

Ueber
Röth und Muschelkalk
in den Süd - Alpen.

HABILITATIONS-SCHRIFT

der

Philosophischen Facultät der Universität Heidelberg

vorgelegt von

Dr RICHARD LEPSIUS

STRASSBURG

Universitäts-Buchdruckerei von JOHANN HEINRICH EDUARD HEITZ
Schlauchgasse, 5

1876.

Einleitung.

Noch ist es nicht ein Menschenalter, dass die Alpen den Geologen ein unlösbares Räthsel erschienen: Kalk- und Dolomit-Formationen in einer Mächtigkeit, wie sie in den ausseralpinen Gebieten unbekannt war, setzten das Auge der ersten Forscher in Erstaunen, bisher nie gesehene Versteinerungen, welche spärlich die öden Kalk-Gebirge bevölkerten, bewiesen zur Genüge, auf wie schwachen Füßen die anfänglich nach petrographischen Merkmalen aufgestellten geologischen Parallelen standen, und eine Fluth von Lokalnamen, welche in verschiedenen Theilen der Alpen gewissen Schichten-Systemen beigelegt wurden, war eher dazu geeignet, die Geologie der Alpen zu verwirren als aufzuklären. Es war besonders die nichtssagende Bezeichnung «Alpenkalk» ein Deckmantel, unter welchem fast sämtliche Formationen von den paläozoischen durch die mesozoischen bis zum Tertiär vereinigt wurden. Obwohl Leopold von Buch, Catullo, Studer und Andere den ersten Versuch gemacht hatten, die Alpen geologisch zu erobern, ward doch in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts kein Schritt

vorwärts gethan in der richtigen Deutung und Vergleichung der Formationen in den Alpen mit denen in Deutschland. Erst im Jahre 1856 entdeckten Opper und Suess in den schwäbischen « Bonebed-Sandsteinen », den Grenzschichten zwischen Trias und Jura, das Aequivalent der sogenannten « Kössener-Schichten », welche weit verbreitet in den Alpen durch ihren Reichthum an Versteinerungen schon längst das Interesse der Geologen in Anspruch genommen hatten. Diese « Kössener » oder « *Avicula contorta*-Schichten » boten einen sichern Horizont in der Masse des « Alpenkalkes » dar und schlugen die erste Brücke zwischen den alpinen und ausseralpinen Formationen. Noch aber bauten sich unter dieser Zone Kalke und Dolomite von drei bis vier tausend Fuss Mächtigkeit auf. Wo war die untere Grenze der Trias in diesen Systemen zu finden?

Diese Frage beantwortete eine neue Entdeckung, welche das Jahr 1857 der Geologie der Alpen brachte : Escher von der Linth, Gümbel und Hauer erkannten auf einer Reise in Vorarlberg den Muschelkalk aus einigen Versteinerungen, welche der Schweizer Geologe kurz vorher in einem Steinbruch bei Reutte gefunden hatte. *Terebratula (Retzia) trigonella*, *Spirifer fragilis*, *Spirifer Mentzelii* waren die ersten Leitformen, durch welche die Existenz der Muschelkalkes in den Alpen bewiesen wurde.

Sogleich begab man sich daran, diesen neuen Horizont in der nördlichen Kalkzone der Alpen von Vorarlberg weiter nach Osten und Westen zu verfolgen : an vielen Orten wurde er aufgefunden. In den Süd-Alpen dagegen blieben die geologischen Untersuchungen der Trias, wie aller andern Formationen, gegenüber den Fortschritten, welche die gemeinsame Arbeit der Schweizer, Münchener und Wiener Geologen in kurzer Zeit in den Nord-Alpen machten, bedeutend im Rückstande. Die Trias-Insel von Recoaro war lange Zeit die einzige Quelle für Muschelkalk-Versteinerungen der Süd-Alpen. Selbst die Stellung der so oft ansgebeuteten und versteinungsreichen Schichten

von St-Cassian blieb lange in Dunkel gehüllt und ist bis heute noch nicht völlig aufgeheilt. Denn trotzdem dass man den widerspenstigen «Alpenkalk» an den beiden festen Anhaltspunkten des Muschelkalk und der Rhätischen Schichten angreifen konnte, so schliessen diese beiden Grenzhorizonte doch noch Formationen von mehreren tausend Fuss Mächtigkeit ein, welche sich weiteren Parallelen nicht fügen wollten.

Ueberdies ist erst der kleinste Theil der Alpen geologisch untersucht und erforscht, grosse Strecken dieser oft so unzugänglichen Berge betrat noch kein Fuss eines Geologen. Ein solches unberührtes Gebiet war das Gebirge zwischen Etschthal und Adamello-Gruppe, welches ich im Sommer 1875 einem eingehenden Studium unterwarf und geognostisch kartirte. Das Hauptinteresse nimmt auch hier die mächtige Trias-Formation in Anspruch, deren gewaltige Dolomit- und Kalk-Massen hohe zerrissene Gebirge, steile Wände, Schnee- und Eisbedeckte Gipfel zusammensetzen.

Thonschiefer und Grauwacken, deren Alter durch eine reiche Flora der Rothliegenden Zeit bestimmt ist, schliessen hier die lange Kette der azoischen und paläozoischen Formationen. Es ist der Schluss der Permischen Periode, ebenso wie in ganz Deutschland, auch für die Entwicklungsgeschichte der Alpen einer der wichtigsten Momente, geognostisch und paläontologisch die einschneidendste Grenze, kurz eine Revolution aller bestehenden Verhältnisse, auf deren Trümmern sich eine neue Welt auferbaut.

In den Alpen trennt eine lange Zeit continentaler Erhebung die Dyas und Trias; Porphyry-Eruptionen brachen auf diesem Continente aus in einer Fülle und Ausdehnung, dass sie das gewaltigste aller europäischen Eruptiv-Massive erzeugten. In der That nimmt die Quarzporphyry-Decke von Süd-Tirol, welche sich bis in die lombardischen und venetianischen Alpen verfolgen lässt, einen Oberflächenraum von etwa achtzig Quadrat-

Meilen ein und bildet die Grundlage der mesozoischen Formationen von Meran bis Val Sugana, von St-Cassian bis Judicarien.

Eine allgemeine Bodensenkung zum Beginn der Trias-Zeit zog den paläozoischen Continent und die Porphy-Vulkane wieder unter die Fluthen des Meeres, des Erzeugers geologischer Formationen; von Neuem konnte am Grunde des Meeres der mechanische und chemische Absatz neuer Schichtensysteme auf der Basis der versunkenen paläozoischen Alpen beginnen.

Die neue Aera leitet der Bunt-Sandstein ein. Gerade wie in ausseralpinen Gebieten zu derselben Zeit die Denudation der paläozoischen Continente Sand-Massen anhäuften, so ging auch in den Süd-Alpen die mechanische Zusammenschwemmung von Geröllen, von Sand und Thon der mehr oder weniger chemischen Ablagerung von Kalken und Dolomiten voraus.

In Judicarien und in den lombardischen Alpen erreicht der Bunt-Sandstein eine Mächtigkeit von 300^m. Weiter nach Osten und Norden nimmt seine Mächtigkeit allmählich ab: in der Umgegend von Sanct-Cassian, bei Meran und im Val Sugana beträgt sie durchschnittlich kaum 150^m. Da aber diese Formation die Unebenheiten der paläozoischen Erdoberfläche und der Porphy-Vulkane von Bozen auszufüllen hatte, so kann die Mächtigkeit des Bunt-Sandsteines selbst an nahegelegenen Punkten bedeutenden Schwankungen unterliegen. Organische Reste fehlen bisher gänzlich im Bunt-Sandstein der Süd-Alpen, wie sich ja auch an andern Orten in dieser Formation selten Fossilien erhalten haben.

Eine um so reichere Fauna ist uns in den über dem Bunt-Sandstein folgenden Formationen des Röth und des Muschelkalkes erhalten. Es sei gestattet, auf die Lagerung, die organischen Einschlüsse dieser beiden Abtheilungen der Trias und die Vergleichung derselben mit ihren ausseralpinen Aequivalenten näher einzugehen.

I. Trias-Profile aus den Süd-Alpen.

1. Profil im Weissbach bei Bozen.

Der tiefe Einschnitt des Etschthales bietet in seiner ganzen Erstreckung die besten Profile der Trias dar; der bis 6000 Fuss über der Etsch sich erhebende Gebirgsabsturz des Mendola-Gebirges, so unzugänglich er erscheint, erlaubt uns doch an einigen Punkten die Einsicht in seinen geologischen Bau. Besonders der Weissbach und sein Quellbruder der Tiefenbach, welche aus der Dolomit-Wand des Gantkogel entspringen, durchfurchen tief die untere Trias, bis sie durch die Porphyrschluchten bei Hohen-Eppan hinabfallen ins Etschthal.

1. Quarz-Porphyr.

Plateau von Hohen-Eppan.

2. Bunt-Sandstein. 150 m.

Mit Pflanzenresten. Quarz- und Thon-Sandstein, stets reich an Kaliglimmer. Meist intensiv roth gefärbt.

3. Gelber kleinklüftiger Sandstein mit kalkigen und dolomitischen Bänken. 12 m.

4. Untere Röth-Platten. 50 m.

Harte, ebenflächige, dünne Schichten, kalkreich und sandig. Die Schichtflächen mit Wulsten, «Hahnenschwänzchen», unbestimmbaren Bivalven, Pecten sp., Gasteropoden bedeckt. In deren oberem Horizonte :

5. Avicula-Clarai-Bänke. Pleuromya fassaensis, Myophorien etc. 3,5 m.

6. Kalkbänke mit Glaukonit-Körnern. 2 m.

7. Gasteropoden-Oolithbänke. 15 m.

a) Graue feste Kalkschiefer. 0,9 m.

- b) Gasterop.-Oolith-Bank. Sehr harte Kalke, bestehend aus Gasterop.-Brut, welche stark rothgefärbt dem Gestein ein oolithisches Ansehen gibt. 1^m. *Holopella gracilior*.
- c) Harte Kalkmergel. 0,7^m.
- d) Gasterop.-Oolith-Bank, wie b. 0,8^m.
- e) Helle Kalkbänke. 1^m.
- f) Dolomitischer Kalk mit Glimmer. 0,6^m.
- g) Glimmerreiche Röth-Platten mit Wellenfurchen und Wulsten. 7^m.
- h) Gasteropoden-Oolith, wie b. 3^m.

8. Obere Röth-Platten. 50^m.

Mit *Ceratites Cassianus*, *Avicula Venetiana*, kleinen Gasteropoden. *Naticella costata*. Glimmerreiche, rothe Kalk-Sandstein-Schichten, dünn-schichtig, ebenflächig.

9. Myophorien-Bank. 3,2^m.

Sehr harte graue, häufig poröse Kalkbank, Lumachelle, aus lauter Bivalven bestehend. Ungeschichtet, Muscheln mit schwarzer Schaale. Zahlreiche Myophorien, Gervillien. *Pecten discites*, *Natica Gaillardoti* etc. Styolithen. Aus dem sonst flachen Hang senkrecht abgebrochen hervortretend.

10. Röth-Platten. 20^m.

11. Zellenkalk. 6^m. «Breccienartige Rauchwacke».

12. Rother Sandstein. («Campiler Sch.»). 65^m. Mit Mergel- und Thon-Zwischenlagen.

13. Weisser Kalk dicht, mit vielen kleinen Gasterop., *Holopella*, *Chemnitzia*, daneben grosse *Naticella costata* häufig. 3^m.
(? Mendola-Dolomit, Richth.)

14. Rothe und gelbe Sandsteine und Mergel, mit einer rothen Breccie. 5^m.

15. Weisser Kalk, wie N° 13, ohne Versteiner., wohlgeschichtet, dicht und fest, in Bänken von 0,3-1^m. Im Ganzen 10^m.

16. Derselbe dichte weisse Kalk, in Wechsellagerung mit harten rothen Knollenkalken. 55^m. (= Buchensteiner Kalk.)

17. Schlerndolomit. Alpiner Keuper. Die hohe Wand des Gantkogels bildend. Aus Gyroporellen bestehend.

Die Mächtigkeit der hier vertretenen drei Abtheilungen der Trias beträgt also:

I. Bunt Sandstein.	162 ^m .	(N ^o 2-3).
II. Röth	143,7 ^m .	(N ^o 4-10).
III. Muschelkalk . .	144 ^m .	(N ^o 11-16).

2. Profil im Val di Bresimo.

Sind wir vom Etschthal den steilen Fusspfad hinauf zur Höhe des Mendola-Passes gestiegen, so sehen wir uns plötzlich auf einer ausgedehnten Hochebene, dem Nonsberg oder Val di Non. Jenseits erhebt sich das wildzerrissene Dolomit-Gebirge der Cima Tosa bis in die Schneeregion, dahinter schieben sich gegen Nord die flachgewölbten, breiten Rücken des krystallinen Central-Stockes der Hoch-Alpen hervor.

Dort hinüber gehen wir über die Dolomite der oberen Trias, über Jura- und Kreide-Ablagerungen, und über Nummuliten-Kalke, bis wir auf der andern Seite des Val di Non am Ausgang des Val di Sole an die grosse Verwerfung zwischen mesozoischen Formationen und krystallinen Schieferen der azoischen Gruppe gelangen. In den Thalaufbrüchen erscheinen hier noch einmal unter den Dolomit-Massen der oberen Trias: Muschelkalk, Röth und Bunt-Sandstein, aufgelagert wie im Etschthal auf der Quarz-Porphyr-Decke.

Im Val di Bresimo, einem Seitenthale des unteren Val di Sole, finden wir unterhalb des Dorfes Preghena am Thalgehänge gegen den Fluss hin folgenden Aufschluss:

1. Quarz-Porphyr.

2. Bunt-Sandstein. 115^m.

3. Thonreicher, gelber Sandstein, häufig kalkig und dolomitisch. Viel Glimmer. 2,8^m.

4. Untere Röth-Platten. 32^m.

Ebenflächige Kalk-Schiefer, meist sandig, auf den Schichtflächen undeutliche Bivalven.

5. *Avicula Clarai*-Bänke. 4,3^m.

7. Gasteropoden-Oolith-Bänke. 8,5^m.

Holopella gracilior, Chemnitzien etc. Gasterop.-Brut. Abwechselnd mit Mergelbänken.

8. Obere Röth-Platten. 32^m.

9. Graue, harte, oft poröse dolomitische Kalkbänke. Ohne Versteiner. 18^m.

10. Dünnschichtige Kalk-Platten. 20^m.

11. Zellenkalk. 16^m. «Breccienartige Rauchwacke».

12. Rother Sandstein. 6^m.

Mit Mergellagen. («Campiler Sandstein»).

12^a. Schwarze Thon-Sandstein-Schicht. 1,2^m.

13. Rother Sandstein, auch hellbraun, feinkörnig, mit *Voltzia Recubariensis* und andern zahlreichen Pflanzenresten. Dieselben bedecken die Schichtflächen dichtgedrängt, in Kohle umgewandelt. 21^m.

13^a. Dieselben Sandsteine wie N^o 13.

Mit zahlreichen Pflanzenresten, dazwischen einzelne Kalkbänke bestehend aus Trochiten. 12^m.

14. Kleinstückiges Conglomerat. 4,5^m.

14^a. Schwarzblauer Kalk mit Trochiten und zahlreich *Terebratula vulgaris*. 2,3^m.

15. Pflanzen-Sandstein wie N° 13. 10^m.

16. Graue kalkig-sandige Schichten mit Hornstein-knauern. 20^m.

16^a. Rothe, eisenschüssige Kalkbänke, etwas dolomitisch. 5,2^m.

17. Schlerndolomit.

Gyropollen, Chemnitzien etc. Den Monte Avert bildend.

Danach ist hier die Mächtigkeit der unteren Trias :

I. Bunt-Sandstein.	117,8 ^m .	(N° 2-3.)
II. Röth	114,8 ^m .	(N° 4-10.)
III. Muschelkalk .	98,2 ^m .	(N° 11-16.)

3. Profil am Dos dei Morti und bei Prezzo in Judicarien.

Folgen wir nach Süden der grossen Verwerfung zwischen dem krystallinen Central-Gebirge und den mesozoischen Formationen, gehen wir am Ost-Abhänge des gewaltigen Adamello-Stockes durch das tiefeingeschnittene Val Rendena, so hebt sich wiederum in Judicarien von Tione südlich bis zum Lago d'Idro die untere Trias unter den jüngeren Dolomiten hervor, mächtig und gebirgsbildend. Das Val Daone durchbraust der Chiese-Fluss, anfangs in wilden Schluchten des Adamello-Granites; in seinem unteren Laufe aber tritt er in die untere Trias über und legt die schroffen Wände des Bunt-Sandstein, die flachen Wiesen- und waldbedeckten Abhänge des Röth und Muschelkalk auf weite Strecken frei dar dem Auge des Forschers.

Ein kleiner Bach, welcher oberhalb Praso bei Pieve di Buono von den Alpen des Dos dei Morti herabstürzt, entblösst folgende Schichten :

1. Quarzporphyr am Chiese.

2. Bunt-Sandstein. 300^m.

2^a. Rothe Mergel, Thonschiefer und dünn-schichtige Sandsteine. 18^m.

3. Schwarze Kalke, leberbraun verwitternd, dickbankig, dicht und kurzklüftig, abwechselnd mit gelben sandigen Schichten und dolomitischen Bänken (sog. «Röthdolomit»). 23^m.

4. Untere Röth-Platten. 40^m.

Ohne Versteinerungen.

7. Gasteropoden-Oolith-Bänke. 14^m.

Harte Kalkbänke voll Millionen kleiner Gasteropoden, *Holopella gracilior*, *Chemnitzien*, *Pleurotomarien* etc., wechsel-lagernd mit rothen glimmerigen Kalkschiefern voll undeutlicher Bivalven.

8. Obere Röth-Platten. 85^m.

Mehr kalkige als sandige Facies, dünn-schichtig, mit viel Glimmer auf den Schichtflächen. Kalkbänke und dolomitische Schichten zwischenlagernd.

11. Zellenkalk. 25^m. «Breccienartige Rauchwacke».

Flache Gehänge bildend, von Wiesen bedeckt. In den Bachklingen aber hohe steile Abstürze mit Höhlen und Klüften. Ohne jede Schichtung, massig. Innen grau, aussen gelb verwitternd. Zellen, deren Wände aus krystallinem Kalk, deren Inhalt aus Dolomit-Pulver besteht, setzen das ganze Gestein zusammen.

Dieser Horizont lässt sich in bedeutender Mächtigkeit durch ganz Judicarien verfolgen.

12. Trochiten-Kalk.

Gerade gegenüber dem *Dos dei Morti* auf dem rechten Chiese-Ufer finden wir die Fortsetzung dieses Profiles bei Prezzo gut aufgeschlossen:

11. Zellenkalk.

12. Trochitenkalk. 135 m.

Unterste Muschelkalk.

Schwarze, wohlgeschichtete Kalke, mit zahlreichen grossen Trochiten, *Entrochus* cf. *liliiformis*. Diese mächtige Kalkformation, Aequivalent der *Encr. gracilis*- und der Pflanzenschichten von Recoaro, repräsentiren in Judicarien den grössten Theil des unteren Muschelkalkes. Dolomitische, kleinklüftige, harte Kalke sind häufig zwischen den dichten reinen Kalken. Organische Einschlüsse sind, abgesehen von den zahlreichen Trochiten, selten.

13. Brachiopodenkalk. 10 m.

Terebratula vulgaris, gesteinsbildend.

Rhynchonella decurtata.

Spiriferina fragilis.

Spiriferina Mentzelii.

Nautilus sp.

Ammonites Studeri.

Ammonites binodosus.

Ammonites domatus.

Ammonites sp.

Lima costata.

Lima striata.

Avicula sp.

Es ist dieser Brachiopodenkalk eine *Terebratel-Lumachelle*; neben der häufigsten *Ter. vulgaris* kommen die meisten andern der von Recoaro bekannten Versteinerungen vor. Wichtig ist aber, dass bei Prezzo nun neben den Brachiopoden die *Ammoniten* des «Reiflinger Kalkes» liegen, wodurch die Identität dieses Horizontes mit dem Recoaro-Kalk erwiesen ist. Uebrigens ist der Brachiopodenkalk eine ganz constante Zone in Judicarien und den lombardischen Alpen; er schliesst den unteren Muschelkalk ab und unterlagert unmittelbar die Halobien-Schichten.

14. Halobien-Schichten. 45^m.

Prezzo ist durch Benecke als Fundort der *Halobia Lommeli* bekannt geworden. Es sind schwarze dünn-schichtige Kalk- und Thonschieferbänke (nicht «Porphyrtuffe» von denen Mojsisovics fälschlich hier redet, weder von Porphyrtuffen noch von Porphyr ist bei Prezzo im Muschelkalk etwas zu sehen).

Halobia (Daonella) Lommeli, fast gesteinsbildend, bis 80^{mm} lang und 60 hoch.

Ammonites euryomphalus Ben. Leitform für Halobien Sch.

Ammonites Münsteri Wissm.

Ammon. dichotomus Münstr. (= *A. Regoledanus* Mojs.)

Posidonomya Wengensis Wissm.

Pflanzenreste sind häufig in diesen Schichten; zuweilen wachsen sie zu kleinen Kohlenschmitzen an.

Eine Reihe von Cephalopoden erwähnt Mojsisovics aus diesen Halobien-Kalken von Prezzo, auf welche wir später zurückkommen werden.

In Wechsellagerung mit den Halobienkalken liegen die sogenannten

Buchensteiner Kalke.

Es sind dies «Knollenkalke», dichter grauer Kalk, welcher aus lauter grösseren zusammenhängenden Knollen besteht; meist concentrirt sich Hornstein in den Knauern, und zwischen den selben gegen die obere und untere nächste Schicht hin schmiegt sich schwärzliche Thonmasse. Beim Verwittern löst sich dieser eigenthümliche Kalk in horizontal über einander liegende dünne Bänke auf, deren Schichtflächen durch die vorragenden Knauern unregelmässige Buckeln und wellige Knollen tragen.

Der «Buchensteiner Kalk» ist weder in Gröden, noch in Iudicarien, noch in den lombardischen Alpen ein Formationsglied, sondern allein eine Strukturform: Diese Knollenkalke wechsel-lagern und sind so innig mit den Halobien-Kalken verbunden,

dass geognostisch und paläontologisch diese beiden Namen in einer Formation zu vereinigen sind.

Dass ich die Bezeichnung «Halobien-Schichten» für den oberen Muschelkalk beibehalte, hat darin seinen Grund, dass die meisten der von Mojsisovics in so zahlreiche Arten zerlegten Halobien (und Daonellen) diese Abtheilung der Trias charakterisiren. Ob sich Halobien schon im unteren Muschelkalk finden, ist noch zweifelhaft. Und nur wenige Arten dieser Gattung gehen höher in die obere Trias über.

17. Schlerndolomit.

Auf der Kuppe des Monte di Prezzo den Halobienschichten aufgelagert.

Die Mächtigkeit der unteren Trias in Iudicarien ist also folgende :

I. Bunt-Sandstein	318 ^m
II. Röth. ,	139 ^m (N ^o 3-8)
Zellenkalk	25 ^m
III. Muschelkalk.	
a) unterer	145 ^m (N ^o 12 u. 13)
b) oberer	45 ^m (N ^o 14)

Wir sehen, dass die untere Trias in Iudicarien erstens weit mächtiger, zweitens anders ausgebildet ist als im Etschthal an den Abhängen des Mendola-Gebirges. Bei Bozen war der Muschelkalk eine Strandfacies, hier im Val Daone ist er eine Tiefsee-Bildung in seiner unteren Abtheilung, während die Thonschiefer und die Pflanzenreste der Halobienschichten auf ein seichteres Meer hinweisen.

4. Profil am Dosso Alto, Val Trompia.

Das Val Trompia, durchströmt von der Mella, in den lombardischen Alpen, ist eins der wichtigsten Thäler für das Studium der alpinen Trias : dasselbe durchschneidet nach einander

sämmtliche Abtheilungen derselben, zahlreiche Aufschlüsse, reiche Fundstellen für Versteinerungen bietet es dar.

Das beste Profil des Thales liegt an den Quellen der Mella, am Dosso Alto, einer Wettersteinkuppe westlich des Lago d'Idro gelegen. Verlässt man Iudicarien, überschreitet die italienische Grenze an der Ponte di Caffaro und schlägt von Bagolino, dem Hauptort des Val Caffaro, den Weg ein hinauf zum Passo della Maniva, um auf der Südseite dieses Passes ins oberste Val Trompia nach Collio hinabzusteigen, so erreicht man mit wenigen Schritten, vom Passe aus sich östlich wendend, den Westabhang des Dosso Alto. Der Pass liegt auf der grossen Verwerfung zwischen krystallinen Schiefen und mesozoischen Formationen, einer Verwerfung, welche sich von Meran an nach Süd-Süd-West, am Ostfuss der Adamello-Gruppe hin, bis ins Val Trompia verfolgen lässt. Die West-Flanke des Passo della Maniva nimmt Glimmerschiefer ein, die Ostseite aber Röth und Muschelkalk, auf welchem sich die obere Trias, und zwar zunächst Wettersteinkalk des Dosso Alto aufbaut.

7. Gasteropoden-Oolith-Bänke. Mittlerer Röth.

8. Obere Röth-Platten.

Dieselben glimmerreichen ebenflächigen Kalkschiefer, reich an meist undeutlichen Versteinerungen :

Naticella costata Mstr.

Turbo rectecostatus Hau.

Ammoniten sind häufig, aber meist so verdrückt und schlecht erhalten, dass ihre Bestimmung schwierig ist :

cf. *Ceratites Cassianus*.

Avicula Venetiana, häufig.

Sehr wichtig ist nun, dass ich in diesen oberen Röthschichten in zahlreichen Exemplaren fand :

Myophoria costata Zenk.

(= *M. fallax* Seeb.)

In Deutschland findet sich diese *Myophoria* nur im Röth.
Auf einer Röthplatte, auf welcher schöne Exemplare dieser
Myophoria costata zu sehen waren, lagen ausserdem :

Ammoniten sp. ind.
Myophoria ovata Br.
Myoph. *elongata* Wissm.
Gervillia polyodonta Stromb.
Myoconcha cf. *gastrochæna* Dunk.
Myalina vetusta Gldf.

Curioni führt aus diesen Schichten von *Ammoniten* an :

Ceratites Cassianus Qu.
Ammonites dontianus Hau.

9. *Myophorien*-Bank. 3^m.

Wir haben diese Lumachelle schon im Weissbach bei Bozen kennen gelernt. Hier im obersten Val Trompia ist sie wo möglich noch versteinungsreicher als dort. Die Fossilien liegen zu Tausenden mit wohlerhaltener schwarzer Schaale in einem sehr harten, festen, häufig porösen Kalke, welcher überall aus dem Röth-Gehänge in der Umgegend von Collio herauswittert. Ich schlug aus dieser Bank :

Myophoria ovata Br., am häufigsten.
Myoph. *elongata* Wissm.
Myoph. *rotunda* Alb.
Myoph. *lævigata* Alb.
Gervillia mytiloides, selten.
Gerv. *polyodonta*, sehr häufig.
Gerv. n. sp.
Naticella costata.
Natica Gaillardoti.
Natica n. sp.
Pecten discites, sehr häufig.
Pecten cf. *lævigatus*.
Turbo rectecostatus.
Avicula n. sp.

Es bildet diese Bank im obersten Röth einen constanten Horizont in Süd-Tirol und in den lombardischen Alpen.

10. Röth-Platten, wie N° 8. 5^m.

11. Zellenkalk. 32^m.

« Breccienartige Rauchwacke », mit grossen Gyps-Einlagerungen im obersten Val Trompia. Es ist dies die Grenz-Zone zwischen Röth und Muschelkalk.

12. Trochitenkalk. 125^m.

Unterer Muschelkalk. Wohlgeschichteter schwarzgrauer Kalk, hart und dicht, von weissen Kalkspath-Adern durchzogen, unten mächtigere Bänke, gegen oben wulstige, dünngeschichtete « Wellenkalke ». Zahlreiche grosse und kleine Trochiten; sonst ohne Fossilien.

13. Brochiopoden-Bank. 2^m, 8.

Terebratel-Lumachelle, eine *Terebratula vulgaris* an der andern.

Daneben:

Spiriferina fragilis.

Rhynchonella decurtata.

Retzia trigonella.

Lima costata.

Lima lineata.

Gasteropoden.

Also dieselbe Zone wie bei Prezzo, der Brachiopoden-Kalk von Recoaro. Diese Bank schliesst den unteren Muschelkalk ab. Darüber beginnen die Halobien-Schichten; gleich die ersten Bänke über der Terebratel-Lumachelle enthalten die Halobien.

14. Halobien-Schichten. 53^m, 2.

Abwechselnd schwarze Thon- und Mergelreiche dünngeschichtete Kalk- und graue Knollenbänke (« Buchensteiner Kalk »). Ueber der Terebratel-Lumachelle zuerst 1^m, 8 schwarze dünn-schieferige Kalke, dann 3^m, 2 Knollenkalke; darüber wiederum schwarze dünn-schieferige Kalke, dann wieder Knollenkalke, etc.,

etc., so dass beide nicht von einander zu trennen sind. Die Halobien liegen, wie es scheint, nur in den dünnschieferigen Thon-Kalken, oder sind nur in diesen erhalten; die Cephalopoden finden sich sowohl in diesen weichen Schichten, als in den Knollenkalken.

Halobia (*Daonella*) *parthanensis*, fast gesteinsbildend.

Ammonites *Aon Mstr.*

Ammon. euryomphalus Ben.

Ammon. n. sp.

Ammon. sp. ind.

Rhynchonella semiplecta, häufig.

Pecten n. sp.

Lingula tenuissima.

Pflanzenreste, häufig.

15. Tuffe von St. Cassian. 24^m.

Grünlich-bräunliche, leicht zerfallende Tuffe, wie auf der Seisser Alp.

Undeutlich geschichtet, machen sie den Eindruck eines rasch zusammengeschwemmten Materials. Aus diesen weichen Tuffen wittern, gerade wie in der Umgebung von St. Cassian, harte bräunliche Kalkbänke und Knollen heraus, welche vollständig aus Fossilresten bestehen. Auch einzelne Versteinerungen fallen aus den Tuffen. Ammoniten aus der grossen Gruppe der Aonen, zahlreiche Gasteropoden, Cidariten, Pflanzenreste, bevölkern die Cassianer Tuffe der Forcella des Dosso Alto.

Weiter nach Süd-Osten habe ich diese Tuffe in das Val Sabbia verfolgt, wo sie zu enormer Mächtigkeit anschwellen: es sind die Cassianer Schichten des Dosso Alto nur der sich auskeilende Rand der grossen Tuff-Mulde des Val Sabbia. Unmittelbar auf den Cassianer Tuffen ruht:

17. Wettersteinkalk.

Das kalkige Aequivalent des «Schlerndolomit» von Süd-Tirol.

Die Mächtigkeit der unteren Trias im obersten Val Trompia beträgt etwa :

I. Bunt-Sandstein.	400 ^m .
II. Röth	150 ^m .
Zellenkalk	32 ^m .
III. Muschelkalk	
Unterer	127 ^m ,8.
Oberer.	53 ^m ,2.
Cassianer Tuffe	24 ^m .

Sind auch die angeführten Profile nur Durchschnitte der unteren Trias an einigen Punkten eines ausgedehnten Gebietes, so geben sie doch ein treues Bild der Lagerungsverhältnisse dieser Formation in Süd-Tirol und den lombardischen Alpen, da im Wesentlichen die zwischenliegenden Strecken eine analoge Zusammensetzung haben. Betrachten wir demnach die Abtheilungen des Röth und Muschelkalk in den Süd-Alpen, so stellen sich dieselben folgender Maassen dar.

II. Alpiner Röth.

In den Süd-Alpen wurde der Röth zuerst als «Posidonomya-Clarai-Schichten», durch Emmrich, von der Seisser Alpe und deren Umgebung bekannt. Danach beschrieb dieselben Schichten, Schauroth, von Recoaro; Richthofen, aus dem Gebirge von Sanct Cassian und Predazzo; Benecke, aus Val Sugana und von der Mendola, und Gümbel, aus der Pufner-Schlucht und den Bergen bei Trient.

Benecke sah diese «Clarai-Schichten» zuerst als «alpinen Röth» an, und trotz verschiedener anderer Deutungen, welche in jüngerer und jüngster Zeit gemacht wurden, behalte ich diese Bezeichnung bei, weil sie mir aus stratigraphischen und paläontologischen Gründen die passendste zu sein scheint.

Von den nördlichsten Punkten der triasischen Etschmulde, von Meran an bis zu den südlichsten in den lombardischen und venetianischen Alpen, bis ins Val Trompia und bis Recoaro, zeigt der Röth eine grosse Analogie der Fauna sowohl wie der Lagerungsverhältnisse: zwei Stufen, getrennt durch einen constanten Horizont von Gasteropodenbänken, lassen sich überall in diesem weiten Gebiete unterscheiden:

1. *Avicula Clarai*-Schichten zu unterst.
2. Gasteropoden-Oolith-Bänke.
3. *Ceratites Cassianus*-Schichten.

Das Liegende der Röth-Stufen bildet der versteinerungsleere Bunt-Sandstein; das Hangende, die mächtige und leicht zu erkennende Zone der Zellenkalke und Gypse.

1. Zone der *Avicula Clarai*.

Diese unteren Röth-Platten zeigen in den Süd-Alpen äusserlich einen ziemlich gleichbleibenden Charakter: über den obersten versteinerungsleeren Bänken des bunten Sandsteins, welche meist das reine Quarkorn der tieferen Schichten verloren haben und an Thonschiefern, an Mergeln, an Kalkgehalt zunehmen, folgen ohne bestimmte Grenze der petrographischen Beschaffenheit die mehr Kalk- als Sand-haltigen ebenflächigen Schiefer des unteren Röth. Im Pusterthal und in Gröden, das heisst in dem nordöstlichen Theile der Etschmulde, scheint an der Basis der *Clarai*-Zone ein Grenzhorizont von schwarzen Kalken aufzutreten, deren Reichthum an Foraminiferen und Ostracoden zuerst von Gümbel entdeckt wurde. In diesem Grenzhorizont sehen einige Geologen paläozoische Aequivalente, weil ein *Bellerophon* sich in ihm vorfindet, eine Gattung, welche wir bisher nur in paläozoischen Formationen kennen.

Der Thatsache gegenüber, dass diese wenig mächtigen schwarzen Kalke keine selbständige Formation bilden, sondern innig verbunden mit den Röth-Schichten, deren ganzer Reichthum an Versteinerungen uns auf die Trias verweist, von diesen nicht ausgeschieden werden können, stimme ich ganz mit Gümbel in dieser Frage überein, dass « wir in den Bellerophon-Schichten nur ein weiteres Beispiel der Wiederholung einer Vortrias-fauna in Triasschichten zu verzeichnen » haben. Je mehr wir unsern Horizont in der Kenntniss der geologischen Formationen erweitern werden, um so viel mehr Gattungen und selbst Arten werden wir treffen, welche aus älteren Formationen in jüngere fortleben. Das ist die natürliche Consequenz der jetzt auch in der Geologie allgemein anerkannten Thatsache der ununterbrochenen Entwicklungsgeschichte der Schöpfung.

An organischen Einschlüssen sind die Clarai-Schichten reich; indess verhindert der schlechte Erhaltungszustand häufig die Bestimmung der Formen. Besonders undeutliche Bivalven bedecken oft zu Tausenden die Schichtflächen, ohne dass ihre Natur erkannt werden könnte.

Am häufigsten und charakteristisch für diese Schichten ist:

Avicula Clarai Emr. sp.

Vollkommen erhaltene Exemplare liessen mich erkennen, dass die ursprünglich von Emmrich zur Gattung *Posidonomya* gestellte Art eine *Avicula* ist: ein vorderes und ein hinteres von der Schaalenfläche durch flache Furchen abgetrenntes Ohr, ein Byssus-Ausschnitt unter dem vorderen Ohr der rechten Klappe, zwingen zu dieser Annahme, denn *Posidonomya* hat keine abgetrennten Ohren, die Gattung *Monotis* aber, deren einzige Art *Monotis salinaria* ist, besitzt nur ein hinteres Ohr.

Pleuromya Fassaensis Wissm. sp.

Während die *Av. Clarai* sich nur unter den Holopellen-Bänken findet, gehen diese und die folgenden Arten in die

oberen Röth-Platten über. Doch liegt sie nirgends massenhafter als in den Clarai-Schichten.

Vorkommen: Abhang des Mendola-Gebirges gegen das Etschthal, vom Ultenthal im Norden an bis Tramin. An der Seisser Alp, Umgegend von Neumarkt und Trient, etc. Iudicarien, Val Trompia, Recoaro und andere Orte.

Myophoria lævigata Alb.

Myophoria ovata Br.

Myophorien sind sehr häufig in den Clarai-Schichten; aber sie bleiben klein und ist daher ihre Form und ihr Charakter noch nicht so scharf ausgeprägt als in den höheren Schichten.

Abhang des Mendola-Gebirges.

Val Trompia u. a. O.

Gervillia costata Schlth. sp.

Ein kleines Exemplar dieser Art fand ich im Tiefenthal bei Hohen-Eppan mit *Avicula Clarai* zusammen. Das Maximum ihrer Entwicklung erreicht sie erst im unteren Muschelkalk.

Holopella gracilior Schaur. sp.

Diese zierliche schlanke Schnecke kommt mit zahlreichen andern kleinen Gasteropoden schon unter den «Gasteropoden-Oolith-Bänken» häufig vor.

Benecke führte aus diesem unteren Horizont des Röth von der Mendola noch an:

Myalina vetusta Gldf.

Myoconcha Thielai Strob. sp.

Natica Gaillardoti Lefr.

Gümbel erwähnt im «Schlern- und Mendola-Gebirge», p. 34, einer fossilreichen Bank im untersten Röth, in welcher *Myoph. costata* vorkommt. Es ist dies im Trudenthal bei Neumarkt an der Gschon-Brücke. Trotz der Verwerfungen im Trudenthal schien mir diese Schicht dem obersten Röth und zwar der Myophorien-Bank anzugehören.

2. Gasteropoden-Oolith-Bänke.

Das Gestein gleicht ausserordentlich einem Eisenrogenstein, da die mit einer feinen Eisenoxyd-Haut überzogenen und mit demselben Stoff imprägnirten kleinen Gasteropoden wie Eisenoolith-Körnchen aussehen. Zu Millionen bevölkern diese kleinen Gasteropoden das Gestein. Ist der Kalkstein frisch, so sieht man gar nicht, dass er aus Gasteropoden besteht; er ist dann gleichmässig roth, dicht, hart und splitterig brechend. Erst durch Verwitterung werden alle die Schneckchen sichtbar, gerade wie bei einem Rogenstein: die Zwischenmasse wird zuerst entfärbt, dann theilweise fortgeführt, wodurch erst die Oolith-Structur hervortritt. Schliesslich wittern die Gasteropoden vollkommen heraus.

Selten sind die Gasteropoden-Bänke graugefärbt; solche hellen Schichten finden sich z. B. zwischen den rothen oberhalb Praso, am Ost-Abhang des Dos dei Morti; in diesem hellgrauen ganz dichten krystallinen Gestein ist keine Spur der Gasteropoden zu entdecken, erst auf den Verwitterungsflächen stecken unzählige kleine Schneckchen ihre Köpfe heraus, zum Beweis, dass sie den wesentlichen Inhalt dieser Bänke bilden.

Wie wir in den angeführten Profilen gesehen haben, ist es nicht eine, sondern mehrere, oft fünf oder sechs solcher rothen Gasteropoden-Oolith-Schichten übereinander, welche diesen Horizont in dem mittleren Röth zusammensetzen. Zwischen den Brut-Bänken sind fossilfreie Kalke und Mergel eingeschaltet. Benecke entdeckte diese Gasteropoden-Oolithe zuerst am Monte Zacon im Val Sugana. In der That ist es ein durch ganz Süd-Tirol und die lombardischen Alpen verbreiteter constanter Horizont, welcher sehr wohl geeignet erscheint, den Röth in zwei Stufen zu trennen, eine Trennung, die um so

wichtiger ist, als der obere Röth die ersten Cephalopoden der Trias enthält, während diese in den Clarai-Schichten bisher fehlen.

Im Gasteropoden-Oolith ist am häufigsten :

Holopella gracilior. Schaur. sp.

Sandberger hat den Gebrauch eingeführt, diese kleine charakterlose Schnecke nicht zur Gattung *Chemnitzia*, sondern zu *Holopella* zu stellen; er erwähnt dieselbe aus der *Dentalium*-Bank des Wellenkalkes bei Würzburg und vergleicht daher den Gasteropoden-Oolith Benecke's mit jener Würzburger Special-Bank, obwohl doch diese *Holopella gracilior* in den Süd-Alpen von den Clarai-Schichten durch den ganzen Röth und den unteren Muschelkalk bis in den Brachiopodenkalk von Recoaro hindurchgeht (siehe Schaur. Krit. Verz., p. 340). Gegen solche Versuche, ein Bänkchen von Würzburg bis in die lombardischen Alpen als Horizont hindurchzuziehen, opponiren die Wiener Geologen mit Recht.

Pleurotomaria triadica Ben.

Sehr häufig in dem Gasterop.-Oolith. Ich erhielt sie auch durch Herrn Loss in Cles von Primiero.

Pleurotomaria extracta Berger.

Von Benecke zuerst aus Val Sugana beschrieben, fand ich sie auch in der Pufler-Schlucht und am Gant-Kogel des Mendola-Gebirges wieder. Da sie in Thüringen im oberen Wellenkalk, in Oberschlesien im Himmelwitzer-Dolomit, oberstem Wellenkalk, liegt, so könnte man den Gasterop.-Oolith nach dieser einen Art mit demselben Rechte für oberen Wellenkalk erklären, als Sandberger ihn nach *Holop. gracilior* für seine *Dentalium*bank in Anspruch nimmt.

Turritella costifera Schaur. sp.

Pufler-Schlucht, Primiero, Val Sugana.

Natica gregaria Schlth.

Solche kleine Formen, wie sie Benecke, Muschelk., Taf. I, Fig. 9, abbildet, sind häufig in dem Gasterop.-Oolith.

Naticella costata fehlt meiner Erfahrung nach sowohl in den Clarai-Schichten als in dem Gasterop.-Oolith; sie charakterisirt die höheren Röthbänke des *Ceratites Cassianus* und den unteren Muschelkalk.

Alle die aufgeführten Gasteropoden werden in diesen Oolithen nicht grösser als 10^{mm}. Trotzdem wittern sie meist in vollkommener Erhaltung mit Schaale, Mundsaum und deutlicher Skulptur heraus.

Den Gasteropoden-Oolith nehme ich nur als einen Horizont des Röth für die Süd-Alpen in Anspruch, versuche aber nicht denselben über seine lokale Bedeutung zu erheben und ihn zu einem kosmopolitischen zu machen.

3. Zone des *Ceratites Cassianus*.

Man könnte den oberen Röth auch nach der hier am häufigsten auftretenden Versteinerung «Schichten der *Naticella costata*» nennen. Aber einerseits geht die *Nat. costata* über den Zellenkalk hinaus in den unteren Muschelkalk über, andererseits ist es passend, gleich durch den Namen auf das erste Erscheinen der Ammoniten hinzuweisen; überdies ist es weit gebräuchlicher, Zonen nach Ammoniten als nach andern Fossilien zu bezeichnen.

Diese oberen Röth-Platten sind in den Süd-Alpen, mit Ausnahme der Myophorien-Bank, in der Regel nicht so reich an Versteinerungen als die Clarai-Schichten.

Ceratites Cassianus Quenst.

Ammoniten sind in diesen Schichten selten, und meist nicht gut erhalten. Trotzdem ist der *Ceratites Cassianus* schon von manchen Punkten der Süd-Alpen bekannt und stets diesem Horizonte eigenthümlich. Ich fand ihn im Tiefenthal bei Hohen-Eppan am Mendola-Gebirge. Gümbel erwähnt ihn aus dem Trudenthal bei Neumarkt. Im Val Trompia sind verdrückte Ammoniten, welche ich bei Collio mit *Gervillien*, *Myophoria costata*, u. a. Bivalven fand, wahrscheinlich hierher zu rechnen, da Curioni in seiner Sammlung zu Mailand einige wohlerhaltene Exemplare des *Ceratites Cassianus* aus diesen Schichten von Collio durch Signor G. Bruni erhielt.

Naticella costata Mstr.

Ist sehr häufig in den oberen Röthplatten. Sie ist noch nicht so gross als in dem unteren Muschelkalk.

Am Mendola-Gebirge. Seisser Alp. Pass Croce Domini. Val Caffaro. Collio, Val Trompia, etc.

Turbo rectecostatus Han.

Dieser wohl charakterisirte *Turbo* ist mir bisher nur aus der Zone des *Cerat. Cassianus* bekannt, und kann als Leitform für diese Schichten gelten.

Er ist allerorts in den Süd-Alpen nicht selten.

Avicula Venetiana Han.

Es scheint diese Art im unteren Röth noch zu fehlen und erst über dem Gasteropoden-Oolith aufzutreten. Ich sammelte sie in diesem Horizonte an der Seisser Alpe, im Trudenthal bei Neumarkt, im Prisianer Bach bei Tisens, im Weissbach und Tiefenthal, an der Mendel; Castello bei Condino in Judicarien; bei Collio im Val Trompia häufig; Recoaro im Venetianischen.

Myophoria costata Zenk.
(= *M. fallax* Seeb.)

Zwölf bis vierzehn radiale Rippen auf der Schaalenseite. Das Analfeld fällt ziemlich steil von der hinteren Kante ab, ist breit, glatt, in der Mitte verläuft vom Wirbel zum Rande eine deutliche Rinne.

In Deutschland ist diese Art bisher nur aus dem Röth bekannt, in Thüringen und Oberschlesien.

Zahlreiche Exemplare fand ich in den Cerat. Cassianus-Schichten von Collio; auf einer Platte lagen deren acht Stück, zugleich mit:

Ammonites sp. ind.
Myophoria ovata.
Myoph. elongata.
Gervillia mytiloides.
Myoconcha gastrochæna.
Myalina vetusta.

Gümbel erwähnt die *Myoph.* costata aus dem Trudenthal bei Neumarkt; Moysisovics aus den gleichen Schichten von Vörösberény im Bakony-Wald.

Curioni gibt in seiner Arbeit «Sulla Val Trompia», Milano, 1870, noch aus dem Röth von Collio an:

Ammonites Cassianus Qu.
Ammon. Dontianus Hau.
Tellina canalensis Cat.
Pecten Fuchsii Hau.
Myophoria orbicularis Gld. (?)
Gervillia socialis Schlth. (?)
Terebratula venetiana Hau.
Pecten Margaritæ Hau. (?)

Die Myophorien-Bank in den Cerat. Cassianus-Schichten.

Wie aus den Profilen hervorgeht, befindet sich im oberen Röth eine Bivalven-Lumachelle, welche grösstentheils aus Myophorien besteht, und sich verfolgen lässt vom Mendola-

Gebirge durch Judicarien bis in die lombardischen Alpen ins Val Trompia.

Ausser den angegebenen Punkten im Weissbach bei Hohen-Eppan und am Dosso Alto bei Collio, habe ich diese Schichten noch ausgebeutet auf der Grenze zwischen Judicarien und Val Cammonica, hoch oben am Monte Madrene, nahe der Cima Bruffione, an der Malga Bruffione und in einem Seitenthal des obersten Val Caffaro. An all diesen Punkten sammelte ich folgende Versteinerungen :

Myophoria ovata Br., am häufigsten, gesteinsbildend.

Myoph. elongata Wissm., häufig.

Myoph. lævigata Alb., häufig.

Myophoria rotunda Alb., selten.

Gervillia mytiloides Schlth., selten.

Gerv. polyodonta Stromb., sehr häufig.

Gerv. n. sp.

Gerv. n. sp.

Naticella costata Mstr., häufig.

Natica Gaillardoti Lefr., häufig.

Natica n. sp.

Pecten discites Br., sehr häufig.

Pecten cf. lævigatus Schl., selten.

Turbo rectecostatus Hau., selten.

Avicula n. sp., selten.

Von diesen Versteinerungen finden sich sämtliche Arten, welche in Deutschland vorkommen, daselbst im Wellenkalk und zwar grösstentheils im Schaumkalk. Wenn ich trotzdem diese Bank sowohl als den ganzen dazu gehörigen Schichtencomplex der Clarai- und Cassianus-Schichten nicht dem Wellenkalk Deutschlands, sondern dem Röth parallelisire, so geschieht dies aus folgenden Gründen: die Versteinerungen des ausseralpinen Röth sind von den Arten des ausseralpinen Wellenkalkes nicht so verschieden, dass eine Trennung dieser beiden

Stufen aus paläontologischen Ursachen gerechtfertigt erscheint; vielmehr geschah diese Trennung aus praktischen Gründen: man brauchte einen Grenzhorizont zwischen Bunt-Sandstein und Muschelkalk und fand denselben in diesen Schichten, welche sich petrographisch einerseits durch grösseren Kalkgehalt von dem Bunt-Sandstein, andererseits durch reichlichen Sand und Thon von dem Wellenkalk unterscheiden. Wo daher, wie im südwestlichen Deutschland, im Elsass, in Lothringen, im Saarbrückschen und in Luxemburg, der untere Muschelkalk (= Wellenkalk) als eine Sandstein-Facies entwickelt ist, da kann ein « Röth » als Grenz-Horizont zwischen Bunt-Sandstein und Muschelkalk kaum noch festgehalten werden, weil der « Röth » Norddeutschlands wesentlich auf petrographischen Merkmalen beruht.

In den Süd-Alpen ist die Fauna der Trochitenkalke und Brachiopodenbänke zwischen dem Zellenkalk-Horizont und den Holobien-Schichten durchaus diejenige des ausseralpinen unteren Muschelkalkes; es schwillt dieses System in Judicarien und in den lombardischen Alpen zu einer Mächtigkeit von fünf bis sechs hundert Fuss an. Es kann also nur die Frage entstehen: Sollen die Clarai- und C. Cassianus-Schichten noch ausser jenem System zum unteren Muschelkalk gerechnet werden oder zum Bunt-Sandstein, oder endlich soll eine Zwischenstufe, ein Grenz-Horizont zwischen Bunt-Sandstein und Muschelkalk mit diesem System ausgeschieden werden?

Ich glaube, der letztere ist der richtigste Ausweg; wir thun dem Wort « Röth » keinen Zwang an, wenn wir diese Zwischenstufe mit diesem Namen belegen: denn in Deutschland ist der Röth auch nichts weiter als ein durch die Praxis gebotener Grenzhorizont. Paläontologisch steht dieser Annahme kein Hinderniss entgegen; im Gegentheil, eine Art, welche den ausseralpinen Röth charakterisirt, die *Myophoria costata*, hat sich in den Süd-Alpen bisher nur in den Ceratites Cassianus-Schichten vorgefunden.

Gümbel nannte eine dolomitische Kalkbank in den untersten Clarai-Schichten «Röthdolomit» und beginnt über demselben schon den Muschelkalk. Man kann diesen «Röthdolomit» kaum an den vier Punkten wiederfinden, wo er ihn angibt, wie viel weniger an andern Orten eines so weiten Areals, als dasjenige der Trias in den Süd-Alpen. Besonders für eine kartographische Darstellung ist eine so drastische Grenze, wie der Zellenkalk darbietet, zwischen Bunt-Sandstein, resp. Röth und Muschelkalk weit praktischer.

4. Zone der Zellenkalke und Gypse.

Der «Zellenkalk» ist eine Breccie, deren eckige Einschlüsse aus sogenannter «Dolomit-Asche», pulverigem Dolomit, und deren Cement aus krystallinem Kalk besteht. Vor Alters nannte man daher diese Gesteinsstructure «breccienartige Rauchwacke» (Freiesleben). Auch «Zellendolomit» ist eine Bezeichnung, italienisch «Dolomia cavernosa», so benannt, weil das Gestein durch Verwitterung ein zelliges, grossluckiges Ansehen gewinnt, indem die «Dolomit-Asche» herausfällt und der Cement als feste Zellwände allein zurückbleibt.

Obwohl dieses Gestein in den verschiedensten Formationen auftritt, kann es doch nicht nur das Verwitterungsprodukt irgend eines beliebigen Kalksteins sein, wie Neminar kürzlich nachzuweisen gesucht hat. Allerdings hat er bewiesen, dass die Zellenkalke aus Kalkstein, nicht aus Dolomit entstanden sind, und daher der Name «Zellenkalk» besser gewählt ist als «Zellendolomit». Aber da der Zellenkalk einen Horizont bilden kann, wie in den Nord-Alpen im Bereiche der Raibler Schichten und in den Süd-Alpen zwischen Röth und Muschelkalk, so kann nicht die Verwitterung durch die Atmosphärien die Ursache einer Zellenkalk-Bildung sein, vielmehr muss eine

allgemeine, horizontal weit verbreitete und an verschiedenen Punkten gleichzeitige Erscheinung die Ursache der Entstehung von Zellenkalk gewesen sein.

Nicht aus jedem Kalk, sondern nur aus einer Kalkbreccie kann Zellenkalk entstehen. Die Kraft, welche den Kalkstein zerstückelte, so dass eine Kalkbreccie und schliesslich durch Versinterung ein Zellenkalk wurde, suche ich in dem Druck, welchen die Anhydrit-Massen bei ihrer Umwandlung in Gyps auf die umgebenden Kalksteine ausübten: die Zellenkalke sind stets begleitet von Gypsen und Anhydriten. Da diese einen durchgehenden Horizont darstellen, so können auch die Zellenkalke einen Horizont bilden.

In der That, überall in den Süd-Alpen, wo man in der unteren Trias auf Zellenkalk stösst, ist man sicher, erstens sich auf der Grenze zwischen Röth und Muschelkalk zu befinden, und zweitens sicher, auch Gyps anzutreffen.

Im Prisianer Bach, bei Tisens, südwestlich Meran, ist der Zellenkalk-Horizont zwischen Röth und Muschelkalk etwa 12^m mächtig; am Abhange des Mendola-Gebirges, im Weissbach und Tiefenthal, ist er leicht zu finden, aber nicht in seiner ganzen Mächtigkeit aufgeschlossen; ebenso im Trudenthal, bei Neumarkt.

In Iudicarien und im Val di Non schwillt er zu einem mächtigen Systeme an: die Gypse von Proveis, ganz im Norden des Val di Non, auf der Grenze gegen das Ultenthal, liegen in diesem Zellenkalk. Im Val di Bresimo ist dieser Horizont, wie wir oben gesehen haben, etwa 16^m mächtig. Im Val Daone, 25-30^m; ebenso im Val Caffaro, am Passe Croce domini und im unteren Val Cammonica. In den umgebenden Gebirgen des Val Trompia, bei Collio, am Dosso Alto, am Monte Ario, etc., überall tritt uns dieser Zellenkalk-Horizont mit seltener Constanz entgegen, und gibt uns ein unfehlbares Mittel an die Hand, die untere Grenze des alpinen Muschelkalkes zu bestimmen.

III. Alpiner Muschelkalk.

5. Unterer Muschelkalk.

a) Trochitenkalk.

Bei Besprechung des südalpinen Muschelkalk müssen wir zwei verschiedene Facies der Entwicklung unterscheiden: im Norden der Trias-Mulde des Etschthales, bei Meran, am Mendola-Gebirge, an der Seisser Alp und in der Umgebung von Sanct-Cassian, setzte das Muschelkalk-See eine der Hauptsache nach aus Sandsteinen bestehende Facies ab; in Judicarien dagegen, in den lombardischen und venetianischen Alpen, entstand gleichzeitig mit jener Sandstein-Facies eine Kalkformation von meist grosser Mächtigkeit. Dass beide verschiedene Facies zu gleicher Zeit abgelagert wurden, das beweisen einerseits die gleiche Fauna und Flora dieser beiden Schichten-complexe; andererseits die gleichen Grenzhorizonte: zwischen dem Zellenkalk und dem Schlerndolomit, resp. den Cassianer Tuffen, spielt sich der alpine Muschelkalk der Süd-Alpen ab. Leitformen, wie *Terebratula vulgaris*, *Naticella costata*, *Voltzia Recubariensis* des unteren Muschelkalkes, sowie die Halobien und die globosen Ammoniten des oberen, vereinigen die getrennten Facies des nördlichen und südlichen Gebietes. Es sind die beiden Ausbildungen des Muschelkalkes also nur äusserlich verschieden, nur durch äussere lokale Umstände bedingt: die Sandsteinfacies des Nordens ist eine Uferbildung, die Kalfacies des Südens eine pelagische Ablagerung. Daraus erklären sich sowohl die verschiedene petrographische Beschaffenheit, als die wenigstens theilweise verschiedene Fauna dieser gleichzeitig in beiden Gebieten abgesetzten Formation.

Die pelagische Facies des unteren Muschelkalk haben wir in den Profilen vom Val Daone und vom Dosso Alto kennen gelernt. Dort beginnt derselbe über dem Zellenkalk-Horizont mit Trochitenkalken.

Diese Abtheilung wird in Iudicarien und in den lombardischen Alpen fünfhundert Fuss mächtig, und besteht durchgehend aus wohlgeschichteten schwarzen Kalkbänken, welche zuweilen dolomitisch, wie so häufig auch in andern Kalkformationen, werden. An organischen Einschlüssen findet man selten etwas anderes als Trochiten; von diesen sind alle Grössen vertreten, sowohl die kleinen, welche man zu *Encrinus gracilis*, als die grossen, welche man zu *Encrinus liliiformis* rechnen könnte. In der Umgebung der Cima del Frate, im Val Bona, und der Cima Bruffione, im Val Averta und Val Cleoba, 4000' über dem Val Daone, an der Grenze zum Adamello-Granit-Stock, ist der Trochitenkalk von bedeutender Mächtigkeit bis 600'; er schliesst daselbst häufig Gyps- und Anhydrit-lager ein.

Bei Recoaro ist der Trochitenkalk weniger mächtig ausgebildet, er enthält aber dort um so mehr organische Reste. Schauroth beschrieb eine grosse Anzahl Versteinerungen aus diesem Horizont von Recoaro; danach Benecke, welcher diese Zone des unteren Muschelkalks, nach dem häufigsten Fossil, *Encrinus gracilis*-Schichten benannte. Ueber dieser Kalkzone des *Encr. gracilis* unterschied Benecke eine Reihe von bunten mergeligen und sandigen Schichten, reich an Pflanzen, unter denen *Voltzia Recubariensis* am reichsten vertreten ist.

Es bilden diese Sandsteine mit Voltzien von Recoaro den Uebergang zu der brakischen Facies des unteren Muschelkalkes im Norden und Osten der Etsch-Mulde. Denn diese Voltzien-Schichten von Recoaro scheinen nur der am weitesten nach Süden vorgeschobene Ausläufer jener brakischen Facies des Val Sugana, der Seisser Alp, des Mendola-Gebirges und des Val di Non zu sein. In der That überlagern den Zellenkalk-

Horizont im Val di Non, bei Preghena, Sandsteine voll von Pflanzenresten, unter denen *Voltzia Recubariensis* die erste Stelle einnimmt; es sind dies die Schichten N° 13, im oben beschriebenen Profil des Val di Bresimo. Höher schalten sich Kalkbänke, bestehend aus Trochiten, zwischen die Sandsteine ein, und weiter hinauf stellen sich Terebratel-Bänke ein, welche dem Brachiopodenkalk von Recoaro zu parallelisieren sind. Die letzten 25^m mächtigen grauen kalkig-sandigen Schichten mit Hornsteinknauern N° 16, sind als Aequivalente des oberen Muschelkalkes (Halobien-Schichten) anzusehen; drüber steigt die steile Wand des Schlerndolomit am Monte Avert auf.

Am Abhang des Mendola-Gebirges, gegen das Etschthal, begrenzt der Zellenkalk-Horizont ebenso scharf den Röth wie im Val di Non und in Iudicarien: über dem Zellenkalk beginnt der Muschelkalk. Zunächst ist es ein rother Sandstein, welchen man beim Abstieg von der Mendola, im Tiefenthal und Weissbach, im Prisianer Bach bei Tisens überschreitet. Richthofen nannte diesen Sandstein, in der Umgegend der Seisser Alp, «Campiler-Schichten». Er enthält keine Versteinerungen. Aber da er den Zellenkalk überlagert, da er dieselbe Ausbildung wie der Preghena-Sandstein mit *Voltzia Recubariensis* hat, und in nahem Zusammenhange mit diesem steht, kann man ihn nur für das Aequivalent des Trochitenkalkes von Iudicarien, der *Encrinus gracilis*-Schichten von Recoaro halten. Die «weissen Kalke» über diesem Sandstein, wechsellagernd mit sandigen und mergeligen Schichten, repräsentiren den «Mendola-Dolomit» Richthofens, welcher in Gröden die *Gyroporella pauciforata* enthält. *Naticella costata*, in grossen schönen Individuen, *Holopella gracilior*, Chemnitzien und andere Gasteropoden dieser «weissen Kalke» kennzeichnen diese noch als Muschelkalk. Die Knollenkalke N° 16 des Weissbach-Profiles wären schliesslich die Stellvertreter der Buchensteiner Kalke (Halo-

bien-Sch.) von Gröden. Darüber steht der schroffe Absturz des Schlerndolomites.

Von grosser Wichtigkeit ist der

b) **Brachiopoden-Kalk.**

welcher in Iudicarien, den lombardischen Alpen, und bei Recoaro den unteren Muschelkalk scharf gegen die Halobien-Schichten abgrenzt. Bei Prezzo in Iudicarien, am Dosso Alto des Val Trompia, haben wir diese fossilreichen Bänke kennen gelernt; von Recoaro sind sie bekannt.

Aus Iudicarien habe ich nur noch eine andere Lokalität zu erwähnen, wo ich den Brachiopodenkalk antraf: im obersten Val di Manetsch nordöstlich Tione. Die Lumachelle bestand gröstentheils aus *Terebratula vulgaris*, daneben *Terebratula angusta* und *Pecten* sp.

Aus Val Trompia machte schon Escher von der Linth eine reiche Fundstelle für Muschelkalk-Brachiopoden bekannt: ein kleiner Bach, welcher vom Dorfe Cesovo herab, nahe oberhalb Marcheno, in die Mella mündet, durchschneidet: Wettersteinkalk, Halobienschichten und Buchensteinerkalk, und deckt schliesslich, unten an der Strassenbrücke im Thale, noch den Brachiopodenkalk des unteren Muschelkalkes auf. In diesem sammelte Escher:

Spirifer fragilis Buch.
Encrinus liliiformis Schl.
Terebratula Mentzelii Buch.
Terebratula vulgaris Schl.
Terebratula trigonella Schl.
Pecten lævigatus Schl.
Lima striata Schl.

Benecke fand an derselben Stelle ausserdem:

Rhynchonella decurtata Gir. sp.

Aus der gleichen Bank schlug ich an der Ponte di Cesovo :

Terebratula vulgaris Schl.
Rhynch. decurtata Gir. sp.
Spiriferina fragilis Buch.
Spiriferina hirsuta Alb.
Retzia trigonella Schlth. sp.
Chætetes Recubariensis Schaur.
Encrinus cf. *liliiformis* Schlth.

Aus diesen Funden, sowie aus den in den Profilen von Prezzo und der Forcella del Dosso Alto citirten, geht hervor, dass wir es hier mit dem gleichen Brachiopodenkalk, wie bei Recoaro und bei Reutte in Vorarlberg zu thun haben.

Wichtig ist das Vorkommen von Cephalopoden im Brachiopodenkalk von Prezzo; wie wir oben angeführt, entdeckte ich dort zusammen mit *Terebr. vulgaris*, *Spiriferina fragilis*, *Rhynchonella decurtata* und andern Fossilien :

Ammonites Studeri Hau.
Ammonites binodosus Hau.
Ammonites domatus Hau.

(Nach Beyrich = *A. dontianus* Hau.)

Es wird dadurch die gleichzeitige Ablagerung der Brachiopodenkalke von Recoaro und der «Zone des *Arcestes Studeri*» Mojs. bewiesen.

Vergleichen wir die Fauna des Brachiopodenkalkes mit derjenigen des ausseralpinen Muschelkalkes, so verweisen uns fast sämtliche Versteinerungen des südalpinen Brachiopodenkalkes auf den oberen Wellenkalk Deutschlands, speciell auf den Schaumkalk : *Spiriferina fragilis*, *Spir. hirsuta*, *Spirif. Mentzelii*, *Terebratula angusta* liegen in Oberschlesien, Thüringen und bei Würzburg ausschliesslich im oberen Wellenkalk; *Retzia trigonella* findet sich in Oberschlesien im Wellenkalk, in Würzburg und in Thüringen im unteren Trochitenkalk.

Noch bedeutender für die Parallelisirung dieser Schichten

sind die Cephalopoden, weil diese nach unsern bisherigen Erfahrungen gleichartige Horizonte weit schärfer charakterisiren als alle andern Fossilien: *Ammonites binodosus* Hau (= *antedens* Beyr.), welcher im Brachiopodenhorizont der Alpen so häufig ist, kommt in Rüdersdorf bei Berlin und in Thüringen im Schaumkalk vor. Desgleichen ist *Ammonites Ottonis*, welchen Loretz bei Prags im Pusterthale mit *Terebratula angusta*, *Spiriferina*, *Lima lineata* auffand, und welchem einer der häufigsten Ammoniten des Brachiopodenhorizontes, nämlich *Ammonites balaticus* Mojs., sehr nahe steht, bis jetzt nur aus dem Schaumkalk von Rüdersdorf und Oberschlesien bekannt.

Die Fauna des Brachiopodenkalkes der Süd-Alpen rechtfertigt also vollständig meine Annahme, dass der «Recoarokalk» und die «Zone des *Arcestes Studeri*» dem deutschen oberen Wellenkalk zu parallelisiren seien.

Mit den überlagernden Schichten beginnen wir demnach den oberen Muschelkalk.

6. Halobien - Schichten.

Wir haben bereits oben aus den Profilen ersehen, dass die schiefrigen schwarzen Kalke voller Halobien, und die Knollenkalke, welche Richthofen in Gröden und Umgegend als die «Buchensteinerkalke» auszeichnete, als ein festgefügtes Ganze aufgefasst werden müssen.

Diesem Schichtensysteme, welches über dem Brachiopodenkalk beginnt, und unter dem Schlerndolomit (= Wettersteinkalk), resp. unter den Cassianertuffen abschliesst, sind die eigenthümlichen Halobien und Daonellen eigen. Im unteren Muschelkalk ist mit Sicherheit noch keine Halobie nachgewiesen; in die obere Trias dagegen gehen einige Halobienarten über. Doch die Hauptlagerstätte dieser charakteristischen Gattung bleiben die Schichten des oberen Muschelkalkes.

Halobia Lommeli Wissm. ist Leitform dieser Schichten.

Halobia parthanensis Sch., sehr verbreitet in den Nord-Alpen von Nieder-Oestreich bis Vorarlberg in den untersten Partnach-Schichten (= Halob. Sch.), fand ich zahlreich am Dosso Alto im obersten Val Trömpia.

Halobia elongata Mojs. bedeckt ganze Schichtflächen in den unteren Halobien-Schichten der Pufler-Schlucht.

Rhynchonella semiplecta Mstr.

Es ist um so wichtiger, dass ich sechs Exemplare dieser gut charakterisirten Rhynchonelle in den Halobien-Schichten der Forcella del Dosso Alto auffand, als der Horizont dieser Art bisher unbekannt war. Diese Semipleecten vom Dosso Alto haben den Habitus der Abbildung Taf. 14, Fig. 1, bei Laube, St. Cassian, II. Abth.: auf den beiden Flügeln nur schwach angedeutete Falten; im Sinus drei scharf dreieckige Falten; Wirbel wenig hervorstehend; Anwachswellen angedeutet.

Das grösste Exemplar ist 16^{mm} lang und 12^{mm} hoch, 7^{mm} dick.

Eine grosse Anzahl von Cephalopoden bevölkern die Halobien-Schichten.

Ammonites (Arcestes) Tridentinus Mojs.

Es ist dieser grosse globose Ammonit für die Halobien-Schichten fast eine Leitform; meistens liegt er in den Knollenkalken oder «Buchensteiner Kalk», den mit den thonreichen schwarzen Schieferen wechsellagernden harten Kalken. Bei Marcheno im Val Trompia ist er am häufigsten, von dort brachte ich ein Dutzend Exemplare mit. Mojsisovics kennt ihn ausserdem aus den Halobien-Schichten von Prezzo, in Judicarien, und aus dem gleichen Horizonte der Solschedia in Gröden. Im Hallstätter Kalk der Nord-Alpen und zwar speziell im «Pötschenkalk» = Buchensteiner-Kalk von Aussee, ist er häufig gefunden.

Ammonites (Arcestes) Mojsisovicsi Hau.

Eine Varietät des vorigen mit Wellenrippung der Schaale zwischen den Varices. Er ist bei Marcheno ebenso häufig als Amm. Tridentinus. Hauer beschrieb ihn zuerst aus dem Hallstätter Kalk des Salzkammergütes.

Es sind diese beiden Globosi die reiferen Entwicklungsstadien der kleinen globosen Ammoniten des Brachiopodenkalkes (A. domatus).

Ammonites euryomphalus Ben.

Benecke beschrieb diesen Ammoniten zuerst von Prezzo aus den Halobien-Schichten. Ich fand ihn in mehreren Exemplaren in der Forcella del Dosso Alto im obersten Val Trompia, zugleich mit andern verdrückten Ammoniten in dem gleichen Horizonte. Mojsisovics beschreibt ihn unter einem neuen Namen von Gröden.

Es ist bemerkenswerth, dass dieser wohl charakterisirte Ammonit keine Verwandten in den Cassianer Sch. und Wettersteinkalken zu haben scheint, während die globosen Ammoniten und besonders die Aonen in nahe stehenden Formen in die obere Trias übergehen.

Ammonites Aon. Mstr.

Mojsisovics hat die Aonen neuerdings in eine ganze Reihe neuer Arten zerlegt, über deren Werth man in Zweifel sein kann. Laube liess dieselben noch vereinigt unter dem alten Münster'schen Namen. Es ist wichtig, dass das Geschlecht der Aonen bereits in den Halobien-Schichten beginnt. Ich fand deren mehrere in dieser Zone, sowohl bei Prezzo in Judicarien als im Val Trompia.

Dessgleichen treten in den Halobien-Schichten schon die Cassianer Arten des

Ammonites Münsteri Wissm.

Ammonites Archelaus Laube

auf, beide von Prezzo in Judicarien bekannt.

Wenn ich mit diesen Halobien-Schichten die untere Trias durch speciell den Muschelkalk abschliesse, so geschieht dies nicht deswegen, weil die nächst höheren Formationen, nämlich der Wettersteinkalk oder Schlerndolomit (= Esinokalk), resp. die Cassianer-Schichten, wo sich diese Facies-Entwicklung der unteren Wettersteinkalke einschleibt, etwa eine ausgesprochene Keuper-Fauna enthielten; charakteristische Keuper-Fossilien sind noch nicht aus den Alpen bekannt; dagegen treffen wir noch in den Esinokalken Versteinerungen an, die uns eher an Muschelkalk-Formen erinnern, so dass wir die obere Grenze des Muschelkalkes höher legen möchten. Vielmehr liegt hier zwischen Halobien-Schichten und Schlerndolomit für die Süd-Alpen ein wichtiges geognostisches Moment: die Eruption der Augit-Porphyre.

Die mächtigen Tuffmassen, welche die Vulkane der Augit-Porphyre im Fassathal, auf der Seisser Alpe, bei Wengen und anderen Lokalitäten aufhäufte, geben Zeugnis von der Gewalt und Grösse dieser Eruptionen. Was man auch über die Bildung der enormen Dolomit-Formationen der oberen Trias denken mag, so muss man doch zugeben, dass diese gewaltigen Ausbrüche und Vulkane zu Beginn des Schlerndolomites auf die Entstehung des Dolomites von Einfluss gewesen sein müssen: denn nur im Gebiete dieser Eruptionen der Augit-Porphyre ist der Wettersteinkalk als Dolomit ausgebildet: je weiter man sich von dem Centrum der Augit-Porphyr-Ausbrüche entfernt, um so mehr gewinnt die Kalkstein-Facies über die gleichalterige Dolomit-Facies die Oberhand: im Gebiete des Fassathales, dem Herde des Augit-Porphyr, vertritt der Schlern-Dolomit den Wetterstein-Kalk der lombardischen und venetianischen Alpen.