

Allgemeine Darstellung der geologischen Verhältnisse der Umgegend von Lugano

Objektyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **2 (1890-1892)**

Heft 1

PDF erstellt am: **22.05.2024**

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

II. Allgemeine Darstellung der geologischen Verhältnisse der Umgegend von Lugano.

Von

C. Schmidt.

Die geologische Lage von Lugano ist äusserst charakteristisch: es berühren sich hier die südlichste der krystallinen Centralmassen, das Seegebirge und die Kalkgebirge der südlichen Nebenzone der Alpen. — Diese südlichen Kalkalpen bilden weiter im Osten, in den Bergamasker Alpen, eine über 10 Meilen breite Zone, die aber gegen Westen allmählig schmaler und niedriger wird. Am Ostufer des Sees von Lecco erhebt sich das Grigna-Gebirge bis zu 2400 m., zwischen Comer- und Luganer-See liegen die durch das Val Intelvi von einander getrennten Bergmassen des Monte Galbigo und des Monte Generoso, deren Höhe nur noch 1600 — 1700 m. beträgt. Am Ostufer des Lago maggiore endlich hat sich der Gebirgszug fast ganz aufgelöst in vereinzelt Kalkmassen, die von quartären Ablagerungen ganz umhüllt sind. Noch weiter gegen Westen, schon vor Biella, ist das Kalkgebirge verschwunden, und die krystallinen Gesteine der Centralalpen treten direkt an die Po-Ebene heran.

Orographie.

Das Seegebirge stellt eine langgestreckte Zone gefalteter, meist steil gestellter krystalliner Schiefer dar, deren centrale Haupterhebung der Monte Cenere zwischen Bellinzona und Lugano bildet. Am Südrand der Alpen sinken dieselben rasch in die Tiefe und werden discordant von den jüngern Bildungen überlagert. Gegen Norden

Das krystalline Seegebirge.

grenzt das Seegebirge an die Masse der Tessineralpen. Die Grenze gegen dieselben ist gegeben durch eine von West nach Ost hinziehende muldenförmige Einlagerung jüngerer Gebilde, die bei Locarno als Hornblendeschiefer und grüne Schiefer, bei Dubino zwischen dem Lago di Mezzola und dem Lago di Como auch als Verrucano und Triasdolomit entwickelt sind. Diese Mulde fällt nach Norden ein, das Tessinermassiv scheint also über das Seegebirge überschoben zu sein. Während in den Tessineralpen typisch entwickelte Zweiglimmergneisse und Glimmerschiefer herrschen, treten im Seegebirge weniger vollkrystalline, wahrscheinlich jüngere Gesteine auf. Studer charakterisirt dieselben als Uebergänge zwischen Chloritschiefern, Hornblendegesteinen, Glimmerschiefern, Gneissen, aus welchen keine dieser Formen sich rein und bleibend herauszubilden vermag. Ganz charakteristisch sind die Schiefer, welche in der Umgegend von Lugano in den Einschnitten der Gotthardbahn sich zeigen. Es sind phyllitartige Gesteine, welche aus einem innigen Gewebe von Chlorit und Sericit bestehen, in welchem dichter Quarz in Form von gewundenen Linsen und Streifen auftritt. Eigentliche Glimmerschiefer mit individualisirten elastisch biegsamen Glimmerblättchen erscheinen nur untergeordnet als Zwischenlagen. Linsenförmige Einlagerungen von Hornblendeschiefern beobachtet man sehr schön an der Uferstrasse von Cassarago nach Castagnola östlich von Lugano.

Carbon.

Als Bestandtheil des Seegebirges ist auch das älteste durch organische Ueberreste seinem Alter nach sicher zu bestimmende Sediment unserer Gegend zu betrachten, nämlich das carbonische Conglomerat von Manno, nördlich von Lugano (vgl. Prof. I). Am Berghang westlich oberhalb Manno finden sich concordant den circa 45° nach N—NW einfallenden glimmerigen Phyl-

liten, Bänke eines groben Conglomerates eingelagert, dessen Mächtigkeit circa 100 Meter beträgt. Das vorherrschende Gestein des Conglomerates ist weisser Quarzit, daneben finden sich zweiglimmerige Gneisse und Granite. Porphyrgerölle fehlen vollständig. Wenig mächtige Schichten feinkörniger glimmeriger Sandsteine und Schiefer treten vereinzelt zwischen den Bänken des groben Conglomerates auf. In grosser Menge enthält diese Ablagerung schlecht erhaltene Pflanzenreste, nicht selten sind Stämme, deren Länge über 1 Meter beträgt. Es gelang Heer unter den Pflanzenresten *Sigillaria testulata* Brgn. und *elongata* Brgn., ferner *Calamites Cisti* Brgn. zu bestimmen (*Flora fossilis Helvetiæ*, p. 41, 42 und 47). Nach diesen Funden würde der Ablagerung ein mittelcarbonisches Alter zukommen. — Die Conglomerate von Manno stimmen in jeder Beziehung mit den bekannten Valorcineconglomeraten überein, welche bei Vernayaz das Rhonethal durchqueren und die Basis der Dent de Morcle bilden. In gleicher Weise wie dort sind die carbonischen Ablagerungen beinahe concordant den krystallinen Schiefern eingeschaltet und werden discordant von jüngern Sedimenten überlagert. Wir treffen also auch hier, am Südrande der Alpen, die Spuren einer ältern, postcarbonischen Faltung. Es mag hervorgehoben werden, dass in dieser Hinsicht das Seegebirge nicht übereinstimmt mit den übrigen südlichen Centralmassen, bei welchen wir in der Regel, wie besonders Lory betonte, die archaischen und palaeozoischen mit den darüberliegenden mesozoischen Ablagerungen in vollständiger Concordanz finden.

In der Umgebung der westlichen Arme des Luganer-Sees bis zum Lago Maggiore sind als Liegendes der triadischen resp. dyadischen Sedimente Porphyrmassen ausgebreitet. Da Porphyrgerölle in den Conglo-

meraten von Manno fehlen, da ferner die Porphydecken horizontal den steilstehenden krystallinen Schiefern aufliegen und da eine im Liegenden des Muschelkalkes auftretende Sandstein- und Conglomeratbildung Porphygerölle in grosser Menge enthält, muss die Eruption des Porphyrs nach der postcarbonischen Faltung, vor Ablagerung des Buntsandsteins stattgefunden haben. Nach Analogie mit andern, ähnlichen Porphyren in den südlichen Alpenländern, kann der Porphyr von Lugano wohl als dyadisch betrachtet werden.

Die Porphyre von Lugano haben seit alter Zeit die Aufmerksamkeit der Geologen auf sich gezogen. Seit den ersten Arbeiten von Leopold von Buch im Jahre 1827 sind bis in die neueste Zeit eine grosse Zahl von Abhandlungen erschienen, welche sich mit den Lagerungsverhältnissen und der petrographischen Natur dieser Gesteine beschäftigen.

Wir finden eine ganze Reihe verschiedenartig gefärbter und struierter Gesteine, deren Classification nach mineralogischer Zusammensetzung und geologischem Auftreten keine ganz leichte Aufgabe ist. Lediglich nach der Farbe unterschied man zwei Unterabtheilungen: Rothe und Schwarze Porphyre. Die geologischen und chemischen Untersuchungen Studer's und von Fellenberg's legten zuerst die wichtige Thatsache fest, dass der rothe Porphyr gangförmig den schwarzen durchsetzt, also jünger ist, ferner, dass der rothe Porphyr circa 15% mehr Kieselsäure enthält als der schwarze. Michel-Lévy unterzog die Luganer-Porphyre zuerst einer mikroskopischen Prüfung. Er unterschied drei Typen, schwarze, rothe und braune Porphyre, die er alle mit französischen Vorkommnissen in Parallele stellte. Wichtige Beiträge zur Kenntniss der Porphyre von Lugano lieferte Gumbel im Jahre 1880 und zwei Jahre

später erschien eine Monographie des Luganer Eruptivgebietes von T. Harada.

Die Porphyre sind einerseits den Quarzporphyren, anderseits den Porphyriten zuzurechnen. Die Porphyrite oder schwarzen Porphyre sind die ältern; deckenförmig breiteten sie sich über den abrasirten Falten der Glimmerschiefer aus. Die Quarzporphyre oder rothen Porphyre bilden einerseits Gänge in den krystallinen Schiefern und in den Porphyriten, anderseits treten sie als ausgedehnte Decke auf.

Das Hauptverbreitungsgebiet der Porphyrite ist die nächste Umgebung der südlichen Arme des Luganer-See's, wo sie, meist mit Wald bedeckt, jene rundlichen Bergformen bilden, welche so scharf mit den Steilabstürzen des sie bedeckenden Kalkgebirges contrastieren. Weiter westlich in der Gegend von Valgana sind die Porphyrite meist von rothen Porphyren bedeckt und treten nur gelegentlich, so bei Brinzio und am Monte Pianbello zu Tage.

Die Farbe der Porphyrite ist graugrün, blaugrau bis schwarz, bei beginnender Zersetzung wird das Gestein röthlich-braun. Grobkörnige Varietäten sind sehr selten. Unter dem Mikroskop macht sich in Form von Einsprenglingen vor allem der Oligoklas geltend. Er ist ausgezeichnet durch typischen zonaren Aufbau, die randlichen Zonen sind meist noch frisch, während der Kern der Krystalle zersetzt ist. Die Hornblende ist immer in grüne Zersetzungsprodukte umgewandelt, Biotit tritt nicht so häufig auf, ist aber meist weniger zersetzt als die Hornblende, gelegentlich findet sich auch Quarz als Einsprengling. Die Grundmasse besteht in einigen Varietäten aus einem mikrokrySTALLINEN körnigen Gemenge von Feldspath und Quarz, in anderen Fällen treten in derselben scharfbegrenzte, fluidal angeordnete Oligoklasleistchen und schlierenförmig sich anhäufende Magnetit-

körnchen auf, welche in einer Glasbasis eingebettet sind.

Bei den Quarzporphyren haben wir die Gangfacies und die Deckenfacies zu unterscheiden. — Bei Maroggia finden sich mehrere Gänge von rothem Porphy, die Porphyrite durchsetzend. Dieses, von Fellenberg analysirte Gestein, ist ziegelroth; als Einsprenglinge erkennt man in demselben Feldspathleisten und grosse, durch magmatische Resorption gerundete Quarzindividuen. Die Grundmasse ist mikrokrySTALLIN und enthält in grosser Menge Pseudosphaerolithe, welche sich kranzförmig um die Einsprenglinge herumlegen. — An der Uferstrasse Melide-Morcote tritt unter der Porphyritdecke des Monte Arbostoro Glimmerschiefer zu Tage. Zahlreiche, ebenfalls seit langem bekannte und mehrfach beschriebene Quarzporphyrgänge, welche eine Mächtigkeit bis zu 20 m. erreichen, durchsetzen hier in allen Richtungen die krySTALLINEN Schiefer, welche an den kuppenförmig abschliessenden Enden breiterer Gänge gestaut und gefältelt sind. Das Gestein dieser Gänge ist grau gefärbt und enthält gerundete QuarzkrySTALLE, grüne Glimmertafeln und bis 15 mm. lange wohlausgebildete Orthoklaszwillinge mit den Flächen: $\infty P \infty$, ∞P , $\infty P 3$, $0 P$, $2 P \infty$, $+ 2 P \infty$ und $+ P$. Sehr schön lässt sich bei allen diesen Gängen die symmetrische Verdichtung des Porphyrs von der Gangmitte gegen die Saalbänder hin beobachten.

Der deckenförmig sich ausbreitende rothe Porphy stellt eine zusammenhängende 15 km. lange und beiläufig 5 km. breite Masse dar, welche bei Carona, südlich vom San Salvatore beginnend, den Nordwestabhang des Monte Arbostoro bildet, dann westlich des Luganer-Sees die Berggruppen des Pianbello und Martica zusammensetzt und schliesslich gegen Süden unter den mächtigen Kalkmassen des Campo dei Fiori und des Sasso della Corna verschwindet. (Vgl. Prof. I und II.)

Durch Erosion, namentlich aber in Folge von Verwerfungen, welche zur Zeit der Alpenenerhebung sich bildeten, sind von der erwähnten Hauptmasse des Quarzporphyrs kleinere Stücke losgetrennt worden. Das ausgedehnteste derselben finden wir am Monte Nave zwischen Marchirolo und Grantola. Dieser Porphyrcomplex, mit der Hauptmasse ungefähr parallel verlaufend, liegt auf steilstehenden krystallinen Schiefern und wird auf der Höhe des Monte Nave von einem aus Verrucano und Muschelkalk bestehenden Erosionsrelict bedeckt. Ebenfalls in Begleit der tiefsten Glieder der triadischen Sedimente treffen wir den rothen Porphyr mit seinen Tuffen eingesenkt zwischen die krystallinen Schiefer am Nordabhange der Tresaschlucht bei Voldomino.

Dass der rothe Porphyr einst ein weit grösseres Verbreitungsgebiet hatte als heute, beweisen ferner die isolirten Vorkommnisse desselben oberhalb Manno südlich von Arosio und am Monte Bré. An letzterem Orte tritt der Porphyr ausserhalb des Dorfes Ruviana in wenig mächtigen Lagen zwischen den krystallinen Schiefern und den Sedimenten des Verrucano und Muschelkalkes zu Tage. — Von besonderem Interesse ist das Vorkommen von rothem Porphyr (Felsophyr) an der Uferstrasse südlich von Melano. Diese wenig ausgedehnte Porphyrmasse steht in keinerlei Zusammenhang mit den weiter nördlich von Melano bis Campione und den am rechten Ufer des Sees herrschenden Porphyren und wird anormal von rhätischen Schichten überlagert.

In den centralen Theilen der grossen Porphyridecke, bei Figino am Luganer-See und in der Gegend von Valgana trifft man Gesteine, welche vollkrystallin entwickelt und als Granite zu bezeichnen sind. Diese rothen Granite, meist glimmerarm, sind durch zahlreiche kleine Drusenräume charakterisirt, in welche der Gesteins-

bildende Feldspath mit frei auskrystallisirten Enden hineinragt. Bei mikroskopischer Untersuchung fällt vor Allem in die Augen, dass der grösste Theil des Quarzes innig mit dem Feldspath (Orthoklas und Plagioklas) verwachsen ist, wodurch die Structur schriftgranitartig bis granophyrisch wird. — Diese vollkrystallinen Gesteine stehen überall in ununterbrochenem Zusammenhang mit porphyrisch sich entwickelnden Typen, welche die randlichen Partieen der Porphyrmasse bilden. Solche Uebergänge werden von Harada [cit. 37, p. 26 u. f.] eingehend beschrieben. Dadurch, dass die Grundmasse sich immer mehr verdichtet, der Gegensatz zwischen Einsprenglingen und Grundmasse sich immer deutlicher ausprägt, bilden sich jene Varitäten heraus, welche Michel-Lévy als „porphyres bruns“ bezeichnete und die durch eine fluidal-struirte felsitische, an Sphaerolithen reiche Grundmasse, sowie durch sanidinartige Feldspatheinsprenglinge charakterisirt sind. In diese Serie von Gesteinen gehören auch die schwarzen Pechsteine (Vitrophyre) von Grantola, deren Grundmasse vollkommen glasig ist und die als Einsprenglinge Oligoklas, Sanidin, Olivin und Augit enthalten. Bemerkenswerth ist namentlich das Vorhandensein des Olivin, eines Gemengtheiles, den wir in der Regel nur in basischeren Gesteinen finden. — An verschiedenen Orten, so bei Grantola, ferner in der Tresaschlucht lagert der rothe Porphyr auf einer Tuffmasse, deren Mächtigkeit gelegentlich über 100 m. beträgt.

Trias.

An der Basis des triadischen Schichtsystems finden wir in unserm Gebiete an manchen Orten eine Conglomerat- und Sandsteinbildung, welche aus rothen Quarzconglomeraten und Breccien mit Porphyrstücken, schiefrigen, glimmerreichen Sandsteinen und vereinzelt dolomitisch-sandigen Bänken besteht. Am Fusse des San Salvatore bei San Martino ist diese For-

mation prachtvoll aufgeschlossen. Es ist eine typische Strandbildung. Man mag zweifelhaft sein, ob diese Ablagerung als Verrucano zu bezeichnen und der *Dyas* zuzurechnen ist, oder ob sie mit den Werfener-Schichten identificirt werden und als Aequivalent des Buntsandsteins angesehen werden kann, eventuell sind beide Formationen in ihr vertreten. Jedenfalls ist sie von dem carbonischen Conglomerat durchaus zu trennen und bildet die concordante Unterlage der marinen Triasbildungen.

Die eigentlichen Triasbildungen sind in dem westlichsten Theile der südlichen Nebenzone, vom Comersee bis zum Lago maggiore, nur sehr unvollständig entwickelt und zudem lange nicht so sorgfältig untersucht, wie in den östlicheren Gegenden. Wie überall in der alpinen Trias zeigt es sich, dass die tiefsten, dem Muschelkalk angehörenden Glieder noch einen gewissen Anklang an ausseralpine Verhältnisse zeigen, während die obern Abtheilungen durchaus eigenartige Entwicklung besitzen; erst die rhätischen Bildungen lassen sich wieder, zum Theil wenigstens, mit ausseralpinen Vorkommnissen vergleichen.

Charakteristisch für die Gesteinsentwicklung der lombardischen Trias ist der mehrfache Wechsel von Dolomitmassen mit mergeligen und tuffartigen Bildungen.

Sowohl die verschiedenalterigen mergeligen, als auch die dolomitischen Ablagerungen lassen sich petrographisch nur schwer von einander unterscheiden, zumal auch Fossilien in denselben keineswegs allgemein verbreitet sind. Die von Hauer im Jahre 1858 gegebene klare Gliederung der lombardischen Trias hat sich für eine normale Entwicklung derselben bewahrt. Bei Vergleichung einer grossen Zahl typischer Localitäten ergeben sich folgende Stufen der Trias und des Rhät in den südlichen Alpenländern, speciell in der Lombardei:

Rhätische Stufe.	{	2. Oberer Dachsteinkalk (<i>Megalodus</i>)	Kalk.
		1. Kössener Schichten (<i>Avicula contorta</i>)	Mergel.
Karnische Stufe.	{	2. Hauptdolomit (<i>Gervillia exilis</i> , <i>Turbo solitarius</i>)	Dolomit.
		1. Raiblerschichten (<i>Trachyceras aonoides</i> , <i>Gervillia bipartita</i>)	Mergel. Tuffe. Sandsteine.
Norische Stufe.	{	3. Esinokalk (<i>Chemnitzia Escheri</i> , <i>Natica monstrum</i> etc.) . . .	Dolomit.
		2. Wengener Schichten (<i>Daonella Lommeli</i>)	Mergel. Tuffe.
		1. Buchensteiner Schichten (<i>Trachyceras Reitzi</i>).	Kalke mit Kieselknollen. Pietra verde.
Muschelkalk.	{	Alpiner Muschelkalk (<i>Ceratites trinodosus</i> u. <i>Cer. binodosus</i>).	Kalke u. bituminöse Schiefer.
Buntsandstein.	{	Werfener Schichten (<i>Tirolites Casianus</i>)	Sandstein.

An keiner Stelle im Gebiet der südalpinen Trias treffen wir eine zusammenhängende Schichtreihe, welche obiger Tabelle genau entsprechen würde. Es kommt vor, dass eine kalkig-dolomitische Bildung, welche in ihren tiefsten Abtheilungen Muschelkalkversteinerungen enthält, sich ohne Unterbrechung durch mergelige Schichten bis zum Hauptdolomit fortsetzt, — anderseits kann z. B. die dolomitische Bildung der norischen Stufe, der Esinokalk, vollständig fehlen: mergelige, bituminöse Schiefer vom Alter des Muschelkalkes werden überlagert von Schiefen mit *Daonella* und Raiblerschichten; als erste zusammenhängende Kalk- und Dolomitmasse tritt der Hauptdolomit auf. Durch das ganze Triasgebiet treffen wir in annähernd gleichartiger Entwicklung als durchgehenden festen Horizont den karnischen Hauptdolomit mit *Gervillia exilis*. Bis in dieses

Niveau zeigen die einzelnen Bildungen den manigfaltigsten Wechsel ihrer Facies: gleichalterige Ablagerungen sind in verschiedenen, oft ganz benachbarten Gebieten, bald als Dolomite, bald als Schiefer entwickelt. Die schiefrigen Kalke und Mergel sind normale marine Ablagerungen, während die Dolomite theils massig, theils geschichtet, als Riffbildungen aufgefasst werden, entstanden durch die Thätigkeit von Korallen und anderer Kalkbildner, wie Kalkalgen, die zu der Gruppe der Siphoneen gerechnet werden.

Dieser Facieswechsel der Triasablagerungen bis zum Hauptdolomit ist in den Umgebungen von Lugano mehrfach sehr scharf ausgeprägt. So weit es nach unsern heutigen Kenntnissen möglich ist, werde ich im Folgenden versuchen, die Entwicklung der Trias vom Comer- bis zum Langensee zu skizziren.

Die Ausbildung der Trias am Ostufer des Comersees, im Gebiete der Grigna, wurde eingehend von Gümbel (cit. 35), Mojsisovics (cit. 36) und Benecke (cit. 38) beschrieben. Es sind hier wohl beide Unterabtheilungen des Muschelkalkes (Binodosus- und Trinodosuszone) meist als dunkle, dünnplattige schiefrige Kalke mit Mergelablagerungen vertreten (Marmor von Varenna, Fischschiefer von Perledo); ausserdem liess sich die Zone des *Trachyceras Reitzi* nachweisen, bestehend aus dünnbankigen schwarzen, mit Kieselknollen erfüllten Kalken (Buchensteinerschichten) und einem eigenthümlichen tuffartigen Gestein der *Pietra verde*.¹⁾ Ueber den dunkeln, plattigen Kalken des Muschelkalkes und der Buchensteinerschichten liegen meist massige, seltener geschichtete Kalke und Dolomite, die stellenweise sehr reich an Fossilien (*Arcestes*, *Arpadites*, *Chemnitzia*, *Natica*, *Diplopora*) sind und mit dem Namen *Esinokalk* bezeichnet wurden.

¹⁾ Vgl. Dölter. Neues Jahrb. f. Mineralog. etc. 1873, p. 572.

Die Mächtigkeit dieser Ablagerung beträgt bis zu 500 m. Da die thonigen Sedimente der Wengenerschichten¹⁾ fehlen, so haben wir die Riffbildung des Esinokalkes wohl als das Aequivalent des mittlern und obern Theiles der norischen Stufe zu betrachten.

Ueber dem Esinokalk liegen die Raiblerschichten, deren tieferer Horizont, graue plattige Kalke mit schwarzen Hornsteinlagen, in ziemlich gleichartiger Ausbildung sich annähernd durch das ganze Gebiet verfolgen lässt. Mergelige Einlagerungen in diesen Bänken enthalten in der Nähe von Esino einzelne Zweischaler. Hier fand Escher das Leitfossil, die *Gervillia bipartita*. Die obere Abtheilung der Raiblerschichten besteht aus bunten Tuffsandsteinen und Mergeln, denen dünn geschichtete Kalke und zu oberst Gyps mit Rauchwacken eingelagert sind. Die Raiblerschichten stellen einen sehr wichtigen Horizont der südalpinen Trias dar, ihr Auftreten zwischen zwei mächtigen Dolomitbildungen, dem Esinokalk nach unten und dem Hauptdolomit nach oben, ist für eine richtige stratigraphische Gliederung der ganzen Trias von grösster Bedeutung.

Die einförmigste Bildung der alpinen Trias ist der Hauptdolomit, welcher, wie bereits erwähnt wurde, in gleichartiger Ausbildung weit über die Grenzen unseres Gebietes hinaus entwickelt ist, und so eine Epoche grosser Ruhe und Gleichförmigkeit kennzeichnet. Das Gestein ist ein kurzklüftiger Dolomit, meist ohne deutliche Schichtung. Die Fossilien, immer nur als Steinkerne erhalten, sind nicht allgemein verbreitet, sondern häufen sich nesterartig an gewissen Stellen. Als Leitfossilien gelten Ger-

¹⁾ Das Leitfossil der Wengenerschichten, *Daonella Lommeli*, kennt man zwar noch nicht aus dem Esinokalk, denn eine *Daonella*, welche am Nordwestabhang des Moncodeno häufig sich findet, gehört nach Mojsisovics einer neuen Art an (cf. cit. 38, p. 231).

villia exilis, Turbo solitarius, Megalodon Guembeli und die Kalkalge Gyroporella vesiculifera.

Die Triasbildungen der *Grigna* finden ihre westliche Fortsetzung in jenem Gebirgszuge, welcher sich nördlich der Linie Menaggio-Lugano von Ost nach West erstreckt. Längs des Comersees von Menaggio bis San Abbondio ist ein vollständiges Querprofil zu beobachten. Vor allem fällt hier im Vergleich zu den in der Grigna herrschenden Verhältnissen eine ganz bedeutende Reduction in der Mächtigkeit der Triasgebilde bis zum Hauptdolomit auf. Ueber den Conglomeratbänken des Verrucano liegt in grosser Mächtigkeit lichtgrauer, feinkörniger und klüftiger Dolomit, welcher in den tiefern Lagen dem Muschelkalk, in den höhern dem Esinokalk entspricht. Ablagerungen, die sich petrographisch mit den dünnbankigen, dunkeln Gesteinen von Varenna und Perledo vergleichen liessen, fehlen vollständig: der ganze Muschelkalk und die norische Stufe sind hier durch eine untheilbare Riffbildung vertreten.

Darüber erreichen die Raiblerschichten eine Mächtigkeit von circa 150 m. Sie treten als gelblich-graue Kalk- und Mergelbänke auf und enthalten in ihrem obern Theile bei Nobiallo ein mächtiges Gypslager.

Die rein dolomitische Entwicklung der untern und mittlern Trias lässt sich durch den ganzen Gebirgszug bis zum Sasso grande nordöstlich von Lugano verfolgen. Die wild zerklüfteten, zackigen Massen der Cima la Giona, des Monte Piantaggio und der Berge im Hintergrund der Valsolda gehören dieser Formation an. (Vgl. Prof. III). Es ist schon mehrfach auf das Vorhandensein der Raiblerschichten in diesem Gebirgszuge hingewiesen worden, doch wurden dieselben noch niemals in ihrem ganzen Verlaufe verfolgt.

Am Sasso grande erreicht die besprochene unter-triadische Dolomitmasse plötzlich ihr Ende. Wir treffen Ablagerungen vom Alter des Muschelkalkes in mächtiger Entwicklung wieder am Monte Bré, aber mit Ausnahme einiger weniger dolomitischen Zwischenlagen herrscht hier durchaus die thonig-kalkige Entwicklung,¹⁾ sehr verbreitet sind dünnbankige Kieselknollenkalke vom Charakter der Buchensteinerschichten. Wir begegnen also zum zweiten Male einem abrupten Facieswechsel im Muschelkalk.

Der dem Monte Bré gegenüberliegende Monte San Salvatore besteht wiederum aus Dolomit. Nur die tiefsten Horizonte desselben, welche direct dem Verrucano auflagern, sind geschichtet; die ganze Masse stellt eine rings denudirte Synclinale dar (Vgl. Prof. I). In dem wohlgeschichteten Dolomit an der Basis, welchem an einer Stelle (bei Carabbia) Kieselknollenkalke eingelagert sind, z. Th. auch in dem höher gelegenen, massigen, zuckerkörnigen Dolomit finden sich typische Muschelkalkfossilien. Ausserdem sind aus diesem Dolomit Gastropoden und Diploporen bekannt geworden, welche für den norischen Esinokalk charakteristisch sind. Korallen vom Charakter der Lithodendren, welche sich in dem Dolomit auf der Höhe des Berges finden, weisen vielleicht auf noch höheres Niveau hin. — In ähnlicher Weise wie in der Gebirgskette im Hintergrund der Val Solda haben wir am Salvatore wiederum eine rein dolomitische Ausbildung der untern und mittlern Trias vor uns. — Der Südschenkel der Salvatore-Synclinale erscheint als Nordschenkel einer Anticlinale, deren Südschenkel erhalten ist in den dem Porphy aufliegenden

¹⁾ Durch diesen Umstand ist es wohl zu erklären, dass auf Blatt XXIV der Schweizerkarte die Hauptmasse des Monte Bré fälschlich als Contortaschichten und Dachsteinkalk bezeichnet wurde.

Triasschichten des San Giorgio oberhalb Riva San Vitale (Vgl. Prof. I). Es tritt hier in dem nach Süden geneigten Sedimentcomplex deutlich eine Dreitheilung der Trias hervor. Eine untere und eine obere Dolomitmasse, Muschelkalk und Esinokalk einerseits, Hauptdolomit anderseits, werden durch kalkig thonige Bildungen der Raiblerschichten getrennt. Die Raiblerschichten, obwohl fossilleer, sind typisch entwickelt bei Meride; sie enthalten hier ein Gypslager¹⁾ und bestehen in ihrer Hauptmasse aus dünnbankigen, grauen Mergelkalken, in welchen 2—3 mm. breite und circa 1 cm. lange Gypskrystalle eingestreut sind, welche sich häufig zu Büscheln vereinigen. — Auf der kurzen Strecke von Riva San Vitale bis Besano ändert sich der Charakter der tiefern Triasbildungen vollständig. Am Westabhang des Poncione d'Arzo werden Porphyr und Verrucano überlagert durch ein mächtiges System bituminöser Dolomitplatten und schwarzer schiefriger Kalke, welche in ihren tiefern Theilen ein vollkommenes Analogon mit den Schiefern von Perledo am Comersee darstellen.²⁾ In diesen Schiefern wurden *Ceratites trinodosus* und *Luganensis* nachgewiesen, wodurch die Zugehörigkeit derselben zum Muschelkalk erwiesen ist. Im Hangenden des Muschelkalkes finden sich weiter ähnliche graublaue Bänderkalke und Schiefer bis zum Hauptdolomit, welcher einen schroffen Felsabsturz bildet. Aus diesen höhern Theilen des Schiefercomplexes sind eine grosse Zahl von Fossilien bekannt geworden, welche alle auf Wengener- und Raibler- (St. Cassianer)-Schichten hin-

¹⁾ Die Angabe von Deecke (cit. 41, p. 508), dass nämlich westlich vom Comersee unter dem Hauptdolomit Gypslager fehlen, ist also zu berichtigen.

²⁾ Vgl. Curioni. Sui giacimenti metalliferi e bituminosi nei terreni triasici di Besano. (Memorie del R. Ist. Lomb. Bd. IX, 1863.)

weisen. Bassani¹⁾ beschrieb von hier eine Reihe von Sauriern und Fischen; im weitern erwähnt er neun Ammoniten, darunter *Trachyceras Mandelslohi* und *Trachyc. Aon*, ferner sind vorhanden die Zweischaler *Daonella Lommeli* und *Daonella Moussoni*. Aus den Lagerungsverhältnissen geht in Uebereinstimmung mit den Fossilfunden mit vollster Sicherheit hervor, dass wir bei Besano eine schiefrige, kalkig-thonige Entwicklung der ganzen Trias bis zum Hauptdolomit vor uns haben. Die Riffbildung des Muschelkalkes und Esinokalkes fehlt hier vollständig.

Die Fortsetzung der besprochenen Poncione d'Arzo-San Giorgio-Gruppe bilden die Berge des Sasso della Corna und des Campo dei Fiori. Die tiefe Schlucht der Margorabbia, in welcher eine prachtvolle Kunststrasse von Induno nach Valgana führt, durchquert diesen Gebirgszug und erschliesst ein vollständiges Profil vom Verrucano bis zur Kreide. Wir treffen hier zwischen Lias und Verrucano eine einzige sehr undeutlich geschichtete Dolomitmasse, welche in den tiefern Horizonten an zwei Stellen nur wenige Meter mächtige Einlagerungen von harten, dünnplattigen Kalken und in höherem Niveau gelbliche Mergelkalke enthält. Diese letztern gehören vielleicht schon zum Rhät. Das ganze System ist sehr arm an Fossilien. Muschelkalkpetrefacten sind in dem Dolomit der Margorabbia-Schlucht selbst noch nicht gefunden worden, wohl aber in dem benachbarten Olonathale bei La Rasa, dagegen sind die Esinoschichten durch das Vorhandensein von Diploporen und

¹⁾ Bassani. Sui Fossili e sull' Età degli schisti bituminosi triasici di Besano in Lombardia. (Atti della Soc. Ital. di scienze naturali vol. XXIX 1886.)

Ferner W. Deecke. Ueber *Lariosaurus* und einige andere Saurier der lombardischen Trias. (Zeitschrift d. deutsch. geol. Ges. 1886, p. 170.)

Gastropoden wohl sicher nachgewiesen. Wir erblicken in der Ausbildung der Trias in der Margorabbia-Schlucht ein vollkommenes Analogon zu den früher als abnorm geltenden Verhältnissen am Monte Salvatore: sämtliche Glieder der Trias vom Muschelkalk bis zum Rhät treten in der Riff facies auf.

Etwas weiter nach Osten scheint sich dies Verhältniss insofern wieder etwas zu ändern, als am Ostabhang der Val Cuvio, z. B. zwischen Cunardo und Ferrera, die Raibler-Plattenkalke wieder in mächtiger Entwicklung auftreten. Am Ostufer des Lago maggiore bei Laveno erreichen die triadischen Ablagerungen ihr Ende.

Rhät.

Den Hauptdolomit, welcher im Grigna-Gebirge die jüngste Triasbildung repräsentirt, treffen wir in ganz gleicher Ausbildung wieder am westlichen Seeufer von Malgrate bis zur Punta di Bellagio, ferner am westlichen Ufer des Comersees, die schroff abfallende, kahle Felsmasse des Buco della Rotello zwischen Menaggio und Tremezzo bildend. Hier wird derselbe aber überlagert von den mächtig entwickelten rhätischen Schichten. Als ein zusammenhängendes Band lassen sich dieselben längs des Sees von Lecco und von der Tremezzina aus längs des Ost- und Nordabhangs des Monte Crocione und Monte Galbigo verfolgen; wir treffen sie wieder am Nordufer des Sees von Porlezza bis zum Monte Boglia und Monte Bré; die Mächtigkeit der ganzen Abtheilung beträgt 200—400 Meter. In der rhätischen Stufe vertreten sich und wechseln vielfach mit einander ab thonige und kalkige Sedimente. Eine vollständige Schichtreihe ist an den Abhängen des Monte Crocione oberhalb der Tremezzina entblösst. Ueber dem Hauptdolomit mit Megalodonten treffen wir ein System schwarzer Mergelschiefer, welche erfüllt sind mit kleinen Zweischalern und Bactryllium (Schwäbische Facies); dunkle Kalke,

Terebratula gregaria enthaltend und mit Schiefern wechsellagernd (Karpatische Facies) folgen darüber. Das Hangende dieser Schichten bilden mächtige Bänke von grauen Kalken, deren Masse oft grösstentheils aus ästigen Riffkorallen (*Lithodendren*) besteht und die stellenweise zu Hunderten grosse *Megalodonten* (*Conchodon infraliasicus* Stopp.) enthalten. Während Stoppani (cit. 22, p. 236) glaubt, dass auf den *Conchoden*-Schichten der Lias direct auflagert, weist Curioni (cit. 31, Bd. I, p. 239) nach, dass über denselben noch einmal eine Serie von Kalk- und Mergelbänken auftritt, in welchen *Avicula contorta* und *Terebratula gregaria* sich finden. — Ein zweites schönes Rhätprofil ist am Nordabhang des Monte Galbigo in dem sogenannten *Benetobel* aufgeschlossen, wo die Gesteinsfolge des genauesten von A. Escher studirt wurde. Es erlangt hier namentlich die *Pelecypodenfacies* eine grosse Mächtigkeit. Ungefähr in der Mitte des Profils treten über einem System von Mergeln mit *Avicula Escheri*, *Gervillia inflata*, *Bactryllien* etc., zwei ca. 30 Meter mächtige, wiederum durch Mergel von einander getrennte Bänke von *Lithodendronkalk* auf, die ebenfalls *Megalodonten* enthalten. Darüber folgen von Neuem dünnbankige Kalke und schwarze Mergelschiefer reich an den bezeichnenden *Zweischalern*, auch eine Bank mit *Terebratula gregaria* findet sich hier. Die grauen, Hornstein-führenden Kalke des Lias sind dunkelgrauen Mergeln mit *Cardita crenata* direct aufgelagert.

In der Valsolda, wo die rhätischen Ablagerungen wohl ebenso mächtig auftreten, wie am Comersee, macht sich eine Aenderung der Facies geltend, insofern, als hier das kalkige Element viel grössere Ausdehnung erlangt; immerhin lassen sich Mergelschiefer mit *Bactryllien* und *Zweischalern* noch mehrorts nachweisen. Genauere Angaben fehlen hier leider vollständig. — Unsere

kurze Betrachtung der rhätischen Formation im Gebiete vom Comersee bis nach Lugano zeigt, dass die Lithodendronkalke mit Megalodonten in beliebigen Horizonten und mit wechselnder Mächtigkeit zwischen den fossilreichen Mergeln auftreten können, dass also die Riffbildung des Hauptdolomites in die rhätische Zeit sich fortsetzte. Am östlichen Ufer des Luganersee's finden sich im Liegenden des Lias vom Monte Generoso rhätische Schichten, welche denjenigen der Valsoda entsprechen, auf der Westseite des See's hingegen, am Südabhang des San Giorgio fehlen dieselben vollständig: der Lias lagert transgredirend auf einer untheilbaren Dolomitmasse, welche den Raiblerschichten von Meride aufliegt. Diese Erscheinung weist vielleicht darauf hin, dass die Bildung des Hauptdolomites ohne irgendwelche Modification bis in die rhätische Zeit fort dauerte.

Das Vorherrschen der Kalk- und Dolomit-Facies im Rhät ist in gleicher Weise charakteristisch für die Gegend zwischen Luganer See und Lago maggiore. In dem bereits erwähnten Profil der Margorabbia-Schlucht bei Induno trifft man im Liegenden des Lias circa 20 Meter mächtige grauschwarze Kalke, welche durchaus an die rhätischen Conchodon-Kalke vom Comersee erinnern. In der That erwähnt Stoppani (cit. 22, p. 238) von dem benachbarten Santa Maria del Monte das Vorkommen von Conchodon infraliasicus. Unter diesen dunkeln Kalken liegt eine Masse von gelblichem Dolomit mit Megalodon (Dachsteinkalk), welche von dem tiefern, zusammenhängenden Dolomitcomplex des Hauptdolomites und der Esinoschichten nur durch einige gelbliche Mergellagen getrennt ist. Diese Mergel enthalten Kalkknollen, die nach Steinmann (vgl. unten p. 62) aus Lithothamnien und Brachiopodenbruchstücken bestehen. — Das Profil der Margorabbia-Schlucht ist deshalb von

besonderem Interesse, weil wir hier, am westlichen Ende des Gebietes der ostalpinen Trias, sämtliche Glieder derselben vom Muschelkalk bis zum Rhät zu einer einzigen, fast untheilbaren Riffmasse verschmolzen sehen.

Da sich in dem besprochenen Triasgebiet mancherorts, namentlich in den westlichen Theilen, der Mangel an genügenden Detailuntersuchungen unliebsam fühlbar macht, so mag der vorliegenden Schilderung manche Unvollkommenheit anhaften. Es tritt jedoch deutlich hervor, dass von der Grigna bis zum Langensee ein mehrfacher Facieswechsel in der Ausbildung der verschiedenen Triasglieder statt hat. Je weiter wir gegen Westen vorrücken, desto mehr verringert sich die Mächtigkeit der Bildungen, aber trotzdem lassen sich, sei es in der normalen Ausbildung, sei es in der Riff-facies, überall noch Anzeichen des Vorhandenseins sämtlicher für die Lombardei charakteristischen Abtheilungen der Trias nachweisen. Wie mehrfach betont wurde, ist der karnische Hauptdolomit der am wenigsten sich verändernde Horizont. Allerdings ist es wahrscheinlich, dass seine stratigraphische Bedeutung nicht immer dieselbe ist; nach unten mag er oft als Riff-facies zeitliches Aequivalent eines Theiles der Raiblerschichten sein und ebenso nach oben die Koessener-Schichten vertreten, in welchem letzterem Falle er sich dann mit dem rhätischen Dachsteinkalk vereinigt.

Jura.

In Beziehung auf die ältesten jurassischen Ablagerungen unseres Gebietes können wir zwei gesonderte Bezirke unterscheiden, deren Grenze bezeichnet wird durch eine in der Richtung Lugano-Mendrisio von Nord nach Süd verlaufende Linie.

Aus Lias bestehen jene zusammenhängenden Bergmassen, welche zu beiden Seiten des Sees von Como gegen Westen und Norden bis an den Luganersee, gegen

Osten bis zur Val Assina und gegen Süden bis an den Rand der Ebene sich ausdehnen und die Gipfel des Monte Generoso, des Monte Galbiga, Crocione, S. Primo und Palanzolo tragen. — In vollkommener Concordanz lagert hier über den rhätischen Bildungen ein System dünnbankiger, grauer Kalke mit Hornsteinlagen, dessen Mächtigkeit circa 800 Meter beträgt. Diese höchst einförmige Ablagerung ist fast fossilfrei, Escher führt *Terebratula variabilis* und *Lima succincta* an; wir haben eine typische Tiefseebildung vor uns. Mit den liegenden, rhätischen Ablagerungen ist der Lias eng verbunden, eine scharfe Trennung ist oft kaum möglich. Die Natur des Rhät deutet auf Oscillationen des Meeresgrundes hin, Korallenbildungen des seichten Meeres wechseln mit Sedimenten aus tieferem Wasser ab, doch ist unverkennbar eine positive Bewegung der Strandlinie, welche hinüberleitet zu der Tiefseeablagerung des untern Lias.

Ganz anders liegen die Verhältnisse im Westen des Luganersee's. Hier treffen wir die jurassischen Schichten als ein schmales Band den nach Süden unter die Ebene einsinkenden Triaskalken angelagert, selbstständige Berggruppen bilden sie hier nicht mehr. — Gleich westlich von Mendrisio stossen wir auf die berühmten fossilreichen Liasbildungen von Arzo, Saltrio und Viggiù. Innerhalb der kaum 4 Km. betragenden Strecke von Mendrisio bis nach Arzo und Saltrio hat sich der petrographische und faunistische Charakter des untern Lias vollständig geändert. Die fossilleeren, grauen Kalke mit Hornsteinen sind entweder ganz verschwunden oder bilden, nur wenige Meter mächtig, an einzelnen Stellen die Basis des Lias.

Der Lias von Saltrio und Viggiù besteht aus grauen und gelblichen, feinkörnigen oder oolithischen Kalken, welche in regelmässige etwa 40° nach S — SW

einfallende Bänke abgetheilt sind. Die in grossen Steinbrüchen abgebauten Kalke sind an einzelnen Stellen reich an Fossilien, welche alle für untern und mittlern Lias bezeichnend sind. Es lassen sich drei Horizonte unterscheiden: zu unterst treffen wir eine Ammonitenfauna (*Nautilus striatus*, *Arietites bisulcatus*, *stellaris* etc.) darüber folgen Bivalven und Gastropoden (*Gryphaea arcuata*, *Cardinia hybrida*, *Pleurotomaria expansa* und *araneosa* etc.), den Schluss bilden Bänke, die eine grosse Zahl von Brachiopoden enthalten, welche von C. F. Parona bearbeitet worden sind. Die Liasbildung von Saltrio erstreckt sich gegen Osten nur wenig über die italienisch-schweizerische Grenze hinaus, bei Arzo erscheint eine ganz andere Facies, welche nach ihren Fossilien, vorherrschend Brachiopoden, den obern Saltrioschichten, also dem mittlern Lias angehört. Es sind undeutlich geschichtete rothe, weissgefleckte, marmorartige Kalke, welche stellenweise von Terebrateln, Pecten und Lima ganz erfüllt sind, ferner treten dunkel-braunrothe, sandige Kalke auf, die von grossen Crinoidenwurzeln durchzogen werden. Nicht selten ist das Gestein eine förmliche Breccie, bestehend aus rothem, compactem und sandigem Liaskalk, welcher graue Dolomitstücke von ganz verschiedenen Grössen verkittet. Der liegende Hauptdolomit (Dachsteinkalk) besitzt eine sehr unregelmässige Oberfläche, die Furchen und Taschen desselben sind ausgefüllt von den meist roth gefärbten Liassedimenten. In Beziehung auf die Fauna sowohl als auch auf die Art des Auftretens ist der Lias von Arzo als ein vollkommenes Analogon zu den Hierlatz-Schichten des Dachsteingebirges und der Salzburger Alpen aufzufassen. Es fällt nicht schwer eine Erklärung für die Entstehung der ganzen Ablagerung zu geben. Das Riff des Hauptdolomites ragte zu Ende der rhätischen Zeit

und zu Anfang des Lias aus dem Meere empor, die ursprünglichen Unregelmässigkeiten seiner Oberfläche wurden in Folge der Erosion noch verschärft, Terra rossa sammelte sich zwischen den Felsklippen an. Als nun zur Zeit des mittlern Lias das Riff allmählig wieder unter das Meer versank, entstanden auf seiner schrundigen Oberfläche in Folge der Brandung die erwähnten Breccien. Die ersten Liassedimente, durch die abgespülte Terra rossa roth gefärbt, mussten naturgemäss erst alle die Unregelmässigkeiten des Untergrundes ausgleichen, d. h. sie bildeten häufig taschenförmige Einlagerungen im Hauptdolomit.

Nach Westen zu lassen sich die Saltrio-Schichten weiter verfolgen als nach Osten; ähnliche graulich-grüne Kalke, freilich in bedeutend geringerer Mächtigkeit finden wir an den Bergabhängen nördlich von Induno über den Triasdolomiten. Am Ausgange der Margorabbia-Schlucht, wo dieselben Kalke viele Ammoniten enthalten, liegen sie in vollkommener Concordanz auf den oben beschriebenen rhätischen Schichten, eine Unterbrechung in der Sedimentbildung zwischen Rhät und Lias hat hier nicht stattgefunden.

Während der untere und mittlere Lias zwischen Comer- und Langensee in sehr verschiedenen Meerestiefen sich ablagerte, also in nahe bei einander liegenden Gebieten total verschiedene Facies zeigt, stellt der obere Lias eine über das ganze Gebiet in durchaus gleichartiger Ausbildung sich verbreitende Ablagerung dar: in den östlichen Theilen hatten die mächtigen Sedimente des untern Lias den Meeresboden allmählig erhöht und im Westen waren die Riffe immer tiefer unter den Meeresspiegel versunken. Fossilreichthum und charakteristische petrographische Beschaffenheit zeichnen diesen Horizont aus; von Alters her wurde derselbe von

den Italienern als *Calcare rosso ammonitico* bezeichnet, in den Adnether-Schichten der Salzburger-Alpen erkennen wir eine durchaus analoge Ablagerung, auch in den Central-Apenninen erlangt der *Ammonitico rosso* eine grosse Verbreitung. Der rothe Ammonitenkalk, immer concordant den tiefern Lias-schichten auflagernd, erreicht in unserm Gebiete eine Mächtigkeit bis zu 80 m. Er besteht aus regelmässig-, meist dünngeschichteten, oft thonigen oder sandigen Kalken. Neben *Harpoceras bifrons*, *serpentinum*, *Aalense* etc. finden sich darin *Phylloceras*, *Lytoceras*, und weniger häufig auch Terebrateln. Die fossilreichste Localität dieses Horizontes ist Erba, östlich von Como, ferner trifft man denselben in der Gebirgsmasse des Monte Generoso bei der Alpe di Salorino und Baldovana. In schönster Ausbildung findet sich dieselbe Ablagerung am Südabhang des Poncione d'Arzo bei Arzo, Besazio und Clivio, von wo aus sie sich über Induno längs des Campo dei Fiori bis in die Val Cuvio verfolgen lässt.

Ablagerungen, welche vielleicht dem Dogger zugerechnet werden können, finden wir in dem zu besprechenden Gebiete nur in geringer Ausdehnung (vgl. unten p. 66), dagegen sind dem Malm zugehörige Schichten sicher zu erkennen. Sowohl am Südabhang des Poncione d'Arzo (zwischen Ligornetto und Clivio), als auch bei Erba lagert auf dem rothen Ammonitenkalk des obern Lias ein System rother, dünnbankiger Kalke und Hornsteine, welche in Folge des Vorkommens zahlreicher Aptychen als „Aptychenschiefer“ bezeichnet worden sind. Aequivalente dieser Bildung fehlen in den östlichen Alpen, dagegen besitzen solche eine beträchtliche Verbreitung in den centralen Apenninen.¹⁾

¹⁾ Vgl. Zittel, Geologische Beobachtungen aus den Central-Apenninen (Benecke, Geognost.-palaeontolog. Beiträge. Bd. II, p. 140).

— Oberhalb Ligornetto beträgt die Mächtigkeit der Aptychenschiefer wohl über 30 m. Aptychen sind hier nicht selten; die Hornsteinschichten, ebenso wie der damit wechselnde rothe Kalk sind erfüllt von Radiolarien. Die ganze Ablagerung zeigt die typischen Charaktere einer Tiefseebildung. — In höherem Niveau werden die Hornsteinlagen und damit auch die Radiolarien seltener, die rothbraune Farbe verschwindet, es treten röthliche und weisse, compacte Kalke auf, die, Biancone auch Majolica genannt, wohl das Tithon und die untere Kreide repräsentiren. Eine scharfe Trennung von Jura und Kreide ist in unserem Gebiete kaum möglich.

Die Kreidebildungen treffen wir in reicher Entwicklung in dem Hügelland der Brianza, südöstlich von Lecco, sowie in der Umgebung des Sees von Varese. Das vorherrschende Gestein ist die „Scaglia“, graue, gelbliche Mergelschiefer, welche an der Luft in eckige Stücke zerfallen. Diese Ablagerung erinnert in ihrem Habitus wohl an den nordalpinen Flysch. Allgemein sind in der Scaglia jene Algenreste verbreitet, welche man als Fucoiden bezeichnet; andere Fossilien, wie Ammoniten, Inoceramen, Seeigel etc., die Anhaltspunkte zu genauerer Altersbestimmung liefern könnten, sind im Allgemeinen selten. Wichtig ist das Vorhandensein einer auf die Brianza beschränkten Conglomeratbildung innerhalb dieses Mergelcomplexes. Da dieselbe bei Sirone Hippurites cornu vaccinum und Actaeonella gigantea etc. enthält, entspricht sie den Gosauschichten der östlichen Nordalpen, gehört also der obern Kreide, dem Turon an. Durch dieses Conglomerat wird die ganze Masse der Scaglia in zwei Hälften getheilt: in eine untere, welche zugleich mit den harten Biancone-Kalken die untere Kreide vertritt und in eine obere, bedeutend mächtigere Abtheilung, deren Analogon wir in den ober-

Kreide.

cretacischen Seewenschichten der Nordalpen erkennen. — In der Gegend von Induno und Varese fehlt in der Scaglia das Conglomerat mit Hippuriten; Steinmann (vgl. unten p. 67) erblickt hier in dem Auftreten von gröbern Sedimenten, wie allothigenen Kieselknollen und Kalkstücken, innerhalb der homogenen Scaglia die Anzeichen einer Transgression, somit die Grenzschiebt zwischen unterer und oberer Kreide, der Neocom-Scaglia einerseits, der Turon- und Senon-Scaglia anderseits. — Gut bestimmbare Leitfossilien sind in der untern Scaglia kaum gefunden worden, Hauer erwähnt einen an *Am. heliacus* d'Orb. erinnernden Ammoniten aus der Gegend von Mombello am Langensee, Steinmann (vgl. unten p. 67) führt von Induno ein Ammonitenbruchstück an, welches vielleicht auf Barrême-Stufe schliessen lässt. Die obere Scaglia hingegen ist in der Brianza an einzelnen Stellen reich an Fossilien, aus der Gegend von Brenno und Merone werden *Inoceramen* und *Acanthoceras Rhotomagense* angeführt. — Die von Hauer mehrfach geäusserte Ansicht, dass die Scaglia der Südalpen mit den Seewenschichten der Nordalpen zu parallelisiren sei, erhält ihre Bestätigung durch den Nachweis einer entsprechenden Foraminiferenfauna. Steinmann (vgl. unten p. 68) fand in den flyschartigen Mergeln, die sehr schön längs der Olona, südwestlich von Induno aufgeschlossen sind, manche Bänke ganz erfüllt von einkammerigen Lagenen, daneben treten auf *Textillaria globosa* und *Globigerina cretacea*. Alle diese Formen hat Kaufmann aus den nordalpinen Seewerschichten nachgewiesen.

Tertiär.

Eocäne Ablagerungen finden wir ebenfalls in der Brianza, ferner westlich von Varese um den Lago di Comabbio¹⁾, wo sie eine zusammenhängende Hügel-

¹⁾ Vgl. T. Zollikoffer. Géologie des environs de Sesto Calende. Bull. soc. Vaud. d. Sc. nat. T. IV. 1853—1855. p. 72.

gruppe bilden. Die untere Abtheilung besteht aus Nummulitenkalken, darüber lagert eine Conglomerat- und Sandsteinbildung. Unter den Geschieben, welche letztere zusammensetzen, herrschen körnige und schieferrige Amphibolgesteine, seltener sind Granite, Gneisse, Quarzite und Dolomit.

Aequivalente der am Nordrand der Alpen so weit verbreiteten miocänen Nagelfluh und Molasse erlangen auf der Südseite nur geringe Verbreitung. Der kaum 10 Km. lange und etwa 350 m. hohe Bergrücken des Monte Olimpino bei Como ist ein schwaches Nachbild der Bergmassen vom Rigi, Rossberg und Speer. Die Nagelfluhbänke, mit Molassesandsteinen wechselagernd, sind bis zu 60° steil aufgerichtet und fallen nach Südwesten ein. Das Material derselben besteht vorzugsweise aus krystallinen Gesteinen, Gerölle des dunkeln Liaskalkes sind vereinzelt. Es mag hervorgehoben werden, dass die als Miocän gedeuteten Conglomerate und Sandsteine grosse Aehnlichkeit zeigen mit jenen eocänen Schichten, welche sowohl in der Brianza als auch bei Varese concordant die Nummulitenkalke überlagern. Das gegenseitige Lagerungsverhältniss von Eocän und Miocän ist nirgends zu beobachten, da der Monte Olimpino fast allseitig von Diluvium umgeben ist. Auf der Strecke von Chiasso nach Como, sowie bei Stabbio treten die steil aufgerichteten Nagelfluhbänke längs einer Verwerfung in Berührung mit den Kalken des untern Lias.

Während die bis jetzt besprochenen eruptiven und sedimentären Bildungen bei der Entstehung des Alpengebirges alle in hohem Maasse dislocirt worden sind, haben die Ablagerungen aus der Zeit des jüngsten Tertiärs und des Diluviums weit mehr ihre ursprüngliche Lagerung beibehalten, wenn auch Dislocationen des

Pliocäns noch mancherorts nachzuweisen sind; die damalige Configuration des Landes war bereits von der heutigen nur wenig verschieden.

In dem Auftreten von marinen Ablagerungen des Pliocäns am Südfuss der Alpen erblicken wir einen charakterischen Zug gegenüber der Nordseite; als gleichzeitige Bildungen sind dort wohl die mancherorts weit verbreiteten Geröllablagerungen zu deuten, welche die Basis des eigentlichen Moränenterrains bilden. Die durch Erosion leicht zu zerstörenden Mergel des Pliocäns finden sich in unserem Gebiete nur an vereinzelten Punkten (Folla d'Induno bei Varese, Pontegana bei Chiasso und Paradiso bei Lugano), weiter westlich bei Masserano in der Nähe von Biella treten sie hingegen in zusammenhängenden Massen auf. Die geographische Verbreitung dieser Erosionsrelicte zeigt uns, dass das pliocäne Meer die ganze lombardische Ebene einnahm und auch den vorhandenen Thaleinschnitten folgend nach Norden fjordähnlich vordrang. Der höchste Pliocänpunkt unseres Gebietes liegt circa 380 m. über dem Spiegel des Mittelmeeres, weiter westlich am Oberlaufe des Po in den Meeralpen finden sich Pliocänablagerungen in der Höhe von 500 Meter.¹⁾ Ueberall wo die pliocänen Ablagerungen einigermaßen gut entblösst sind, beobachten wir in den tiefern Horizonten das Vorherrschen von graublauen, fetten Mergeln (argille azzurre). Darüber lagern dünngeschichtete, gelbe oder braune Mergel (sabbie gialle), welche durchweg etwas sandig und sehr glimmerreich sind. Diese Mergel, namentlich die argille azzurre sind fast überall reich an marinen Conchylien; Taramelli führt 33 Species, Gastro-

¹⁾ Sacco. Sull' Origine delle Vallate e dei Laghi Alpini etc. Atti d. Real. Acad. di sc. nat. di Torino 1885. Vol. XX.

poden und Lamellibranchiaten an, wovon 21 im Mittelmeer und im atlantischen Ocean noch lebend vorkommen. Die Sabbie gialle enthalten eingeschwemmte Kohlenstücke und auf den Schichtflächen trifft man häufig Pflanzenabdrücke. Nach den Angaben von Sordelli fanden sich bis jetzt 26 Species (Pinus, Sequoia, Laurus, Cinnamomum, Populus, Platanus etc.), welche alle in ihrem Gesammthabitus eine nahe Beziehung zu obermiocänen Floren erkennen lassen, also auf tropisches oder subtropisches Klima hinweisen. — Als zeitliches Aequivalent des marinen Pliocäns finden wir mancherorts in Italien terrestrische, respective Süßwasser-Ablagerungen, die reich an Ueberresten von Säugethieren sind. Am Rande der Alpen sind solche Bildungen sehr vereinzelt, namentlich bekannt sind die Lignite von Leffe bei Gandino, in einem Seitenthale der Val Seriana nördlich von Bergamo, wo die mit Seekreide und Mergeln wechsellagernden Kohlschichten Säugethiere enthalten, die theils der Fauna von Val d'Arno, theils derjenigen der Val di Chiana, d. h. sowohl der ältesten als auch der jüngsten Stufe des subapenninischen Pliocäns entsprechen.

Während sowohl in Piemont, als auch in Venetien und in Friaul die eigentlichen Moränenbildungen von dem jüngsten Tertiär durch mächtige Geröllmassen, fluviatilen Ursprunges geschieden sind, lagern die Moränen unseres Gebietes direct auf den Pliocänmergeln, aber immer ist eine scharfe Trennung beider vorhanden. Mehrere Geologen glaubten an einigen Stellen eine Vermengung von pliocänen und glacialen Ablagerungen zu sehen, und machten in Folge dessen die Annahme, dass die Gletscher bis an die Küste des pliocänen Meeres herabgestiegen seien. Wenn auch jene Beobachtungen sich als irrthümlich erwiesen haben, so erscheint es uns

Diluvium.

doch nicht unwahrscheinlich, dass zur Zeit, als in den obern Theilen des Veltlin, des Tessin- und Dora-Baltea-Thales Gletscher lagen, das Ufer des Pliocänmeeres nicht allzu weit vom Rande des Gebirges entfernt gewesen sein mag; hat doch Sordelli in den quartären Ablagerungen von Leffe und von Pianico in der Provinz Bergamo eine Flora nachgewiesen, welche zur Hälfte aus Pflanzen besteht, die heute in Nordamerika, in Klein- und Mittelasien sich finden, also ein wärmeres Klima erfordern. Die von Hochstetter eingehend geschilderten Verhältnisse auf Neu-Seeland geben uns vielleicht ein Bild des damaligen Zustandes der Südseite der Alpen.

Die Moränen am Südfuss der Alpen zeichnen sich mehr durch locale, mächtige Entwicklung, als durch weite horizontale Verbreitung aus. Vor den Ausgang eines jeden, grösseren Thales legt sich eine Reihe scharf umgrenzter, mächtiger Moränen, welche dicht gedrängt die Orographie der betreffenden Gegend bedingen. Es entstehen jene Moränenamphitheater, welche auf einen engen Raum begrenzt, gewaltige Zeugen der Thätigkeit der alten Gletscher sind. — Die hauptsächlichsten glacialen Transportlinien sind bezeichnet durch den Lago maggiore, den westlichen Arm des Luganersees mit dem Thal von Arcisate, ferner durch das Thal von Mendrisio und die beiden Arme des Comersees. Südlich von Como sind die Endmoränen wohl am schönsten entwickelt, es folgen sich hier in nahezu concentrischen Kreisbogen drei Moränenzüge, welche jeweilen eine Höhe von 60 bis 80 Meter erreichen. Die östlich daran sich anschliessenden Moränen der Brianza sind weit weniger zusammenhängend. Nach Süden zu finden sich Anzeichen alter Gletscher bis in die Nähe von Monza. — An mehreren Orten, wo die Gletscher grössere Mächtigkeit erreichen konnten, waren die einzelnen Gebiete durch

Seitenarme mit einander verbunden. An den Abhängen des Monte Crocione und ebenso an dem gegenüberliegenden Monte San Primo finden sich glaciale Ablagerungen bis in die Höhe von 600—700 Meter über dem Niveau des Sees von Como. Ein dem entsprechend mächtiger Gletscher konnte deshalb mit seinen Seitenzweigen sowohl das Thal von Menaggio bis Lugano, als auch die Senke zwischen Monte Galbigo und Monte Generoso, die Val Intelvi, erfüllen. Bei Lugano treffen wir eine grosse Moräne auf der Höhe des Monte Bré, ungefähr 600 Meter über dem Seespiegel; der Nordabhang des Monte San Salvatore besteht in seinem untern Drittheil ebenfalls aus zum Theil erodirten Moränen. An letzterem Orte kann man eine untere und eine obere Moräne unterscheiden, welche verschieden zusammengesetzt sind und durch eine ca. 2 Meter mächtige Bank von Seekreide von einander getrennt werden (vgl. unten p. 50). Da die meist schön gekritzten Gerölle dieser Moränen alle auf östlichen Ursprung hinweisen, central-alpine Gesteine hingegen gänzlich zu fehlen scheinen, so darf wohl die Annahme als erwiesen gelten, dass einst vom Comersee her ein Eisstrom sich über Porlezza bis nach Lugano erstreckte und hier den im Agnothale von Norden heranrückenden Gletscher staute.

Nachdem in obigen Zeilen der Versuch gemacht worden ist, die im Excursionsgebiet entwickelten Formationen gemäss unseren heutigen Kenntnissen in chronologischer Reihenfolge kurz zu charakterisiren, bleibt noch die Aufgabe, die wesentlichsten Züge der Geotektonik zu skizziren. Geotektonik.

Es wurde bereits Eingangs darauf hingewiesen, dass die gefalteten, steil gestellten krystallinen Schiefer und

carbonischen Conglomerate des Seegebirges gegen Süden immer tiefer sinken und discordant von den jüngern Bildungen bedeckt werden. Wir finden also auch auf der Südseite der Alpen, allerdings ausnahmsweise, gerade so wie im Gebiet der nördlichen Centralmassive die Spuren eines postcarbonischen Gebirges.

Die Sedimente von Trias, Jura, Kreide und Eocän bilden ein im Grossen und Ganzen concordantes Schichtsystem; geotektonisch sind damit zu vereinigen jene Porphydecken, welche in der Gegend der südlichen Arme des Luganersees und weiter nach Westen hin die Basis derselben bilden.

Es mag schwer zu entscheiden sein, ob die mehrfach erwähnten positiven und negativen Bewegungen der Strandlinie, namentlich zur Zeit der Trias und des untern Lias und dann wieder zwischen älterer und jüngerer Kreidezeit, von Dislocationen der festen Erdrinde begleitet waren, durch welche Discordanzen innerhalb der mesozoischen Schichten bedingt wurden. Die erste in unserem Gebiete allerdings nicht sehr deutlich hervortretende Discordanz besteht zwischen Eocän und Miocän. Die Hebung der Alpen hatte schon vor der Miocänzeit begonnen und am Fusse des werdenden Gebirges häuften sich jene Conglomerate, welche den Monte Olimpino zusammensetzen. Die heutige orographische Gestaltung unseres Gebietes ist das Resultat der nachmiocänen alpinen Gebirgsbildung und der fortgesetzt, thätigen Erosion.

Die Sedimente am Südrand der Schweizeralpen zeigen im Grossen und Ganzen, namentlich im Vergleich zu den Verhältnissen auf der Nordseite keine grossen Lagerungsstörungen. Der ganze Complex derselben bildet eine gegenüber dem Centralmassiv des Seegebirges tiefer gesunkene von Nord nach Süd geneigte Tafel,

deren einfacher Bau gelegentlich durch das Auftreten von Anticlinalen, Verwerfungen, auch wohl Ueberschiebungen und Blattverschiebungen sich complicirt. — In Beziehung auf die Art der Anlagerung der sedimentären Zone an das gefaltete Grundgebirge lassen sich deutlich zwei Typen erkennen. Westlich von Lugano, längs der Linie Paradiso-Laveno-Monte Nave-Grantola bis San Pietro am Lago maggiore, beobachten wir die Auflagerung der Sedimente auf die meist steil gestellten, krystallinen Schiefer; noch südlich dieser Linie tauchen jedoch in tiefen Thaleinschnitten oder längs Verwerfungen die Glimmerschiefer mehrfach unter der Porphyredecke und den Triaskalken wieder hervor (vgl. Prof. I u. II). Gegen Osten, von Lugano bis San Abbondio am Comersee, hingegen sind die Sedimente an der Grenze gegen die krystallinen Schiefer steil aufgerichtet; sie erscheinen denselben angelagert und bilden eine nach Süden abbiegende Flexur, in welcher der östliche Arm des Luganersees, sowie der Lago del Piano liegen. Ein erneutes Auftauchen der krystallinen Schiefer südlich der Contactlinie findet hier nicht mehr statt. (Vgl. Prof. III.)

Den Bau des Gebietes westlich des Meridians von Lugano erläutern die Profile I und II. Am Nordabhang des Salvatore treffen wir zuerst die Sedimente in zusammenhängender Masse auftretend. Dass aber dieselben sich einst weiter gegen Norden erstreckt haben, beweist eine kleine Scholle von Buntsandstein und Felsitporphyr, welche oberhalb Manno discordant den krystallinen Schiefen aufliegt. Der Buntsandstein (Verrucano) am Fuss des San Salvatore ist gegen dieselbe um den Betrag von ungefähr 500 m. gesunken. Der Salvatore selbst stellt eine steile Synclinale dar; daran schliesst sich ein flaches SW — NO streichendes Gewölbe. Als

dessen entblösten Kern erkennen wir die Porphyre der Vorgebirge von Morcote und Brusin Arsizio, als dessen Südschenkel sind die Trias- und Juraschichten des San Giorgio und Poncione d'Arzo zu betrachten. In dem Südschenkel tritt bei Clivio eine kleine Secundärfalte auf und dann verschwinden die jurassischen Schichten unter der Decke quartärer Ablagerungen. Doch sehr bald erhebt sich aus der Ebene von Neuem ein Felsriff. Auf der kurzen Strecke von Stabbio bis Gaggiolo taucht nämlich, den äussersten Südrand des alpinen Gebirges darstellend, eine steilstehende Scholle von Hauptdolomit und Lias empor, an welche sich dann die nach Süden geneigten Conglomeratbänke der Molasse anlehnen. Sowohl gegen Norden als auch gegen Süden ist also das Felsenriff von Stabbio von den anliegenden Gebirgsgliedern durch Verwerfungen getrennt. (Vgl. cit. 35, Taf. IV, Prof. 5.) — Auf einem Querschnitt, welcher etwas weiter im Westen, dem beschriebenen Profile parallel verlaufend durch das Gebirge gelegt ist, treffen wir bis zu einem gewissen Grade analoge Verhältnisse. (Vgl. Prof. II.) Auch hier bildet die Porphyridecke von Valgana mit den gelegentlich darunter empor-tauchenden krystallinen Schiefern den Kern einer flachen Anticlinale, deren Südschenkel von den aus der Ebene emporsteigenden Sedimenten des Sano della Corna und des Campo dei Fiori gebildet wird. Der Nordflügel der Anticlinale aber ist abgesunken längs einer Verwerfungsspalte, die der Anticlinalenaxe parallel von Cabgaglio über Bedero nach Brusimpiano und Figino am Luganersee verläuft.¹⁾ Der versenkte Porphyr mit

¹⁾ Gümbel (cit. 36, p. 578) nimmt an, dass diese Verwerfung sich noch weiter nach Osten fortsetzt und auch die Dolomite des Salvatore in zwei Hälften theilt.

den concordant darauf liegenden Sedimenten steigt nun nach Norden wieder empor und bildet auf der Höhe des Monte Selva und Monte la Nave eine schwach nach Süden geneigte Decke über den krystallinen Schiefern. — Noch weiter nördlich treffen wir auch hier Ueberreste der einst eine grössere Verbreitung besitzenden Porphyre und Sedimente. Allein dieselben liegen nicht wie oberhalb Manno normal auf dem gefalteten Grundgebirge, sondern bilden eine an mehreren Stellen steilstehende Scholle, welche beiderseits von krystallinen Schiefern eingefasst ist und sich vom Nordabhang der Tresa-Schlucht bis an den Lago maggiore hinzieht. — Aus den beiden beschriebenen Profilen ersehen wir, dass innerhalb der südlichen Sedimentzone der Alpen SW—NO verlaufende Verwerfungen häufig zu constatiren sind, bei der Alpenerhebung müssen hier die in schwache Falten gelegten Gesteinsmassen häufig in annähernd verticaler Richtung an einander verschoben worden sein.

In der Gegend östlich von Lugano erreichen die Sedimente eine viel mächtigere Entwicklung; es fehlen die Porphyre. Der geologische Bau ist bedeutend einfacher. Die im Hintergrund der Valsolda nach Süden steil einfallenden, Ost-West streichenden, Schichten der untern Trias verschwinden unter der Thalsole des Sees von Porlezza. Die Berge am südlichen Ufer werden aufgebaut von schwach nach Süden geneigten Liaskalken, an deren Basis noch rhätische Schichten zu Tage treten, welche zweifellos in der Tiefe concordant auf ältern Triasbildungen auflagern. (Vgl. Prof. III.) Die Gesteinsschichten der Valsolda einerseits, des Monte Caprino und Monte Galbiga anderseits sind im mittlern Theil des Sees von Porlezza durch eine nicht sehr bedeutende Ost-West verlaufende Verwerfung von einander getrennt, weiter östlich jedoch, in der Gegend des Lago

del Piano verflachen sich einfach in der Thalsole die am Abhang der Cima la Grona steilstehenden Schichten und fallen unter den Monte Galbiga ein. Die ganze Berggruppe des Monte Galbiga und Monte Crocione bildet eine flache Synclinale, in deren Mitte eine kleine Anticlinale sich bemerkbar macht. (Vgl. Prof. III und IV.) Bei Dzasco in der Val Intelvi tauchen die rhätischen Schichten unter der mächtigen Liasdecke wieder empor. Durch die Val Intelvi läuft eine Verwerfung und südlich derselben erheben sich die Liaskalke von Neuem und bilden in flachen Wellen die einheitliche Gebirgsmasse des Monte Generoso, Palanzolo und S. Primo. (Vgl. cit. 35, Taf. IV, Prof. VI, VII, IX, X, XII.) Nördlich und östlich der beiden letztgenannten Berge gelangen die rhätischen Schichten bis zum See von Como und Lecco zu mächtiger Entwicklung. Die nach Süden einsinkenden Liaskalke des Monte Palanzolo bilden, bevor sie unter der Ebene verschwinden westlich von Erba noch eine kleine Synclinale, in welcher die fossilreichen Schichten des obern Lias, sowie Jura und Kreide liegen.

Die dritte geognostische Einheit unseres Gebietes bildet die Grigna, deren geologischer Bau durch die Untersuchungen von Benecke klargelegt worden ist. (Vgl. cit. 39.) Das Gebirge zerfällt in zwei Hälften: die nördliche besteht aus muldenförmig gelagerten Muschelkalk-, Esino- und Raiblerschichten, die südliche aus einer regelmässig aufeinander liegenden, nach Norden geneigten Schichtserie vom Muschelkalk bis zum Hauptdolomit. Von den beiden Gipfeln der Grigna besteht demgemäss der nördliche, Moncodeno, aus Esinokalk, der südliche, Monte Campione, aus Hauptdolomit. Die Grigna meridionale ist gegenüber der nördlichen Grigna abgesunken und wird von letzterer längs einer Ost-West

verlaufenden Verwerfungslinie überschoben, so dass von Norden her Muschelkalk und Bundtsandstein an den Hauptdolomit der Südhälfte anstossen. Ausser dieser Ost-West verlaufenden Störung beobachten wir noch eine Nord-Süd gerichtete Dislocationslinie: die dem See von Lecco benachbarten Gebirgstheile sind gegenüber der Hauptmasse in horizontaler Richtung nach Süden verschoben. Das Gebirge südlich von Lecco ist nach Untersuchungen von Gümbel durch eine Verwerfung von der südlichen Grigna geschieden. (Vgl. Gümbel cit. 36, p. 566, und Geologie von Bayern, I. Theil, p. 711.) Wir begegnen hier einem in vollständig überkippter Lagerung nach Norden einfallenden Schichtsystem, in welchem die Rauchwacke der Raiblerschichten zu oberst und die Neocomschichten zu unterst liegen.

Interessant ist es nun den gegenseitigen Beziehungen der drei gesondert betrachteten Systeme nachzugehen. Die hauptsächlich aus Lias bestehenden Gebirge zwischen Comer- und Luganersee stellen die am meisten versenkte Scholle dar, worauf schon das steile Einfallen der Trias in der Valsolda hinweist. Der See von Lecco im Osten erscheint als eine Spalte, längs welcher nach der Annahme von Benecke nicht nur ein Absinken der westlichen Theile, sondern auch eine Horizontalverschiebung in der Nordsüdrichtung stattgefunden hat. — Da längs einer Nord-Süd verlaufenden Linie von Mendrisio bis etwas östlich von Campione Rhät und Lias theils an den permischen Porphyre anstossen, theils in gleichem Niveau mit Muschelkalk liegen, ist auch hier eine Absenkung der grossen Liastafel gegenüber dem westlichen Gebirge anzunehmen. Auch hier ist ausserdem eine meridiane Blattverschiebung zu constatiren, welche sich besonders schön in dem plötzlichen Aufhören des steilstehenden Muschelkalkes am Sasso

grande nördlich von Lugano zu erkennen gibt. Als die Folge einer mit dieser Horizontalverschiebung verbundenen Schleppung mögen die complicirten Lagerungsverhältnisse des am Monte Bré im Allgemeinen Nord-Süd streichenden Muschelkalkes, sowie die nach Süd gerichtete Umbiegung der rhätischen Schichten in den westlichen Theilen der Valsolda gelten. — Eine analoge meridiane Verschiebung aber ohne nachweisbare Absenkung scheint auch weiter im Westen längs der Val Cuvio stattgefunden zu haben. Der nordwestlich von Cuvio sich hinziehende Bergzug, welcher die Gipfel des Sasso del Ferro, Monte Nudo und Monte San Martino trägt, bricht gegen Osten plötzlich ab und entspricht der südöstlich von Cuvio sich erhebenden Bergkette des Campo dei Fiori, welche ihrerseits gegen Westen plötzlich aufhört.

Nach den gegebenen Auseinandersetzungen lässt sich der geologische Bau der lombardischen Alpen von der Grigna bis zum Lago maggiore in kurzen Worten folgender Maassen charakterisiren: Die im Grossen und Ganzen flach nach Süden sich senkende, etwas gefaltete Sedimenttafel wird durch Sprünge, welche einerseits der alpinen Streichrichtung parallel, anderseits senkrecht dazu verlaufen, in einzelne Schollen zerlegt, welche sowohl in verticaler, als auch in horizontaler Richtung an einander verschoben, in seltenen Fällen sogar überkippt sind.

Thal- u. See- Das besprochene Bergland ist von Thälern durch-
bildung. zogen, deren Richtung vorherrschend eine nord-südliche,
seltener eine ost-westliche ist. Innerhalb dieser Thal-
systeme liegen die grossen, alpinen Randseen, der
Lago maggiore, der Luganer- und Comersee u. a., deren

Entstehung enge verknüpft ist mit der Bildung der Thäler, welchen sie angehören. Einige Bemerkungen über Thal- und Seebildung auf der Südseite der Schweizeralpen mögen den Schluss der vorliegenden Darstellung bilden. Leider macht sich gerade hier, trotz der grossen Literatur über diesen Gegenstand, der Mangel an Specialstudien besonders fühlbar.

Die Entstehungsgeschichte der alpinen Thalsysteme können wir zu verfolgen versuchen bis über die Miocänenzeit hinaus. Von den Rinnsaalen der Ströme, welche aus den miocänen Alpen jene Geröllmassen hinausführten, die uns heute als bunte Nagelfluh entgegen treten, sind wohl bis auf die heutige Zeit noch Spuren erhalten geblieben. Alle Versuche, die Entwicklungsgeschichte unserer Flussläufe zu erklären, müssen naturgemäss mit der Reconstruction solcher alter „Stammthäler“ in dem Gebiete der Alpen und des Vorlandes beginnen.¹⁾ Da die miocäne Nagelfluh auf der Südseite der Alpen viel weniger dislocirt ist, als auf der Nordseite, war wohl die nachmiocäne Gebirgsbildung jenseits der Alpen weniger energisch als diesseits, und in Folge dessen werden die Stammthäler im Süden eher erhalten geblieben sein als im Norden. Eine Eigenthümlichkeit vieler Thäler des Südabhanges, welche vielleicht als solche Stammthäler gelten können, ist es, dass sie am Rande der Ebene in tiefe Seen ausmünden, von denen einige keinen oberirdischen Abfluss besitzen wie Lago d'Orta, Lago di Como und Luganersee, während aus dem Lago di Lecco und dem Lago maggiore Adda und Ticino ausfliessen. Es ist von Bedeutung die Tiefe dieser Seen sich zu vergegenwärtigen:

¹⁾ Vgl. Rüttimeyer. Thal- und Seebildung (Karte).

	Lago maggiore	Lago di Lugano	Lago di Como
Tiefe	375 m.	279 m.	414 m.
Höhenlage des Spiegels .	197 „	271 „	213 „
Tiefe unter Meeresniveau	178 „	8 „	201 „

Die geringere Tiefe des Luganersees gegenüber den beiden andern Seen erklärt sich, wenn wir bedenken, dass derselbe kleinern, weniger tief erodirten Thälern angehört, während letztere in grossen, stark vertieften Thalsystemen liegen.

Gehen wir von der Anschauung aus, dass die heutigen Flussläufe mit ihren Seebecken in Beziehung zu miocänen Stammthälern zu bringen sind, so können wir einer Reihenfolge von Vorgängen nachspüren, welche successive den Stand der Dinge änderten und uns zur Jetztzeit hinüberleiten.¹⁾ Die erste Modification erlitten die alten Thäler durch die nachmiocäne Gebirgsbildung; quer zu ihrer Richtung bauten sich Riegel auf, welche die Wasser zu Seen stauten. Der Monte Olimpino bei Como ist das typische Beispiel eines solchen Felsriegels.—Zur Pliocänzeit wurde das Land zwischen Alpen und Apennin vom Meere überfluthet. Durch die in die Ebene ausmündenden grossen Thäler mit ihren Seebecken waren demselben die Pfade vorgezeichnet, auf welchen es fjordartig nach Norden vordringen konnte. Das Vorkommen von pliocänen Mergeln am Nordrande des Luganersee, 90 m. über dessen Spiegel, ist der sicherste Beweis dafür, dass das Pliocänmeer die Becken der oberitalienischen Seen einst erfüllt hat.²⁾ Am Ende der Pliocänzeit trat eine Periode negativer Strandverschiebung ein

¹⁾ Vgl. Sacco, Sull' Origine delle Vallate e Laghi alpine etc. (Atti R. Acc. Sc. di Torino, vol. XX, 1885), p. 26: Quadro riassuntivo.

²⁾ Durch diese Thatsache werden naturgemäss die betreffenden

das Land erhob sich bis zu 400 m. über den einstigen Meeresspiegel, der Südfuss der Alpen wurde trocken gelegt. In wie weit die oft erwähnten Ueberreste von marinen Faunen unserer Seen für die Relictennatur derselben beweisend sind oder nicht, ist für uns ohne Belang, da die geologischen Verhältnisse zur Genüge beweisen, dass die drei grossen oberitalienischen Seen in der That einstmalige beckenförmige Vertiefungen des Meeresbodens darstellen, aus welchen das Meer infolge negativer Verschiebung der Strandlinie zurückwich.¹⁾

Nach der erneuten Hebung des Landes begann die Erosion wieder mächtig zu wirken, die alten Stammthäler, theilweise von den jüngsten Meeresabsätzen erfüllt, wurden weiter vertieft, theilweise änderten sie wohl auch ihre Richtung, immer mehr den heutigen Verhältnissen sich nähernd.

Einen mächtigen Einfluss auf die Thal- und Seebildung in unserem Gebiete muss der Thätigkeit der grossen Gletscher zugeschrieben werden. In Beziehung auf die Entstehung der Seen ist diese Einwirkung nach zwei Richtungen in Betracht zu ziehen. Einerseits wurden aus den alten Flussthälern und pliocänen Fjorden die pliocänen Mergel und Sande, sowie die altglacialen Schotter ausgeschürft, es fand eine Reexcavation statt, erloschene Becken wurden wieder von neuem ins Leben gerufen, — anderseits häuften sich im Vorlande die glacialen Trümmernmassen am Rande der Gletscher an und bildeten so eine Schwelle, durch welche die Wasser in den dahinter liegenden, ausgekolkten Thalstrecken noch mehr gestaut wurden.

Ausführungen von R. Credner hinfällig. (Vgl. R. Credner. Die Relictenseen. Peterm. Mitth. Ergänzungsband XIX, II. Th. p. 14 u. f.)

¹⁾ Vgl. R. Credner *ibid.* I. Th. p. 51, II. Th. p. 35.