

### 3. Geologie der Umgegend von Lecco und des Resegone-Massivs in der Lombardei.

Von Herrn EMIL PHILIPPI in Berlin.

Hierzu Tafel XIII u. XIV.

Die geologischen Verhältnisse der näheren Umgebung von Lecco und des Resegone-Massivs sind bis auf den heutigen Tag noch nicht genügend aufgeklärt; ich glaube, dass es wenig Punkte in den Südalpen giebt, deren Tektonik noch so wenig entwirrt ist, wie die der leicht zugänglichen und oft besuchten Berge im Osten und Südosten des Kessels von Lecco. Auf die Gründe für diese eigenthümliche Thatsache, die wohl von sämmtlichen Kennern der lombardischen Sedimentgebirge anerkannt wird, will ich hier nicht näher eingehen; sie sind nur zum Theil in dem ziemlich complicirten Gebirgsaufbau und anderen örtlichen Verhältnissen zu suchen. Besonders in den letzten Jahren trat die Nothwendigkeit, Lecco und den Resegone einer Neubearbeitung zu unterziehen, scharf hervor, als das nördlich sich anschliessende Grigna-Gebirge durch BENECKE und den Verfasser, die Alta Brianza im Westen durch BECKER, BONARELLI, CORTI und C. SCHMIDT eingehend behandelt wurden.

Ich hatte bei meiner früheren Arbeit im Grigna-Gebirge Gelegenheit, das fragliche Gebiet zu durchstreifen und konnte mir ungefähr klar machen, welcher Art die Aufgaben sind, die dort noch der Lösung harren. Die Tektonik der Sedimentgebirge am Ostufer des Sees von Lecco kann als bekannt gelten; wir haben hier vom krystallinen Aussenrande an gerechnet drei Schollen, die durch 2 Überschiebungen untereinander abgegrenzt werden; die dritte südlichste Scholle setzt das Pendolina-Plateau und die gewaltigen Steilwände zusammen, die das Becken von Lecco und den Cañon von Ballabio im Norden einrahmen. GÜMBEL und BENECKE nehmen nun an, um die Verhältnisse weiter im Süden, speciell die Lage der fossilreichen Schichten von Acquate erklären zu können, dass am Fusse jener Bergmassen, also von Ballabio nach Lecco eine Verwerfung verlaufe, die eine Sprunghöhe von

beiläufig 1000 m haben müsste; wie ich bereits früher ausführte, existirt jedoch diese Verwerfung nicht, und damit sind für die nähere Umgebung von Lecco zwei Fragen aufgeworfen; die eine betrifft die Tektonik des Gebietes und lässt sich ungefähr so präcisiren: Wie verhalten sich die flachgelagerten Triaskalke, die den Nordrand des Bassins von Lecco bilden, zu den überstürzten Schichten, die wenige Kilometer weiter im Süden den Lauf der Adda bis nahe zu ihrem Eintritt in die Ebene begleiten. Die zweite Frage ist stratigraphisch und lässt sich dahin zusammenfassen: Sind die Schichten von Acquate, die evident von dem Esinokalk des Monte Melina (Albano) überlagert werden, tatsächlich, wie bisher meist angenommen wurde, Raibler Schichten, oder, wie v. MOJSISOVICs will, Wengener Schichten, oder hat man gar in ihnen eine Vertretung der Cassianer Schichten zu suchen.

Bereits am Anfange meiner Untersuchungen sah ich, dass diese Fragen nur durch eine genaue Begehung der betreffenden Gebiete zu lösen waren, und ich entschloss mich deswegen zu einer Aufnahme im Maassstab 1 : 25000, deren Resultate im Folgenden enthalten sind.

### Orographie und Hydrographie.

Die natürliche Grenze des Aufnahmegebietes bildet im Westen das Addathal; ich hielt es für zwecklos, über dieselbe hinauszugehen, weil die Gebirge zwischen dem See von Como und von Lecco, die Alta Brianza, durch die in den letzten Jahren erfolgten Kartirungen CORTI's und BECKER's und die Profile SCHMIDT's<sup>1)</sup> sehr genau bekannt sind. Im Norden greift die Aufnahme noch auf den Südabhang des Grigna-Gebirges über, lehnt sich also auch hier an wohlbekanntes Gebiet an. Die Ostgrenze habe ich dort gezogen, wo sich der Uebergang des complicirt gebauten Resegone-Massivs in die augenscheinlich einfacher zusammengesetzten Gebirge am Westufer des Brembo vollzieht. Im Süden wurde die Grenze einige Kilometer nördlich vom Aussenrande des Gebirges gezogen, da die äusserste Begrenzung nichts wesentlich Neues mehr bot und die Karte durch die Hineinziehung derselben einen zu grossen Umfang erreicht hätte.

Orographisch und hydrographisch wird unser Aufnahmegebiet vom Resegone beherrscht, dessen massige Gestalt, gekrönt von dem zackigen sägeähnlichen Kamm, der ihm den Namen einge-

<sup>1)</sup> Comptes rendus du VI. Congrès internat. géol. Zürich, III, 1894.

tragen hat, das Wahrzeichen von Lecco bildet. Das Resegone-Massiv wird von allen Seiten von ziemlich tiefen Einschnitten begrenzt, jenseits deren sich ihm eine Anzahl von Ketten anlagern. Als directe Fortsetzung des Resegone-Kammes ist die Kette der Corna Camozzera und des Monte Locone zu betrachten, von ihm getrennt durch den Einschnitt des Passo la Passata, und der flache Kamm der Albenza, der auf eine Erstreckung von ca. 8 km die Val Imagna begleitet und erst am Brembo sein Ende findet. Nicht so hoch, aber im Wesentlichen ganz analog zusammengesetzt ist der Kamm, der vom Resegone nach SW streicht und den der Passo del Fò von ihm abtrennt; er bildet zuerst die südliche Begrenzung des Beckens von Lecco, stellt sich dann aber dem Addathale parallel, das er bis gegen Vercurago begleitet. Zwischen diese beiden Käme sind zwei kurze, tiefe Thäler eingesenkt, die der Monte Spedone, ein Ausläufer des Monte Locone, von einander trennt: das Thal von Carenno und das von Erve, letzteres berühmt wegen seiner hohen landschaftlichen Schönheit, die wohl von wenigen Thälern der lombardischen Voralpen erreicht wird. Der Kamm des Resegone selbst stürzt nicht direct in's Becken von Lecco ab, hier baut sich ihm ein Sockel vor, der Monte di Erna, der von ihm durch eine flache Furche getrennt wird und ihm seine breite, flache Seite zuwendet, während er gegen Lecco in unersteigbaren Wänden abfällt. Resegone und Monte di Erna werden im Norden von den Bergen, die den Cañon von Ballabio im Süden einrahmen, durch das tiefe Thal von Bovazzo getrennt, das sich gegen Lecco zu einer schauerlichen Schlucht verengt. Erst ziemlich weit im Osten baut der Kamm, in den die Forcella eingesenkt ist, durch die der Saumweg von Ballabio nach Morterone führt, eine Brücke zwischen Resegone und dem Pizzo due mani.

Im Norden begrenzen das Becken von Lecco wilde, zerrissene Felsmassen, die auf der neuen Karte als Monte San Vittore, San Martino und Coltignone eingetragen sind; sie bilden den Absturz des in BENECKE'S Arbeiten oft erwähnten Pendolina-Plateaus, das vom Coltignone aus sanft nach dem See zu abfällt. Zwischen diesen Massen und dem eben erwähnten Massive des Monte due mani schneidet die Val Sassina tief ein, deren eigenthümlich hydrographischen Verhältnisse BENECKE bereits ausführlich geschildert hat. Da, wo die beiden Bergmassen auseinandertraten, um mit ihren gewaltigen Armen das Becken von Lecco zu umfassen, schiebt sich vor die Val Sassina noch ein mächtiger Keil, der isolirt aus der Ebene aufragende Monte Melina. Zu beiden Seiten findet sich ein Durchlass, der die Ebene von Lecco mit der Val Sassina in Verbindung setzt; den westlichen benutzt

die verkehrsreiche Provincialstrasse, den östlichen haben die Gewässer gewählt, um dem Caldone zuzufließen.

Was den Hauptreiz der Westseite des Resegone-Massivs ausmacht, das unvermittelte Hineinragen hochalpiner Gebirgslandschaft in die in der üppigsten, südlichen Vegetation prangenden Niederungen, das suchen wir an seinem Ostabhange vergebens. Hier schweift das Auge nicht über zackige Grate, tief eingefressene Schluchten, sondern über weite Wiesenflächen, besät mit unzähligen Dörfern und Gehöften. Zwei Hochthäler lehnen sich hier an die Ostwand des Resegone an: das schmalere Thal der Enna mit dem Hauptort Morterone im Norden und das breite Becken der Val Imagna im Süden, beide getrennt durch den grünen Kamm der Costa di Pallio, der zu der Längsrichtung des Resegone senkrecht verläuft.

Wohl selten prägt sich die petrographische Beschaffenheit der Formationsglieder in den Bergformen, in der Vegetation, in hydrographischen Verhältnissen, in einer ganzen Fülle von Einzelheiten so scharf aus, wie in unserem Aufnahmegebiete. Die wilde Gebirgsscenerie der Triaskalke, die Terrassenlandschaft des Rhät, die schmalen, grünen Gräte des Lias, die weichen Bergformen der Scaglia, das Alles ist in einen Umriss von wenigen Quadratkilometern zusammengedrängt. Wer je dies schöne Land durchwandert hat, der versteht die Liebe und Begeisterung, mit der MANZONI den Schauplatz seiner „Promessi sposi“ geschildert hat. Ich hoffe, dass meine Arbeit ihren Zweck erfüllt, den einen oder anderen meiner Fachgenossen zu einem Besuche dieses geologisch so interessanten und landschaftlich reizvollen Stückchens südalpiner Gebirgswelt zu bestimmen.

Ich komme an dieser Stelle der angenehmen Pflicht nach, Herrn Professor E. W. BENECKE in Strassburg im Elsass meinen herzlichsten Dank auszusprechen für die Liebenswürdigkeit, mit der er mir die Benutzung seiner Bibliothek gestattete und mit der er mich während meiner Aufnahmethätigkeit in jeder Hinsicht unterstützte.

### Historisches.

Das Resegone - Massiv und die sich daran anschliessenden Ketten sind im Allgemeinen, wie bereits TARAMELLI hervorhebt, nicht fossilreich; die Zahl der stratigraphischen und paläontologischen Arbeiten, welche unser Aufnahmegebiet betreffen, ist infolgedessen eine geringe. Für die geologische Vorgeschichte unseres Gebietes kommen daher fast nur die bisherigen Kartenaufnahmen und die dazu gehörigen Erläuterungen in Betracht.



Die drei<sup>1)</sup> ersten Karten, welche unser Gebiet betreffen, sind Uebersichtskarten in kleinem Maassstabe, von denen naturgemäss eine grosse Genauigkeit nicht zu erwarten ist und die namentlich in den Triasbezirken fast gar keine Gliederung aufweisen. Von viel grösserer Bedeutung ist die Kartirung, die STOPPANI Mitte der siebziger Jahre im Auftrage der Schweizer geologischen Commission durchführte und die auf Blatt XXIV der Schweizer geologischen Karte ihren Ausdruck fand. STOPPANI's Eintragungen, soweit sie Kreide und Jura betreffen, also vom Aussenrande des Gebirges bis gegen Vercurago, sind im Allgemeinen recht genau; namentlich kommt die eigenthümliche knieförmige Knickung im Streichen der Schichten bei Erve und Carenno, auf die im tektonischen Theil noch zurückzukommen sein wird, scharf und naturgetreu zur Darstellung. Sobald aber STOPPANI die obere Grenze der Trias überschritten hat, beginnt jenes verhängnissvolle Zusammenwerfen der infra- und supraraiablianen Triaskalke, das die richtige Auffassung der Umgegend von Esino so lange hinausgeschoben hat; man merkt es ihm an, dass er nicht mehr mit Lust und Liebe gearbeitet hat. Um aus den ungenügenden Beobachtungen ein einigermaassen plausibles Kartenbild zu construiren, ist er genöthigt, zu kühnen und gewaltsamen Combinationen seine Zuflucht zu nehmen.

Hier ein Beispiel: die rhätischen Kalke in der Val d'Erve sind richtig eingezeichnet und mit dem Rhät bei Belledo und in der Val d'Imagna verbunden. 500 m über der Val d'Erve am Südabhang des Resegone verläuft ein zweites Rhätband, das STOPPANI ebenfalls beobachtet hat, zu dem man vom ersten in ca. 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Stunden, immer im Hauptdolomit aufsteigt. STOPPANI konnte sich nun dieses zweite Auftreten von Rhät nicht anders erklären, als indem er es in directen Zusammenhang mit dem ersten brachte, d. h. er construirte über den 500 m hohen Hauptdolomitabhang keck ein Rhätband, wo man vergebens nach einer Spur von Rhät suchen wird. Die bösen Folgen dieser Combination zeigen sich hier sofort, denn ihr Urheber ist dadurch gezwungen, den ganzen mächtigen Dolomitstock der Corna Camozera und des Monte Locone, der bis 400 m über den Wiesen des Rhät-Terrains der Val d'Erve aufragt, dem Conchodon-Dolomit zuzuweisen, dessen Mächtigkeit im Aufnahmegebiet 100 m kaum

- 1) 1. STUDER-ESCHER, Carte geologique de la Suisse. Winterthur 1853.
2. F. v. HAUER, Uebersichtskarte der Schichtgebirge der Lombardei. Jahrb. k. k. geol. R.-A., 1858, p. 53.
3. OMBONI, Abbozzo d'una carta geologica delle Alpe italiane, 1868.

übersteigt. Von den bunten Mergeln und Rauchwacken, die am Südabhange des Resegone so schön aufgeschlossen sind, ist auf der Karte nichts zu sehen, ebensowenig wie vom Vorkommen von Raibler Schichten auf dem Pizzo-Kamme.

Leider wird STOPPANI auch in der nächsten Umgebung seiner Heimathstadt nicht genauer. Der Verlauf von Rhät und Hauptdolomit zwischen Germanedo und Maggianico ist im Allgemeinen richtig eingetragen, nur ist mir unerfindlich geblieben, was die schmalen Zungen bedeuten, mit denen sich diese Formationen am Gebirgsrande um die jüngeren Schichten herumwinden sollen. Die Verbreitung der Raibler Schichten bei Germanedo und Acquate ist nahezu richtig angegeben, falsch und wiederum nur auf Combination beruhend ist aber ihre Verlängerung nach Osten: die Raibler Schichten im Bione-Thal stehen in keinerlei Verbindung mit dem Zuge, der 400 m über ihnen am Monte di Erna aufgeschlossen ist. Derselbe verhängnisvolle Fehler wurde im Galdone-Thal begangen, wo die rothen Mergel von Olate ebenso willkürlich mit dem schmalen Zuge von Raibler Gesteinen verbunden sind, in welchem der Saumweg von Ballabio nach Morterone verläuft. Dass die Schichten in der Schlucht von Bovazzo nicht entfernt die Breite besitzen, die ihnen STOPPANI zuweist, hauptsächlich, dass auch auf dem Boden der Schlucht nicht die Grenze zwischen ihnen und Hauptdolomit verläuft, sei hier ebenfalls hervorgehoben. Den Kalkklotz des Monte di Erna, den nach ihm Raibler Schichten in einem fast geschlossenen Ringe umgeben sollen, rechnet er dem Hauptdolomit zu, obgleich derselbe bei Erna reichlich erzführend ist, dort auch ganz evident von Raibler Schichten überlagert wird, und obgleich man die für den Hauptdolomit des Aufnahmegebietes so charakteristischen und keineswegs seltenen Fossilien vergebens suchen wird. Was aus dem isolirten Kalkstock des Monte Melina geworden ist, ist aus der Karte nicht ersichtlich; STOPPANI hat seine südliche Hälfte den Raibler Schichten, die nördliche dem Quartär zuerkannt. Dass er die Kalke am Nordabhange des Kessels von Lecco missdeutet hat, ist bereits durch frühere Arbeiten festgestellt worden, ich will nur noch erwähnen, dass bei Morterone Lias als Rhät kartirt worden ist und dass in der oberen Val Imagna die so leicht erkennbaren Züge von Conchodon-Dolomit nicht eingetragen sind, während anderwärts dieser Horizont mit anerkennenswerther Genauigkeit verzeichnet ist. Man kommt zu dem Urtheile, dass, ganz abgesehen von dem principiellen Zusammenwerfen der Triaskalke, STOPPANI's Kenntnisse der geologischen Verhältnisse in der Nähe seiner Heimathstadt ziemlich oberfläch-

liche gewesen sind und dass speciell die Tektonik dieses Gebietes ihm durchaus unklar geblieben sein muss.

Kurze Zeit nach dem Erscheinen der Schweizer Karte erfolgte die Herausgabe der „Carta geologica delle provincie lombarde“ von CURIONI, zu der in der „Geologia applicata“ ein werthvoller und umfangreicher Text erschien. CURIONI's Karte besitzt gegenüber der von STOPPANI den wesentlichen Vortheil, dass sie die unter den Raibler Schichten liegenden Kalke und Dolomite als „Dolomia metallifera“ vom Hauptdolomit abtrennt. So ist in unserem Gebiete die Nordbegrenzung des Beckens von Lecco, der Monte San Martino, Coltignone und San Vittore und erfreulicherweise auch der isolirte Monte Melina dem terreno infraraibliano zugesprochen worden. Im Uebrigen unterscheidet sich aber die Karte wenig und nicht immer vortheilhaft von der STOPPANI's. Der Rbätzig, der bei diesem richtig bei Belledo in das Becken von Lecco einmündet, ist von CURIONI mit Lias verwechselt worden und trifft das Addathal zwischen Chiuso und Maggianico. Die Bergmasse des Monte di Erna, die STOPPANI fälschlich dem Hauptdolomit zuschreibt, ist auf CURIONI's Karte dem Raibler Niveau zugewiesen, was womöglich noch unrichtiger ist, und so fort. CURIONI hat, wie aus seinem Text hervorgeht, an verschiedenen Punkten das nach seiner Anschauung nur scheinbare Untertauchen der jüngeren Schichten unter die älteren beobachtet, es ist ihm aber nicht gelungen, sich über die Tektonik Klarheit zu verschaffen, und das erklärt wohl, wie bei STOPPANI, die unsicheren und gezwungenen Eintragungen des sonst so verdienstvollen Forschers.

Der Erste, der die inverse Stellung der Schichten im südlichen Theile des Beckens von Lecco und im Adda-Thal klar erkannt und die Bedeutung dieser Thatsache für die Auffassung des Baues der Alpen gebührend hervorgehoben hat, war GÜMBEL, der im Jahre 1880 den Comer und Luganer See besuchte, und dem wir eine Reihe von vortrefflichen Beobachtungen in diesen Gebieten verdanken. Hervorzuheben sei besonders, dass er am Monte Melina (Albano) versteinungsreiche Muschelkalkplatten vom Typus der Schichten von Marcheno fand, die westlich von der Val Brembana bis dahin unbekannt waren, und die ich später an der GÜMBEL'schen Localität auch im Anstehenden constatiren konnte, während er ihren Ursprung weiter im Osten vermuthete. Wie später zu zeigen sein wird, bilden gerade diese Schichten den Schlüssel und den Ausgangspunkt für die Entwirrung der tektonischen Verhältnisse. Dass es GÜMBEL bei einem flüchtigen Besuche nicht überall gelungen ist, Esinokalk und Hauptdolomit

richtig von einander zu trennen und die complicirte Tektonik zu enträthseln, wird man ihm nicht allzusehr verargen können.

Weniger glücklich als er war v. MOJSISOVICS, der kurze Zeit nach ihm auf einem geognostischen Streifzuge Lecco berührte. Sein Augenmerk wandte sich vorwiegend den Schichten von Acquate zu, die er hauptsächlich wegen des Auftretens compacter korallenführender Kalkbänke als ein Riff vom Alter der Wengener Schichten auffasst, das sich zwischen die rothen Tuffmergel im Hangenden und Liegenden geschoben hat. Wie ich bereits in der Einleitung ausführte, habe ich es als meine Hauptaufgabe angesehen, die Stellung dieser Schichten mit ihrer reichen Fauna endgiltig festzustellen, und ich bin im Verfolg derselben zu der Ansicht gekommen, dass die Annahme von v. MOJSISOVICS, so viel bestechendes sie auch im ersten Augenblick hat, irrig ist und dass die fraglichen Schichten nach wie vor beim Raibler Niveau verbleiben. Noch weniger Glück hat v. MOJSISOVICS mit der Deutung der geognostischen Verhältnisse am Nordrande des Beckens von Lecco gehabt. Die „kleine, fortlaufende Dolomitmauer“ bei Laorca, die ihn an Cassianer Dolomit im Becken von Ampezzo erinnert, ist verbackener, diluvialer Gehängeschutt und die „offenbar aus weicheren Schichten bestehende Terrasse“, die den Raibler Schichten entsprechen soll, Moräne.

Ebenfalls noch in das Jahr 1880 fällt das Erscheinen der Erläuterungen zum Blatt XXIV der Schweizer geologischen Karte, die von TARAMELLI's Hand stammen, während die Kartirung seiner Zeit von NEGRI, SPREAFICO und STOPPANI besorgt worden war. Für unser Gebiet hat nur das Profil X Interesse, das einen Durchschnitt vom Rande der Ebene bei Merate (ungefähr halbwegs zwischen Monza und Lecco) über Carenno und die Resegone Spitze nach dem Pizzo Stavello in der Veltliner Südkette darstellt. STOPPANI's Auschauung hätte leider keine bessere Illustration finden können, als durch dieses Profil. Bis zur unteren Grenze des Lias ist Alles richtig eingetragen, von da ab beginnt, wie auf der Karte, die Verwirrung. Die beiden Rhätzüge der Val d'Erve sind ebenso wie dort miteinander verbunden, und die Ausläufer des Resegone, Corna Camozzera und Monte Locone sind infolgedessen Conchodon-Dolomit geworden, obwohl bereits in dem Profil die Mächtigkeit der diesen Kamm bildenden Dolomite noch einmal so gross erscheint, als die des normalen Conchodon-Dolomites dicht daneben (in Wirklichkeit ist das Missverhältniss noch viel grösser), und obwohl der obere Rhätzug am Passo la Passata nicht nach Süden, sondern nach Norden fällt, also nicht einem Mulden-, sondern einem Gewölbeschenkel angehören muss. Der Hauptdolomit des eigentlichen Resegonestockes soll nach TARA-



MELLI eine sehr steile Falte bilden, deren Scheitel im Gipfel selber liegt; schon von Lecco aus kann man jedoch beobachten, dass die Bänke des Resegone-Dolomites ganz flach liegen. Den Kessel von Morterone füllt nicht, wie TARAMELLI annimmt, Rhät, sondern Lias aus, den vom Hauptdolomit des Resegone eine Störung trennt, die wir später als Verschiebung von Morterone näher betrachten werden.

Eigenartig und in vieler Beziehung von der Auffassung STOPPANI's und CURIONI's abweichend ist VARISCO's Carta geologica della provincia di Bergamo aus dem Jahre 1881, begleitet von einem leider nur stratigraphischen Text, die neben einer Reihe von guten Beobachtungen auch viel Falsches und Lückenhaftes enthält. Die Einzeichnung von Jura und Kreide im Süden des Aufnahmegebietes entspricht im Wesentlichen der von STOPPANI, ist aber stark vergrößert und weniger genau als dort. Von besonderem Interesse ist VARISCO's Auffassung in der Val d'Erve und im Osten und Südosten des Resegone. Der Zug von unteren Rhätschichten, der sich von Belledo über den Pizzokamm in die Val d'Erve zieht, gewinnt bei VARISCO ganz richtig dort eine beträchtliche Verbreiterung, steht aber mit dem grossen Rhätbecken der Val Imagna in keinerlei Verbindung, nur der Conchodon-Dolomit setzt am Passo del Pertugio über den Locone-Albenzakamm. Dies ist zwar nicht ganz richtig, denn thatsächlich ist auch der untere Rhät zwischen dem Passo del Pertugio und der Val d'Erve vorhanden, ist aber in Folge eigenthümlicher tektonischer Verhältnisse an einzelnen Stellen sehr stark reducirt, wohl auch durch den Schutt der auf ihm lastenden Hauptdolomitmassen theilweise verdeckt und daher leicht zu übersehen. Immerhin sehe ich in dieser, wenn auch fehlerhaften Einzeichnung den Beweis dafür, dass der Verfasser sein Gebiet wirklich begangen hat und sich nicht damit begnügt hat, aus seiner Phantasie die Formationsgrenzen durchzuziehen oder zu construiren; dies wird auch durch anderweitige Beobachtungen bestätigt. Der Stock der Corna Camozzera und des Monte Locone, der auf früheren Karten als Conchodon-Dolomit figurirt hatte, ist richtig dem Hauptdolomit zugewiesen. Leider hat VARISCO das obere Band von Rhät, das von der Val Imagna über den Passo della Passata nach dem Passo del Fò zieht, nicht beobachtet, ebensowenig die Raibler Schichten im Hangenden desselben und auf dem Pizzokamme, der Resegone bildet daher mit seinen südlichen und südwestlichen Ausläufern bei ihm eine zusammenhängende Hauptdolomitmasse. Im Westen desselben stösst Conchodon-Dolomit unmittelbar an Hauptdolomit, eine Einzeichnung, die wenigstens an einzelnen Punkten durchaus richtig ist und die darauf auf-

merksam macht, dass hier eine Querstörung durchlaufen muss, von der auf den älteren Karten keine Spur angedeutet ist. Leider findet sich neben diesen richtigen und scharfen Beobachtungen eine Reihe von sehr groben Irrthümern. So ist der Kamm des vielbesuchten Monte Albenza, den vom Passo del Pertugio bis über San Bernardo hinaus nur Rhät zusammensetzt, zum grössten Theil als Lias, das grosse Liasbecken von Morterone als Rhät u. s. w. kartirt, was für einen so genauen Kenner der stratigraphischen Verhältnisse, wie es VARISCO nach seiner Kartenerklärung ist, geradezu unbegreiflich erscheint. Dadurch, dass es der Verfasser verschmähte, seine lückenhaften Beobachtungen zu einem plausiblen Bilde zu combiniren, ist seine Karte gewissermassen ein Torso geblieben, der viel räthselhaftes enthält, muss aber trotz aller ihrer Mängel noch als die beste gelten, die wir über dieses Gebiet besitzen.

Im Jahre 1884 erschienen die Arbeiten BENECKE's über das Grignagebirge und DEECKE's über die Raibler Schichten der Lombardei, die beide unser Gebiet streifen. Die Nordbegrenzung des Beckens von Lecco, wie BENECKE sie auffasst, hat auf meiner Karte keine Aenderung erfahren; die Schichten von Acquate sind richtig als dem Raibler Niveau zugehörig erkannt worden, und ihnen zu Liebe ist der sie überlagernde Kalk des Monte Melina dem Hauptdolomit zugewiesen und eine mächtige Verwerfung angenommen worden, die von Ballabio am Südfuss des Monte San Martino gegen Lecco verläuft. Ich habe bereits in meiner früheren Arbeit betont, dass diese Verwerfung nicht existirt und dass der Monte Melina Esinokalk sein muss, was jetzt durch genauere Begehung bestätigt werden konnte.

Auf der DEECKE'schen Uebersichtskarte sind die Raibler Schichten nach einem Karteifragment von ULRICH durchaus richtig eingetragen. Besonders erfreulich ist es, dass die Schichten von Acquate weder im Galdone- noch im Bionethale mit dem Zuge verbunden sind, der von Ballabio über Bovazzo und Erna verläuft und den Resegone im Süden umschliesst. Auf einige Angaben im Text wird bei Gelegenheit zurückzukommen sein.

Die letzte Kartirung hat unser Gebiet auf TARAMELLI's Uebersichtskarte der Lombardei im Jahre 1890 erfahren; mir scheint aus dem Text mit Sicherheit hervorzugehen, dass dem Verfasser die Mängel der früheren Kartenaufnahmen genugsam bekannt waren; wenigstens hält er eine Detailaufnahme unseres Gebietes für nothwendig und stellt eine solche in Aussicht. Seiner Darstellung des Resegone-Massivs hat er hauptsächlich STOPPANI's Auffassung zu Grunde gelegt; sie bedeutet also in manchen Punkten gegenüber der von VARISCO und DEECKE einen Rückschritt.

### Tektonik.

Dass die Berge, die den Kessel von Lecco einrahmen, theils normal gelagerten, älteren, theils invers liegenden, jüngeren Schichten angehören, zwischen denen eine Störung durchlaufen muss, war bereits älteren Beobachtern bekannt; durch frühere Begehungen konnte ich nachweisen, dass innerhalb der normal gelagerten Schichten keine wesentliche Längsstörung verläuft. Es war also vornehmlich die Aufgabe meiner jetzigen Aufnahme, nachzuweisen, welcher Art die Störung sei, die zwischen den normal gelagerten und den inversen Schichten anzunehmen ist, und welche Theile des Gebirges dem einen, welche dem anderen Schichtencomplexe angehören.

#### Die Resegone-Ueberschiebung.

Wie bereits die Ueberschrift sagt, ist auch diese Störung, wie die grossen Längsstörungen im Grignagebirge, eine Ueberschiebung, die an einer Reihe von Punkten so vorzüglich aufgeschlossen ist, dass es Wunder nehmen muss, dass sie bisher der Beobachtung entgangen ist. Ihr Verlauf geht wie der der nördlichen Ueberschiebungen dem Streichen der Gebirge ungefähr parallel, also von NW nach SO. Ist die Einzeichnung von DEECKE richtig, so begegnen wir den nördlichsten Anzeichen der Ueberschiebung bei Laorca, wo die Felsen des steilen Nordabhanges von Esinokalk zusammengesetzt werden, während an ihrem Fusse Raibler Schichten entblösst sein sollen. Ich selbst habe bei Laorca Raibler Schichten nicht finden können, halte es aber für sehr wahrscheinlich, dass sie unter der Schotterbedeckung anstehen mögen. Wenig weiter südlich, bei Acquate und Bonacina, haben wir dasselbe Bild: unten im Thale die Raibler Kalke und Mergel, während die Höhe des Monte Melina von Esinokalk zusammengesetzt wird. Die Grenze beider Formationen ist allerdings durch mächtige Glacialmassen verdeckt. Wandern wir weiter aufwärts im Caldane-Thal, so kommen wir dort, wo der Torrente Grigna, der von Ballabio herunterkommt, vom Hauptthale abzweigt, an den prächtigen Aufschluss am Südfuss des Monte Melina, den bereits DEECKE erwähnt. Die unterste Stufe der Steilwand des Monte Melina bilden rothe Raibler Tuffmergel in grosser Mächtigkeit, namentlich in den obersten Theilen sehr stark gequetscht und verbogen. Weiter schreibt DEECKE: „Ueber den Tuffsandsteinen liegt eine etwa 25—30 m dicke, von dem rothen Sandsteinen sich deutlich abhebende Zone von dunklen, gut geschichteten, von weissen Adern durchzogenen Kalken, welche gegen oben in den Hauptdolomit übergehen.“ Der dunkle, gut geschichtete Kalk, über dessen Deutung DEECKE nichts weiter verlauten lässt, besitzt durchaus die Eigenschaften des unteren

alpinen Muschelkalkes und in seiner westlichen Fortsetzung, ca. 500 Schritt von diesem Aufschlusse, finden sich zwischen ihm und dem Dolomit oder Kalk, der den Gipfel des Monte Melina bildet, Bänke mit der Fauna des Brachiopoden-Niveaus des alpinen Muschelkalkes. Die Ueberlagerung der rothen Raibler Mergel durch Muschelkalk ist also hier zweifellos. Am Fusse des Monte di Erna, der, wie sich später zeigen wird, ebenfalls aus Esinokalk besteht, ist der Contact mit den Raibler Schichten durch mächtige Schuttmassen verhüllt. Erst in der Nähe des Passo del Fò, am Nordwestfusse des Resegone, beginnen wieder die Aufschlüsse. Dort, wo der Saumpfad nach dem Passe den kleinen Absatz erreicht, der auf der Karte als la Cornesella bezeichnet ist, betritt man nach einer endlosen Wanderung im Hauptdolomitschutt schwarze Plattenkalke und Mergel, die sich durch ihre Fossilführung als Rhät ausweisen. Wenige Schritte weiter auf dem Wege nach dem Passe erscheinen über dem Rhät die rothen Raibler Mergel in unmittelbarem Contact; man kann mit der einen Hand diese, mit der anderen Rhät berühren. Die Ueberschiebung, die unten im Thal zwischen Muschelkalk und Raibler Schichten stattfand, lagert also hier, 800 m darüber, Raibler Schichten auf Rhät. Am Passo del Fò ist nur fossilführender Rhät aufgeschlossen, dagegen sind zwischen ihm und den Hütten von Piazza, da wo das oberste Galavesa-Thal in den Südabhang des Resegone einschneidet, Raibler Mergel und Rauchwacken in unmittelbarem Contact mit Rhät vorzüglich aufgeschlossen. Weiterhin bis zum Passo Passata schiebt sich zwischen beide Schichten eine Dolomitmauer, der Conchodon-Dolomit der liegenden Scholle; der obere Weg nach dem Passe benutzt die Raibler, der untere die weicheren Rhätschichten. Jenseits des Passo Passata kann man die Raibler Mergel nur noch eine ganz kurze Strecke weit verfolgen; die Ueberschiebung hat ihr östliches Ende erreicht und geht in eine nord-südlich streichende Verschiebung über.

#### Die Diagonalverschiebung von Morterone.

Blätter oder Blattverschiebungen nennt man mit SUSS diejenigen Störungen, durch welche Theile der Erdkruste horizontal gegeneinander verschoben werden. Dort, wo eine überschobene Scholle seitlich, also quer zum Streichen der Ueberschiebung, an eine nicht oder weniger stark dislocirte Scholle stösst, findet naturgemäss ebenfalls eine Verschiebung zwischen beiden statt; eine echte Blattverschiebung wird sie aber nur in dem Falle sein, dass die Ueberschiebungsfläche horizontal verläuft; ist dieselbe geneigt, d. h. wirkt auf die dislocirte Scholle ausser der horizontalen, schiebenden Componente noch eine darauf senkrechte,

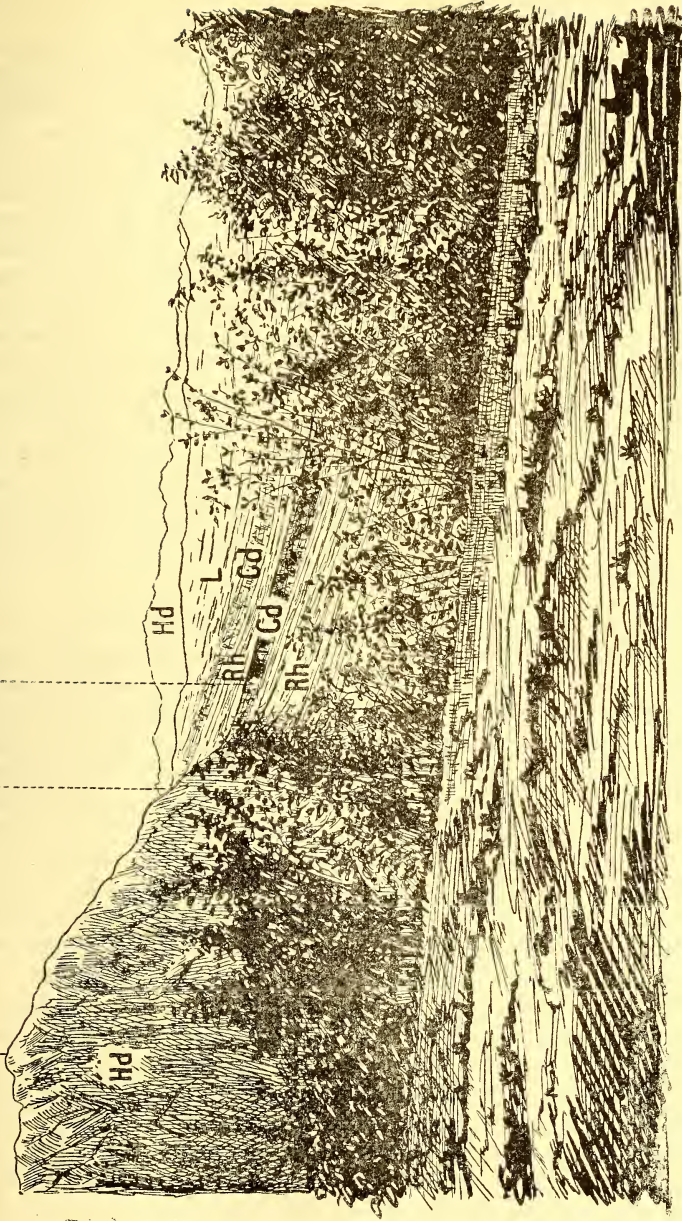


hebende, so geht die seitliche Horizontalverschiebung in eine Bewegung über, welche die Scholle schief von unten nach oben an der nicht bewegten vorbeidrängt. Die Richtung dieser Bewegung verläuft in der Diagonale eines Rechtecks, in dem die eine Seite die hebende, senkrechte, die andere die vorwärts stossende horizontale Kraft darstellt. Ich nenne daher diese Art von Dislocation Diagonalverschiebung. Ist sie sehr flach, so ist sie in ihrer Wirkung einer Blattverschiebung sehr ähnlich; ist sie steil, so hat man nahezu das Bild einer Verwerfung, nur mit dem Unterschiede, dass keine Senkung, sondern eine Hebung stattgefunden hat.

Eine solche Diagonalverschiebung ist am Ostfusse des Resegone vorzüglich zu beobachten, wo sie sich an die eben geschilderte Ueberschiebung anschliesst. In den lombardischen Kalkalpen, wo im Allgemeinen die älteren Sedimente im Norden, die jüngeren im Süden lagern, wird sich eine von Norden wirkende Verschiebung so äussern, dass ältere Schichten der geschobenen Scholle neben jüngere der unbewegt gebliebenen, resp. weniger stark bewegten, zu liegen kommen. Dies Verhältniss tritt bei unserer Diagonalverschiebung, die ich nach dem Orte Morterone, den sie durchquert, benenne, mit grosser Klarheit hervor. Der südlichste, sehr schöne Aufschluss liegt am Passo della Porta, den man vom Passo la Passata aus in ca. 20 Minuten erreicht. Die Dolomitmauer des Resegone grenzt hier unmittelbar an den Rhät, der das weite Becken der Val Imagna zusammensetzt, und zwar speciell an die sogen. Madreporen-Kalke und den untersten Conchodon-Dolomit. Die sonst flach gelagerten Rhätkalke richten sich am Contact auf, wie unser Bild zeigt. Hier und vielleicht noch mehr an den nördlicher gelegenen Aufschlüssen gewinnt man den Eindruck, dass der Hauptdolomit wie eine riesige Pflugschar durch die weicheren Rhätschichten gefahren ist, wobei er sie an der Berührungsstelle aufrichtete und zerbrach. Reibungsbreccien sowohl im Rhät wie im Hauptdolomit zeugen von der Gewalt des Stosses; nicht selten sieht man zwischen dem Conchodon-Dolomit und dem Rhät noch die weicheren Mergel des unteren Rhät eingeklemmt, die das Auseinanderhalten der beiden petrographisch oft sehr ähnlichen Dolomite erleichtern. Vom Passo della Porta bis Morterone verläuft die Störung nahezu nord-südlich; besonders schöne Aufschlüsse bietet namentlich der Passo di Pallio, dessen Einschnitt mit der Störung zusammenfällt. Speciell auf der Südseite ist der Gegensatz zwischen den steil, bisweilen senkrecht gestellten Bänken des Conchodon-Dolomites und den flach gelagerten Resegone-Dolomiten sehr in die Augen fallend; auch die rhätischen Mergel in der Verschiebungsspalte sind hier gut abgeschlossen. Im Norden von Morterone biegt die Verschiebung

Passo  
di Pallio, della Porta.

Resegone.



Die Diagonalverschiebung von Morterone, vom Passo del Pertugio aus gesehen.

Nach einer Photographie des Verfassers.

Hd = Hauptdolomit. Rh = Rhät. Cd = Conchodon-Dolomit. L = Lias.

flach nach Westen aus und verläuft in der Scharte zwischen dem kleinen Kegel des Pizzo, dessen Spitze Conchodon-Dolomit ist, und den nordöstlichen Ausläufern des Resegone-Massivs; auch hier sind fossilführende Rhätschichten noch in geringer Mächtigkeit zwischen den beiden Dolomit-Horizonten aufgeschlossen. In meiner früheren Arbeit habe ich die Ansicht ausgesprochen, dass die Störung von Morterone möglicherweise in Zusammenhang zu bringen sei mit derjenigen, welche am Ponte Chiuso bei Introbio zu beobachten ist und die Esinokalk- und Raibler Schichten der östlichen Scholle in unmittelbarem Contact mit Verrucano und Werfener Schichten der westlichen Scholle bringt. Ich habe mich jetzt durch eine Excursion davon überzeugen können, dass ein solcher Zusammenhang nicht besteht; die Verschiebung von Morterone biegt vielmehr am Pizzo im stumpfen Winkel nach Nordosten um und verläuft in dieser Richtung weiter über die Costa dei Boldei, trifft also das Becken von Barzio nicht mehr. Der Bruch vom Ponte Chiuso scheint im Süden auszuweichen, wenigstens trennt das Becken von Barzio von der Mulde von Morterone, vom Culmine San Pietro bis zum Pizzo due Mani, ein lückenloser Wall von Hauptdolomit, in dem ich eine Querstörung nicht mehr nachweisen konnte.

#### Die hangende oder Resegone-Scholle.

Die hangende Scholle der Resegone-Ueberschiebung ist, wie bereits gezeigt worden war, nichts anderes als die südliche Fortsetzung der Südscholle des Grigna-Massivs und zeigt, wie diese, einen sehr einfachen Aufbau. Wie im Grigna-Gebirge ist das jüngste Glied der Hauptdolomit, allein während er dort auf den Klotz des Zucco Campeï beschränkt war, spielt er hier seiner Verbreitung nach die erste Rolle. Der Hauptdolomit der hangenden Scholle bildet die höchsten und wildesten Partien des Aufnahmegebietes: er setzt ausschliesslich die mächtigen Massen des Resegone und Pizzo due Mani und die beide verbindende Brücke zusammen. Am West- und Südfusse der mächtigen Hauptdolomitwände des Resegone schmiegen sich die Raibler Schichten an, öfters durch ausgedehnte Schuttmassen verdeckt. Ihre Aufschlüsse im obersten Galavesa-Thale und bei der Cornesella sind bereits erwähnt.

Nördlich von letztgenanntem Punkte bedeckt die ungeheure Geröllhalde, die das ganze obere Thal des Bione ausfüllt, den Raibler Zug vollständig: erst am Sattel zwischen dem Monte di Erna und dem Resegone treffen wir die charakteristischen Gesteine dieser Abtheilung wieder und können sie von hier, in wechselnder Breite, meist durch Wiesen und Ansiedelungen be-



zeichnet, bis in das Thal von Bovazzo verfolgen. Jenseits von Bovazzo sind die Raibler Schichten sehr stark reducirt und hätten sich wohl gänzlich der Beobachtung entzogen, wenn sie der Saumweg nach Morterone sich nicht zu Nutze gemacht hätte, der es erlaubt, sie bis in das Thal von Ballabio zu verfolgen. Trotzdem dieser Verlauf der Raibler Schichten in der hangenden Scholle bereits auf älteren Karten wenigstens theilweise zum Ausdruck gekommen ist, sind die Kalkmassen, die von ihm ganz evident überlagert werden, bis jetzt fast ausnahmslos (abgesehen von der Einzeichnung des Monte Melina auf der CURIONI'schen Karte) als Hauptdolomit kartirt worden, trotzdem eine Verwechslung mit Esinokalk hier viel schwerer ist, als im Grigna-Gebirge. Die Hauptmasse der infraraiblianen Kalke wird durch den Monte di Erna repräsentirt, der, analog dem Monte Coltignone, im Norden seine steile, meist unzugängliche Stirn Lecco zuwendet, während er gegen den Resegone und das Bovazzo-Thal in breiter, mässig geneigter Fläche abfällt. Esinokalk bildet die steilen Wände der Schlucht von Bovazzo und den Sockel des Monte due Mani an der Lecco zugewandten Seite; hier ist er allerdings stark vom Schutt der Hauptdolomit-Wände überrollt und tritt nur in einzelnen Klippen zu Tage. Durch den Einschnitt des Torrente Grigna und, wie sich später zeigen wird, auch durch eine Störung von ihm getrennt ist der Esinokalk des Monte Melina, der sich wie ein riesiger Keil vor den Cañon von Ballabio legt. An seinem Fusse, sowohl im Süden, wie im Norden, taucht noch Muschelkalk auf, der das älteste Glied der hangenden Scholle darstellt, die sich demnach aus Trias-Schichten vom Muschelkalk bis zum Hauptdolomit in einfacher Ueberlagerung zusammensetzt. Das Einfallen der Schichten ist im Allgemeinen ein sehr flaches; in den südwestlichen und westlichen Theilen ist es nordöstlich, während die nordöstlichen Partien meist südwestliches Fallen zeigen. Die hangende Scholle bildet also eine sehr flache Mulde, deren Axe ungefähr durch die Punkte Resegone, Bovazzo, Pizzo due Mani bezeichnet wird, Ungleich complicirter ist das Bild, das uns die liegende Scholle bietet.

#### Die liegende oder Pizzo-Scholle.

Was die Entwirrung der liegenden Scholle, die ich nach dem Pizzo über Lecco benennen möchte, so schwierig macht, ist das, dass sie sich nicht, wie die Grigna-Schollen, aus normal und flach gelagerten Schichten aufbaut, sondern dass sie in sich noch einmal, und zwar im Streichen höchst ungleichmässig, gefaltet ist. Beginnen wir mit den Verhältnissen am Aussenrande des Gebirges. Am Passo del Fò liegen, wie bereits erwähnt, unmittelbar unter



Raibler Mergeln fossilführende Rhätschichten in geringer Mächtigkeit; sie überlagern helle Dolomite, die petrographisch mit denen des Resegone übereinstimmen und sich durch die Führung von *Turbo solivarius* BEN. als Hauptdolomit ausgewiesen haben. Diese setzen den zackigen Kamm zusammen, der auf der Karte namenlos geblieben ist und die Höhenzahlen 1367 und 1229 trägt; erst dort, wo der Fussweg aus der Val della Comera den Kamm überschreitet, bei der Höhenzahl 1179, künden wasserreiche Stellen das Auftreten thoniger Gesteine an. Wie man sich an dem kleinen Aufschluss unmittelbar in der Scharte überzeugen kann, sind es mechanisch sehr stark veränderte blättrige Mergel und Rauchwacken ähnliche Gesteine in geringer Mächtigkeit, deren weitere Fortsetzung am Nordabhang zu suchen ist und über deren Zugehörigkeit zum Raibler Niveau kein Zweifel bestehen kann. Oestlich von dieser kleinen Einsenkung wird die Bergmasse, die den Gipfel des Pizzo zusammensetzt, wieder von typischem Hauptdolomit gebildet, den im weiteren Verlaufe des äusseren Kammes Rhät unterlagert. Weiter im Süden folgen dann die petrographisch leicht erkennbaren Schichten des Jura und der Kreide, sämtlich invers gestellt, ungefähr  $40^{\circ}$  NW streichend und mit  $30-40^{\circ}$  nördlich fallend. Controlliren wir dieses Profil, indem wir im Adda-Thale am Fuss der Berge in der Richtung von Süd nach Nord zurückwandern, so erhalten wir folgende Verhältnisse: Von Calozio bis nördlich von Maggianico begleiten uns Kreide und Juraschichten in derselben Stellung wie auf dem Kamme; den Felskopf südlich von Maggianico bildet Conchodon-Dolomit, dessen Abstürze das Auge bis auf den Pizzo-Kamm hinauf verfolgt. In der Schlucht von Belledo ist fossilführender Rhät aufgeschlossen, wo ihn GÜMBEL bereits schlug; den Steilhang über Belledo setzt Hauptdolomit zusammen. Ihn überlagern in grosser Mächtigkeit bunte Tuffmergel und Sandsteine, die petrographisch durchaus mit den oberen Raibler Schichten der Lombardei übereinstimmen. Diese bilden den Abhang von Germanedo bis Acquate, erst unmittelbar vor dem Ort machen sich harte Kalkbänke bemerkbar, die wie eine Mauer allenthalben aus den weicheren Tufflagern aufragen. Sie bilden den Beginn eines mächtigen Systems von dunklen Mergeln und Plattenkalken, die in mehreren Brüchen in unmittelbarer Nähe des Dorfes Acquate aufgeschlossen sind und aus denen die bekannte Fauna stammt. Jenseits des Caldone überlagern diese Kalke wiederum bunte Mergel, ident mit denen im Liegenden der Plattenkalke, die, wie bereits gezeigt, in unmittelbaren Contact mit dem Muschelkalk der hangenden Scholle treten. Dicht unter der Überschiebung am Südfuss des Monte Melina sind im Caldone-Thal noch einmal Raibler Plattenkalke aufge-

schlossen. Hauptdolomit und Rhät wiederholen sich also unten, am Fusse des Gebirges, nicht, hingegen treten die rothen Tuffmergel im Hangenden und Liegenden der Plattenkalke von Acquate auf, wie überhaupt das Raibler Niveau unten eine grosse Ausbreitung besitzt, während es am Pizzo-Kamme nur durch die wenig mächtigen Mergel zwischen den beiden Hauptdolomitmassen angedeutet ist.

Combinirt man die beiden Profile miteinander, so ergibt sich folgendes Bild: die Pizzo-Scholle stellt sich im Becken von Lecco und im Adda-Thal dar als eine nach Süd übergelegte Antiklinale, deren Schenkel sehr ungleich ausgebildet sind. Den südlichen, überkippten Schenkel setzen sämtliche Formationsglieder von der Scaglia bis zu den Raibler Schichten zusammen, während in dem hangenden, normalen Schenkel nur Rhät, Hauptdolomit und Raibler Schichten vertreten sind. Den Gewölbekern bilden die Raibler Plattenkalke von Acquate. Die Resegone-Ueberschiebung schneidet den hangenden Schenkel schief durch, in folgedessen erreichten die höheren Schichten desselben den Thalboden nicht mehr; dort wird der normale Schenkel der Antiklinale nur noch durch die hangenden Raibler Schichten vertreten. In den Raibler Plattenkalken, die im Caldane-Thal dicht an der Ueberschiebung noch einmal aus den bunten Mergeln der oberen Abtheilung auftauchen, kann man wohl das Rudiment einer Synklinale erblicken, die sich der Antiklinale des Pizzo im Norden anschloss, wenn man es hier nicht einfach mit einer Stauungserscheinung zu thun hat, hervorgerufen durch die Ueberschiebung.

Verfolgt man den Verlauf dieser liegenden Falte weiter nach Osten, so stösst man auf höchst eigenthümliche Verhältnisse, die sich am besten an den gut geschichteten und durch ihre petrographischen Eigenthümlichkeiten leicht erkennbaren Jura- und Kreideschichten studiren lassen. Wenn man von Calozio nach Erve hinaufsteigt, so sieht man diese Schichten in inverser Lagerung ziemlich flach nach Nordosten einfallen; zwei Kilometer weiter nach Südosten, im Thale von Carenno, stehen sie bereits nahezu senkrecht, und gleichzeitig ist ihre Streichrichtung, die im Allgemeinen die der lombardischen Sedimentzone, also NW-SO war, in eine nordsüdliche abgelenkt. Steigt man dann aus dem Thale von Carenno an den Abhängen des Albenza-Kammes empor, so sieht man, wie die steil gestellten Schichten sehr bald in die normale Stellung übergehen, so dass auf der Höhe des Albenza-Monte Locone-Kammes aus der liegenden Falte eine symmetrische geworden ist, deren beide Schenkel ungefähr mit  $40^{\circ}$  nach NO, bezw. SW einfallen.

Gleichzeitig ist die nord-südliche Streichungsrichtung wieder

in die ursprüngliche übergegangen. Die ganze Strecke, auf der sich der Uebergang der liegenden Falte in die normale vollzieht, beträgt noch nicht 4 km Luftlinie; die Schichten beschreiben dabei eine halbe Schraubenumdrehung. An der Stelle, wo der Uebergang der inversen Schichtenstellung in die saigere sich vollzieht, ist die Mächtigkeit der Schichten stellenweise sehr stark reducirt; dies ist namentlich am unteren Lias zu beobachten, dessen Einschnürung an der Kapelle i Morti bei Carenno deutlich hervortritt. Auch das mächtige System von Rhätkalken ist am Kamme zwischen Monte Spedone und Locone auf wenige Meter reducirt. Ich vermute, dass es sich eher um locale Verschiebungen innerhalb des Schichtenverbandes, als um ein Ausquetschen oder Auswanden handelt.

Der hangende Flügel der Antiklinale ist im Allgemeinen im Streichen unverändert geblieben; nur treten im Osten nicht mehr die rhätischen Mergel, sondern Conchodon-Dolomit in unmittelbarem Contact mit der Ueberschiebung.

Die Blattverschiebung von Morterone setzt sich als solche in die liegende Scholle nicht mehr fort, wohl aber ist zwischen dem Rhätgebiete der Val Imagna und dem Kamm der Albenza und der Corna Camozzera eine Kniefalte (oder Verwerfung — ich konnte die Verhältnisse hier nicht genauer untersuchen) anzunehmen, die auf der rechten Seite des Imagna-Thales ungefähr parallel mit dem Streichen des Albenza-Kammes verlaufen muss. Dieselben Rhätschichten, die auf dem Kamme in der Höhe von 1200 Metern mit südwestlichen Fallen anstehen, trifft man unten in der Thalsole in 400—500 Meter Höhe wieder an. Dazwischen ist auf ziemlich weite Erstreckung eine mächtige Mauer von Hauptdolomit entblösst, die, den Fall einer Kniefalte vorausgesetzt, ihren Gewölbekern darstellen würde. Ich halte es für wahrscheinlich, dass analog den Verhältnissen in der hangenden Scholle hier keine Senkung des östlichen Theiles, sondern eine Hebung des westlichen entsprechend seiner stärkeren Auffaltung stattgefunden hat.

Bevor ich eine Deutung dieser eigenthümlichen tektonischen Verhältnisse versuche und auf die Beziehungen zu den Nachbargebieten eingehe, erübrigt es sich noch, die reinen Verwerfungen zu besprechen, die in unserem Gebiete wenig zahlreich sind und tektonisch eine geringe Bedeutung besitzen, insofern aber ein gewisses Interesse beanspruchen, als sie an einigen Punkten ursprünglich der Erosion die Wege vorzeichneten und deswegen nicht ohne Bedeutung für die Gestaltung der heutigen orographischen Verhältnisse gewesen sind.

na Camozzera.

M

N

S

uptkette. (Locone-Alben

Zapl

5

6

W.

ico.

Unterer und mittlerer  
e Randkette (Pizzo-Kette  
Glacialterrasse des Car





Resegone di Lecco.

Passo la Passata.

Cornia Canozzera.

Monte Locone.

Passo Pertugio.

Mte. Tesoro.



Profil über den Resegone und die südliche Hauptkette. (Locone-Albenza.)

Passo di Pallio.

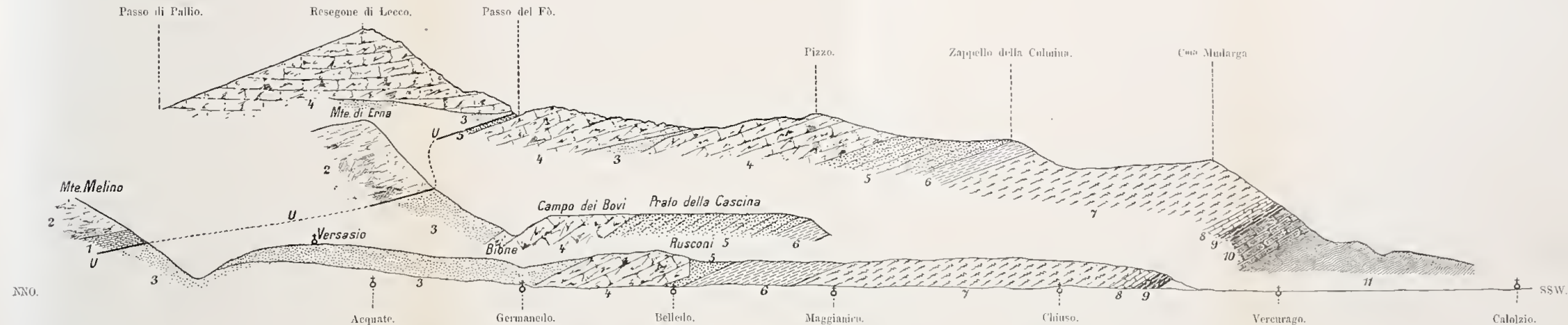
Resegone di Lecco.

Passo del Fò.

Pizzo.

Zappello della Coluina.

Ciò Mularga.



Zeichenerklärung: 1. Muschelkalk, 2. Esinokalk, 3. Raibler Schichten, 4. Hauptdolomit, 5. Rhät-Mergel und Kalke, 6. Conchodon-Dolomit, 7. Unterer und mittlerer Lias, 8. Ammonitico rosso, 9. Aptychenkalk, 10. Majolira, 11. Sraglia, — U = Überschiebung.

Coulissenprofil durch das Resegone-Massiv und die westliche Randkette (Pizzo-Kette) nach Calolzio.

Das oberste Profil verläuft über den Kamm des Resegone und Pizzo, das mittlere in halber Höhe über den Monte di Erna und die Glacialterrasse des Campo dei Bovi, das unterste am Fusse der Berge im Addathale und im Becken von Lecco.



## Verwerfungen.

Echte Brüche habe ich nur in der Nachbarschaft des Beckens von Lecco nachweisen können.

Im Norden der Stadt, bei der Cna San Stefano, liegt eine isolirte Masse von Esinokalk, die von der Eisenbahn und der Landstrasse angeschnitten wird. Fallen und Streichen der Hauptmasse des Esinokalks vom Monte San Martino und des Muschelkalkes über Rancio in Betracht gezogen, kann bei normalen Lagerungsverhältnissen Esinokalk an dieser Stelle nicht mehr anstehen. Die Masse von Cna San Stefano muss also entweder als von der Hauptmasse des Esinokalks abgestürzt oder durch Verwerfung von ihr getrennt angesehen werden.

Eine weitere Verwerfung ist am Monte Melina zu beobachten. Steigt man von Ballabio nicht auf der Fahrstrasse, sondern auf dem Fusswege, der sich an der ersten Kehre von ihr abzweigt<sup>1)</sup>, nach Lecco herab, so kommt man nach einigen 100 Metern Glacialschutt in Muschelkalk, der sich von hier bis auf die Thalsole verfolgen lässt. Gegenüber von Pomedo bricht derselbe plötzlich ab, und Esinokalk bildet in schroffen Felsen den gesammten Nordabhang. Dieselbe Erscheinung wiederholt sich am Südabhang, wir haben es hier mit einer NW-SO streichenden Verwerfung zu thun, an der der westliche Theil des Monte Melina abgesunken ist.

In gleichem Sinne, wie die Brüche von Cna San Stefano und vom Monte Melina, hat ein Bruch gewirkt, der sich am Gebirgsrande vom Bione-Thal bis nach Maggianico verfolgen lässt, d. h. er hat ein Absinken der inneren Theile des Beckens von Lecco gegen die äussere Umrahmung zur Folge gehabt. Die ungleiche Ausbildung der Thalseiten lässt sich in dem eigenthümlichen, cañonförmigen Trockenthale, das zwischen der Kapelle la Rovinata und dem Campo dei Bovi vom Bione-Thal abzweigt und über die Cna di mezzo gegen Maggianico verläuft, leicht erkennen. Die abgesunkene Masse wird noch durch einen weiteren Bruch, der durch den Fso. Lulasco verläuft und an dem die südliche Scholle abgesunken ist, halbirt. Ueber den Bione hinaus ist der Randbruch von Maggianico-Cna di mezzo nicht mehr direct zu verfolgen, doch beobachtet man, dass die unteren Partien der Raibler Schichten nicht mehr genau im Streichen der oberen liegen, sondern gewissermaassen eine Knickung erlitten haben, wie sie deutlicher am Hauptdolomit und den Rhätkalken zwischen Germano und Maggianico zu beobachten ist.

<sup>1)</sup> Es ist derselbe Weg, den GÜMBEL, Geogn. Mitth. a. d. Alpen, VII, p. 564, beging, und auf dem er die Muschelkalk-Versteinerungen fand.



Diese Brüche, vielleicht im Verein mit anderen, die heute unter dem Alluvium verborgen sind, mussten eine Vertiefung schaffen, der die Gewässer im Osten der Spalte des Leccosees fächerförmig zuströmten, wie wir es heute noch sehen; sie bildeten also wahrscheinlich die erste Veranlassung für die Aushöhlung des tiefen Bassins von Lecco, wenn auch das Meiste hier wohl die Erosion gewirkt haben mag.

Einen anderen Charakter besitzt eine Störung<sup>2)</sup>, die von Ballabio nach dem Caldane-Thal ungefähr im Bette des Torrente Grigna verläuft. Höchstwahrscheinlich ist sie die Fortsetzung der laugen Bruchlinie Primaluna-Ballabio, an der das östliche Gebirge gegenüber dem westlichen abgesunken ist. Infolge dieses Bruches ist die untere Grenze des Esinokalkes im Monte Melina in die Nähe der oberen Grenze des Esinokalkes im Massiv des Pizzo due Mani und Monte di Erna gerückt, die Sprunghöhe dürfte also eine recht bedeutende sein. Wohl infolge späterer Dislocationen, die wahrscheinlich mit der Querfaltung in Beziehung stehen, hat sich der im Osten abgesunkene Esinokalk an der Ueberschiebung am Südfuss des Monte Melina ein Stück weit zwischen Raibler Schichten und Muschelkalk eingeklemt. Es ist wahrscheinlich, dass sich dieser Bruch noch über den Caldane hinaus fortsetzt, hier ist er aber wohl infolge der Gleichförmigkeit der zu grosser Mächtigkeit zusammengestauten Raibler Mergel und infolge der starken Ueberschüttung mit Glacial und Gehängeschutt nicht mehr wahrnehmbar. Die Querfaltung<sup>2)</sup> tritt in unserem Gebiete weniger deutlich hervor als im Grignagebirge; zum Theil mag das seinen Grund in der oben beschriebenen Unregelmässigkeit im Streichen haben. Immerhin kann man z. B. zwischen Vercurago und Carenno an den Schichten des oberen Jura und der unteren Kreide einige scharf ausgeprägte Falten beobachten, deren Axe quer zum allgemeinen Streichen verläuft. Ich trage übrigens hier nach, dass noch vor DEECKE TAREMELLI<sup>3)</sup> eine quer zum Hauptstreichen der lombardischen Sedimentzone verlaufende Faltung in der Lombardei und im nördlichen Apennin beobachtet hat, die er ebenfalls für jünger als die Längsfaltung, für pliocän oder postpliocän erklärt. Die Axe der Querfaltung würde bei ihm mit der der Längsfaltung nur einen Winkel von ca. 30° bilden, während DEECKE und ich annehmen, dass sie beide nahezu senkrecht aufeinander stehen.

1) Bereits von DEECKE, l. c. p. 441, vermuthet.

2) Vergl. diese Zeitschr. 1895, p. 668 ff.

3) TAREMELLI, Schizzo orografico del Foglio XXIV.

## Die Beziehungen des Resegone-Grigna-Gebirges zur Alta Brianza.

Es sind in letzter Zeit Zweifel<sup>1)</sup> darüber laut geworden, ob die Blattverschiebung, die BENECKE, C. SCHMIDT und ich im Thale des Leccosees annehmen, wirklich existire, so dass ich auf diese Frage mit einigen Worten zurückkommen muss. Wenn durch ein Querthal keine Störung verläuft, so müssen im Allgemeinen die beiden Thalseiten miteinander correspondiren, das heisst die Schichten der einen Thalseite müssen sich im Streichen auf der anderen fortsetzen. Entspricht nun die eine Thalseite der anderen nicht, so ist zwischen beiden eine Störung anzunehmen, die sowohl eine Verwerfung wie eine Verschiebung sein kann; den ersteren Fall wird man im Allgemeinen da annehmen, wo die beiden Thalseiten noch dieselbe Tektonik zeigen, einen strikten Beweis kann aber nur die Richtung der Schrammen in der Dislocationsspalte liefern. Ist die Tektonik der einen Thalseite von der der anderen aber verschieden<sup>2)</sup>, treten etwa hier stärkere Faltungs- oder Ueberschiebungs-Erscheinungen auf als dort, so ist man im Allgemeinen geneigt, das Vorhandensein einer Blattverschiebung anzunehmen, wiewohl ein ganz sicherer Beweis auch wieder erst durch die Schrammspuren erbracht werden kann.

Sehen wir uns daraufhin die Verhältnisse östlich und westlich vom Lecco-See an. Derselbe darf wohl als ein Querthal gelten, wiewohl seine Längserstreckung nicht genau senkrecht zum Streichen des Gebirges verläuft. Nördlich von Lecco tritt nun auf der östlichen Thalseite Esinokalk in der gewaltigen Masse des San Martino und Coltignone<sup>3)</sup> unmittelbar an das Seeufer. Verliefe keine Querstörung, so müsste Esinokalk am anderen Ufer bereits südlich von Onno auftreten; dies ist bekanntlich nicht der Fall: in der Halbinsel zwischen Como- und Leccósee fehlt Esinokalk überhaupt. Noch viel weniger setzen sich natürlich die Züge von Muschelkalk vom linken auf das rechte Ufer fort. Die einzige Formation, die die beiden Ufer gemeinschaftlich besitzen, sind die Raibler Schichten, die am Westufer gerade

<sup>1)</sup> H. BECKER, Zeitschr. f. pract. Geologie, 1896, p. 367.

<sup>2)</sup> Vergl. SUSS, Antlitz der Erde, I, p. 153.

<sup>3)</sup> Diese Kalkmassen hält Herr BECKER auch heute noch für Hauptdolomit, obwohl sie von fossilreichem Muschelkalk mit *Spirigera trigonella*, *Mentzelia Mentzeli* etc. unter- und fossilführenden Raibler Schichten überlagert werden, obwohl sie selbst reichlich *Diplopora annulata* führen, und obwohl sie in ihren obersten Schichten so reichlich erzführend sind, dass sie früher zu einem nicht unbedeutenden Bergbau Veranlassung gegeben haben!

noch einmal bei Limonta auftauchen. Damit ist meiner Ansicht nach das Vorhandensein einer Querstörung im Lecco-See ausreichend bewiesen. Dieselbe wird noch plausibler, wenn man die tektonischen Verhältnisse diesseits und jenseits desselben in's Auge fasst.

Die Gebirge, welche die Halbinsel zwischen Como- und Lecco-See ausfüllen, die Alta Brianza, waren in den letzten Jahren Gegenstand wiederholter Untersuchungen, so dass über ihre Tektonik im grossen Ganzen keine Zweifel mehr bestehen können. Am leichtesten orientiren wir uns über ihren Aufbau durch C. SCHMIDT's schöne Profilsérie, die 8 Durchschnitte senkrecht zum Rande der lombardischen Ebene darstellt. Den Aussenrand des Gebirges bilden im Osten, am Monte Baro, invers gestaltete Schichten der Kreide, des Jura und der oberen Trias, welche fast genau in der Fortsetzung des Südschenkels unserer Pizzo-Antiklinale verlaufen und wie dort den liegenden Schenkel einer nach Süd übergelegten Falte darstellen. Die Verschiebung des Leccosees setzt sich also nicht bis an den Aussenrand des Gebirges fort.<sup>1)</sup> Verfolgt man die liegende Falte nach Westen, so stösst man auf dieselben Verhältnisse, wie wir sie im östlichen Verlauf derselben, zwischen Vercurago und dem Albenza-Kamme, geschildert haben: sie richtet sich steil auf, so dass sie bereits im Profil 3 normal wird, und verflacht sich dann, bis beide Schenkel ungefähr mit 40° nach S und N einfallen. Westlich und östlich vom Adda-Thal herrscht also hier eine weitgehende Symmetrie. Gebirgs-einwärts ändern sich jedoch diese Verhältnisse sehr rasch. Die äussere Antiklinale wird in der östlichen Brianza nicht von einer Ueberschiebung im Norden abgeschnitten, sondern es legt sich hier an dieselbe eine gleichfalls nach Süd übergelegte Antiklinale, die am Monte Moregallo und den Corni di Canzo vorzüglich aufgeschlossen ist. Auf diese Synklinale folgt am Leccosee ein steiles Gewölbe, aus welchem sich im Profil 4, das durch die Punta di Bellagio gelegt ist, eine anfänglich sehr steil nach Norden einfallende, im Westen sich etwas verflachende Ueberschiebung herausbildet. Im westlichen Theile der Brianza verschwindet die Synklinale der Corni di Canzo, und die überschobene Scholle legt sich unmittelbar auf den Nordflügel der äusseren Antiklinale. Von nun an sind bis zum äussersten Nordende der Halbinsel nur noch mehr oder minder steil gestellte Falten (im Profil No. 4 4 Sättel und 4 Mulden, von denen die nördlichste bei Bellagio selber) zu beobachten.

<sup>1)</sup> Man vergleiche die Continuität der äussersten Falten in den Nordalpen.

Die Alta Brianza besitzt also nur eine Ueberschiebung, die ihren Anfang nicht am Leccosee nimmt: die drei Ueberschiebungen des Grigna- und Resegone-Massivs setzen sich im Osten also nicht über den Leccosee hinaus fort. Andererseits haben wir im Osten desselben nur wenig von dem Faltenbau der Alta Brianza. Abgesehen von geringen Schwankungen des Einfallens haben wir dort nur eine Mulde, die von Esino in der nördlichsten Scholle, und einen Sattel, die Pizzo-Antiklinale südlich von Lecco. Westlich vom Leccosee löst sich der horizontale Druck durch Falten, östlich durch Ueberschiebungen aus; die Verschiebung des Leccosees ist im Grunde genommen keine einheitliche Störung, sondern setzt sich entsprechend den 3 Ueberschiebungen aus 3 Diagonalverschiebungen zusammen, an denen die Schollen im Osten gehoben und zugleich nach vorwärts geschoben wurden.

Was die äussere Antiklinale veranlasst haben mag, sich in der unmittelbaren Nähe des Adda-Thales nach aussen überzulegen, lässt sich nicht mit Sicherheit ermitteln; es liegt nahe, in der lombardischen Ebene ein Hinderniss zu vermuthen, an dem sich die von Norden nach Süden bewegten Massen stauten.

Ich kann der Versuchung nicht widerstehen, an das That-sachenmaterial, das ich im Laufe meiner Arbeiten am Ostufer des Sees von Lecco gesammelt habe, einige theoretische Betrachtungen zu knüpfen.

Der Hauptfaltung, die wohl in das Ende der Miocän- oder den Anfang der Pliocänzeit zu verlegen ist, gingen bereits schwächere Faltungen und Hebungen voraus. Die ersten Anzeichen dafür finden sich in der unteren Kreide, wo Breccienbänke, deren Material vorwiegend dem unteren Lias angehört, den normalen Scaglia-Schichten sich einschalten. Erheblicher müssen die Störungen gewesen sein, die die Sedimentzone zur Zeit der mittleren Kreide durchgemacht hat: in den ziemlich mächtigen Conglomeraten, die an der Grenze von unterer und oberer Scaglia liegen, finden sich neben Juragesteinen bereits nicht selten helle Triaskalke und Dolomite. Die eocänen Conglomerate bestehen, soweit ich das beobachten konnte, ziemlich aus demselben Material wie die der mittleren Scaglia. Dass das Grigna-Massiv zu Beginn der Hauptfaltung bereits von einem grossen Theil der mesozoischen Segimente entblösst war, habe ich bereits früher an gewissen, eigenthümlichen Verhältnissen, die bei den beiden Grigna-Ueberschiebungen zu Tage treten, nachzuweisen versucht. Will man von einer prämiocänen Erosion nichts wissen, so muss man annehmen, dass das Grigna-Massiv nach der Hauptfaltung eine Gipfelhöhe von 5500 Metern und darüber besass, da der Sedimentdecke von den Raibler Schichten bis zum Eocän, die auf



den Grignagipfel noch aufgethürmt zu denken wäre, eine Mächtigkeit von mindestens 3000 Metern zukommt.

Was sich nun ereignete, als das Stück der Erdoberfläche, aus dem die Sedimentzone am Ostufer des Leccosees entstehen sollte, und von dem im Norden schon die Sedimente zum guten Theil abgetragen waren, während sie im Süden noch intact blieben, der Hauptfaltung unterworfen wurde, stelle ich mir in folgender Weise vor. Zuerst bildete sich in Süden eine Falte, die sich im Adda-Thale nach Süden überlegte; den liegenden Schenkel, den Scheitel, und wohl den südlichsten Theil des hangenden Schenkels setzte die intacte Sedimentreihe zusammen, während der Nordtheil des hangenden Schenkels, wie ausgeführt, die Spuren tiefergehender Erosion aufwies. Nach der Bildung dieser Falte dauerte jedoch der horizontale Druck fort und machte einen weiteren Zusammenschub erforderlich. Aus dem eben Gesagten ist es verständlich, dass die Auslösung des Druckes, der weiter auf die Falte wirkte, nicht wie gewöhnlich im Scheitel derselben erfolgte, wo die Sedimente wohl noch in ihrer ursprünglichen Mächtigkeit vorhanden waren, sondern innerhalb des hangenden Schenkels, wo ein Zerreißen der Sedimentdecke leichter stattfinden konnte. Dieser zerbarst in drei Schollen, welche sich aufeinander bezw. auf die Reste der liegenden Falte thürmten.

Ich möchte mir erlauben, hier einige Bemerkungen einzuflechten, die mir theils bei der Untersuchung der drei Ueberschiebungen am Ostufer des Leccosees, theils bei der Lectüre der einschlägigen Litteratur, speciell von ROTHPLETZ' „geotektonischen Problemen“ aufgetaucht sind. Meiner Anschauung nach begreift man heutzutage unter der Bezeichnung „Ueberschiebung“ ziemlich verschiedenartige Dinge, die nur in dem einen Punkte übereinstimmen, nämlich, dass an der Dislocationsspalte die hangenden Schichten älter sind als die liegenden. Ob die Oberfläche des Liegenden ursprüngliche, durch Erosion etc. geschaffene Aussenfläche oder erst durch die Ueberschiebung entstandene Bruchfläche ist, ob die Unterfläche des Hangenden immer von derselben Schicht gebildet wird oder ob sie einen Schichtencomplex quer durchsetzt, das sind alles Fragen, die naturgemäss für die Auffassung der „Ueberschiebung“ von grösster Wichtigkeit sind. Namentlich darauf, dass die Unterfläche des Hangenden häufig von einer Schicht gebildet wird, die dann die Rolle einer Gleitfläche spielt, wie z. B. der Verrucano bei der Glarner nördlichen (Kärpf-) Ueberschiebung, unterer Muschelkalk bei den beiden Grigna-Ueberschiebungen, ist wohl bisher zu wenig geachtet worden. Man darf jetzt, wo sich die Zahl der bekannten Ueberschiebungen rasch vermehrt und wo auch den Nebenerscheinungen

erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt wird, hoffen, dass der Sammelbegriff „Ueberschiebung“ in eine Reihe von natürlichen Unterabtheilungen zerlegt wird. Sind, wie mir wohl jeder zugeben wird, die Ueberschiebungen morphologisch recht verschiedenartig, so liegt es sehr nahe, zu folgern, dass auch ihre Genesis eine sehr verschiedene ist.

Ich kann mir sehr wohl vorstellen, dass Brüche durch einen späteren Faltungsprocess in Ueberschiebungen übergeführt werden können, wenn sie parallel oder in einem sehr spitzen Winkel mit der Axe der Faltung verlaufen. Andererseits müssen, wenn eine liegende Falte im Mittelschenkel zerreißt und wenn die faltende Bewegung fort dauert, ältere Schichten des Gewölbeschenkels über jüngere des Mittelschenkels oder Muldenschenkels geschoben werden; und drittens halte ich es für ebenso möglich und wahrscheinlich, dass in vorgefaltetem und erodirtem Gebiet bei erneutem Horizontalschub durch die frühere Faltung in höheres Niveau versetzte, jüngere Schichten über ältere geschoben werden können. Ich bin überzeugt, dass diese drei Fälle, deren theoretische Möglichkeit wohl kaum abzustreiten ist, in der Natur vorkommen, ja, dass sie sich miteinander combiniren können. So kann ich mir den Fall denken, dass ein Stück der Erdrinde die ersten Stadien einer Faltung durchmacht, dass aber die entstehende Falte sehr bald zerreißt, weil sich ein *locus minoris resistentiae*, hervorgerufen durch vorhergegangene Erosion oder in Gestalt eines älteren Bruches, vorfindet.

Für unsere Ueberschiebungen erscheint mir die Hypothese, welche eine Auswalzung des Mittelschenkels verlangt, angesichts der ausserordentlich mächtigen Massen der Triaskalke und der verhältnissmässig geringfügigen Quetschungs- und Zertrümmerungs-Erscheinungen an der Ueberschiebungsfläche ausgeschlossen. Doch halte ich es nicht für unmöglich, dass dieselben, gleichgültig welcher Umstand für ihre spätere Ausgestaltung bestimmend war, ein, wenn ich so sagen darf, embryonales Faltenstadium durchgemacht haben, dessen Spuren durch die nachfolgenden Bewegungen und durch die Erosion vernichtet wurden. Da unser Gebiet zum grössten Theil vor Eintritt der Hauptfaltung erodirt war, könnte auch die MÜHLBERG'sche Theorie Anwendung finden, welche für Ueberschiebungen das Vorausgehen von Faltung und Erosion zur Bedingung macht; für sie würde der Umstand sprechen, dass die beiden nördlichen Ueberschiebungen auf Schichtflächen verlaufen. Eine stärkere, prämiocäne Faltung ist allerdings bei der flachen Lagerung der in Frage kommenden Schichten ausgeschlossen. Schliesslich ist es nicht unmöglich, dass das erodirte Gebiet durch einen Längsbruch von dem intact geblie-

benen getrennt und durch andere bereits vor der Hauptfaltung in einzelne Schollen zerlegt war; bestimmte Anhaltspunkte für diese Ansicht sind jedoch nicht gegeben.

## Stratigraphischer Theil.

### I. Muschelkalk.

Die ältesten Schichten des Aufnahmegebietes gehören dem Muschelkalk an, auf dessen petrographische und faunistische Eigenthümlichkeiten ich nicht mehr einzugehen brauche, da ich sie in meiner früheren Arbeit erschöpfend besprochen habe. Wie im Grigna-Gebirge tritt uns der untere Muschelkalk als compacte Mauer am Fuss der Steilwände des Esinokalks entgegen, von dem er sich durch seine Schichtung und die rostgelbe Verwitterungsfarbe genugsam unterscheidet. Es ist höchst wunderbar, dass von sämmtlichen Beobachtern erst BENECKE das leicht zugängliche Vorkommen von Muschelkalk oberhalb Rancio di Lecco richtig erkannt und auf der Karte ausgeschieden hat. Am Monte Albano hat ihn GÜMBEL bereits im Anstehenden beobachtet, aber für Rhät gehalten; allerdings sind die Aufschlüsse an der Nordseite des Berges schlecht und die Verhältnisse durch die oben geschilderte Verwerfung unübersichtlich; auf der Südseite wäre dieser Forscher über die wahre Natur der „schwarzen Kalke von rhätischem Charakter“ nicht lange im Unklaren geblieben. Zwischen dem Monte Albano und Rancio ist Muschelkalk an einzelnen Stellen am Südabhang des Monte San Martino unter Moräne und Gehängeschutt aufgeschlossen, so an der Ausmündung der Valle di Calolden, gegenüber von Pomedo, wo neuerdings ein kleiner Steinbruch angelegt worden ist.

Der fossilführende, obere „alpine Muschelkalk“ ist nur durch gering mächtige Knollenkalke mit ihrer Brachiopoden-Fauna vertreten, die Schichten der *Rhynchonella trinodosi* fehlen, wie so häufig im Grignagebirge. Oberhalb von Rancio sammelte ich aus sehr hartem, kieselreichen Gestein

*Spiriferina (Mentzelia) Mentzeli* v. B. sp.

— — *köveskallyensis* (Suess) BOECKH.

*Entrochus* cf. *Encrinurus liliformis* SCHLOTH. sp.

*Pecten discites* SCHLOTH.

Etwas günstiger zum Sammeln sind die Aufschlüsse an der Südseite des Monte Albano, wo sich in der Nähe des mit la Baita bezeichneten Punktes und an dem obersten Fusswege, der am Südabhang des Berges verläuft, ungefähr die gleiche Fauna findet; am gleichen Punkt kommt auch noch die eigenthümliche,

verkieselte Gastropoden-Fauna vor, die ich früher oberhalb Olcio am Leccosee fand. Gegen Osten keilen die fossilführenden Schichten des Muschelkalkes am Monte Albano aus: im Bachbette des Torrente Grigna ist unter dem Esinokalk nur noch der fossilere untere Muschelkalk zu beobachten.

## 2. Esinokalk.

Esinokalk setzt die Bergmassen des Monte Melina (Albano) Monte di Erna und die nördliche Umgrenzung des Beckens von Lecco zusammen: zumeist ist er als dichter, blaugrauer Kalkstein mit muscheligen Bruch entwickelt, der sich recht gut von dem immer deutlich krystallinen Hauptdolomit unterscheiden lässt. Ausserdem nimmt er beim Verwittern eine bläulich-weiße Farbe an, während der Hauptdolomit dann gelbliche Töne zeigt; auch an ihren Schutthalden lassen sich beide Gesteine in unserem Gebiete unschwer auseinander halten; der Esinokalkschutt verbäckt meistens zu einer sehr widerstandsfähigen Breccie, während der des Hauptdolomits seine lose, grusige Beschaffenheit beibehält. Schliesslich ist der Hauptdolomit meistens sehr viel deutlicher geschichtet als der Esinokalk.

Der Esinokalk des Aufnahmegebietes ist leider ausserordentlich petrefactenarm: ausser Evinospongien, deren organischer Ursprung mir trotz der Vertheidigung SALOMON'S unwahrscheinlich erscheint, konnte ich nur Diploporen, die besonders am Monte San Martino häufig und gut erhalten sind, ein Stückchen einer nicht näher bestimmbareren Koralle und unbestimmbare Fossildurchschnitte finden.

Die obersten Schichten des Esinokalks sind sowohl am Monte San Martino, wo früher ein ziemlich ausgedehnter Bergbau auf Blei getrieben wurde, wie am Monte di Erna reichlich erzführend. Bei Erna scheinen weniger Blei und Zink als Eisenerze gewonnen zu sein, welche in unmittelbarer Nähe des Gipfels in offenen Gruben ausgebeutet wurden.

## 3. Raibler Schichten.

Neben Gorno und Dossena ist Acquate östlich von Lecco die bekannteste Fundstelle für Raibler Fossilien in der Lombardei. Das Museo civico in Mailand besitzt von diesem Punkte eine grosse Anzahl meist recht gut erhaltener Sachen, die um so grösseren Werth besitzen, als an Ort und Stelle nur noch sehr wenig zu sammeln ist. Sowohl in lithologischer wie in faunistischer Hinsicht zeigen die Schichten von Acquate wesentliche Abweichungen gegenüber der Ausbildung des Raibler Niveaus in der mittleren Lombardei; dies und die unklaren Lagerungsverhältnisse



hat wohl seiner Zeit v. MOJSISOVICs bestimmt, die Schichten von Acquate dem Wengener Niveau zuzusprechen. Ich muss gestehen, dass ich selber starke Zweifel an der Berechtigung der Ansicht der meisten Autoren hatte, welche diese Schichten in's Raibler Niveau stellten, bis ich durch die Untersuchung der Lagerungsverhältnisse dahin geführt wurde, dieselbe bestätigen zu können.

Ich gebe im Folgenden eine Uebersicht der im Gebiete von Acquate gefundenen Fossilien, wobei ich diejenigen mit einem \* bezeichne, welche, nach der Zusammenstellung von PARONA, in der übrigen Lombardei bisher noch nicht gefunden wurden.

1. \* *Trachyceras affine* PAR.
2. \* *Atractites Aussecanus* E. v. M.
3. \* *Orthoceras dubium* F. v. HAU.
4. \* *Nautilus (Trematodiscus) Tommasii* PAR.
5. \* *Chemnitzia reflexa* MSTR. sp.
6. \* *Loxonema obliquecostatum* BRONN sp.
7. \* — *acutissimum* PAR.
8. \* — *Stoppanianum* PAR.
9. \* *Euchrysalis pupaeformis* MSTR. sp.
10. \* *Natica Deshayesi* KLIPST. sp.
11. \* — *impressa* MSTR.
12. \* — sp. indet.
13. \* — — —
14. \* *Phasianella lariana* PAR.
15. \* *Porcellia?* sp. indet.
16. *Lima subpunctata* D'ORB.
17. \* — *Bassaniana* PAR.
18. \* — *nuda* PAR.
19. \* *Hinnites Ombonii* PAR.
20. *Pecten filiosus* HAUER.
21. \* — *inaequialternans* PAR.
22. \* — (*Pleuronectites*) *Saccoi* PAR.
23. \* — sp. indet.
24. \* — (*Vola*) *Deeckei* PAR.
25. \* *Avicula (Oxytoma) (?)* sp. indet.
26. \* *Cassianella decussata* MSTR. sp.
27. \* — *gryphaeata* MSTR. sp.
28. \* *Gervillia Stoppanii* PAR.
29. — *Meriani* STOPP.
30. — *musculosa* STOPP.
31. \* *Pinna raibliana* PAR.
32. *Hörnasia Joannis Austriae* KLIPPST. sp.
33. \* *Posidonomya wengensis* WISSM.

34. \* *Mytilus rectus* PAR.
35. \* *Macrodon Taramellii* PAR.
36. \* *Nucula* cf. *sulcellata* WISSM. sp.
37. *Myophoria Kefersteini* MSTR. sp.
38. \* — n. sp.
39. \* — *acquatensis* PAR.
40. \* *Megalodon cassianus* HÖRN.
41. \* — *rimosus* MSTR. sp.
42. \* — sp. indet cf. *M. rostratus* MSTR.
43. *Solen caudatus* HAUER.
44. *Fimbria (Sphaeriola) Mellingeri* HAUER sp.
45. \* — — *subquadrata* PAR.
46. \* *Pleuromya* sp. n.
47. \* — *carinata* PAR.
48. \* — *lata* PAR.
49. *Coenothyris Paronica* TOMM.
50. \* *Terebratula* sp. indet.
51. \* *Cidaris* sp. indet.
52. \* *Encrinus cassianus*.
53. \* *Cladophyllia* sp. indet.
54. \* *Voltzia raiblensis* STUR.

Nach vorstehender Zusammenstellung sind von den 54 aus Acquate bekannt gewordenen Arten nur 8 in der übrigen Lombardei vertreten; dagegen fehlen in Acquate eine Anzahl von Arten, die für die übrigen Ablagerungen der Lombardei äusserst charakteristisch sind, wie *Myophoria Whateleyae*, *Myoconcha Curionii* und *lombardica* u. a. mehr.

Ebenso bedeutend sind die Abweichungen in lithologischer Beziehung. Wiewohl die Schichten von Acquate in einer Anzahl von Brüchen aufgeschlossen sind und überall zum Bau der Wegmauern etc. Verwendung finden, ist es nicht leicht, über die Schichtenfolge ein richtiges Bild zu erhalten. Ich vermute, dass die ziemlich dünnplattigen dunklen Kalke, die mitten durch Acquate streichen und die in der Via Resegone, am Aufstieg nach Falghera, besonders gut aufgeschlossen sind, die unterste Abtheilung der Raibler Schichtenserie und damit den innersten Kern der Pizzo-Antiklinale darstellen. Ist das richtig, so folgen als nächst höheres Glied an der Strasse, die von Acquate nordwärts über die Cementfabrik am Caldone-Ufer nach San Giovanni alla Castagna und Bonacina führt, dunkle, ziemlich feste und compacte Mergel, die beim Verwittern spiessig zerfallen, in bedeutender Mächtigkeit; sie sind im Streichen am Abhange über Acquate westlich von Falghera bis zu der Wegkreuzung im Westen von

Malnago, die auf der Karte ein kleines Kreuz bezeichnet, gut zu verfolgen. Bactryllien, die sie nach v. Mojsisovics enthalten sollen, konnte ich in ihnen nicht constatiren. Im liegenden Schenkel entsprechen dieser Abtheilung die festen Mergel, die am Südausgange des Dorfes in zwei Brüchen aufgeschlossen sind. Darüber folgen in dem Profil am Caldane blätterige Mergel, zum Theil sehr reich an verkohlten Pflanzenresten, die mit dunklen, meist oolithischen und etwas sandigen Kalken wechsellagern; es sind wohl die Schichten, die v. Mojsisovics als Sandsteine mit Pflanzenresten bezeichnet. Ueberlagert werden sie von einer ziemlich mächtigen, compacten, von zahllosen Spathadern durchsetzten Kalkmasse von dunkelgrauer Farbe; nach v. Mojsisovics enthält sie Korallen und ist als eine Riffzunge zu betrachten, die von der Riffacies der Esinokalke im Norden in die heteropischen Wengener Schichten im Süden ausstrahlt. Ich konnte zwar an dieser Stelle keine Korallen finden, zweifle aber an ihrem Vorhandensein nicht, da ich sie an verschiedenen anderen Punkten in den Schichten von Acquate beobachten konnte, wo sie die Verwitterung leichter erkennbar gemacht hatte. Dass Korallen in den Raibler Schichten auftreten, ohne aber irgendwo „riffbauend“ zu werden, ist an einer Anzahl von Lokalitäten der Lombardei und von Süd-Tirol nachgewiesen worden. Ueber diesen compacten Kalken folgt wiederum ein Wechsel von tuffigen Mergeln und oolithischen, sandigen Kalken; nach oben treten die Mergel zurück, und es folgen einige Meter dunkle, stark oolithische, ziemlich feinsplattige Kalke, in denen jetzt hauptsächlich gebrochen wird. An einzelnen Stellen kommen hier kleine Gagatbänder vor, die die Arbeiter als „unreife Kohle“ bezeichnen. Im Abraum erscheinen grau-grüne Tuffmergel, die den Uebergang zu der oberen Abtheilung der bunten Mergel bilden; in dieser Region treten noch einige Kalkbänkchen auf, von denen das eine, ca. 15 cm dick, vollständig von Zweischalern, meist Myophorien, erfüllt ist. Leider sind die Versteinerungen aus dem festen Gestein sehr schwer herauszubekommen, auch wenn dieses verwittert, ist auf keine Ausbeute zu hoffen, da die dicken Kalkschalen sich leichter zersetzen, als das umgebende Gestein. Stammt, was ich bestimmt glaube, die Mehrzahl der Petrefacten im Museo civico aus dieser Bank, so liegt die Fauna von Acquate in demselben Horizont wie die von Gorno und Dossena, d. h. an der Grenze zwischen den Plattenkalken der unteren und den Tuffen, Rauchwacken etc. der oberen Abtheilung. Die auffallende Verschiedenheit der beiden Faunen wird also nicht durch die Ungleichheit des Lagers, sondern durch andere Umstände bedingt, zu denen vielleicht der Reichthum an tuffigen Bestandtheilen und Pflanzenresten bei Acquate zu zählen

ist. Durch diese Eigenschaften nähern sich die Schichten von Acquate den nordalpinen, äquivalenten Sedimenten; leider liegen von unserer Fundstelle keine besser erhaltenen Pflanzenreste vor, die einen Vergleich mit der lunzer und ausseralpinen Flora gestatten und sehr interessante Ausblicke auf die vielumstrittene Frage der unteren Keupergrenze in den Alpen gestatten könnten.

Der unmittelbare Uebergang der unteren Raibler Abtheilung in die rothen Tuffmergel des oberen Niveaus ist am Caldoue-Ufer selber nicht mehr aufgeschlossen. Ein diesbezügliches Profil konnte ich südlich von Falghera im inversen Theil der Antiklinale beobachten.

Dort folgen vom Liegenden in's Hangende: -

1. Rothe Tuffmergel und Sandsteine.

2. Die Mergel verlieren die bunte Färbung, dunkle, fossil-leere Kalke schalten sich ein, z. Th. bis über 1 m mächtig und oft die Mergel fast ganz verdrängend.

3. Graugrüne Tuffmergel.

4. Dunkler oolithischer Kalk mit dickschaligen Zweischalern.

In den Plattenkalken, die am Ausgange der Schlucht von Bovazzo im Bett des Caldoue anstehen, sind namentlich dunkle, stark bituminöse Bänke mit Korallen gut aufgeschlossen; andere, fossilführende Horizonte konnte ich dort nicht finden.

Die bunten Mergel und Sandsteine besitzen unten im Becken von Lecco eine erheblich grössere Mächtigkeit, als ihnen ursprünglich zukommt; sie setzen im Liegenden der Plattenkalke den ganzen Abhang von Germanedo bis nahe vor Acquate, im Hangenden die ganze Fläche von der Linie Cémentfabrik von Acquate-Falghera-Malnago bis zur Schlucht von Bovazzo und dem Steilabhang des Monte Melina zusammen. Ich erkläre mir diese Verhältnisse durch die Annahme, dass die weicheren Mergel aus den oberen Theilen der Antiklinale nach den unteren gedrückt wurden, indem die beiden Hauptdolomitmassen im Hangenden und Liegenden wie zwei Hebelarme wirkten. In den obersten Theilen des Gebirges bilden die Raibler Schichten nur noch ein schmales Band, das in dem Thälchen gegenüber den Hütten von Costa heraufzieht und in einer spitzen Zunge, von der am Pizzo-Kamme gerade noch ein Stückchen aufgeschlossen ist, im Hauptdolomit ausläuft.

Der zweite Zug von Raibler Schichten, dessen Zusammenwerfen mit dem eben besprochenen für die Geologie unseres Gebietes so verhängnissvoll geworden ist, gehört der hangenden Scholle an und zieht sich als ein meist schmales Band, öfters von Hauptdolomit überschottet, vom Becken von Ballabio durch die Schlucht von Bovazzo, steigt von da an dem Nordabhang des



Monte di Erna bis zu dem als Forcola bezeichneten Uebergange nach dem Comera-Thale und verläuft dann nahezu horizontal am Fuss der Steilwände des Resegone über den Passo del Fò nach dem Passo la Passata. Die Plattenkalke erscheinen im Gegensatz zu der Ausbildung derselben bei Acquate sehr stark reducirt; am besten sind dieselben bei den Hütten von Erna aufgeschlossen.

Die Gesteine dieses Zuges haben zum Theil sehr starke Umbildungen zu erleiden gehabt. Sehr stark gequetscht sind die Raibler Mergel namentlich am SW-Fusse des Pizzo due Mani, wo sie der Saumweg nach Morterone aufschliesst: die rothen Tuffmergel, die so ungeheure Mächtigkeit nördlich und südlich von Acquate besitzen, sind auf ein wenige Finger breites Bändchen, voll von Spiegeln und Rutschflächen, beschränkt. Dies lässt darauf schliessen, dass innerhalb der compacten Resegone-Scholle zwischen Hauptdolomit und Esinokalk Verschiebungen stattfanden, bei denen die Raibler Schichten die Rolle der Gleitfläche spielten.

#### 4. Hauptdolomit.

Die wildesten und höchsten Theile des aufgenommenen Gebietes bildet der Hauptdolomit. In der hangenden Scholle setzt er den Pizzo due Mani und den Resegone, in der liegenden den Pizzo und die ihm nordöstlich vorgelagerten, namenlosen Bergmassen in der äusseren, die Corna Camozzera und den Monte Locone in der Hauptkette zusammen. Seine Gesteinsbeschaffenheit ist meist eine sehr constante; seine Hauptmasse besteht aus grob- oder feinkrystallinen, grauen, zuweilen sogar sehr dunklen und nicht selten stark bituminösen Dolomiten, die sich in nicht ganz frischem Zustande sandig anfühlen. Die Schichtung ist meist sehr grob, aber deutlicher als beim Esinokalk. Im unteren Theile des Hauptdolomits, aber von den Raibler Schichten noch durch ca. 150 m schlecht geschichtete Dolomite getrennt, fällt ein System von feuplattigen, thonhaltigen Schichten auf, die nicht selten Wasser führen; sie bilden am Resegone eine sehr deutlich abgesetzte Terrasse, auf der die Hütte am Westabhange in 1528 m Höhe steht. Gut zu beobachten sind diese Schichten auch bei den C. Bosco, am Nordabhange des Resegone, östlich vom Uebergange der Forcella, wo man sich vor einer Verwechslung mit anderen Formationsgliedern hüten muss.

Bei der Verwitterung zerfällt der Hauptdolomit meistens leicht in kleine polyedrische Stückchen oder in feinen Grus. Zuweilen besitzt er aber eine solche Festigkeit, dass es schwer ist, ihn mit dem Hammer zu bearbeiten; diese Erfahrung macht man namentlich in den Schutthalden am Süd- und Westfuss des

Resegone. Ich vermüthe, dass diese Zähigkeit mit dem durch die Analysen nachgewiesenen Kieselgehalt in Verbindung steht. An einzelnen Punkten, z. B. am Culmine San Pietro zwischen Barzio und Morterone, finden sich massenhaft im untersten Hauptdolomit klare Quarzkrystalle.

Der Hauptdolomit des Aufnahmegebietes ist im Allgemeinen ziemlich fossilreich, besonders am Resegone. Hier kann man beobachten, dass die Versteinerungen in nahezu gleichmässiger Vertheilung von unten bis oben durchgehen, also nicht, wie im Esinokalk, nesterförmig angehäuft sind.

Das häufigste Petrefact ist:

*Turbo solitarius* BEN.

Daneben sind nicht selten:

*Gervillia*<sup>1)</sup> *exilis* STOPP. sp.

*Megalodon Gumbeli* STOPP.

*Gyroporella vesicularis* GÜMB.

Letztgenanntes Fossil ist am Ostabhange des Passo la Passata ausserordentlich häufig. Man kann dort aus den Wiesenmauern prächtige Handstücke herausschlagen, auch andere Fossilien scheinen dort nicht selten zu sein, sind aber nur zu erbeuten, wenn sie herausgewittert sind. In der Val' d'Erve in der Nähe der Baita Pradella fand ich ein Stück mit zahlreichen Zygopleuren, das wahrscheinlich auch aus den obersten Schichten des Hauptdolomits stammt.

## 5. Rhät.

Ueber die Frage, was zum sogen. Rhät oder Infralias zu stellen ist, und ob der so bezeichnete Schichtencomplex zur Trias oder zum Lias gehört, gehen die Ansichten auch heute noch ziemlich auseinander. Am engsten fassen Autoren wie CURIONI<sup>2)</sup>,

<sup>1)</sup> Dieses Fossil ist, wie BENECKE durch Freilegung der Ligamentgruben an Exemplaren von Gardone, Val Trompia, nachwies, hierher, nicht zu *Avicula* zu stellen.

<sup>2)</sup> CURIONI geht, *Geologica* I, p. 237 ff., bei seiner Eintheilung des Infralias von den Profilen am Westufer des Comer Sees, südlich von Bellagio aus, wo nach seinen und ESCHER's Beobachtungen über den Dolomiten mit *Conchodon* noch einmal Mergelkalke mit *Avicula contorta* auftreten soll.

Er unterscheidet darnach eine obere und eine untere Zone mit *Avicula contorta*, die durch Madreporen- und *Conchodon*-Dolomit getrennt sind. Die Dolomite, die die obere *Avicula contorta*-Zone von den schwarzen Liaskalken trennen, stellt er als *dolomia liasica* an die Basis des Lias. Wenn durch ESCHER's und sein Profil keine Störungen

RAGAZZONI und neuerdings BECKER den Begriff Infralias, indem sie unter ihm nur die Contorta-Mergel und sogen. Madreporen-Kalke verstehen wollen, die Dolomite aber, die die letzteren von den Liaskalken trennen, bereits dem Lias anschliessen; am weitesten fast HAUER den Begriff Rhät, indem er auch noch den ganzen Hauptdolomit mit einbezieht. Ich schliesse mich, was die Abgrenzung und Eintheilung des Rhät oder Infralias anbelangt, STOPPANI, TARAMELLI, BITTNER und VARISCO an, stelle denselben aber, entgegen den Anschauungen der lombardischen Geologen, zur Trias und nicht zum Jura.

Mit den genannten Autoren unterscheide ich von unten nach oben.

1. Schichten der *Avicula contorta* PORTL. und des *Bac-tryllium striolatum* HEER. Dunkle Mergel und Mergelkalke.

2. Schichten der *Terebratula gregaria* = Azzarola-Schichten STOPP. mit dem Madreporen-Kalk = Lithothamnien-Schichten LEPSIUS. Reinere, bisweilen dolomitische Kalke.

3. Conchodon-Dolomit, helle, z. Th. grobkrySTALLINE Dolomite — dunkle, dolomitische Kalke, in unserem Aufnahmegebiete fossilleer.

Rhät tritt in unserem Gebiete nur in der liegenden (Pizzo-) Scholle und der von ihr nicht zu trennenden Scholle von Morterone-Val Imagna auf. Von der Nordgrenze des Kartenblattes bis zum Passo di Pallio, begleitet ein schmaler Streifen von Rhät die Morterone-Verschiebung; er stellt den durch den Hauptdolomit des Resegone aufgepfügten und steilgestellten Ostrand der Liasmulde von Morterone dar. Conchodon-Dolomit ist in diesem Grenzbande meist vollständig erhalten, zwischen ihm und den Hauptdolomit schieben sich auch meist noch die obersten, fossilführenden Lagen der zweiten Abtheilung, welche die Trennung der beiden Dolomite erleichtern, während die Mergel der untersten Zone nur selten in der Verschiebungskluft erhalten sind. Merkwürdiger Weise sind die Liaskalke des Beckens von Morterone bisher von sämtlichen Beobachtern für Rhät angesprochen worden; ganz abgesehen von den faunistischen und petrographischen Unterschieden zwischen Lias und Rhät hätte die grosse Verschiedenheit der Landschaftsbilder nördlich und südlich von der Costa di Pallio vor einer Verwechslung beider Gesteine warnen

---

verlaufen, so haben wir dort eine Ausbildung des Rhät, die erheblich von der in der übrigen Lombardei abweicht.

Soweit meine Beobachtungen und die Kenntniss der Litteratur reichen, haben wir zwischen Gardasee und Comer See immer nur ein, wiewohl oft sehr mächtiges, *Avicula contorta*-Niveau und einen Dolomit-Horizont, der unmittelbar unter den Liaskalken liegt.

sollen. Oberhalb von Brumano vereinigt sich der schmale Grenz-  
zug mit den Massen, die die obere Val Imagna erfüllen; diese  
treten nun, hauptsächlich mit den Schichten der zweiten Ab-  
theilung oder dem Conchodon - Dolomit, in unmittelbare Berüh-  
rung mit dem Hauptdolomit des Resegone. Besonders günstige  
Fundstellen enthält der ganze Streifen am Ostfuss des Resegone  
nicht, was z. Th. damit zusammenhängt, dass die Schichten am  
Hauptdolomitcontact sehr stark zertrümmert und gequetscht sind.

Von dem Rhätbecken der oberen Val Imagna streichen  
2 Züge nach Westen aus, von denen der kürzere, nördliche dem  
hangenden, der längere, südliche dem liegenden Schenkel der  
Pizzo-Antiklinale angehört. Dort, wo der nördliche Zug abzweigt,  
in der Nähe des Passo Passata und am besten im Passeinschnitt  
selbst, sind die *Contorta*-Mergel sehr fossilreich aufgeschlossen.

Ich sammelte dort:

*Avicula contorta* PORTL.,  
*Leda alpina* WINKL.,  
*Protocardia rhaetica* MER. sp.

u. A. m.

Durch saftige Wiesen bezeichnet, zieht sich dann das obere  
Band, dem in seinem westlichen Theile noch Conchodon-Dolomit  
angehört, der weiterhin verschwindet, zum Passo del Fò, wo  
speciell die Bactryllien-Mergel mit *Avicula contorta* entblösst sind,  
und wird in der Nähe der Cornesella (hier eine Bank mit *Gervillia  
inflata* SCHAFFH. bemerkenswerth) von der Ueberschiebung abge-  
schnitten.

Der südliche Rhätzug zweigt südlich vom Monte Locone vom  
Imagna-Becken ab und setzt in breiter Zone in das Thal von  
Carenno hinüber. Die Höhe des Kammes setzt bis zum Monte  
Tesoro hauptsächlich Madreporen-Kalk, für den am Monte Pichetto  
eine gute Fundstelle ist, von dort bis über San Bernardo hinaus  
Conchodon-Dolomit zusammen. In der Val d'Assa, am West-  
Abhange des Monte Tesoro ist ein fast vollständiges Rhätprofil  
entblösst.

Auf den Hauptdolomit, dessen oberste Schichten gerade noch  
angeschnitten werden, folgen dort:

1. klotzige, unten rehbraune, oben blauschwarze Kalke.
2. Mergelkalke, sehr unebenflächig, fossilreich (*Avicula con-  
torta*).
3. blättrige Mergel, geringmächtig.
4. sehr thonreiche, spiessig zerfallende Mergel, nach oben  
mit Mergelkalken wechsellagernd; in dieser Abtheilung bilden sich  
öfters Rauchwacken.



5. feinplattige Kalke mit *Modiola*.
6. klotzige, oft knollige, braune — sehr dunkle Kalke in ziemlich bedeutender Mächtigkeit.
7. dünnbankige Kalke und Kalkmergel mit reicher Fauna. Bactryllien.
8. nicht aufgeschlossen.
9. hellgelber, stark bituminöser, grobkrySTALLINER (Conchodon-) Dolomit, zu Dolomitsand verwitternd.

Ohne das Thal von Carenno ganz zu erreichen, wendet sich der Rhät plötzlich nach Norden und zieht, an der Biegungsstelle ausserordentlich reducirt, in das Thal von Erve, wo er sich wieder ansehnlich verbreitert und von wo er in gleichmässigem Nord-West-Streichen über die Höhen des Monte Forcellino und Zappello della Culmina das Becken des Lecco bei Belledo erreicht. Man kann dabei beobachten, dass die vorwiegend mergelige Beschaffenheit der unteren Rhätschichten mehr und mehr nach Westen einer kalkigen Platz macht, so dass bei Belledo die Mergel nur noch als ziemlich dünne Einlagerungen in den compacten, tiefschwarzen Kalken erscheinen. Die an anderen Orten so deutliche Terrasse zwischen dem Conchodon- und Hauptdolomit fehlt am West-Abhange des Pizzo so gut wie ganz, statt dessen tritt eine Reihe von Abstürzen übereinander auf, die sich aus der Ferne von denen der über- und unterlagernden Dolomite kaum unterscheiden. Im Zusammenhang damit tritt, je weiter man den Zug nach Westen verfolgt, eine Verminderung des Fossilreichtums ein. Am Westabhang des Pizzo sind zwar noch die meisten charakteristischen Rhätversteinerungen zu haben, aber doch erst nach längerer Klopfarbeit.

Im Allgemeinen eignet sich der Rhät des Aufnahmegebietes nicht zu eingehenden, stratigraphischen Studien; wer sich damit beschäftigen will, wird sein Ziel leichter in den ungeheuren Rhätbezirken von Taleggio und Val Imagna und an den klassischen Lokalitäten der Alta Brianza und des Monte Galbiga erreichen. Der südalpine Rhät bietet noch manche dankbare Aufgabe; die Beziehungen zwischen der rein kalkigen Entwicklung in Venetien und der westlichsten Lombardei und der fossilreichen Mergelfacies sind noch keineswegs genügend geklärt, und die Ausbildung des Rhät, wie sie ESCHER und CURIONI am Monte Galbiga beobachtet haben, weist so erhebliche Abweichungen von der in der mittleren und östlichen Lombardei auf, dass es wohl der Mühe verlohnt, diese Verhältnisse genauer zu studiren.

Viel Kopfzerbrechen hat mir die äusserst ungleichartige Ausbildung des Conchodon-Dolomites gemacht; bald tritt derselbe in

der Form hochkrystalliner, gelblicher, leicht zu Dolomitsand verwitternder Gesteine auf, wie bei Carenno, bald wird er durch dunkle, dichte, dolomitische Kalke repräsentirt, die seine Abgrenzung nach oben und unten erschweren, wie man das am besten zwischen Maggianico und Belledo beobachten kann. Schliesslich führte mich eine Beobachtung am Passo di Pallio, wo der Gegensatz zwischen den beiden Gesteinstypen ganz besonders in die Augen fällt, darauf, dass die hellen, hochkrystallinen Gesteine nichts weiter sind, als ein Verwitterungsprodukt der dunklen, dichten, wobei namentlich die im Erdboden circulirenden Gewässer, wahrscheinlich vermöge ihres Gehaltes an Humussäuren, die Hauptrolle spielen mögen. Die hellen, krystallinen Gesteine, die bisweilen noch einen dunklen Kern überrinden, brausen fast gar nicht mit verdünnter Salzsäure, während der dunkle Kern sehr lebhaft Reaction zeigt. Die innige Verknüpfung von dichter und krystalliner Substanz hat bereits CURIONI, wie ich später nachlas, beim Conchodon-Dolomit beobachtet, deutet sie aber ganz anders wie ich, denn er sagt, *Geologia applicata* I, p. 255: „Accade non die rado, di raccogliere campioni costituiti metà di dolomia bianchiccia o candida e metà di detta calcaria grigia; cio dimostra anche litologicamente la connessione tra questa dolomia e il lias.“ Ich werde auf diese interessanten Verhältnisse, die geeignet sind, ein Licht auf den Vorgang der Dolomitisirung zu werfen, vielleicht in einer besonderen Untersuchung zurückkommen.

Die obere Abtheilung des Conchodon-Dolomites ist stellenweise sehr reich an Kieselausscheidungen, besonders auf dem Albenza-Kamme, wo man in den Wegmauern mächtige Klötze von reinem, weissen Hornstein wahrnehmen kann. Es deutet sich also hier bereits ein Uebergang zu den sehr kieselreichen Liaskalken an, und unwillkürlich drängt sich die Frage auf, ob die Grenze zwischen Trias und Lias dort verläuft, wo wir sie heute nach rein äusserlichen, lithologischen Momenten ziehen müssen, d. h. zwischen den helleren dolomitischen Kalken unten und den dunklen, thonigen oben. Es ist nicht abzustreiten, dass die untersten Lias-Etagen noch im Conchodon-Dolomit enthalten sein können, da meines Wissens die *Planorbis*- und vielleicht auch die *Angulaten*-Zone in den dunklen Liaskalken noch nicht nachgewiesen worden sind, allein positives Beweismaterial besitzen wir vorläufig für diese Annahme nicht. Ausserdem würden wir wahrscheinlich, wenn diese Annahme sich bestätigen sollte, in die Nothwendigkeit versetzt werden, die obere Triasgrenze mitten durch den Conchodon-Dolomit zu ziehen, der eines Theilungs-

versuches ebenso spotten würde, wie Hauptdolomit und Esinokalk.<sup>1)</sup>

## 6. Der untere und mittlere Lias.

Die Hauptmasse der Abtheilung, die auf Grund von spärlichen Fossilfunden allgemein dem unteren Lias zugesprochen wird, bilden tiefschwarze, sehr gut geschichtete Kalke mit ebenen Schichtflächen, zwischen die sich öfters Mergellagen einschieben. Diese Mergelbänke sind im Osten des Gebietes häufiger und mächtiger und bewirken ein leichteres Zerfallen der Liasschichten; es ist also auch hier, wie im Rhät, ein Zunehmen der Mergelfacies nach Osten zu constatiren. Im grossen Ganzen sind die Kalke des unteren Lias sehr reich an Kieselsäure, die sich in Knollen, Schlieren und Bändern ausscheidet, doch scheint die horizontale Verbreitung eine sehr ungleiche zu sein. Die petrographischen Eigenthümlichkeiten des unteren Lias scheinen östlich vom Comer See sehr constante zu sein, während sie im Westen desselben einem raschen Facieswechsel unterliegen; wenigstens stimmt die Diagnose, die BITTNER<sup>2)</sup> vom Lias in Judicarien giebt, Wort für Wort auf die analogen Schichten unseres Gebietes.

Die untersten Lagen des Lias an der Capella dei morti bei Carenno bilden dichte, heller gefärbte Kalke mit Crinoiden und Fossildurchschnitten; unmittelbar unter ihnen folgen die obersten, hornsteinreichen, noch deutlich plattigen Schichten des Conchodon-Dolomits. In der Nähe der C. Pian del Cal finden sich in den untersten Bänken des Lias zahlreiche, ganz verkieselte Ammoniten und Brachiopoden; leider konnte ich nichts recht Bestimmbares herauschlagen; doch vermthe ich, dass in diesem Niveau PARONA'S Fundpunkt liegt, der aus Lias von Carenno<sup>3)</sup> erwähnt:

*Atractites Guidonii* MGH (?).

*Phylloceras stella* Sow. sp.

— *cylindricum* Sow. sp.

<sup>1)</sup> BECKER stellt (Zeitschr. f. pract. Geologie, 1895, p. 241) auf seiner Karte den Conchodon-Dolomit in den Lias auf Grund von Ammoniten-Funden, die CURIONI, Geologia, I, p. 411, von Lezzeno südöstlich von Bellagio erwähnt. Ich kenne die Fundstelle selber nicht, glaube aber, dass man unter einem „schwarzen, ziemlich mergeligen Kalk“ kaum Conchodon-Dolomit verstehen kann. Ich lese vielmehr aus der Bemerkung von CURIONI nur heraus, dass die Grenze zwischen Infralias und Lias auf Blatt XXIV der Schweizer geologischen Karte bei Lezzeno ungenau gezogen ist, was ich nach den Erfahrungen, die ich mit diesem Kartenblatt im Grigna- und Resegone-Gebirge gemacht habe, nicht für unmöglich halte.

<sup>2)</sup> BITTNER, Ueber die geologischen Aufnahmen in Judicarien und Val Sabbia. Jahrb. k. k. geol. R.-A., XXXI, 1881, p. 330.

<sup>3)</sup> Atti soc. Ital. Science nat., XXVII, p. 2.

- Lytoceras articulatum* Sow. sp.  
*Aegoceras comptum* Sow. sp.  
 — *ventricosum* Sow. sp.  
 — *Listeri* Sow. sp.  
*Arietites bisulcatus* BRUG. sp.  
 — *Conybeari* Sow. sp.  
 — *rotiformis* Sow. sp.  
*Tropites ultratriasicus* CANAV.  
*Spiriferina alpina* OPP. u. NEUM.

Ich selber konnte in den schwarzen Kalken des unteren Lias leider nirgends etwas Bestimmbares finden.

Nach oben zu geht die blauschwarze Farbe der unteren Abtheilung allmählich in ein lichtiges Grau über, die Mergellagen verschwinden und die Kieselknollen treten zurück, während die Kalke selber härter und splittriger werden. Die Gesteine dieser Abtheilung besitzen eine auffallende Aehnlichkeit mit schwäbischem Lias  $\gamma$ ; selbst die eigenthümlichen dunklen Flecken, die BRITNER aus gleichen Schichten von Judicarien erwähnt und hinter denen er Algen vermuthet. fehlen dort nicht. Es ist dies die Stufe, die im Brescianischen „Medolo“ genannt wird und dort eine reiche, mittelliasische Fauna führt. In unserem Gebiete habe ich nur am Monte Brughetto bei Carenno ein Exemplar von

*Lytoceras fimbriatum* Sow. sp.

finden können. Das übrigens auch hier die petrographische Grenze, die man zwischen mittlerem und unterem Lias ziehen kann, nicht streng mit der faunistischen zusammenfällt, beweist ein Fund von *Deroceras Davoei* Sow. sp., den BONARELLI<sup>1)</sup> bei Erba in den schwarzen Kalken der unteren Abtheilung machte. Derselbe Autor erwähnt aus dem sogen. rothen Marmor der Bicicola di Suello in der Alta Brianza, der ein Aequivalent der grauen Medolo-Kalke darstellt, eine Fauna, die er in die obere Abtheilung des mittleren Lias (Charmoutien) stellt, für die er die Bezeichnung „Domeriano“ vorschlägt. Ich möchte demgegenüber hervorheben, dass die fragliche Fauna neben sicher dahin gehörigen Formen wie

*Amaltheus costatus*.

— *spinatus*,

auch Formen wie

*Liparoceras Bechei* Sow. sp.

— *Taylori* Sow. sp.

*Cycloceras Masseanum* D'ORB. sp.

<sup>1)</sup> Contribuzione alla conoscenza del giura-lias lombardo. Atti della R. Accad. delle Scienze di Torino, XXX, p. 7.



aufweist, die ebenso bestimmt auf die Unterstufe des mittleren Lias (Lias  $\gamma$  QUENSTEDT's) hindeuten. Weitere Aufsammlungen werden zu erweisen haben, ob diese und die ersterwähnten Ammoniten im rothen Marmor der Bicolor ein getrenntes Lager innehalten; vorläufig wird es sich empfehlen, den Ausdruck „Dome-riano“, wenn er Lias  $\delta$  bezeichnen soll, fallen zu lassen.

Die Mächtigkeit des unteren und mittleren Lias ist eine sehr bedeutende und wird wohl mit 800 m nicht überschätzt, wovon  $\frac{9}{10}$  auf den unteren kommen mag. In seiner Verbreitung schliesst er sich eng an den südlichen Rhätzug an. Höchst charakteristisch sind seine Bergformen, die im völligen Gegensatze zu denen der triadischen Formationen stehen und die Grenze zwischen Trias und Jura in dem Landschaftsbilde deutlich hervortreten lassen. Im Gegensatz zu den massigen Formen der Triaskalke und den Terrassenlandschaften des Rhät bildet der untere Lias mit Vorliebe schmale, nach beiden Seiten kirchendachförmig abfallende Grate, die fast immer völlig mit Wald und Wiesen bewachsen sind, und an denen das Gestein nur selten in einer grösseren Entblössung zu Tage tritt. Erst die etwas härteren Kalke des Medolo treten meist aus der Rasenbedeckung heraus und bilden zwischen den weicheren Schichten im Hangenden und Liegenden eine leicht erkennbare Stufe.

### 7. Der obere Lias (und untere Dogger).

Zwischen die grauen Kalkbänke des Medolo schalten sich nach oben rothgefärbte Mergel ein, die sehr bald die kalkigen Bestandtheile zurückdrängen: damit haben wir die untere Grenze des sogen. Ammonitico rosso erreicht. Die Gesteine, die wir hierhin rechnen dürfen, bestehen in unserem Gebiete aus rothen und graugrünen, meist knolligen Kalken, zwischen die sich bunte Mergel oft in recht dicken Bänken einschieben. Im Allgemeinen verwittert unser Ammonitico rosso leicht und ist deswegen häufig mit Vegetation bedeckt. Leider sind die in der Brianza und im Venetianischen so überaus ergiebigen Schichten bei uns recht arm an besser erhaltenen organischen Resten; ich habe während meiner Aufnahmehätigkeit nur einige unbestimmbare Ammoniten-Reste bemerken können. Die besten Aufschlüsse im Ammonitico rosso liefert der Fusspfad von San Girolamo nach Sajna am rechten Galavesa-Ufer und der als sopra corna bezeichnete Westabhang des Monte Spedone zwischen Erve und Carenno. Ueber dem eigentlichen Ammonitico rosso macht sich ein System von graubraunen, dichten Kalken von Medolo-Typus bemerkbar. Sie werden überlagert von einigen Bänken von rothem, graugrün geflecktem Kalk, der durchaus noch die Gesteinsbeschaffenheit des echten

Ammonitico rosso zeigt; unmittelbar über diesen Bänken beginnen die Jaspisschichten der nächst höheren Abtheilung. Es ist mir sehr wahrscheinlich, dass diese Kalke ident sind mit den Schichten der Alta brianza, in denen BONARELLI (l. c. p. 13) die Fossilien des Horizontes von San Vigilio fand; unser Ammonitico rosso würde also dann den oberen Lias (Toarcien) und die beiden untersten Etagen des Dogger ( $\alpha$  und  $\beta$  bei QUENSTEDT) umfassen.

### 8. Radiolarien-Hornsteine und Aptychen-Schichten.

Ueber den zuletzt erwähnten Kalkbänken folgen einige Meter von buntem, tief rothem oder schmutzig grünem Hornstein, der keine Spur von Kalk enthält und bei der Verwitterung leicht in parallelepipedische Stückchen zerfällt. Nach oben gehen diese sogen. Jaspisschichten in blutrothe, sehr hornsteinreiche, zuweilen knollige Kalke über, die in der unteren Abtheilung noch parallel-epipedisch zerfallen, während sie gegen oben ziemlich schiefbrig werden. Makroskopische Fossilien konnte ich weder in dieser Abtheilung noch in den Jaspisschichten finden. Die rothen, schieferigen Gesteine gehen nach oben in lichtgefärbte, in's violette, grünliche und rosa spielende, massige Kalke von ziemlich hohem Thongehalt und muscheligen Bruch über, die öfters Aptychen und Belemniten enthalten, welche ihr tithonisches Alter sicher stellen. Diese Aptychen-Kalke sind von den analogen Schichten in den Nordalpen nicht zu unterscheiden und dürften den constantesten Horizont unter den alpinen Sedimenten darstellen. Ich habe sie wegen ihrer geringen Mächtigkeit mit den bunten Radiolarien-Gesteinen im Liegenden vereinigt; die ganze Schichtenreihe von der Kreidegrenze bis zum Ammonitico rosso ist kaum über 100 m mächtig.

Hier drängt sich naturgemäss die Frage auf, ob die bunten Jaspisbänke und die rothen Radiolarien-Schichten eine Vertretung sämtlicher Schichten vom Bathonien bis zum Tithon darstellen, oder ob man sie nur als das Aequivalent eines Theiles des oberen Jura ansehen darf und ob zwischen ,unterem Dogger und Malm in der Lombardei eine Lücke klafft.

STOPPANI in seinen Studii und HAUER in der Erläuterung zur geologischen Karte der Lombardei sprechen sich nicht weiter darüber aus. CURIONI's Auslassungen über die fraglichen Schichten sind ziemlich unklar, namentlich verwirren seine Ammonitenbestimmungen; er scheint in den Radiolarien- und Hornstein-Schichten nur eine Vertretung des Oxford zu sehen. BITTNER, in dessen Aufnahmegebiet diese Schichten ebenso wie bei uns entwickelt sind, vereinigt die bunten Hornsteine und Kalke mit den heller gefärbten Tithongesteinen ebenfalls in ein Niveau, das

er mit den oberjurassischen, rothen Ammoniten-Kalken Venetiens vergleicht, die die *Acanthicus*-Schichten und den *Diphya*-Kalk repräsentiren; auf die Frage, durch welche Schichten Dogger und unterer Malm vertreten werden, geht er nicht näher ein. In seinen „Nachträgen zum Berichte über die Aufnahmen in Judicarien etc.“, Jahrb. k. k. geol. R.-A., 1883, p. 434 ff., betont er die Möglichkeit, dass die im Brescianischen unter den Jaspis-schichten liegenden Posidonomyen-Gesteine das Niveau der Klaus-alpe vertreten, und erblickt in den bunten Hornsteinen und Aptychen-Schiefeln eine Vertretung von oberem Dogger und Malm excl. Tithon, scheint also keine Lücke in der Sediment-Ablage-rung anzunehmen. TARAMELLI äussert sich in der „Spiegazione del Foglio XXIV“, p. 86 ziemlich unbestimmt über die fraglichen Schichten und hält nur die Vertretung von oberstem Jura durch sie für erwiesen, bezeichnet jedoch später in seiner „Geologischen Karte der Lombardei“ den „Rosso ad aptici“ bestimmt als ein Aequi-valent von Dogger und Malm. STEINMANN und SCHMIDT stellen in den „Ecologae Geologicae Helvetiae“. II. p. 47 die Aptychen-Schiefer sammt den Hornsteinen in den oberen Jura und sehen als Vertreter des Doggers nur local auftretende dunkle Mergel und Fucoiden-Sandsteine an.

In den letzten Jahren haben wir durch die Arbeiten CORTY's<sup>1)</sup>, BONARELLI's<sup>2)</sup> und PARONA's<sup>3)</sup> mehr Klarheit über diese verwickelten Fragen erhalten. Einer Notiz des letztgenannten Autors entnehme ich folgende Daten.

In der Lombardei sind paläontologisch nachgewiesen:

das obere Tithon durch

*Olcostephanus Groteanus* OPP. sp.

*Phylloceras serum* OPP. sp.

*Lytoceras quadrisulcatum* D'ORB. sp.

*Aptychus Seranonis* COQ.

*Hastites bipartitus* CAT. sp.

*Pygope triangulus* LAM. sp.,

das untere Tithon durch

*Phylloceras ptychostoma* BEN.

*Simoceras volanense* OPP. sp.

— *biruncinatum* QU. sp.

*Perisphinctes geron* ZITT.,

<sup>1)</sup> Osservazioni stratigrafiche e paleontologiche sulla regione compresa fra i due rami del lago di Como e limitata a sud dai laghi della Brianza. Boll. soc. geol. Ital., XI, 1892, p. 111 ff.

<sup>2)</sup> Contribuzione alla conoscenza del giura - lias lombardo. Atti della R. Accad. delle Scienze di Torino, XXX, 1894.

<sup>3)</sup> Considerazioni sulla serie del giura superiore etc. Rendic. del R. Ist. Lomb., XXIX, 1896.

die *Acanthicus*-Zone durch  
*Phylloceras isotypum* BEN.  
*Aspidoceras longispinum* SOW. sp.,  
das Oxford durch  
*Phylloceras Manfredi* OPP. sp.  
*Perisphinctes Airoidi* GEMM.

Ich kann leider mit paläontologischen Gründen keine Stellung zu der Frage des „Rosso ad aptici“ nehmen, da ich kein makroskopisches Fossil in den so bezeichneten Schichten fand. Da ich aber weder an der Basis noch innerhalb der fraglichen Schichten eine Beobachtung gemacht habe, welche auf eine Unterbrechung der Sedimentation schliessen lässt, so nehme ich mit TARAMELLI, BONARELLI und PARONA an, dass in den bunten Hornsteinen und rothen sogen. Aptychen-Schiefern sämtliche Jurastufen von der *Sowerbyi*-Zone bis hinauf in's Kimmeridge vertreten sind. Die Annahme, dass die anderwärts so mächtigen Sedimente hier durch verhältnissmässig sehr geringmächtige Schichten vertreten werden, hat nichts gezwungenes, wenn man bedenkt, dass diese in typischer Tiefseefacies vorliegen, dass z. B. für den Aufbau der untersten Jaspiszone wohl nur Radiolarien-Gerüste in Betracht kommen. Das Tithon möchte ich mit BONARELLI auf die lichtgefärbten Kalke an der Basis der Majolica, mit der sie, wie BITTNER sagt, „nahezu untrennbar zu einer einzigen Felsmasse verbunden zu sein pflegen“, beschränkt wissen.

### 9. Majolica oder Biancone.

Die Grenze von Jura und Kreide ist in unserem Gebiete wie in den ganzen Südalpen petrographisch keine sehr scharfe; ich habe sie dort gezogen, wo die leicht gefärbten Aptychen-Kalke ihre duftigen Farben verlieren und in graue, sehr dichte, grobbankige Kalke übergehen, die wegen ihres muscheligen Bruchs und der auffallenden Aehnlichkeit mit manchen Steingutsorten den Namen Majolica erhalten haben. Die untere Abtheilung der Majolica setzen grobschichtige, helle Gesteine zusammen, die gewissermaassen ihren Typus darstellen, während in der oberen dünngeschichtete, dunklere Kalke vorwalten. Hellgraue Kieselknollen sind in der gesammten Majolica häufig. Aus der oberen Majolica erwähnt PARONA

*Lytoceras* cf. *Phestus* MATH.  
*Silesites Seranonis* D'ORB. sp.  
*Costidiscus recticostatus* D'ORB. sp.,

die von TARAMELLI zwischen Opreno und Burligo am Südost-



abhäng der Albenza gesammelt wurden; damit ist der Beweis erbracht, dass die Entwicklung der Majolica bis in's Barrèmien reichte. In meinem Aufnahmegebiete konnte ich nirgends auch nur die Spur eines Fossils nachweisen.

Die Mächtigkeit der Majolica mag 120—150 Meter betragen; sie tritt im Landschaftsbilde mit dem innig verbundenen Aptychenkalk meist als eine Mauer oder als Steilabhang heraus. So bildet Majolica die unersteiglichen Abstürze über Calolzio und Vercurago, in die die Galavesa die prachtvolle Schlucht hineingefressen hat, und den pittoresken Felsen, der das Sanctuario di San Girolamo trägt. Unter den ausseralpinen Gesteinen stehen der Majolica lithologisch wohl die dichten Kalke des oberen weissen Jura ( $\delta$  und  $\epsilon$ ) am nächsten, die in Schwaben allgemein unter der Bezeichnung „Marmor“ verstanden werden.

### 10. Scaglia.

Die jüngsten marinen Sedimente unseres Aufnahmegebietes gehören der sogenannten Scaglia an. Scaglia ist ein Sammelbegriff für gewisse sandig-kalkig-mergelige, auch conglomeratische Gesteine, welche in der Lombardei sämtliche Kreidestufen vom Barrèmien bis an die Eocängrenze vertreten.

Die untersten Schichten der Scaglia bilden im Aufnahmegebiete rothe und grau-grüne Mergel, die eine gewisse Aehnlichkeit mit Ammonitico rosso besitzen. Sie sind besonders am Eingang in die Val d'Erve und am Südabhang des Monte Spedone östlich von Carenno aufgeschlossen. Darüber folgen vorwiegend sandige, glimmerreiche Gesteine mit rostigbrauner Verwitterungskruste; in dieser Abtheilung beobachtete ich bei Erola unweit Calolzio fucoidenreiche Bänke, die eine eigenthümliche Breccienbank einschliessen; die Breccie ist zusammengesetzt aus eckigen Trümmern von Jura-Gesteinen, vorwiegend Kalken und Hornsteinen des unteren Lias und hellen dichten Gesteinen von Medolo-Typus; dazwischen ist ziemlich reichlich Schwefelkies eingesprengt. Das Ganze ist durch harten, wie es scheint, krystallinen, sinterartigen Kalk zu einer sehr festen Masse zusammengebacken; über die Herkunft und Entstehung dieser Breccie liegen weitere Anhaltspunkte nicht vor. Im Hangenden dieser Breccienbank treten hauptsächlich graublaue, beim Verwittern in's gelbgrüne spielende Mergelkalke auf, die eine grosse Mächtigkeit besitzen, ohne dass man bestimmt charakterisirte Bänke in ihnen unterscheiden könnte. Das Gestein wird häufig gebrochen, liefert aber ein wenig widerstandsfähiges Baumaterial. Die Conglomerate der mittleren Scaglia, die sich durch die Führung von Hippuriten als turone oder turonen Alters ausweisen, fallen nicht mehr in den Rahmen der Karte.

Die Bergformen der Scaglia ähneln denen des unteren Lias, doch sind die Linien meist noch weicher, die Abhänge flacher; der Scaglia eigenthümlich sind die kleinen, spitzkegelförmigen Hügel, die wie vulkanische Kegel oder künstlich aufgeschüttete Tumuli aussehen. Das merkwürdigste und regelmässigste dieser Gebilde ist das mit der Höhenziffer 476 bezeichnete über Rossino bei Calolzio.

### Diluvium.

Ablagerungen der Tertiärperiode habe ich in meinem Aufnahmegebiete nirgends constatiren können, obgleich ich sicher glaube, dass Tertiär, zum mindesten Pliocän (wie am Luganer See), dort abgelagert wurde, das während der Diluvialzeit erodirt wurde oder durch diluviale und recente Ueberschotterung der Beobachtung entzogen ist. Allerdings giebt STOPPANI auf Blatt XXIV der Schweizer geologischen Karte in der Ebene des Adda-Thales zwischen Calolzio und Vercurago marines Pliocän an, von dem ich jedoch keine Spur finden konnte: soweit die schlechten Aufschlüsse zu beobachten erlauben, grenzen die recenten Schotter der Galavesa dort unmittelbar an Scaglia. Leider erwähnt weder STOPPANI selber in der „Era neozoica“ noch TARAMELLI in der Erklärung zu Blatt XXIV diesen Punkt, so dass ich es dahingestellt sein lassen muss, auf welcher Beobachtung STOPPANI's Eintragung beruht.

Altdiluviale Ablagerungen, etwa vom Alter des Ferretto, sind ebenfalls noch nicht nachzuweisen. Die ältesten Diluvialschichten des aufgenommenen Gebietes gehören der (letzten) Interglacialzeit an. Unter diesen haben wohl mit Recht besonderes Interesse die geschichteten Mergel an der Brücke von Malavedo über San Giovanni alla Castagna hervorgerufen. Hier findet sich am linken Ufer des Geranzone unter der ungeheuer mächtigen Seitenmoräne ein System von kalkig-sandigen, auf der Schichtfläche oft sehr glimmerreichen Thonen von hellgrau-grünlicher Farbe, das zur Zeit in über 30 Meter Mächtigkeit aufgeschlossen ist, ohne dass die Unterlage erreicht wäre.

Innerhalb der vollständig ebenflächigen Schichten finden sich linsenförmige Concretionen, in denen die Masse sandiger ist. Fossilien konnte ich auch mit dem Mikroskop nicht entdecken (STOPPANI erwähnt „Era neozoica“, p 241, vertorfte Pflanzenreste), doch sprechen sowohl der petrographische Habitus wie die Lagerung unter der Moräne dafür, dass man es hier mit Seeablagerungen aus der (letzten) Interglacialzeit zu thun hat, wie sie in gleicher Weise in der Val Vigizzo, bei Sarnico und an mehreren anderen Punkten der Lombardei sich finden. Ich kenne diese Thone in

Becken von Lecco nur noch aus der Val Calolden oberhalb Pomedo, wo sie beim Bau einer Wasserleitung zu Tage traten, doch vermute ich, dass sie an den Abhängen eine weite Verbreitung besitzen, aber dass sie überall von dem Schutt der darüberliegenden, lockeren Moräne verdeckt werden.

Ueber den Thonen folgt an der Brücke von Malavedo eine dünne Schicht von ziemlich feinem Kies, die nach oben sehr bald in echte Moräne übergeht: es sind also hier der letzten Eisbedeckung nur ganz geringmächtige fluvioglaciale Ablagerungen voraufgegangen, während z. B. im Becken von Pianico am Iseosee zwischen den Seeablagerungen und der oberen Moräne 12 Meter Kies liegen. Auffallend ist es auch, dass bei Malavedo die Interglacialthone keinerlei Stauchung durch die Moräne aufweisen, ebensowenig wie sich ein Einfallen der Schichten constatiren lässt.

STOPPANI sieht (l. c. p. 241) die Thone von Malavedo als Barrage-Erscheinungen an, entstanden durch die Aufstauung des Geranzone am Eisrande; demgegenüber ist hervorzuheben, dass die Thone nicht der Moräne angelagert, sondern von ihr überlagert, also jedenfalls älter sind als sie.

Älter als die letzte Vereisung und wahrscheinlich interglacial sind die Massen von verbackenem Gehängeschutt, die, unter der Moräne, das Geranzone-Thal von Pomedo bis gegen Rancio begleiten und zum Theil in steilen Mauern entblösst sind. Den unmittelbaren Contact mit der Moräne konnte ich nur an einer Stelle über Laorca deutlich beobachten; die Oberfläche der Gehängeschutt-Breccie war ausgeebnet und geglättet, Kritzen waren nicht mehr wahrnehmbar, da die Verwitterung schon ziemlich weit vorgeschritten war. Uebrigens finden sich auch in den Moränen nicht selten Geschiebe von Kalkbreccien. Nach diesen Beobachtungen möchte ich jetzt auch die Breccien am Ostabhang der Grigna, deren Alter ich bisher unbestimmt liess, für interglacial halten.

Bei weitem die grösste Bedeutung unter sämtlichen Diluvialablagerungen des Aufnahmegebietes besitzen die Ufer-Moränen der letzten Vergletscherung. Die obere Grenze des Erraticums liegt im Vergleich zum Grignagebirge ziemlich niedrig: die höchstgelegenen Glacialablagerungen fand ich bei den Hütten von Costa im Bione-Thal in einer Höhe von ca. 800 m, wo sie eine kleine, wenig ausgeprägte Terrasse bilden. Sehr viel deutlicher ist die nächsthöhere Terrasse, die in 650—700 m Höhe den ganzen Kessel von Lecco umzieht. Sie beginnt im Süden über Maggianico bei den Hütten le Alpette, und zieht sich von dort über Prato della Cascina zu den Hütten von Campo dei Bovi. Unter dem

Monte di Erna grösstentheils von Gehängeschutt verdeckt, wird sie am Monte Albano wiederum sehr deutlich, bildet dann den Wall, der die Hochfläche von Ballabio vom Geranzone-Thal trennt und lehnt sich schliesslich über Laorca und Prato la Valle an die Abstürze des Monte San Martino an. Im Süden entsprechen dieser Terrasse die mächtigen Schuttmassen am Eingange der Val d'Erve und die prächtige, fast noch völlig intacte Moräne von Carenno. Die unter dieser mächtigen Terrasse liegenden Moränebildungen bilden ein nicht mehr zu gliederndes Ganze, in dem Terrassen nur noch untergeordnet auftreten.

Die mächtige 700 m-Moräne verbarrikadierte die Seitenthäler und staute ihre Gewässer zu Seen auf. Solche flachen Böden von Barrage-Seen sind die Val Sassina zwischen Ballabio und Balisio und das Thal von Carenno, wo die Beziehungen zur Ufer-Moräne besonders evident sind. Auch Erve steht nach STOPPANI auf den thonigen Ablagerungen eines solchen Stausees.

Erwähnung verdienen die Glacialablagerungen, die sich in der Tiefe des Adda-Thales gegenüber von Lecco finden, obgleich sie bereits ausserhalb des Kartengebietes liegen. Die untersten Schichten, deren oberste Grenze im Niveau des Ponte Azzone Visconti, also ca. 5 — 6 m über dem Seespiegel liegt, sind ziemlich feine Flusssande, welche keine gröberen Geschiebe führen und augenblicklich in ca. 4 m Mächtigkeit aufgeschlossen sind. Ich glaube, dass ihnen die Thone entsprechen, die wenig weiter nördlich von STOPPANI bei den Kalköfen von Paré, ebenfalls nur wenige Meter über dem Seespiegel, beobachtet wurden, ebenso wie die von CORTI beschriebenen Diatomeenschichten von Pescalina am Ufer des Sees von Pescarenico. Die Flusssande am Ponte Azzone Visconti überlagert unmittelbar typische Grundmoräne, die nach oben in fluvioglaciale Bildungen übergeht, die aber noch immer gekritzte Geschiebe enthalten. Diese Ablagerungen dürften die jüngsten sein, die der Addagletscher im Becken von Lecco zurückgelassen hat; das Auftreten der Grundmoräne über den Flusssanden bedeutet einen plötzlichen Vorstoss des Gletschers, auf den ein sehr langsames Zurückweichen folgte.

### Alluvium.

Die Grenze zwischen Diluvium und älterem Alluvium ist an manchen Punkten schwer zu ziehen, weil man oft nicht mit Sicherheit sagen kann, ob die Flussablagerungen, in denen massenhaft krystallines Material vorkommt, der Zerstörung von Moränen durch die Gletscherbäche der zurückweichenden diluvialen Gletscher oder durch die Gewässer späterer Zeiten ihr Dasein verdanken. Ich spreche solche Bildungen, wenn sie nicht durch Führung



von gekritzten Geschieben oder durch nachweisbaren Uebergang in Moränen oder ihre Höhenlage sich als diluvial erweisen, dem Alluvium zu.

Hier kommen in erster Linie die Schottermassen in Betracht, die den Untergrund des Beckens von Lecco bilden. Sein Boden ist keineswegs, wie es auf den ersten Blick erscheinen möchte, eine einheitlich angelegte, schwach nach Westen geneigte Alluvial-Ebene; man kann vielmehr eine Reihe von älteren und jüngeren Alluvial-Bildungen unterscheiden, deren Erkennung allerdings durch den intensiven Anbau und durch die Gepflogenheit, die Fruchtgärten durch haus hohe Mauern gegen die Aussenwelt abzuschliessen, ausserordentlich erschwert wird. Die ältesten alluvialen Bildungen bilden eine Terrasse, die ca. 100—125 m über dem Seespiegel liegt und sich nur am Westfusse des Monte Albano erhalten hat; sie lehnt sich ungefähr am Wege Bonacina-Varigione an die steil aufragende Ufer-Moräne an und reicht nach Westen ungefähr bis an den Weg San Giovanni-due Porte, besitzt also eine Breite von ca. 300 m. Der Westrand ist fast überall steil und von einer Reihe von prächtigen Landhäusern gekrönt. Ungefähr 25 m unter ihr breitet sich eine viel breitere, flach nach Westen einfallende Terrasse aus, die bis nahe an die Stadt Lecco reicht und deren Ende nur durch eine niedrige Stufe markirt, öfters durch den intensiven Anbau ganz verwischt ist; auf ihr liegen die Ortschaften Castello sopra Lecco und Olate. Diese Terrasse reicht im Süden im Ganzen nur bis an den Caldono, jenseits desselben ist von ihr nur die kleine Ebene erhalten, auf der das Dorf Acquate liegt, alles andere ist durch den Caldono und Bione fortgespült, und wir sehen bis zu dem anstehenden Gestein bei Germanedo und Belledo nur den nicht weiter gegliederten Schuttkegel dieser beiden Bäche. Erst südlich von Belledo begegnen wir wieder einer ausgesprochenen Terrasse, die ca. 20 m über dem See liegt und die ich als Fortsetzung der Terrasse von Olate und Acquate betrachten möchte; sie zieht sich als schmales Band von den Höfen von Gaggianico um den Absturz des Couchodon-Dolomites herum nach Maggianico, das zum Theil auf ihr gelegen ist. Während die nördlichen Terrassen auch nicht den geringsten Aufschluss enthalten, ist diese durch zwei Kiesgruben gut aufgeschlossen. Es sind Sande, Kiese und gröbere Gerölle, krystallin und einheimisch (unter den letzteren besonders die bunten Raibler Schichten bemerkbar), mit torrentieller Structur und Neigung gegen den See.

Kalktuffe bilden sich hier und da, namentlich im Gebiete des Lias, ohne namhafte Bedeutung zu erreichen.

Hingegen nehmen die Schutthalden der Triaskalke ein grosses

Territorium ein, besonders am Westabhange des Resegone und Monte di Erna. Die gewaltigen Blockhalden, die sich oberhalb des Dorfes Malnago bei der Cna. bruciata vorfinden, dürften übrigens wohl einem Bergsturze entstammen, dessen Ausbruchsnische am Monte di Erna noch deutlich sichtbar ist.

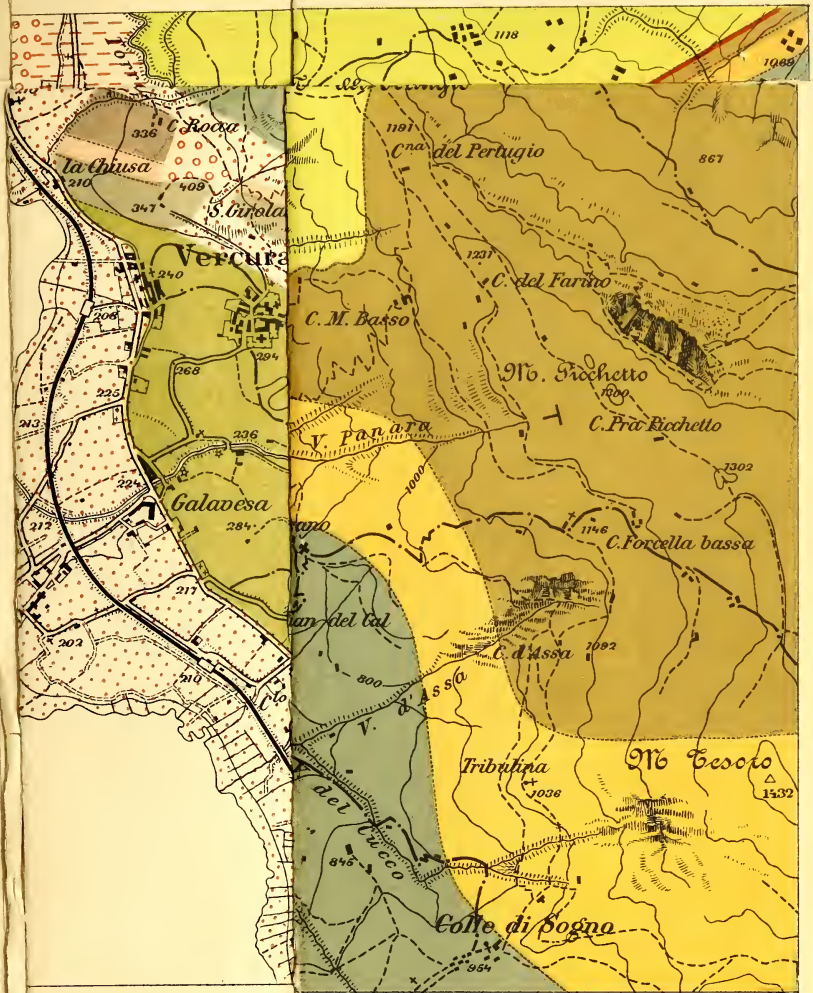
### Schlussbemerkung.

Die wesentlichsten Resultate meiner Arbeit lassen sich in Folgendem zusammenfassen:

1. Durch die Gebirge im Osten und Südosten von Lecco verläuft eine Längsstörung, die als Ueberschiebung erkannt wurde. Die hangende Scholle, der Resegone, Monte di Erna, Melina etc. angehören, ist die Fortsetzung der südlichsten (dritten) Grigna-Scholle (San Martino, Coltignone, Pendolina-Plateau). Die liegende Scholle stellt eine Antiklinale dar, die im Adda-Thale nach Süden übergelegt ist, während sie nach Osten, unter einer eigenthümlichen Knickung des Streichens, rasch normal wird. Im Osten trennt die Resegone-Scholle von den flachgelagerten Schichten der oberen Val Imagna und von Morterone eine Querstörung, die als „Diagonalverschiebung“ beschrieben wurde.

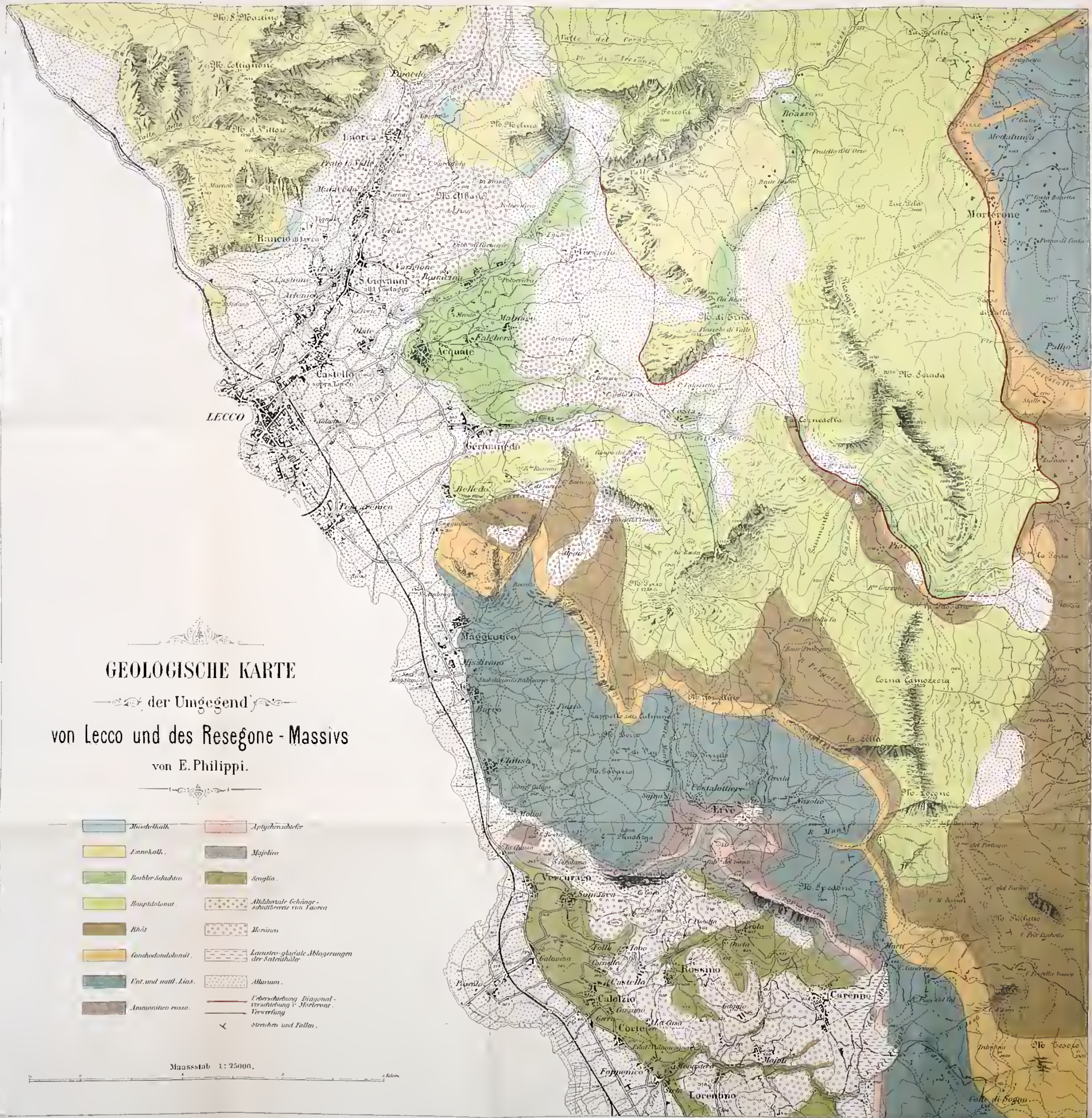
2. Die Schichten von Acquate gehören zum Raibler Niveau; sie bilden den innersten Kern der liegenden Antiklinale. Ihre Fauna weist erhebliche Unterschiede von der von Gorno und Dossena auf, liegt aber in demselben Horizonte, d. h. an der Grenze zwischen den Plattenkalken der unteren und den Tuffmergeln der oberen Abtheilung.

3. Die rothen Radiolarienschichten (Rosso ad aptici) stellen höchstwahrscheinlich eine Vertretung sämtlicher Jura-Horizonte vom Bajocien incl. bis zum Tithon excl. dar.









# GEOLOGISCHE KARTE

der Umgegend  
 von Lecco und des Resegone - Massivs  
 von E. Philippi.

- |                      |  |
|----------------------|--|
| Muschelkalk          | Aptenschiefer  |
| Eozenkalk            | Majolica   |
| Raibler Schichten    | Scaglia  |
| Hauptdolomit         | Alluviale Schlinge-<br>schüttelbreite von Favara     |
| Rhät                 | Moränen  |
| Gondolodolomit       | Löss- und glaziale Ablagerungen<br>der Saletthäuser  |
| Unt. und mittl. Lias | Alluvium   |
| Ammonitico rosso     | Überschiebung Diagonal-<br>verschiebung v. Morterone |
|                      | Streichen und Fallen                                 |

Maassstab 1:25000.

**Bemerkung zur Karte.**

Zwischen Raibler Schichten und Hauptdolomit im Zuge Valle della Comera-Pizzo-Kamm ist irrthümlicher-  
 weise eine Verwerfung angegeben; die beiden Formationsglieder grenzen dort ohne Dislokation aneinander.







### **Erklärung der Tafel XIV.**

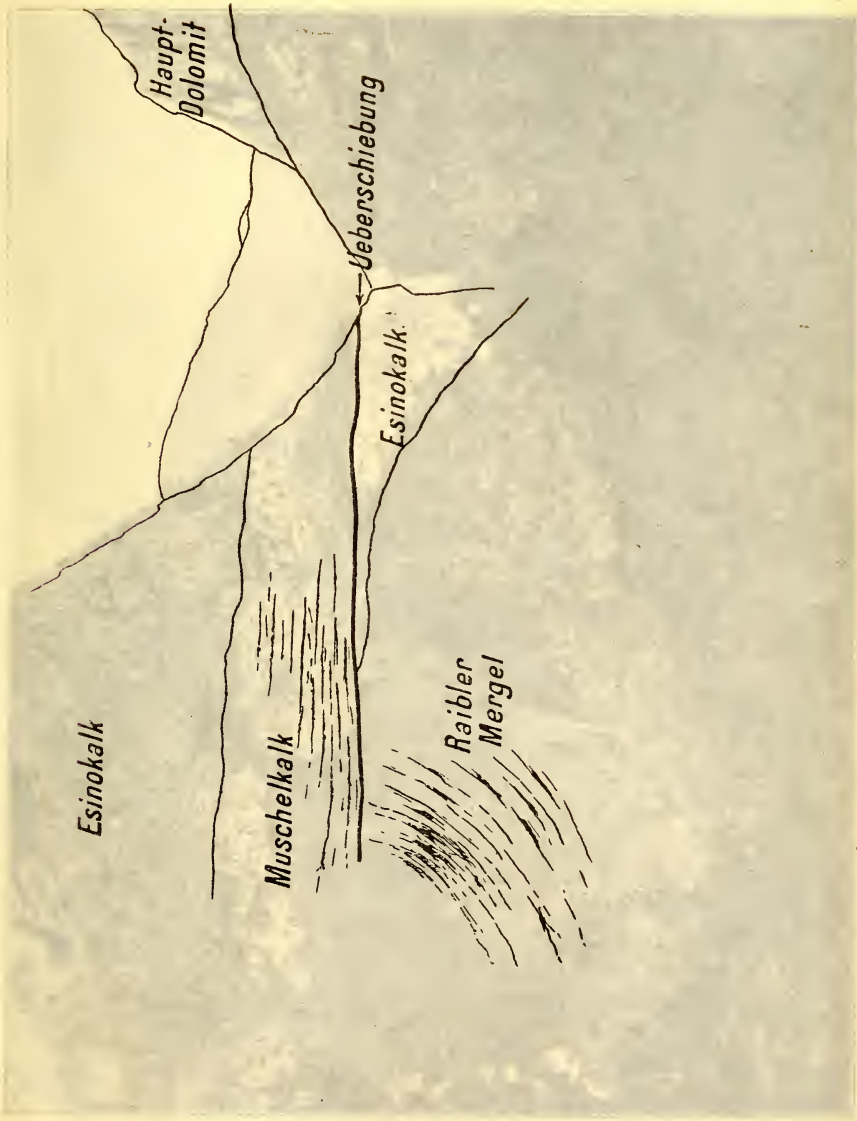
Die Ueberschiebung am Südabhang des Monte Melina.

Esinokalk und Muschelkalk auf Raibler Schichten überschoben. In die Ueberschiebungsfläche keilt sich im Osten Esinokalk, dem Massiv des Monte di Erna angehörig, ein, der eine erheblich tiefere Lage besitzt, als der Esinokalk des Monte Melina.

Nach einer Photographie des Verfassers.

---









# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [49](#)

Autor(en)/Author(s): Philippi Emil

Artikel/Article: [Geologie der Umgegend von Lecco und des Resegone-Massivs in der Lombardei. 318-367](#)