haben, im Biancone bestenfalls nur noch die Barrēmestufe vertreten ist, fehlt zwischen dieser und dem übergreifenden Senon die Vertretung der Gault-Cenoman-Turonbildungen. Zwischen Biancone und Scaglia existiert also in der Etschbucht eine große stratigraphische Lücke. Dementgegen erscheint die Scaglia, wie wir gleich sehen werden, in viel engerer stratologischer Beziehung zu den höher folgenden Eocänbildungen.

13. Eocän. (Nummulitenkalke und -Mergel **e**, Basalttuffe **et** der Karten.)

Ohne eine schärfer markierte Grenze folgen auf die rote Scaglia im westlichen Teil, respektive in der Tiefenmediane der Etschbucht (Vorderjudikarien, Molvenosee, Andalosattel, Nonsberg) lichtgraue, stellenweise durch Sandbeimengung rauhe Mergel, in deren tiefstem Teil schon einzelne härtere Kalkbänke auftreten, welche in Menge Nummuliten (*N. Puschi d'Arch*, *N. Lucasana* Defr. etc.) führen. Mit dem Wechsel der Färbung tritt also gleichzeitig auch ein auffallender Wandel im Faunen-

charakter ein. Nach oben nehmen die Mergel dunklere Töne an und werden vielfach durch Sandbeimengung rauh. In dieser flyschartigen Entwicklung sind sie dann sehr fossilarm.

Eine auffallend andere Entwicklung zeigt das Eocän weiter östlich, in der nächsten großen Synklinale, im Sornebecken, Val Lagarina sowie in der Mulde von Trient. Hier überwiegt weitaus das kalkige Element. Dazu kommt in diesem östlichen Eocänbezirk das Auftreten von Basalttuffen, welche sich den Nummulitenkalken einschalten und diese meist in zwei Lager scheiden.

Doch treten auch schon tiefer, an der Grenze zwischen Scaglia und Eocän, stellenweise Tuffbildungen auf, welche nach ihrer Fauna den sogenannten Spilecottuffen des Vicentin entsprechen. Solche Spilecottuffe, meist unrein und in geringer Mächtigkeit, finden sich fossilführend im nördlichen Mte. Baldo und in der Umgebung von Nago. Auch bei Trient, unter dem Mte. Calmus zwischen Cognola und Maderno, liegen die hier ziemlich mächtigen Basalttuffe unmittelbar über Scaglia. Doch fehlen diese Tuffe schon jenseits der Etsch, in den Eocänmulden von Sardagna, Sopramonte und Baselga.

Über den Spilecottuffen folgt bei Trient normal zunächst ein Lager von lichten, stellenweise zur Zementfabrikation gut verwendbaren Mergeln, aus denen sich dann nach oben reinere Nummulitenkalke entwickeln. In den lichten Mergeln, die stellenweise noch durch Tuffmateriale verunreinigt sind, finden sich nicht selten (zum Beispiel unter Mte. Calmus) Reste von Crustaceen (*Harp. punctulatus* Desm., *Ranina* cf. *Marestiana* Kön.) sowie auch Gastropoden, Echi-

niden und Korallen. Die gesteinsbildenden Nummuliten der höher sich entwickelnden Kalkabteilung gehören vorwiegend den Arten *N. Lucasana DeFr.*, *N. perforata d'Orb.* und *N. complanata Lam.* an.

Weiter südlich, im Bezirke von Rovereto (Gegend von Pomaruolo, Isera, Lenzima, Nago, Brentonico) schaltet sich in die Nummulitenkalke ein ziemlich mächtiges Lager von gut stratifizierten Basalttuffen ein, welche stellenweise (bei Isera, bei Sorne) auch Fossilien führen. Am fossilreichsten pflegt aber eine Bank in der unteren Partie der oberen Abteilung des Nummulitenkalkes zu sein. Insbesondere auf dem Ostabhange des Orto d'Abbramo (so bei Cimone, bei Pomaruolo, usw.), wo diese obere Nummulitenkalkstufe eine große Verbreitung hat, folgt auf die tiefsten, durch auffallenden Nummulitenreichtum ausgezeichneten Bänke gewöhnlich ein reiches Fossilager mit der charakteristischen Leitform *Velates Schmiedeliana Chem.*

14. Oligocän. (Mergel mit *Clavulina Szaboi o*, und Nulliporenkalk *ok* der Karten).

In weit beschränkterer Verbreitung als die Scaglia-Eocängruppe und von dieser durch diskordante Lagerung stratigraphisch scharf getrennt folgt ein weiterer Schichtkomplex, der aus zwei petrographisch verschieden entwickelten Abteilungen besteht. Eine tiefere Stufe bilden dunkle, wohlgeschichtete Mergel, über denen sich, durch Übergänge vermittelt, als Oberstufe ein an 100 m mächtiges Lager von grobgebanktem Nulliporenkalk aufbaut.

Wie zuerst W. v. Gümbel (s. Lit. 1896) nachgewiesen und später R. J. Schubert (s. Lit. 1900) eingehender gezeigt hat, führen die Mergel des

tiefere Horizontes eine reiche mikroskopische Fauna, zumal aus Foraminiferen bestehend (*Clavulina Szaboi* Hantk., *Lagena orbignyana* Seq., *Nodosuria laevigata* d'Orb., *Bolivina elongata* Hantk., *Uvigerina pygmaea* d'Orb., *Fronicularia tenuissima* Hantk., *Cristellaria budensis* Hantk., *Globigerina bulloides* d'Orb., *Orbitoides nummulitica* Gümb., *Nummulites striata* d'Orb. etc. etc.). Nach dieser Fauna erscheint die Mergelstufe als ein Äquivalent der sogenannten „Ofner Mergel“ mit *Clavulina Szaboi* oder auch der Mergel von Priabona im Vicentin, sonach vom Alter des Unteroligocäns. Die höheren Kalke entsprechen, nach den wenigen faunistischen Anhaltspunkten, der Stufe von Castel Gomberto, vertreten also das mittlere, respektive obere Oligocän.

In ihrer Verbreitung sind die Oligocänbildungen der Etschbucht auf die Tiefststellen einzelner Eocänmulden beschränkt.

Am klarsten und vollständigsten findet man die beiden Stufen des Oligocäns am Nordende des Monte Brione bei Riva übereinander entwickelt, in Form eines isolierten Denudationsrestes aus den Alluvionen der Sarcaebene aufragend. Ursprünglich erfüllte die Schichtgruppe wohl die ganze Sarcamulde am Nordende des Gardasees, wie dies die Reste des tieferen Mergelgliedes beweisen, welche sich in den beiden Muldenwinkeln bei Arco erhalten haben. An diesen Resten kann man auch die unkonforme Lagerung der Schichtgruppe klar studieren. Im Ostwinkel, oberhalb Bolognano, liegen die Oligocänmergel quer über den beiden Nummulitenkalklagern und der sie trennenden Basaltufflage. Auf der anderen Seite, bei Varignano, lagern dieselben Mergel unmittelbar über

Scaglia. Weitere Reste von Oligocän finden sich im südlichen Orto d'Abbramo, in der Mulde von Chienis, südlich von St. Antonio ober Castellano, ferner oberhalb Besagno gegen Crosano im nördlichen Monte Baldo. Auch nördlich von Romallo im oberen Nonsberg findet sich ein größerer Rest des mergelig-thonigen Unteroligocäns mit *Clavulina Szaboi* erhalten.

15. Miocän. (Schioschichten, m der Karte.)

Über dem mächtigen Nulliporenkalklager liegt auf dem Monte Brione ein Komplex von grün-grauen, glaukonitreichen, sandigen Mergeln und Kalksandsteinen, ziemlich reich an organischen Resten. Neben Korallen und Echiniden findet man besonders häufig Pelecypoden (*Pecten Passinii Menegh* [= *P. deletus auct.*], *Pholadomya Puschi Goldf.*, *Thracia Benacensis Schaff.* etc.). Nach dieser Fauna, welche von F. Schaffer (s. Lit. 1899) näher beschrieben wurde, bilden die glaukonitischen Mergel und Sandsteine des Monte Brione ein genaues Äquivalent der Schioschichten des Vicentin, gehören also dem unteren Miocän an.

Die Schioschichten liegen unkonform über dem oligocänen Nulliporenkalk. Eine Stelle, an welcher der ungleichmäßige Kontakt gut zu sehen ist, findet sich am Südabfalle des Monte Brione beim alten Zollhaus an der Straße Torbole-Riva. Besser zu ersehen ist die selbständige Lagerung der Schioschichten an der zweiten Stelle ihres sehr beschränkten Auftretens, in der Mulde von Chienis, nördlich vom Loppiosee. Hier füllen die Schiomergel auf eine Erstreckung von mehr als 5 km, von Panone bis auf den Sattel von Bordala,

eine Synklinalmulde im Eocän auf, während die Oligocänbildungen, welche ihr normales Liegend bilden, hier nur noch in dem obenerwähnten kleinen Reste S. von S. Antonio sich erhalten haben, sonst aber im Umkreise der Miocänpartie fehlen, die sonach hier vom Oligocän unabhängig, stratigraphisch selbständig lagert.

16. Diluvium (q̄ der Karten).

Im Gegensatz zu der langen Reihe der im vorstehenden geschilderten Meeresablagerungen, die sich klar als eine Kette von stratigraphisch selbständigen Formationszyklen darstellen, entsprechen die sogenannten quartären Schutte, Moränen, Konglomerate, Sandsteine etc. strenggenommen nicht mehr dem Begriff einer Formation. Diese aus der letzten geologischen Vergangenheit stammenden Erzeugnisse einer subaërischen Destruktion und lokalen Seeausfüllung zeigen auch in der Etschbucht eine große Mannigfaltigkeit. Sie verfließen vielfach schon mit den homologen Bildungen der Jetztzeit in einer Weise, daß man bei ihrer genaueren Abgrenzung auf der Karte mitunter Schwierigkeiten begegnet. Auch läßt sich bei dem allgemeinen Mangel an organischen Resten eine historische Gliederung der quartären Bildungen, etwa in präglazial, glazial und postglazial, praktisch nur schwer durchführen. Leichter könnte eine Scheidung zunächst nur auf Grund des genetischen Moments versucht werden, soweit sich dieses aus der Beschaffenheit der Ablagerungen erschließen läßt.

Als wichtigste Erscheinung fällt in die quartäre Periode die sogenannte Eiszeit, deren Spuren man in den Tälern der Etschbucht allgemein beobachten kann. Im Val Rendena läßt sich, besonders am linken

Hänge, deutlich eine hochliegende, durch die Seitengräben vielfach eingerissene Terrasse verfolgen, der entlang die glazialen Schuttmassen sich vielfach erhalten haben. Diese Terrasse zieht mit geringer Südneigung vom Westabhange des Mte. Sabion (1400 *m*) bis auf den Nordabfall des Mte. Alberto bei Stenico (1000 *m*). Das Moränenmaterial ist hier fast ausschließlich kristallinisch und besteht vorwiegend aus mehr minder abgerollten Blöcken von Tonalit, welche aus dem feineren Grus herausgewaschen oft ein auffallendes Haufwerk bilden (s. Lit. 1898, p. 214).

Auch im unteren Sarcatale greifen die Moränenbildungen hoch auf die Hänge hinauf und erreichen zu beiden Seiten des Hauptkammes des Orto d'Abramozuges (Stivo-Cornicello) die Höhenkote von 1300 *m* (s. Lit. 1899, p. 199). Wo das Schuttmaterial von den Hängen frisch abgewaschen ist, zeigen sich hier überall gut erhaltene Schrammen und Rundhöckerformen sowie Gletschertöpfe. Diese letzteren, aus der Gegend von Vezzano schon lange bekannt, wurden in neuerer Zeit in besonders guter Erhaltung am Westabhange des Mte. Perlone bei Nago entdeckt und durch eine frische Abräumung des Gletscherschuttes klar freigelegt. Die vielbesuchte Stelle der „Marmi dei giganti“ bei Nago wurde von G. B. Trener eingehender beschrieben (s. Lit. 1899).

Ausgesprochene Moränenbildungen trifft man ferner auch im oberen Nonsberge, hier vorwiegend aus Kalk- und Porphyrmaterial bestehend. Insbesondere auffallend ist hier ein langer Moränenwall, welcher aus der Gegend von Tret über Fondo, Sarnonico sich mit geringen Unterbrechungen bis in die Gegend von San Zeno verfolgen läßt. Dieser lange Schuttstrom

hat nur eine geringe Breite und zeigt an verschiedenen Stellen die interessante Erscheinung, daß er bei Querung von älteren Wasserläufen diese p fropfartig sperrt und derart den Wasserlauf gezwungen hat, nebenan einen neuen Weg einzuschlagen, der nun in enger Schlucht durch festen Fels tief eingesägt erscheint, während der lockere Schuttpfropf im alten Gerinne bis heute noch erhalten blieb und dann meist als eine in der schluchtreichen Nonsberger Mulde sehr willkommene, natürliche Brücke dient. Solche Stellen kann man mehrfach in der Gegend von Fondo, aber auch klar bei San Zeno sehen, wo sie auch von der Straßenanlage ausgenützt erscheint (s. Lit. 1894, p. 444).

Einer anderen Kategorie gehören die mehr minder deutlich geschichteten, meist lockeren Schotter-, Sand- und Siltmassen an, die einzelne größere Becken füllen, welche in diluvialer Zeit von Stauwässern erfüllt, später durch Tieferlegung der Abflüsse wieder entwässert und trockengelegt wurden. Dahin gehören die Staubecken des Sulzberges und des Nonsberges, ferner das große Becken von Stenico in Vorderjudikarien sowie das untere Sarcatal und das Val Lagarina bei Rovereto. Auch das oberste Valsugana (Gegend von Civezzano-Pergine) sowie endlich die Hochfläche von Eppan (Überetsch) gehören in diese Kategorie. Auf all diese geschichteten Diluvialbildungen soll bei der speziellen Beschreibung der Blätter noch näher eingegangen werden.

Nur eine etwas zweifelhafte Bildung soll noch hier gleich Erwähnung finden, welche in geringer Verbreitung in der Gegend von Riva auftritt und hier als geschätztes Baumaterial eine sehr bekannte Rolle spielt. Es ist dies die „Pietra morte“, ein lichtgrauer, mürber

Kalksandstein von feinem, sehr gleichmäßigem Korne, der im grubenfeuchten Zustand sehr leicht zu bearbeiten ist, an der Luft aber ziemlich rasch erhärtet. Derselbe findet sich hauptsächlich am Westfuße des Mte. Brione und in einem kleineren Reste auch bei Ceole unweit von Varone, an beiden Orten in flacher Lagerung und durch größere Steinbrüche gut aufgeschlossen. Leider fand sich, trotz der großen Materialbewegung, bisher kein fossiler Anhaltspunkt, das Alter dieser Bildung zu fixieren, welche wahrscheinlich dem Diluvium, vielleicht aber auch schon einer jungen Tertiärstufe entspricht. Eine ähnliche zweifelhafte Bildung trifft man in ziemlich hoher Lage (bis 200 *m* über der Talsohle) am rechten Hange des Val Lagarina bei Pederzano (oberhalb Villa Lagarina und Piazza). Doch herrschen hier feste Konglomeratbänke vor, die mit Sandsteinlagen wechseln. Auch die von J. Blaas (s. Lit. 1892) als „Malpensada-Breccie“ bezeichnete Bildung, welche südlich von Trient bei der Villa Rossi lokal in beschränkter Ausdehnung auftritt, könnte älter als diluvial sein.

17. Alluvium (r der Karten).

Unter den rezenten Bildungen, deren Akkumulation meist bis in die Gegenwart hereinreicht, wurden nebst den ebenen Talböden der größeren Flußläufe (*ra* der Karten) insbesondere die Aufschüttungskegel der Bäche und Gehänge (*r*) auf den Karten näher ausgeschieden. Eine besondere Bezeichnung erhielten auch die verschiedenen größeren Bergstürze sowie die selten in der Gegend auftretenden Torfmoore (*rt* der Karten) und Kalksinterbildungen. Soweit sie für die Ökonomie des Landes wichtig erscheinen, sollen diese Bil-

dungen im speziellen Teile der Blattbeschreibung näher besprochen werden.

Überblick der tektonischen Verhältnisse der Etschbucht.

Wie oben in der Einleitung schon hervorgehoben, bildet die Etschbucht den westlichen Teil des großen süd-tiroler Senkungsdreiecks. Diese Senkungsarea neigt im allgemeinen aus der Gegend der Cima d'Asta gegen den stumpfen Winkel bei Meran. Infolgedessen ist die Grundgestalt der ursprünglichen Etschbuchtanlage eine etwas asymmetrische derart, daß der Talweg derselben mehr dem steilen judikarischen Westufer genähert erscheint.

Den alten Rahmen der sedimentären Fläche der Etschbucht bildet im Westen die Adamello-masse, im Osten hauptsächlich die Cima d'Asta mit der dahinter sich stauenden Bozener Porphyrmasse. Einen dritten Staukern von geringerem tektonischen Einflusse bildet der kristallinische Buckel von Recoaro.

Da die allgemeine Streichrichtung der zentralen Massen in diesem Teile der Alpen SW—NO verläuft, ist folglich die Hauptdruckrichtung, welche senkrecht auf dieses Streichen zu denken ist, eine nord-west-südöstliche. Mit dem allgemeinen Streichen stimmt die etwas mehr gegen NNO zielende Judikarienschneidelinie nicht genau überein, sondern schließt mit demselben einen spitzen Winkel von etwa 15 bis 20° ein. Ähnlich spitzwinkelig verschneiden mit der allgemeinen Streichrichtung auch die OW-Brüche am Nordrande der Senkscholle.

Betrachtet man die ebenerwähnten tektonischen Prämissen näher, dann sieht man, daß dieselben wesentlich von zweierlei verschiedener Art sind. Die eine der Komponenten, welche für den Faltenwurf der sedimentären Ausfüllung der Etschbucht maßgebend waren, steht im Zusammenhange mit der allgemeinen Druckrichtung von NW her gegen SO, wie sie in diesem Teile des Alpenzuges die herrschende ist und sich schon im Baue des kristallinen Untergrundes klar ausprägt, dessen Falten allgemein NO—SW streichen. Einen zweiten wesentlichen Faktor bildet aber auch die Gestalt der Sedimentpfanne und ihrer Umrisse. Als weiteres Moment von sekundärer Bedeutung erscheint eine Anzahl von Brüchen und Verschiebungen, welche lokal das Faltenbild wohl etwas alterieren, ohne dasselbe jedoch wesentlich zu verwischen.

Am einfachsten und mit der etwas asymmetrischen Muldenform der Etschbucht gut übereinstimmend, erscheint die Tektonik des Nonsberges. In diesem nördlichsten Abschnitte der Bucht (Vergl. Blatt Cles sowie die Profile I und II in Lit. 1903) hat man es im wesentlichen mit nur einer einzigen großen NO—SW streichenden Falte zu tun, deren Steilgewölbe am Westrande der Bucht liegt, während der breite Mulden-schenkel, in sich noch durch untergeordnete flachere Faltungen gegliedert, sanft gegen den Ostrand der Bucht ansteigt und hier mit schroffem Abbruche des Schichtenkopfes gegen das Erosionstal der Etsch endet.

Weiter südlich stellt sich in der alten Umrahmung der Etschbucht eine verengte Stelle ein. Die Verengerung entsteht durch die stark vortretende Ecke der Porphyrmasse bei Lavis im Osten, andererseits durch den kristallinen Vorsprung des Mte. Sabion im Westen.

Diese beiden einander gegenüberliegenden alten Promontorien übten einen intensiveren Druck aus auf die zwischengelagerten Sedimentärmassen, welche dementsprechend an dieser Stelle stärker zusammengeschoben und höher gestaut erscheinen. Dem Vorsprunge des Mte. Sabion vorgelagert erscheint die hohe Brenta-Kette. Der Lavis-Ecke entspricht in der Druckrichtung das hohe Gewölbe des Mte. Paganella. Zwischen diesen beiden NO—SW streichenden Bergketten greift das Nonsberger Becken nach Süden hin gegen den Molvenosee ausgußartig verschmälert nur noch als einfache Synklinale ein. (Vergl. Blatt Trient und Profil III in Lit. 1903.)

Viel komplizierter erscheint der Faltenwurf im breiteren südlichen Teil der Etschbucht, wo die Staubereiche des Adamello, der Cima d'Asta und teilweise auch der Recoaro-Erhebung einander begegnen.

Die Hauptbewegung erfolgte auch hier entschieden noch von seiten des Adamello-Gebietes, kam also von NW oder von der großen Hauptmasse der zentralen Alpen. Von dieser Seite her folgen, gegen die Tiefe der Bucht stufenartig an Höhe abnehmend, drei lange Kettenzüge aufeinander: Brenta—Catria, Gaza—Casale und Orto d'Abramo—Mte. Baldo. Die NO—SW-Richtung dieser Faltenzüge stimmt mit der Hauptstreichrichtung in diesem Abschnitte der Alpen gut überein, dagegen weniger mit der Judikarielinie, von welcher die Falten unter einem sehr spitzen Winkel geschnitten werden. Die ebenerwähnten drei parallelen Faltenzüge im Westen der Etschbucht zeigen alle einen sehr analogen, asymmetrischen Bau derart, daß die Steilschenkel der langgestreckten Gewölbe stufenartig gegen die Tiefe der

Bucht absteigen, die großen Falten also vom Stauungshindernisse wegblicken. In sich erscheinen die Hauptgewölbe aber noch weiter kompliziert, indem zumal die Steilschenkel nicht einfach glatt sind, sondern noch weiter gegliedert erscheinen durch untergeordnete, sekundäre Faltungen, welche in ihrer Bauart mit den Hauptgewölben insofern gut übereinstimmen, als auch sie ihre Steilschenkel stets der nächsttieferen Mulde zukehren. (Vergl. Profil III und IV in Lit. 1903.)

Einen ähnlichen Bau zeigen auch die Kniefalten im Süden des alten Staukernes der Cima d'Asta. Nur streichen diese Kniefalten, welche hauptsächlich die Sette Comuni charakterisieren und stufenartig an Höhe abnehmend gegen die venetianische Tiefebene blicken, so ziemlich O—W. Sie zeigen auch einen etwas einfacheren Bau insofern, als die Steilschenkel hier zumeist glatt, die Muldenschenkel sehr breit und flach gelagert sind, so daß die ihnen entsprechenden Terrainpartien mehr minder einen plateauartigen Charakter aufweisen.

In der Gegend des Etschtales grenzen die beiden vorerwähnten Staubezirke des Adamello und der Cima d'Asta unmittelbar aneinander und man kann hier an einer ganzen Reihe von Stellen klar beobachten, wie die O—W-Richtung des Cima d'Asta-Gebietes in die NO—SW-Richtung der Adamello-Faltung bogenartig einlenkt. Man kann diese Bogenwendung schon in der Trienter Mulde und noch besser an dem dieser Mulde südwärts folgenden Steilgewölbe des Bondone (Mte. Palon, Mte. Vazon, Doss delle Tessoie) auf das klarste verfolgen (vergl. Blatt Trient). Aber noch viel auffallender prägt sich diese Bogenwendung weiter südlich im Gewölbe des Mte. Pastornada bei Calliano und in

der darauffolgenden Mulde von Pomaruo aus (Vergl. Blatt Rovereto—Riva).

Am wenigsten gestört erscheinen die sedimentären Schichtmassen im Umkreise des dritten Stauzentrums, welches die kristallinische Erhebung im Untergrunde des Recoaro-Gebietes darstellt. Hier beobachtet man von SW bis NO, im Viertelumkreise des kristallinischen Zentralkernes, nur eine einfache Hebung der Schichtmassen, da hier die sedimentären Decken nur wie eine Art Mantel flach konisch vom Hebungszentrum abfallen und sich gegen die Lagarina-Mulde langsam senken. (Vergl. Lit. 1903, Profil IV.) Der äußerste Westrand dieses flachen, konischen Mantels von Sedimenten bildet den Sockel des nördlichen Mte. Baldo, so daß die über diesem Sockel westwärts folgende Mulde des Sorne-Beckens bei Brentonico als die regelrechte südliche Fortsetzung der Lagarina-Mulde erscheint, die sich hier südwärts allmählich wieder heraushebt, nachdem sie bei Kreuzung des Etschtales bei Rovereto den tiefsten Punkt erreicht hat. Die Lagarina-Mulde erscheint sonach als das Tiefenzentrum der ganzen tektonischen Anlage der südlichen Etschbuchtgegend. Dieser tektonische Tiefpunkt liegt aber genau im Triplex confinium der Einflußbereiche der drei Stauungszentren Adamello, Cima d'Asta und Recoaro-Insel.

Wie schon oben erwähnt, durchsetzen einige jüngere Brüche auch das sedimentäre Gebiet der Etschbucht, ohne jedoch das im vorstehenden entworfene tektonische Bild wesentlich zu alterieren. Diese epigenen Brüche wurden in den Karten nur soweit eingetragen, als sie sich effektiv verfolgen, das heißt ohne Combination beobachten ließen. Man kann zwar vielfach,

nach dem charakteristischen Verlauf der Formationsgrenzen, eine Fortsetzung der eingetragenen Bruchlinien stark vermuten, doch habe ich es vorgezogen, auf derlei Vermutungen nur in Worten aufmerksam zu machen, das weitere aber dem Leser der Karten selbst zu überlassen.

So kann man zum Beispiel einen nahezu N—S verlaufenden Bruch klar verfolgen, der den ganzen Zug des Orto d'Abramo derart durchsetzt, daß die westliche Bruchlippe gegenüber der östlichen etwas gehoben erscheint. Dieser Bruch ist besonders deutlich am Ostabhange des Biaëna-Zuges, N. v. Mori, sowie weiter nördlich am Westabhange der Cornicello-Gruppe ausgeprägt. Derselbe läßt sich nordwärts noch über Col de Castion bis in die Furche der Roggia grande (O. v. Vezzano) klar verfolgen. Von hier könnte man eine weitere geradlinige nördliche Fortsetzung desselben Bruches vermuten über den Paß zwische Mte. Gazza und Paganella nach dem Talweg der Nonsberger Mulde, deren steiler Westrand genau der Verlängerung der obenerwähnten, gehobenen Bruchlippe entspricht. Der Bruch des Orto d'Abramo scheint daher in nördlicher Richtung bis an den alten Judikarienbruch zu reichen.

Eine zweite Bruchlinie, die sich oberhalb Tramin, über der Terrasse von Graun klar feststellen läßt, soll hier auch noch mit einigen Worten Erwähnung finden, da dieselbe möglicherweise auf die ganze tektonische Anlage des Nonsberger Beckens einiges Licht wirft. Wie die Karte (Blatt Cles) klar zeigt, erscheint der südliche Teil des Mendola-Schichtenkopfes oberhalb Tramin schief in NNO—SSW-Richtung derart verschoben, daß die westliche Lippe über die östliche, welche die Terrasse von Graun bildet, auffallend gehoben sich zeigt. Ver-

folgt man in SW-Richtung die Fortsetzung des Mendolarandes über Corno di Tres und Mte. Malachino gegen Castel Thun, dann zeichnet sich unter den Steilabstürzen der gehobenen Lippe deutlich eine schmale Zone von jüngeren Bildungen (Tithon, Scaglia, Eocän), welche klar in den Bruchwinkel einsitzend die Fortsetzung der Verschiebung von Graun anzeigen, die dann flach bogenförmig über Fennhals und Rotewand-Alpe durch Val Pilestro gegen die Nonsberger Mulde bei Vigo zieht. Denkt man sich diesen flach bogenförmigen Bruch auch in nördlicher Richtung fortgesetzt, dann zieht die Bruchlinie über das diluviale Feld von Überetsch, zwischen dem porphyrischen Mittelberge und dem etwas höher liegenden porphyrischen Sockel des Mendola-Absturzes, in die breite Furche des oberen Etschtales zwischen Siegmundskron und Meran hinein, also so ziemlich parallel dem ganzen, flach bogenförmigen Verlaufe des steilen Mendolarandes. Der ganze Nonsberg scheint sonach einer isolierten Gebirgsscholle zu entsprechen, deren scharfe Begrenzung wesentlich durch zwei Bruchlinien bedingt ist. Nach dem Verhalten der Sedimente, besonders des übergreifenden Tithon, gegenüber den Bruchrändern, scheint das Alter dieser Brüche nachliasisch aber noch vortithonisch zu sein.

Im südlichen Teil der Etschbucht stellt sich eine auffallende Zersplitterung der Bruchlinien ein. Wie schon die Karte (Blatt Rovereto—Riva) zeigt, ist der nördliche Mte. Baldo in eine ganze Anzahl von kleinen, spieß-eckigen Schollen zerklüftet, welche in Übereinstimmung mit der hier herrschenden Druckrichtung vom Westen her stufenartig übereinandergeschoben erscheinen. Diese

Brüche haben aber nichts zu tun mit der Genese der basaltischen Tuffe und Laven im Sornebecken, sondern sind wohl jünger, da sie hier auch noch die eocäne Ablagerungsserie durchsetzen, welcher die Tuffe als regelrechte Lager zwischengeschaltet erscheinen.

Einzelne Brüche, welche im Osten des Etschtales, auf den Hochflächen von Lavarone, Folgaria und im Pasubio-Gebiete auftreten, sind aus der Karte genügend ersichtlich. Bei diesen erscheint aber, im Gegensatz zu den bisher besprochenen, die östliche Bruchlippe als die gehobene. Sie entsprechen also schon einem anderen Druckbereich. Auch hier erscheinen aber die vielfach auftretenden basaltischen Gänge als vollständig unabhängig von dem Verlaufe der Bruchlinien.

Literatur über die Etschbucht.

1824. L. v. Buch, Geognostische Briefe über das südliche Tirol. Ges. v. Leonhard, Hanau.
1853. J. Trinker, Erläuterungen zur geologischen Karte Tirols. Innsbruck.
1857. F. Fötterle, Aufnahmsberichte aus Südtirol. Verhandl. im Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1857, pag. 777, 787 und 796.
— H. Emmrich, Geognostische Notizen aus der Umgebung von Trient. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A., Bd. VIII, pag. 295.
1860. F. v. Richthofen, Geognostische Beschreibung der Umgegend von Predazzo, St. Cassian und der Seißer Alpe in Südtirol. Gotha.
1863. A. Opperl, Über das Vorkommen von jurassischen Posidonomyen-Gesteinen in den Alpen. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Jahrg. 1863, pag. 188.
1864. E. W. Benecke, Über den Jura in Südtirol. Neues Jahrb. f. Min. etc., pag. 249.
1865. H. Wolf, Ein geologischer Durchschnitt vom Lago di Garda bis zur Höhe der Monti Lessini. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1865, pag. 47.

1866. E. W. Benecke, Über Trias und Jura in den Südalpen. Geogn.-paläont. Beiträge, Bd. I, pag. 1. München.
1868. E. W. Benecke, Über einige Muschelkalkablagerungen der Alpen. Geogn.-paläont. Beiträge, Bd. II, Heft 1. München.
1873. M. Neumayr, Die Fauna der Schichten mit *Aspidoceras acanthicum*. Abhandl. d. k. k. geol. R.-A., Bd. V. Wien.
— W. v. Gümbel, Das Mendel- und Schlerengebirge. Sitzungsber. d. bayr. Akad. d. Wiss., Bd. III, pag. 14. München.
1876. W. v. Gümbel, Umgebung von Trient. Sitzungsber. d. bayr. Akad. d. Wiss., Bd. VI, pag. 51.
— W. v. Gümbel, Vorläufige Mitteilung über das Vorkommen der Flora von Fünfkirchen im sogenannten Grödener Sandstein Südtirols. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A., pag. 23.
1877. E. Weiß, Dyadische Pflanzen von Fünfkirchen und Neumarkt. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., 1877, pag. 252.
— G. Stache, Beiträge zur Fauna der Bellerophonkalke Südtirols. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A., Bd. XXVII, pag. 271 und Bd. XXVIII, pag. 92.
— K. A. v. Zittl, Über das Alter der Kalke mit *Terebratula Rotzoana*. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., pag. 634. Berlin.
1878. R. Lepsius, Das westliche Südtirol. (Mit Karte.) Berlin.
1879. E. v. Mojsisovics, Die Dolomitriffe von Südtirol und Venetien. Wien.
1880. V. Uhlig, Zur Gliederung des roten Ammonitenkalkes in der Umgebung von Rovereto. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A., pag. 275.
— F. Pošepný, Über den alten Bergbau von Trient. Archiv f. prakt. Geologie, Bd. I, pag. 519.
1881. M. Neumayr, Über den Lias im südöstlichen Tirol und in Venetien. Neues Jahrb. f. Min., Jahrg. 1881, I. Bd., pag. 207.
— A. Bittner, Mitteilungen aus dem Aufnahmesterrain (Duronepaß, Ballino, Riva). Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1881, pag. 52.
— A. Bittner, Über die geologischen Aufnahmen in Judikarien und Val Sabbia. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A., Bd. XXXI, pag. 219.

1883. A. Bittner, Nachträge zu den geologischen Aufnahmen in Judikarien. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A., XXXIII, pag. 405.
1884. G. Böhm, Beiträge zur Kenntnis der grauen Kalke in Venetien. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Bd. XXXVI, pag. 277.
1866. M. Vacek, Über die Fauna der Oolithe von Cap. St. Vigilio, verbunden mit einer Studie über die obere Liasgrenze. Abhandl. d. k. k. geol. R.-A., Bd. XII, Nr. 3. Wien.
- S. Polifka, Beitrag zur Kenntnis der Fauna des Schlern-dolomits. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A., Bd. XXXVI, pag. 595. Wien.
- A. Penck, Die Slavini di Marco bei Rovereto. Mitt. d. Wiener Geogr. Ges., 1886, pag. 305.
- G. B. de Cobelli, Le marmite dei giganti della valle Lagarina. Publ. IX. Mus. civ. di Rovereto, 1886.
1888. G. Gioli, Fossili della Oolite inf. di S. Vigilio e di monte Grappa. Atti soc. Tosc. sc. nat., Vol. X. Pisa.
- A. Pischl, Notizie geolog. del Trentino. Atti Accad. degli Agiati Rovereto. Ann. 1888.
1869. H. Finkelstein, Über ein Vorkommen der *Opalinus*-Zone im westlichen Südtirol. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Bd. XLI, pag. 49.
1890. L. v. Tausch, Zur Kenntnis der Fauna der Grauen Kalke der Südalpen. Abhandl. d. k. k. geol. R.-A., Bd. XV, Heft 2.
- E. Jüssen, Über die Klausschichten von Mda. del Monte und Serrada in Südtirol. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A., pag. 144.
1892. J. Blaas, Glaziale Ablagerungen bei Meran und Bozen. Diluviale Breccien bei Trient und Arco. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A., Jahrg. 1892, pag. 217, 219. Wien.
1894. M. Vacek, Über die geologischen Verhältnisse des Nonsberges. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A., Jahrg. 1894, pag. 431. Wien.
- C. F. Parona, La fauna fossile (calloviana) di Acque fredde sulla sponda veronese del Lago di Garda. Mem. reale Accad. dei Lincei, Ser. 4, Vol. VII, pag. 365. Roma.
1895. C. F. Parona, Nuove osservat. sopra la fauna e l'età degli strati con *Posid. alpina*. Pal. Italica, Vol. I, Pisa 1895.

1895. M. Vacek, Über die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Trient. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A., Jahrg. 1895, pag. 467. Wien.
1896. M. Vacek, Über die geologischen Verhältnisse des obersten Valsugana. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A., Jahrg. 1896, pag. 459. Wien.
- W. v. Gümbel, Über die Grünerde des Mte. Baldo. Sitzungsber. d. königl. bayr. Akad. d. Wiss., Bd. XXVI, pag. 545. München.
1898. M. Vacek, Über die geologischen Verhältnisse des südlichen Teiles der Brentagruppe. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A., 1898, pag. 200.
1899. M. Vacek, Über die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Rovereto. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A., Jahrg. 1899, pag. 184. Wien.
- G. B. Trener, Le antiche miniere di Trento. Ann. XX, degli Alpinisti Tridentini, pag. 27.
- G. B. Trener, I pozzi glaciali di Nago. Tridentum, II. Ann., pag. 325. Trient.
- Fr. Schaffer, Die Fauna der glaukonitischen Mergel von Mte. Brione bei Riva am Gardasee. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A., Bd. XLIX, pag. 659. Wien.
1900. R. J. Schubert, Der *Clavulina Szaboi*-Horizont im oberen Val di Non (Südtirol). Verhandl. d. k. k. geol. R.-A., Jahrg. 1900, pag. 79. Wien.
- R. J. Schubert, Über Oligocänbildungen aus dem südlichen Tirol. Verh. d. k. k. geol. R.-A., Jahrg. 1900, pag. 370. Wien.
1902. J. Blaas, Geologischer Führer durch die Tiroler und Vorarlberger Alpen. (Heft V, Südtirol.) Innsbruck.
- W. Hammer, Die kristallinen Alpen des Ultenales. I. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A., 1892, pag. 105.
1903. M. Vacek, Exkursion durch die Etschbucht. Führer zum IX. internat. Geol.-Kongr., Nr. VII.
1908. A. Penck und E. Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter, Bd. III, Lief. VII—IX, 1908.
1911. R. v. Klebelsberg, Zur Geologie des unteren Marauner Tals (Ulten, Südtirol). Verhandl. d. k. k. geol. R.-A., 1911, pag. 54.

Karten.

1824. L. v. Buch, Esquisse d'une carte géol. de la partie meridional du Tirol. Leonhards Taschenb. f. Min.
1851. Geogn.-mont. Verein für Tirol und Vorarlberg, Geognostische Karte von Tirol. In 10 Blättern. Innsbruck.
1867. F. v. Hauer, Geologische Übersichtskarte der österr. Monarchie. Blatt V. Wien.
1878. R. Lepsius, Geologische Karte des westlichen Südtirol. Berlin.
1902. J. Blaas, Geologische Karte der Tiroler und Vorarlberger Alpen. Beilage zum Führer. Innsbruck.
1903. Geologische Spezialkarte der österr.-ungar. Monarchie, 1:75.000. Blatt Cles (Zone 20, Kol. IV), Trient (Zone 21, Kol. IV), Rovereto-Riva (Zone 22, Kol. IV).

Spezieller Teil.

Einleitung.

An das Blatt Trient südlich anstoßend reicht die Fläche des Blattes Rovereto—Riva (Zone 22, Kol. IV der topograph. Spez.-Karte) aus der Breite von Matarello bis in die Breite von Ala. Das Blatt umfaßt die größere östliche Hälfte des südlichen, sich stark verbreiternden Teiles der Etschbucht, an welchen ostwärts unmittelbar die Venetianer Alpen anschließen. Dagegen fällt die jenseits des Gardasees gelegene, an den alten judikarischen Westrand anrainende Partie der Catria-Gruppe, welche diesen südlichen Abschnitt der Etschbucht zu seiner vollen Breite ergänzt, schon auf das westlich benachbarte Blatt Storo.

Orographisch erscheint die Fläche des Blattes Rovereto—Riva durch die tiefe Furche des Etschtales zwischen Matarello und Ala in zwei etwas ungleiche Hälften geteilt, deren Tektonik sich ziemlich auf-

fallend verschieden zeigt. Während in der größeren Osthälfte die tektonischen Bewegungen auf ein Mindestmaß reduziert sind und hier meist flache Lagerung der Sedimentärdecken herrscht, zeigt sich die kleinere Westhälfte in der intensivsten Art gefaltet. Sowohl der nördliche Mte. Baldo und der seine Fortsetzung bildende südliche Teil des Orto d'Abramo wie auch die jenseits des Sarcatales folgenden Faltenzüge des Biaëna und Mte. Lomaso lassen sich als Folgen einer intensiven Pressung erkennen, welche aus NW, von seiten des Adamellogebietes erfolgt sein muß. Dies beweist der ziemlich geradlinige NO—SW-Verlauf der genannten Faltenzüge, die alle übereinstimmend gegen die Tiefe der Etschbucht nach SO hin blicken (vergl. Lit. 1899, pag. 201).

Im Gegensatz zu dieser ausgesprochenen Adamello-Faltung der westlich vom Etschtale gelegenen Höhenzüge gelangen wir östlich von der Etschfurche in den Bereich der viel mäßigeren Stauung zwischen der Cima d'asta-Masse einerseits und der Recoaro-Erhebung andererseits, die beide von Nord und von Süd her in den Rahmen des Blattes Rovereto—Riva teilweise eingreifen. Im Norden springt der quarzphyllitische Untergrund des oberen Valsugana spornartig gegen Süden vor im Dosso della Pietra bei Centa. Im Süden bringt der tiefe Einschnitt des Valle dei Signori die ebenfalls quarzphyllitische Aufbucklung von Recoaro zutage.

Die Recoaro-Erhebung bildet das Zentrum einer schildförmigen Hebung der Sedimentdecken, die von hier, mantelförmig sanft abdachend, gegen eine flache Mulde neigen, welche mit jüngeren Ablagerungen gefüllt in sigmoider Gestalt aus der SW- in die NO-Ecke des

Blattes Rovereto—Riva zieht. Im nördlichen M t e. B a l d o auch unter der Bezeichnung S o r n e - B e c k e n bekannt, steht diese Mulde noch ganz unter dem Einfluß der intensiven Adamellofaltung und sie behält diesen Charakter teilweise auch noch weiter nördlich im Val Lagarina bei Rovereto. In der Gegend von Pomaruolo aber wendet die Mulde im Bogen auffallend gegen Westen und wird weiterhin scharf begrenzt von dem Steilschenkel einer südwärts blickenden Kniefalte, die sich klar in dem Gewölbe des M t e. P a s t o r n a d a heraushebt. Diese Kniefalte setzt jenseits der Etsch weiter gegen Osten in den Staubereich der Cima d'Asta fort und läßt sich über Val Gola und das Cornetto bis in den Hintergrund von Val Centa verfolgen.

Die im Etschtal klar aufgerissene Falte der P a s t o r n a d a bildet eine der klarsten Stellen, an denen man die bogenförmige Schwenkung aus der Adamello- in die Cima d'Asta-Faltung beobachten kann. Andererseits reicht der oben erwähnte sanft abdachende Mantel der Recoaro-Erhebung bis an das Val Lagarina heran. Dieses breite Talstück liegt also im Triplex confinium der Einflußbereiche der drei alten Stauungsmassen Adamello, Cima d'Asta und Recoaro-Erhebung und bildet so das Tiefenzentrum des ganzen tektonischen Aufbaues der sedimentären Etschbucht (vergl. oben p. 60 sowie Profil IV in Lit. 1903).

Je weiter man in der Etschbucht abwärts geht, desto regelmäßiger und vollständiger werden die S c h i c h t - f o l g e n, desto seltener die großen L ü c k e n in einzelnen Profilen, wie man solchen in den oberen Teilen der Bucht häufig genug begegnet. Immerhin aber finden sich auch hier noch einzelne Unregelmäßigkeiten in der Schichtfolge, auf welche in der folgenden Besprechung

der sukzessiven Ablagerungsgruppen nach Gebühr aufmerksam gemacht werden soll.

Quarzphyllit (p̄h der Karte).

Den alten Untergrund der sedimentären Reihe bilden die oben schon erwähnten Quarzphyllite, welche am nördlichen sowohl wie am südlichen Rande in den Rahmen des Blattes Rovereto—Riva eingreifen. Der Hauptsache nach sind es graue, leicht schiefernde Gesteine, welche auf den Schichtungsflächen eine feine Fältelung zeigen und aus einem raschen Wechsel von dünnen Muskovit- und Quarzlamellen bestehen. Doch findet sich der Quarz auch in größeren Linsen und Knauern ausgeschieden, welche die Schiefer unregelmäßig durchschwärmen.

Porphyry (Pq der Karte).

Über dem Quarzphyllit folgt SO von Caldona zzo, bei Mulin del Dazio, ein isolierter Rest von Quarzporphyry. Größere Massen von Porphyren und Porphyriten liegen über der gleichen Quarzphyllitbasis auch im Recoarischen, besonders mächtig im Mte. Alb und, durch einen Querbruch in tiefere Lage gebracht, in der Umgebung von Posina (vergl. Bar. v. Foullon in Tschermaks Mitteil. VI, pag. 449, 1880).

Permotrias (p̄ und p̄ der Karte).

Weder im oberen Valsugana noch im Recoarischen wurde bisher im Umkreise der älteren Basis irgendein Rest von paläozoischen Ablagerungen (einschließlich des Permokarbons) gefunden. Über dem Porphyry, respektive auch unmittelbar über dem Quarzphyllit liegen hier überall sogleich die groben Basal-

bildungen des Grödener Sandsteins (p der Karte, vergl. Nr. 2 oben pag. 13) und selbst diese stellenweise auch nur in geringmächtiger Entwicklung. Darüber liegt normal der oolithisch-dolomitische Horizont des Belleophonkalk-Niveaus (\bar{p} der Karte).

Werfener Schichten (t der Karte).

Höher folgen konkordant die Werfener Schichten (vergl. Nr. 3 oben pag. 16), die schon in den tiefsten Lagen (= Seisser Schichten) gewöhnlich in großer Menge *Posidonomya Clarai* führen. Im oberen Teil dieses Schichtkomplexes schieben sich immer mehr dolomitische Mergellagen ein (= Campiler Schichten) mit Einlagerungen von Gipsen und Rauchwacken (= Zellendolomit), welche letztere den Abschluß der ganzen Serie bilden überall, wo diese vollständig erhalten auftritt.

Während aber die Permotriasserie noch unter den NO-Abstürzen der Filadonna-Gruppe in der vorbeschriebenen normalen Art entwickelt auftritt, verkümmert dieselbe auffallend schon im Hintergrunde des Val Centa und noch mehr im Fußgestelle des Mte. Cimone, S von Caldonazzo (vergl. M. Vacek in Lit. 1896, pag. 465), wo über dem Kristallinischen an der Ecke von Albarelle unmittelbar Muschelkalk aufliegt, hier also die ganze permotriadische Gruppe zusammen mit den Werfener Schichten im Profil fehlt. Die beiden tauchen erst weiter östlich bei Mulin del Dazio über dem Porphyry wieder auf, allerdings nur in einer sehr verkümmerten Entwicklung.

Eine ganz ähnliche Ausbildung zeigt die Permotrias-Werfener-Gruppe auch im Süden, in der Umgebung des Mte. Alba, wo sie ebenfalls unmittelbar teils über

dem Porphyry, teils über der quarzphyllitischen Unterlage diskordant aufliegt (vergl. A. Bittner, Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1879, pag. 71).

Mitteltrias (t_m und $t_{\bar{m}}$ der Karte).

Über dem die Werfener Schichten normal abschließenden Gliede des Zellendolomits, vielfach aber auch über tiefere Horizonte übergreifend, baut sich ein weiteres Stockwerk von Ablagerungen auf. Dieses besteht aus zwei sich gut scheidenden, jedoch normal übereinanderlagernden Abteilungen.

Die tiefere, an vielen Stellen mit Konglomeratbildungen beginnend, besteht aus roten Sandsteinen und Letten, höher aus grauen, pflanzenführenden, rauhen Mergeln, zu oberst aus dunkelgrauen, plattigen Knollenkalken, deren Schichtflächen oft mit massenhaften runden Wülsten (Rhizokorallien) bedeckt sind. Diese dreiteilige, in der Regel aber nur wenig mächtige tiefere Abteilung wird unter der Bezeichnung unterer Muschelkalk, respektive Recoarostufe (t_m der Karte, vergl. Nr. 4 oben pag. 18) zusammengefaßt. Die obere Abteilung wird dagegen gebildet von einer unter Umständen zu gewaltiger Mächtigkeit anschwellenden, monotonen Masse von lichtem, zuckerkörnigen Dolomit mit *Diplopora annulata*, dem sogenannten Schlerndolomit ($t_{\bar{m}}$ der Karte).

Im Umkreise der Recoarischen Insel gehen diese Dolomite vielfach in dichten, streckenweise auch groboolithischen Kalk über und sind daher aus diesem Bezirk unter dem besonderen Namen „Spizzekalk“ bekannt. Auch der Spizzekalk führt stellenweise massenhaft die leitende *Diplopora annulata*, aber auch Fos-

silien vom Habitus der Esinofauna. Derselbe erlangt gewöhnlich nicht die große Mächtigkeit der echten Schlerndolomitbildung. Immerhin muß man aber den Spizzekalk, zum Beispiel im Hintergrunde des Val d'Assa bei Camposilvano, auf 300—400 m schätzen. Weiterhin gegen Posina wird die Kalkstufe allmählich schwächer. Noch schwächer wird sie im Tretto. Eine ähnliche Mächtigkeitsabnahme beobachtet man aber auch an dem Schlerndolomit des Centa-Bezirktes. Unter den Wänden der Derocca, im Col della Caura noch an 700 m mächtig, verschwächt sich die Schlerndolomitbildung gegen SO unter den Wänden der Filadonna ziemlich rasch und fehlt im unteren Centagraben auf eine Strecke sogar ganz. Sie tritt aber jenseits der Unterbrechungsstelle am Fuße des Monte Cimone wieder auf und erlangt weiterhin nach Ost in den Südwänden des Val sugana allmählich wieder größere Mächtigkeit. Diese Erscheinung, die sich beim Schlerndolomit so oft wiederholt, erweist sich als Folge einer je nach lokalen Umständen verschieden großen Abtragung, die der Schlerndolomit noch vor Ablagerung der Obertrias erlitten hat.

Obertrias (tl und tk- der Karte).

Einen weiteren selbständigen Ablagerungszyklus bildet die Sedimentgruppe der Obertrias (vergl. oben Nr. 5, pag. 22). Diese zeigt in ihrem Aufbau eine große Analogie mit der nächsttieferen Gruppe der Mitteltrias und läßt sich ebenfalls gut in zwei Abteilungen gliedern.

Die tiefere, kalkarme Abteilung ist in der Regel nicht besonders mächtig und von Ort zu Ort etwas un stet entwickelt. Sie erscheint in dem Bande der „Z w i s c h e n-

bildungen“ (*tl* der Karte) zusammengefaßt. Dieselbe besteht vorwiegend aus tonig-mergeligen Schiefen mit Einschaltungen von unreinen Bänderkalken, welche in der Fricca (S Centa) nebst Halobien, Pflanzen, Fisch- und Saurierresten insbesondere auch eine Reihe von nodosen Ceratitenformen geliefert haben, die mit solchen des deutschen oberen Muschelkalkes gut übereinstimmen.

Im Recoarogebiete sind es hauptsächlich bunte, knollige Kalkschiefer, welche unmittelbar über dem Spizzekalk oft mit basalen Breccien beginnen und nach oben mit kieseligen Lagen wechseln. Darüber folgen weitverbreitete Melaphyrtuffe und deren Schlemmprodukte (feuerfeste Tone), welche hier wesentlich am Aufbau der Zwischenbildungen teilnehmen. Infolge ihrer leichteren Verwitterung bedingen diese weicheren Ablagerungen eine auffallende Gehängstufe zwischen Spizzekalk und Hauptdolomit. Diese fruchtbare, mit Kulturen und Siedelungen bedeckte Gehängstufe (*tl* der Karte) zieht um das ganze obere Val Arsa und unter dem Südabsturze des Mte. Pasubio hinüber ins obere Val Posina. Wie auf Grund von Fossilfunden nachgewiesen ist, erscheinen im Recoarischen die tieferen bunten Kalke und Kieselkalke als ein Äquivalent der Buchensteiner Schichten. Die höheren Tuffe und Mergel können daher als Wengener Schichten bestimmt werden.

Auf diese Zwischenbildungen folgt normal, als Abschluß der Gruppe, eine bis 1000 m mächtige Ablagerung von gutgeschichteten, rauchgrauen Dolomiten mit *Turbo* (*Worthenia*) *solitarius*, der Hauptdolomit (*tk-* der Karte). Diese kalkige Oberstufe nimmt in der größeren westlichen Hälfte des Blattes Rovereto—Riva gewaltige Räume ein und bildet hier aus

der Gegend von Ala bis ins Valsugana hinüber das mächtige Fußgestell aller Berge, insbesondere der plateau-förmigen Hochflächen wie Mte. Pasubio—Col Santo, Mte. Toraro—Folgaria, Lavarone etc.

Auch die mächtigen Dolomitwände, welche im Hintergrunde des Val Centa den großen Zirkus der Fricca bilden, bestehen, wie die Karte zeigt, aus Hauptdolomit, und es dürfte hier der richtige Ort sein, auf einen Irrtum aufmerksam zu machen, dem der Autor seinerzeit bei Abfassung des Reiseberichtes über das obere Valsugana (Verh. 1896, pag. 467) verfallen ist. Die aus dem oben erwähnten Mergelhorizont der Fricca mitgebrachte Fossilsuite wurde wohl als mit der *Trinodosus*-Zone von Reifling übereinstimmend erkannt, jedoch nach den damals gangbaren stratigraphischen Begriffen angenommen, daß diese Zone das stratigraphisch Liegende des Schlerndolomits charakterisiere. Dementsprechend wurden die Dolomitwände des Fricca-Zirkus vom Autor als Schlerndolomit taxiert. Diese Auffassung stimmte aber nicht mit den stratigraphischen Ergebnissen im Val Gola bei Trient, woselbst der Nodosenhorizont klar über dem Schlerndolomit folgt (vergl. oben pag. 23). Eine Nachuntersuchung in der Fricca, welche der Autor zum Zwecke einer Lösung dieses Widerspruches später unternommen hat, zeigte denn auch in der Tat, daß in den Dolomitwänden des Fricca-Zirkus der leitende *Turbo solitarius* gar nicht selten sei, diese Wände sonach sicher aus Hauptdolomit bestehen, welcher hier, ähnlich wie im Val Gola, auf die dunklen Nodosen-Schiefer normal höher folgt. Eine bequeme Stelle, an welcher die charakteristischen *Turbo*-Löcher im Anstehenden klar zu beobachten sind, liegt bei dem kleinen Eisenkreuz am alten Steige von Centa

nach Lavarone, in geringem Abstand über den dunklen Nodosenschiefern des Talrisses.

Rhät (tr und l der Karte).

Über dem mächtigen, durch Verwitterung meist etwas mürben Hauptdolomitglieder folgt im östlichen Teil des Blattes Rovereto—Riva eine auffallende Steilstufe bestehend aus gutgebankten, zumeist oolithischen Kalken, die vielfach auch in Dolomit übergehen und denen sich stellenweise Schmitzen und Lagen eines grauen Mergels einschalten. Diese spärlichen Mergelinschaltungen sind dann in der Regel fossilführend und führen insbesondere in großer Häufigkeit eine Perna-artige Bivalve, die charakteristische *Gervillia Buchi*, nach welcher dieser ganze Kalkhorizont schon von Bar. A. de Zigno als „Schichten mit *Gervillia Buchi*“ benannt wurde (vergl. l der Karte).

Diese auffallende Kalkstufe bildet eine regelmäßig fortlaufende Bekrönung der Hauptdolomitmasse und läßt sich aus der Gegend von Serravalle im Etschtale quer durch die Täler Val Arsa, Val Teragnuolo, Val Posina, Val Astico bis weit in die Sette Comuni hinein gleichmäßig verfolgen. Sie entspricht, wie oben (vergl. Nr. 6, pag. 29) schon gezeigt worden ist, der kalkigen Oberstufe des Rhätzyklus, wogegen die kalkarme Unterstufe dieses Zyklus, welche im westlichen Teil der Etschbucht hauptsächlich die *Contorta*-Schiefer darstellen, in der ganzen oben angeführten Verbreitungsfläche, östlich von der Gardaseelinie fehlt.

Immerhin ist aber auch hier die untere Grenze gegen den liegenden Hauptdolomit eine scharfe und wird streckenweise durch eine sehr charakteristische

Breccienbildung bezeichnet (vergl. M. Vacek in Lit. 1899, pag. 188). Diese Grenzbreccie besteht aus scharfkantigen Brocken von lichtem Hauptdolomit, die durch eine unregelmäßig schlierige, bunte Kalkmasse gebunden sind. Diese liegt wie eine Art Überguß mit scharfer Grenze über der unebenen Oberfläche des Hauptdolomits, während sie anderseits nach oben in die Kalke des *Gervillia Buchi*-Horizonts allmählich ausklingt. Diese Uferbildung leitet also stratigraphisch die Kalke mit *Gerv. Buchi* ein und zeigt klar, daß hier nach Ablagerung des hochmarinen Hauptdolomits wieder eine Phase sehr tiefen Meeresniveaustandes eingetreten sein muß. Bequem und gut kann man die Grenzbreccie beobachten im unteren Val Teragnuolo, aber auch an einzelnen Stellen im Val Arsa und im südlichen Pasubiogebiete.

Nach älterer Auffassung wurden die Schichten mit *Gervillia Buchi* stets als tiefste Abteilung des Lias behandelt und dementsprechend erscheinen sie auch im Schema des Blattes Rovereto—Riva dem Liaskomplex angegliedert. Neuere Fossilfunde zeigen aber immer klarer, daß die hochmarinen tiefsten Liaszonen (= Hettangien) vielmehr mit der kalkigen Oberstufe des Rhät im engsten stratigraphischen Verbande stehen, sich dagegen von den darauffolgenden Seichtseebildungen des echten Lias gut scheiden. Gewisse Erscheinungen, welche man im nördlichen Teil des Blattes Rovereto—Riva beobachten kann, lassen sogar klar darauf schließen, daß zwischen dem Äquivalent des Hettangien und dem echten Lias sich eine Trockenphase einschaltet, während welcher die Schichten mit *Gerv. Buchi* streckenweise wieder abgetragen wurden. So vermißt man zum Beispiel in der ganzen Gegend von Folgaria und weiterhin

auch am Nordrande der Sette Comuni den weiter südlich so regelmäßig auftretenden Horizont mit *Gervillia Buchi*. Bei Mezzomonte, unterhalb Folgaria, liegen über dem Hauptdolomit unmittelbar die Grauen Kalke des Lias auf. Das gleiche stratigraphische Verhältnis läßt sich auch in den gut aufgeschlossenen Profilen des Cornetto und der Filadonna beobachten und ebenso auf der rechten Etschtalseite bei Aldeno. Trotzdem sind aber in der gleichen Gegend immerhin noch Reste von *Gerv. Buchi*-Kalk erhalten, wie zum Beispiel in den Wänden von La Padella (S v. Calliano) und ebenso in der langen Wand über Doss dei Vignali (N v. Besenello), zum Beweise, daß diese Kalkstufe auch hier noch zur Ablagerung gelangt sein muß, und daß ihr streckenweises Fehlen nur auf Kosten einer Abtragung gesetzt werden kann, die dem Absatze der Grauen Kalke vorangegangen war.

Graue Kalke (\bar{I} der Karte).

Der echte Lias beginnt erst mit der Ablagerung der sogenannten Grauen Kalke (vergl. Nr. 7 oben pag. 30), welche besonders im südlichen, breiteren Teil der Etschbucht, von welchem das Blatt Rovereto—Riva einen Ausschnitt bildet, eine sehr gleichmäßige, weite Verbreitung besitzen. Sie dominieren den weitaus größeren nordwestlichen Teil des genannten Blattes und bilden ein konstantes Glied in allen Profilen der Gegend.

Auch diese Schichtgruppe läßt sich gut in zwei Abteilungen gliedern, von denen die tiefere vorwiegend mergelig-tonig, die höhere überwiegend rein kalkig entwickelt ist. Die kalkarme Unterstufe ist eine entschiedene Seichtseebildung, charakterisiert durch

eine reiche Myarier-Fauna (Noriglio-Fazies) sowie durch Einschwemmungen von Landpflanzen (Volano) und selbst Kohlenvorkommen, welche im Sornetal (ober Chizzola) eine Zeitlang abgebaut wurden (vergl. W. v. Gümbel in Lit. 1896, pag. 576 l. c.).

Die obere kalkige Abteilung ist vielfach oolithisch entwickelt. Einzelne Lagen sind dicht erfüllt mit Resten einer dickschaligen Durga-Art (= *Lithiotis problematica*). Solche Lithiotis-Kalke findet man besonders gut entwickelt in dem Profil des unteren Leno-Tales bei Rovereto, wo sie normal über der Noriglio-Stufe folgen. Bei Balino (NW v. Riva, nahe dem Westrande des Blattes) fand sich in diesem Horizont eine reiche Ammoniten- und Brachiopodenfauna, in welcher typische Formen des oberen Mittellias (*Aspasia*-Zone) dominieren (vergl. oben pag. 34).

Oberlias (id der Karte).

Über den *Lithiotis*-Kalken und von diesen meist nur durch eine geringmächtige Lage dunkler Mergelschiefer getrennt, folgt ein bis 50 m mächtiges Lager von lichtgrauen oder blaßrosenroten Oolithen, die man nach einer typischen Lokalität am Gardasee als die „Oolithe von Cap S. Vigilio“ bezeichnet hat (vergl. Nr. 8 oben pag. 34).

Wie oben pag. 36 schon gezeigt worden ist, repräsentiert dieses einheitliche Oolithlager, welches sich an vielen Stellen als sehr fossilreich erwiesen hat, das Äquivalent nicht nur des oberen Lias (*Bifrons*- und *Insignis*-Zone), sondern in der oberen Partie auch zugleich das Äquivalent des unteren Doggers (*Opalinus-Murchisonae*-Zone). Dieser untere Dogger oder das Aalenien hängt also hier mit dem Oberlias (Toarcien) strati-

graphisch so innig zusammen, daß man um eine rationale Grenzziehung verlegen wäre.

Die Oolithe von Cap S. Vigilio zeigen besonders im nördlichen Mte. Baldo und in den Bergzügen zu beiden Seiten des unteren Sarcatales, ebenso im südlichen Orto d'Abramo, bei Rovereto und im Pasubio-Gebiet eine sehr gleichmäßige, konstante Verbreitung. Um so auffälliger erscheint der Umstand, daß im nordöstlichen Teil des Blattes, schon auf den Hängen der Pastornada-Falte, ferner auf den Hochflächen von Serrada, Folgaria und Lavarone die Oolithdecke des Oberlias nur noch in einzelnen Resten erhalten ist, dazwischen aber auf große Strecken fehlt, so daß dann Tithon unmittelbar über den Grauen Kalken lagert. Wo die Oolithe sich im Profil einschalten, zeichnen sie sich hier schon landschaftlich in der Regel gut. Sie bilden auffallende Hügel, wie zum Beispiel den Horst bei der Kirche von Lavarone, die Costaalta S. v. Mlga. Palù u. a. Weiterhin nach Osten, in den Sette Comuni, fehlt der Oolithhorizont des Oberlias bekanntlich nahezu allgemein.

Einzelne Bänke dieses Oolithkomplexes besitzen ein sehr gleichmäßiges, feines Korn und lassen sich im grubenfeuchten Zustande sehr leicht bearbeiten. Sie werden dann zu Wasserleitungen, Trögen und dergleichen verarbeitet. Eine Industrie dieser Art findet sich N von Mori oberhalb Cagnago. Da die Oolithe an der Luft erhärten, dürften sie auch zu Skulpturen taugen.

? Bathonien.

Es gehört zu den auffälligsten stratigraphischen Erscheinungen, daß man in der Etschbucht, ja im ganzen

südalpinen Gebiete überhaupt, keine namhaftere Ablagerung von einigermaßen größerer Verbreitung kennt, die man als Äquivalent des englischen Lower oolite (mittlerer Dogger Deutschlands) ansprechen könnte. Diese vielgliederte Ablagerungsgruppe, welche besonders im Paris—Londoner Becken, aber auch im westlichen Deutschland, eine der weitest verbreiteten und beststudierten Formationsabteilungen darstellt, scheint im ganzen Mediterrangebiet nur äußerst lückenhaft vertreten zu sein und die seltenen, zumeist auf paläontologischem Wege ermittelten Spuren sind in der Regel sehr beschränkter, lokaler Natur, zudem noch vielfach zweifelhaft, wie zum Beispiel auch das folgende Vorkommen.

Im Bereiche des Blattes Rovereto—Riva wurde von mir seinerzeit (vergl. Lit. 1899, pag. 191) aus einer sehr beschränkt auftretenden, groboolithischen Bildung auf dem Mte. Zovo (Mte. Giovo der Karte, SW Mori) eine eigenartige Fauna bekannt gemacht, in welcher hochgetürmte, *Chemnitzia*-artige Gastropoden vorherrschen. Unter dem Eindrucke der Lagerungsverhältnisse versuchte ich seinerzeit diese Fauna mit einer hochmittelliasischen zu vergleichen, welche G. Gemmellaro aus Sizilien beschrieben hatte. Die Fauna von Mte. Zovo wurde aber später von G. Dal Piaz (vergl. Zentralblatt f. Min. etc. 1908, pag. 104) näher untersucht und als vom Alter des Bathonien bestimmt. Doch lassen sich mit dieser Altersbestimmung die Lagerungsverhältnisse nicht in Übereinstimmung bringen, wie ich mich bei einem wiederholten Besuche der Lokalität wieder überzeugte. Für den Fall, daß wir es hier mit einer Bathonien-Ablagerung zu tun haben, müßte sich diese, als bedeutend jüngere Bildung,

von den Liaskalken ihrer nächsten Umgebung in der schärfsten Art scheiden. Die fossilführende groboolithische Bildung auf dem Mte. Zovo schwimmt aber; wie auch G. Dal Piaz selbst klar zugibt, nach allen Seiten derart innig mit den Oolithen des Lias, daß eine schärfere Ausscheidung und Abgrenzung derselben unmöglich wird. Dazu muß ferner noch bemerkt werden, daß weit und breit in den Südalpen keine Bathonienbildung bekannt ist, weder in der hier vorliegenden groboolithischen, noch in einer anderen Entwicklung.

Unterer Malm (im̄ der Karte).

In der Etschbucht folgt auf die Oolithe des Oberlias unmittelbar eine kleine Gruppe von Ablagerungen, welche nach ihrer Fossilführung schon den Callovien-Oxford-Bildungen des allgemeinen stratigraphischen Schemas entspricht (vergl. Nr. 9 oben, pag. 37). Das tiefste Glied dieser Gruppe bilden die „Schichten mit *Posidonomya alpina*“, eine in der Regel weiße, sinterartige Lumachelle der genannten Bivalvenart, in welche zahlreiche kleine Brachiopoden und Ammonitenreste eingebrockt erscheinen. In dieser typischen Entwicklung bildet das Posidonomyengestein keinen konstanten Horizont, sondern tritt nur nesterweise, wie ein Krusten-Überzug, unkonform über der unebenen Basis von Oberliasoolith sporadisch auf. Ein typisches Vorkommen dieser Art, das schon A. Ooppel gekannt hat, kann man etwa mittewegs zwischen Bezagno und Brentonico, unmittelbar neben der oberen Straßenkehre gut aufgeschlossen beobachten. Nach oben und seitlich entwickeln sich daraus rote Crinoidenkalken, die schon eine etwas konstantere Verbreitung zeigen. Sie führen noch die gleiche Fauna wie die Lumachelle,

jedoch sind die Formen gewöhnlich schon in normaler Größe entwickelt. Die *Pos. alpina* tritt nicht mehr lumachelleartig auf, sondern nur mehr in einzelnen isolierten Exemplaren. Aus derartigen Kalklagen stammt das von W. Benecke aus der Gegend von Mna. del Monte bei Rovereto beschriebene Material. Höher folgt eine Bank mit zahlreichen Belemniten und einer für unteres Oxford sehr charakteristischen Ammonitenart, dem *Pelto. transversarium*. Zuoberst folgt dann noch, das normale Abschlußglied der kleinen Schichtgruppe bildend, ein 12—15 m starkes Lager von einem fleisch- oder auch ziegelroten Knollenkalk mit einer reichen Ammonitenfauna mit *Aspidoc. acanthicum*, welche, wie W. Benecke zuerst gezeigt hat, mit jener der Zone der *Oppelia tenuilobata* des französischen Oxford übereinstimmt.

Mit Ausnahme des nördlichen Mte. Baldo (Sornebecken), wo die Acanthicusschichten eine sehr regelmäßige und konstante Verbreitung zeigen, ist das Auftreten dieses Horizonts in den übrigen Teilen des Blattes Rovereto—Riva ein sehr unbeständiges. Ähnlich wie dies oben von den Oolithen des Oberlias ausgeführt wurde, vermißt man auch die Acanthicuskalke vielfach in den Profilen, und zwar gewöhnlich dann zusammen mit den ihre normale stratigraphische Basis bildenden, unsteten Posidonomyenschichten. Während z. B. S v. Ma. del Monte bei Rovereto die Acanthicuskalke gut entwickelt und fossilreich auftreten, vermißt man sie schon in den Profilen S v. Volano (vergl. Lit. 1903, pag. 38), dagegen sind sie weiter nördlich im Umkreise der Mulde von Pomaruolo wieder gut entwickelt.

Insbesondere fehlen aber auf den Hochflächen von Pasubio—Folgaria—Lavarone die Acanthicus-

kalke in der Regel an der Basis des echten Tithon, welches hier meist unmittelbar über älteren Bildungen, zumeist schon Grauen Kalken des Lias, auflagert. Da sich aber dennoch auch hier stellenweise wieder Reste von Acanthicusschichten finden, welche das ehemalige Vorhandensein dieser Ablagerung auch in solchen lückenhaften Gebieten beweisen, muß man wohl annehmen, daß dieselbe noch vor Ablagerung der Tithongruppe auf große Strecken hin abgewaschen worden ist.

Auf diese Art erscheinen die Acanthicusschichten von dem echten Tithon durch eine Trockenphase getrennt. Es ist daher ein kaum gerechtfertigtes stratigraphisches Vorgehen, wenn dieselben, wie üblich, mit dem Tithon zusammengegriffen werden; denn zwischen dem echten Tithon, welches nach seiner Fauna dem Portland (= Solenhofen) gleichsteht, und dem Acanthicusniveau, welches noch dem Oxford angehört, existiert in der Etschbucht eine nicht unbedeutende stratigraphische Lücke, welche anderwärts durch das Corallien und Kimmeridgien ausgefüllt erscheint.

Tithon (it der Karte).

Über den Acanthicusschichten und, wo diese fehlen, vielfach auch über älteren Formationsgliedern, zumal über den Kalken des Lias, folgt das Tithon (vergl. Nr. 10 oben, pag. 42). Dieses beginnt in der Regel mit einer etwas unsteten, im besten Falle bis zu 3 m starken Abteilung von roten, unreinen Kalkschiefern, die von Lagen und Schnüren eines dunkelroten Hornsteines durchschwärmt sind. Außer Aptychen findet man in dieser basalen Abteilung selten einen organischen Rest. Um so fossilreicher ist dagegen die nun höher konkordant darauffolgende 10—12 m

mächtige Abteilung roter Knollenkalke, welche überall eine reiche Ammonitenfauna enthalten. Es ist dies der typische „Ammonitico rosso“ der venezianischen Autoren. Nach oben schwindet die rote Färbung, der Kalk wird lichtgrau und nimmt eine sehr gleichmäßige, dichte Textur an. In dieser Ausbildung liefert derselbe dann einen sehr geschätzten, politurfähigen Werkstein, der unter dem Namen „Majolica“ bekannt ist. Diese Majolica führt noch die gleiche Ammonitenfauna wie der tiefere rote Knollenkalk, aus welchem sie sich allmählich entwickelt, außerdem große Aptychen sowie in größerer Häufigkeit die charakteristische *Pygope diphya*, die aber auch schon tiefer in den roten Knollenkalken aufzutreten pflegt, weshalb man für den ganzen tithonischen Kalkkomplex auch die Bezeichnung „Diphyakalk“ anzuwenden pflegt.

Die Ammonitenfauna des Diphyakalkes stimmt sehr gut mit der Tithonfauna von Stramberg und hat auch einzelne bezeichnende Arten gemeinsam mit dem Plattenkalke von Solenhofen, an dessen feines Korn besonders auch die Textur der Majolica erinnert. Jedoch ist die Struktur der letzteren viel maßiger, der Stein in der Regel von vielen feinen Kalkspatadern durchzogen, daher zu lithographischen Zwecken nicht gut verwendbar.

Die Verbreitung des Tithon ist im Gegensatze zu den nächsttieferen Juraabteilungen durch die ganze Etschbucht eine auffallend gleichmäßige. Im Blatte Rovereto—Riva kann man dieses Glied in allen Profilen leicht feststellen, zumal angesichts der charakteristischen, reichen Fossilführung, welche dasselbe überall auszeichnet. Seine Lagerung ist eine unkonforme, übergreifende, zumal in den nördlichen Teilen des Blattes,

wo dasselbe vielfach unmittelbar über den Grauen Kalken des Lias lagert.

Biancone (kn der Karte).

Aus der Majolica entwickelt sich nach oben, ohne eine merkliche schärfere Grenze, stratologisch also mit derselben einen Körper bildend, ein mächtiger Komplex von dünnbankigen bis schiefernden, lichtgrauen Mergelkalken mit etwas rauhem, muschligem Bruch und zahlreiche dunkle Kieselknollen führend, der Biancone (vergl. Nr. 11 oben, pag. 43).

Im Blatte Rovereto—Riva hat der Biancone weite Verbreitung. Insbesondere nimmt derselbe große Strecken ein auf den Hochflächen von Folgaria-Lavarone und bildet ebenso die flachwelligen Gipfelpartien des Finocchio und Pasubio, hier überall den fruchtbaren Untergrund von, leider meist etwas wasserarmen, Wiesen und Weiden bildend. Ebenso erscheint der Biancone als konstantes Gebirgglied in der Lagarina-Mulde bei Rovereto, bei Volano, Pomaruolo und im Val di Cei, ferner auch im ganzen nördlichen Mte. Baldo (Sorane-Becken), wo er stellenweise bis auf die höchsten Partien des Gipfelkammes aufsteigt.

Dagegen fehlt der Biancone schon in der Kammregion des südlichen Orto d'Abramo, sowohl im Umkreise des Mte. Stivo als wie am Fuße des Cornicello-Gipfels, und diese stratigraphische Lücke wird zur Regel weiter nördlich in der Umgebung von Trient und zumal in den höher liegenden Teilen der Etschbucht, besonders im Nonsberge. Im unteren Sarcatale findet man Reste von Biancone bei Cologna,

bei Ceniga und bei S. Martino. Doch bildet der Schichtenkopf desselben kein durchgehendes Band in der Umsäumung der Sarcaebene. Nach diesen Verhältnissen im unteren Sarcatale, wo der Biancone in stark reduzierter Mächtigkeit nur noch streckenweise auftritt, daneben aber oft in unmittelbarer Nachbarschaft wieder fehlt, muß man wohl annehmen, daß dieses Fehlen des Biancone, ähnlich wie wir dies schon bei verschiedenen älteren Ablagerungen gesehen haben, nicht so sehr nur die Folge eines ursprünglich geringen Absatzes ist, als vielmehr auch die Folge einer Denudation, welche der Biancone schon vor Ablagerung der Scaglia erlitten haben muß, da diese an vielen Stellen unmittelbar über den Diphylakalken des Tithon liegt, wie zum Beispiel in der Gegend der Steinbrüche von Chiarano (NW v. Arco) u. a. O.

Zwischen Biancone und Scaglia fällt sonach eine Phase der Abtragung, deren Dauer man so ziemlich messen kann an dem Betrage einer stratigraphischen Lücke, die sich hier zwischen Biancone und Scaglia einschaltet. Soweit man die Fauna des Biancone kennt, entspricht sie der ganzen Unterkreide. Hoplitiformen, die aus der tiefsten Partie des Biancone im Mus. civ. von Rovereto liegen, lassen sich klar als typische Berriasarten (*H. Boissieri*, *H. occitanicus*) bestimmen. Aus den oberen Partien des Biancone ist eine artenreiche Barrème fauna bekannt. Da aber die Scaglia schon zweifellos senones Alter besitzt, fehlen hier zwischendurch die Äquivalente der mittleren Kreide (Gault, Cenoman, Turon), also ein ganzer Ablagerungszyklus, der anderwärts in der Kreideserie eine wichtige Rolle spielt.

Scaglia (kF der Karte).

Über dem Biancone und, wo dieser fehlt, vielfach unmittelbar über dem resistenteren Diphyakalk oder auch noch älteren Formationsgliedern folgt unkonform ein bis 100 *m* erreichender Komplex von vorwiegend roten, mehr minder kalkreichen, oft durch sandige Beimengungen verunreinigten Mergeln von dünnbankiger bis schiefriger Textur, die Scaglia (vergl. Nr. 12 oben, pag. 45).

Diese übergreifende Bildung zeigt in der ganzen Etschbucht eine auffallend gleichmäßige Verbreitung, ähnlich wie der Diphyakalk, und greift so wie dieser überall selbst auf die bathymetrisch höchsten Positionen hinauf, wie zum Beispiel in der Gipfelpartie des Cornicello, wo die Scaglia hauptsächlich über dem Tithon, teilweise aber auch unmittelbar über den grauen Liaskalken des Orto d'Abramo-Kammes liegt. Als konstantes Glied läßt sich die Scaglia in allen Synklinalmulden und Becken des westlichen Teiles im Blatte Rovereto—Riva beobachten, hier zumeist im innigen stratologischen Verband mit dem folgenden Eocän, durch dessen Decke sie vor Abwitterung geschützt erscheint. Fossilien sind in der Scaglia nicht gerade selten, aber stets ohne Regel in der Schichtmasse verteilt. Alle bisher bekannten Formen deuten auf senones Alter der Bildung.

Eocän (e der Karte).

Über der Scaglia folgt konkordant eine Serie von vorwiegend kalkigen Ablagerungen, welche durch das massenhafte Auftreten von bezeichnenden Nummuliten sich klar als dem Eocän zugehörig erweisen (vergl. Nr. 13 oben, pag. 47).

Zunächst über der Scaglia liegt eine knollige, unreine Tufflage, welche man besonders in der Gegend des Altissimo di Mte. Baldo, aber auch an verschiedenen Stellen in der Gegend von Nago gut aufgeschlossen findet. Nach ihrer Fossilführung entspricht diese Lage den Spilecco-Tuffen an der Basis des Vicentinischen Tertiärs. Über ihr folgt eine bis 40 m mächtige Ablagerung von festen Nummulitenkalken. Im Bereiche des Blattes Rovereto—Riva erscheinen diese fast überall durch einen dunklen Basalttuff-Horizont in zwei Lager getrennt, von welchen das tiefere in der Regel weniger mächtig ist und besonders da, wo die Spileccolage fehlt, an der Basis oft auch unrein mergelig entwickelt erscheint. In diesem tieferen Lager treten besonders die großen Nummulitenformen (*N. perforata*, *N. Lucasana*, *N. complanata* etc.) vielfach gesteinsbildend auf. Aber auch die zwischengeschalteten Tuffe sind stellenweise fossilführend, zum Beispiel bei Sorne (SW Brentonico), bei Is era, u. a. O.

Untergeordnet schalten sich, wiewohl nur selten, zwischen die Tuffe auch Lavadecken eines festen Feldspat-Basalts ein, so bei Brentonico, bei Nomesino, bei Is era, u. a. O. Als sekundäres Produkt tritt ferner auf Gangspalten, welche die Tuffe und Mandelsteine durchsetzten, die bekannte Grünerde des Mte. Baldo (Veroneser Grün, Seladonit) auf (vergl. W. v. Gümbel in Lit. 1896, pag. 599 l. c.), gewöhnlich in Begleitung von Chalzedon-Ausscheidungen. Die teilweise noch heute im Betrieb stehenden Grubenbaue, in denen diese Farberde gewonnen wird, liegen in nächster Nähe der italienischen Grenze, unterhalb des Passo Scalette, SW von Brentonico.

Das obere, in der Regel etwas mächtigere Num-

mulitenkalklager pflegt gewöhnlich an seiner Basis sehr fossilreich zu sein. Besonders eine Bank mit *Velates Schmideliana*, welche in der Gegend von Pomaruolo und Cimone gut aufgeschlossen ist, lieferte eine reiche Ausbeute an Gastropoden, Zweischalern und Echiniden des Mitteleocäns.

In ihrer Verbreitung stimmen die Eocänbildungen überall gut mit der tieferen Scaglia überein und füllen wie diese alle Muldenpartien im westlichen Teil des Blattes Rovereto—Riva aus. Im Sornebecken, zum Teil auch noch im südlichen Teil des Orto d'Abromo, erscheinen sie von einer ganzen Anzahl von Brüchen durchsetzt, die sonach jünger sein müssen als Eocän.

Oligocän (o und ok der Karte).

Über dem Eocän folgt diskordant die Oligocängruppe (vergl. oben Nr. 14, pag. 49). Diese läßt sich gut in zwei Abteilungen gliedern, welche sich lithologisch recht wohl voneinander scheiden, aber durch Übergänge vermittelt, konkordant übereinander folgen. Die tiefere Abteilung (o der Karte) besteht aus dunklen, wohlgeschichteten Mergeln, die obere aus einem bis 100 m starken Lager von Nulliporenkalk (ok der Karte). In sehr klarer Art findet man beide Glieder übereinander entwickelt am Nordende des Mte. Brione, der einen isolierten Denudationsrest der oligocänen Auskleidung des Beckens von Arco—Riva darstellt.

Aus dem tieferen Mergelgliede hat zuerst W. Gümbel (vergl. Lit. 1896, pag. 589 l. c.) eine von Mte. Brione stammende Foraminiferenfauna bekannt gemacht, welche sehr gut mit jener der unteroligocänen Ofner Mergel mit *Clavulina Szaboi* (= *Cl. haeringensis*) übereinstimmt, respektive den Priabonaschichten

des Vicentin oder den Häringer Schichten der Nordalpen entspricht. Der darüberfolgende Lithotamnienkalk bildet nach seiner klaren Lagerung und, bisher allerdings nur geringen, faunistischen Anhaltspunkten ein Äquivalent der mitteloligocänen Schichten von Castelgomberto.

Die Verbreitung des Oligocäns im Bereiche des Blattes Rovereto—Riva ist eine sehr beschränkte. Außer dem schon erwähnten Mte. Brione trifft man die beiden Glieder in normaler Folge nur noch S. v. Castellano, am Ostfuße des Mte. Stivo in der Mulde von Chienis. Das Oligocän liegt hier normal über dem oberen Nummulitenkalklager des Eocäns. Die basalen Mergel des Oligocäns allein findet man in einem kleinen Rest oberhalb Bezagno (S v. Mori), ferner auch westlich sowohl als östlich von Arco, in den beiden Winkeln der Sarcabucht. Bei Varignano sind die Mergel im Bachrisse gut aufgeschlossen und liegen hier direkt über Scaglia. Auch auf der anderen Seite, oberhalb Bolognano, sind gute Aufschlüsse. An letzterer Stelle greifen die unteroligocänen Mergel quer über die beiden Nummulitenkalklager und den dieselben trennenden Tuffhorizont diskordant über, zum Beweise, daß ihre stratigraphische Lagerung von der des tieferen Eocäns ganz unabhängig ist.

Miocän (m der Karte).

Das jüngste Glied in der Reihe der Meeresablagerungen der Etschbucht bilden grüngraue, glaukonitreiche, sandige Mergel und Kalksandsteine, welche nach ihrer Fauna den Schio-Schichten des Vicentin entsprechen, sonach dem unteren Miocän angehören (vergl. Nr. 15 oben, pag. 51). Ihre Verbreitung

im Blatte Rovereto—Riva ist eine nur geringe, auf zwei Stellen beschränkte. Auf dem Mte. Brione bei Riva decken die Schiomergel die ganze Westabdachung des Berges und folgen hier ohne auffallende Diskordanz auf das Nulliporenkalklager des Mitteloligocäns. Viel ausgesprochener ist die unkonforme Lagerung der Schiomergel an der zweiten Stelle ihres Vorkommens, in der Mulde von Chienis (NO vom Lago di Loppio), wo dieselben einen bis 5 *km* langen Streifen bildend, teils über Oligocän, teils aber auch direkt über den Nummulitenkalken des Eocäns auflagern. Die Schiomergel bilden demnach ein stratigraphisch selbständiges Formationsglied, auch der nächstälteren Oligocängruppe gegenüber, die schon vor Eintritt der Miocänzeit Abtragungen erlitten haben muß.

Diluvium (q̄ der Karte).

Im Bereiche des Blattes Rovereto—Riva spielen auch die Ablagerungen der Quartärzeit (vergl. Nr. 16 oben, pag. 52) eine nicht unbedeutende Rolle. Insbesondere sind es die ungeschichteten Schottermassen des Glazial-Diluviums, die sich hier in geschützteren Positionen vielfach erhalten haben und stellenweise noch heute größere Flächen einnehmen.

Eine größere, von 500 bis über 1000 *m* gegen SW ansteigende Decke derartiger Schotterbildungen erfüllte wohl ehemals das ganze Sorne-Becken bei Brentonico. Durch die rückwärtsschreitende Arbeit des Sornebaches und seiner Quellarme erscheint diese Decke heute in eine ganze Anzahl isolierter Lappen zerrissen. Ein zweites hochliegendes Feld glazialer Schotter liegt nordwärts von Mte. Creino bei Ronzo und zieht sich von hier mit geringen Unter-

brechungen dem Ostfuß des Orto d'Abramo-Kammes entlang bis in das Val di Cei. Ein drittes hochliegendes Feld von Glazialschottern bildet die Umgebung von Folgaria.

Aber auch die tiefen Täler erscheinen teilweise von Glazialschottern erfüllt, soweit diese aus lokalen Gründen nicht fortgeräumt werden konnten. So das untere Sarcatal und das Val di Cavedine, ferner das Loppital und der weiter nordwärts anschließende Teil der Lagarinamulde bei Rovereto. Auch im Val Arsa und im Val Terragnuolo finden sich streckenweise noch große Reste von Glazialdiluvium erhalten. Überall bilden diese glazialen Schotter einen fruchtbaren, vielfach wohlangebauten Kulturboden, zudem sehr willkommene Wasserspeicher, denen eine Menge trinkbarer Quellen ihr Dasein verdanken.

Mit den Glazialablagerungen im engsten Zusammenhang stehen eine Reihe von Erscheinungen, die als klare Zeugen der Gletscherwirkung aus dem Gebiete des Blattes Rovereto—Riva bekannt sind, wie Rundbuckel, Gletscherschrammen, Gletschertöpfe u. dgl. Schöne Rundbuckelformen kann man bequem oberhalb der neuen Straße Nago—Arco auf den abgewaschenen Felsflächen des oberen Nummulitenkalklagers beobachten. Prächtige Gletscherschrammen findet man im südlichsten Teil des Cadinetales überall da, wo der Glazialschotter frisch von den Hängen abgewaschen wurde. Von den Gletschermühlen sind die bekanntesten die Marmite dei giganti bei Nago, welche erst in neuester Zeit künstlich vom überlagernden Schutt befreit das Phänomen in aller Frische und Klarheit zeigen (vergl. G. B. Trener in Lit. 1899). Doch finden sich ähnliche Gletschermühlen auch an ver-

schiedenen Stellen im Val Lagarina, so bei Rovereto, bei Lizzana, bei Chizzola (vergl. G. B. de Cobelli in Lit. 1886).

Von den geschichteten Ablagerungen, deren quartäres Alter noch nicht ganz sicher festgestellt ist, und welche im Gegensatz zu den Glazialbildungen nur eine geringe Verbreitung haben, wie die Pietra morte bei Riva oder die Konglomerate und Sande von Pederzano, war oben (pag. 55) bereits die Rede.

Alluvium (r und ra der Karte).

Abgesehen von den Schuttkegeln (*r* der Karte), welche die Seitenbäche gegen den Talboden der Etsch vorschieben, sind hier zunächst einzelne große Bergstürze (mit Ringelsignatur) zu erwähnen, die von verschiedenen Stellen des Kartenblattes Rovereto-Riva sehr bekannt sind. In erster Linie die in historischer Zeit von den Gehängen des Mte. Zugna abgeglittenen „Slavini di Marco“, welche bei der Eisenbahnstation Mori ein großes Trümmerfeld bilden. Der Bergsturz, welcher den Fluß gegen den rechten Hang abgedrängt und wohl eine Zeitlang auch gestaut hat, liegt, wie man an der neuen Straße Stat. Mori-Marco gut sehen kann, über diluvialen Schottern, die sich von hier dem linken Talgehänge entlang bis in die Gegend von Villa Lagarina ziehen, anderseits ins Loppiotal hinein fortsetzen.

Ein ganz ähnlicher Bergsturz, die Marocche, sperrt das untere Sarcatal zwischen Drô und Pietramurata. Dieser dürfte aus den hohen Steilwänden des Mte. Casale gekommen sein. Er nimmt die ganze Breite des Tales ein und dürfte den Sarcafluß durch längere Zeit zu einem großen See gestaut haben, dessen

letzte Reste einerseits der Lago di Toblino, anderseits der Lago di Cavedine darstellen, während in der Mitte, durch die Aufschüttungen des Sarcaflusses, die große ebene Fläche des Val Sarca entstanden ist.

Weitere große Bergstürze finden sich an der Nordauspitzung des Mte. Baldo, einerseits gegen Nago und den Loppiosee, anderseits gegen Torbole (das sogenannte Paternoster).

In der SO-Ecke des Blattes liegt, schon auf italienischem Gebiete, der große Bergsturz bei Cavallo, der den kleinen See von Laghi staut.

Erwähnenswert sind ferner zwei kleine Vorkommen von Torf, welche in der NW-Ecke des Blattes, im Val Lomason und südlich von Fiaavè auftreten. An letzterem Orte steht die Torbiera teilweise im Betrieb.

Die jüngsten Alluvionen des Etschtalbodens sowie der Sarcaebene bestehen größtenteils aus feinen, siltartigen Massen (ra der Karte), wie solche auch heute noch bei jeder Überschwemmung zum Absatze gelangen. Sie bilden eine sehr kulturfähige Bodenart.

Hydrographie.

Die Schichtmassen des Blattes Rovereto—Riva, deren tektonischer Bau oben (pag. 68) kurz geschildert wurde, erscheinen von zwei tiefen Haupttälern in NO—SW-Richtung durchschnitten, dem Etschtale und dem Sarcatale, welche durch das merkwürdige Quertal von Loppio verbunden sind.

Das untere Sarcatal, welches einerseits nach SW in der langen Rinne des Gardasees, anderseits nach NO in der Synklinale von Vezzano-Lago Santo und selbst noch in dem sich linear weiter anreihenden Etsch-

tal-Stücke Lavis-Matarello seine tektonische Fortsetzung erhält, kann als Schulbeispiel eines Synklinaltales gelten. Dagegen erscheint das Etschtal von Lavis abwärts, mit Ausnahme der kurzen Strecke Villa Lagarina-Mori, als ein Durchbruchtal. Besonders klar und auffällig erscheint der Durchbruch zwischen Aldeno und Calliano, quer durch das hohe Pastornada-Gewölbe, welches vom Etschtal nahezu senkrecht geschnitten wird.

Auch abwärts von Marco gegen Ala durchbricht das Etschtal die ganze Serie der Ablagerungen, die von hier langsam in SO, gegen die alte Aufbucklung von Recoaro hin, ansteigt. Die beiden Talgehänge bei Serravalle entsprechen einander in der vollkommensten Art. Die Platte des Mte. Zugna setzt in der ruhigsten Form im Sockel des Mte. Baldo fort, und man sucht hier vergeblich nach einer tektonischen Prämisse, welche zu dem Etschdurchbruche bei Serravalle die erste Veranlassung gegeben haben könnte. Das Etschtal bei Serravalle scheint vielmehr ein reines Erosionstal zu sein, und zwar ursprünglich das Erosionstal nur des Sornebaches, welches später von der Etsch okkupiert wurde.

Denkt man sich nun die Talöffnung unterhalb Marco geschlossen, dann erscheint das Loppio tal als eine sehr plausible Fortsetzung der Lagarinastrecke des Etschtales, dies um so mehr, wenn wir auch das Gefällsverhältnis berücksichtigen; denn die Etschtalsole bei Rovereto liegt an 100 m höher als die Sarcaebene bei Arco. Die Etsch scheint also vor Zeiten durch das Quertal von Loppio dem Gardasee zugeflossen zu sein. Diese Zeit müßte aber, nach den geologischen Verhältnissen im Loppio tale zu urteilen, als sehr weit

zurückliegend angenommen werden, da hier die Lagerung der Eocänbildungen teilweise eine derartige ist, daß zu ihrer Erklärung die Existenz des Quertales von Loppio schon in voreocäner Zeit angenommen werden muß. Die Stelle, welche heute von der Sarca-Ebene bei Arco — Riva eingenommen wird, macht den Eindruck eines großen, alten Kolkes, den der ehemals von Osten her mit starkem Gefälle in die Gardasee-Tiefe einbrechende Etschfluß hier erzeugt zu haben scheint.

Nutzbare Mineralien.

Abgesehen von der technischen Verwendung verschiedener Gesteinsarten sind die Vorkommen von nutzbaren Mineralstoffen im Bereiche des Blattes Rovereto-Riva äußerst beschränkter Art.

Galmei und Zinkerze fanden sich in neuerer Zeit spurenweise in den Spizzekalken bei Camposilvano in den obersten Verzweigungen des Val Arsa.

Kohle wurde eine Zeitlang bei St. Antonio im Sornetale abgebaut. Eine vielfach unreine und kiesige Pechkohle tritt hier in einzelnen nur 20—25 cm starken Flötzen im unteren Teile der Grauen Kalke auf (vergl. W. v. Gümbel in Lit. 1897, pag. 576).

Seladonit (Veroneser Grünerde) tritt auf Klüften und in Höhlungen der Basalttuffe des Mte. Baldo auf. Die „Miniere delle terre verdi“ stehen im kleinsten Maßstabe noch heute im Quellgebiete des Torr. Viana im Betriebe.

Als roher Baustein sind die Grauen Kalke von Noriglio bei Rovereto sehr beliebt. Die zähen

Mergelkalkbänke sind durch weiche Mergelstraten derart isoliert, daß sie eine leichte Gewinnung gestatten.

In der Sarcaebene spielt die „Pietra morte“ (vergl. oben pag. 55) als Baustein eine wichtige Rolle wegen der leichten Art, das nahezu massig aussehende Gestein von sehr gleichmäßigem Korn in handliche, ziegelartige Stücke zu spalten.

Zu Werksteinen werden auch einzelne Lagen des Oberlias-Ooliths verwendet, zum Beispiel ober Carnago, N. v. Mori. Doch liefert auch in der Gegend von Rovereto, ähnlich wie bei Trient, der Diphyakalk, speziell die sehr politurfähige, dichte Majolica, das beste Material für die Werksteinindustrie des Trentino.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	1
Übersicht der Formationsfolge in der Etschbucht	8
Beschreibung und Charakteristik der sedimentären Schichtfolge im Etschbuchtgebiet und deren natürliche Gliederung in Schichtgruppen.	
1. Permokarbon (<i>p</i> im Blatte Cles)	11
2. Permotrias (<i>p</i> und \bar{p} der Karten)	13
3. Untertrias (<i>t</i> der Karten)	16
4. Mitteltrias (<i>tm</i> und \bar{tm} der Karten)	18
5. Obertrias (<i>tl</i> und <i>tk</i> - der Karten)	22
6. Rhät (<i>tr</i> der Karten)	26
7. Lias. „Graue Kalke“ Benecke (\bar{l} der Karten)	30
8. Oberlias. Oolithe vom Cap S. Vigilio (<i>id</i> der Karten) („Schichten mit <i>Rhynch. bilobata</i> “, respektive „Gelbe Kalke“ Benecke)	34
9. Unterer Malm. (Schichten mit <i>Posid. alpina</i> + Transversariuslager + Acanthicusschichten, \bar{im} der Karten)	37
10. Oberer Malm. Tithon (<i>it</i> der Karten)	42
11. Untere Kreide. Biancone (<i>kn</i> der Karten)	43
12. Obere Kreide. Scaglia ($k\bar{r}$ der Karten)	45
13. Eocän. (Nummulitenkalke und -Mergel, <i>e</i> , Basalttuffe, <i>et</i> der Karten)	47
14. Oligocän. (Mergel mit <i>Clavulina Szaboi</i> , <i>o</i> , und Nulliporenkalk, <i>ok</i> der Karten)	49
15. Miocän. (Schioschichten, <i>m</i> der Karte)	51
16. Diluvium (\bar{q} der Karten)	52
17. Alluvium (<i>r</i> der Karten)	55
Überblick der tektonischen Verhältnisse der Etschbucht	56
Literatur über die Etschbucht	63
Karten	67

Spezieller Teil.		Seite
Einleitung		67
Ablagerungsfolge im Blatte Rovereto—Riva.		
Quarzphyllit ($\bar{p}h$ der Karte)		70
Porphyr (Pq der Karte)		70
Permotrias (\underline{p} und \bar{p} der Karte)		70
Werfener Schichten (t der Karte)		71
Mitteltrias (\underline{tm} und \bar{tm} der Karte)		72
Obertrias (\underline{tl} und \bar{tk} der Karte)		73
Rhät (tr und \bar{l} der Karte)		76
Graue Kalke (\bar{l} der Karte)		78
Oberlias (\underline{id} der Karte)		79
? Bathonien		80
Unterer Malm (\underline{im} der Karte)		82
Tithon (\underline{it} der Karte)		84
Biancone (\underline{kn} der Karte)		86
Scaglia (\underline{kr} der Karte)		88
Eocän (e der Karte)		88
Oligocän (o und ok der Karte)		90
Miocän (\underline{m} der Karte)		91
Diluvium (\bar{q} der Karte)		93
Alluvium (r und ra der Karte)		94
Hydrographie		95
Nutzbare Mineralien		97