

Zur Geologie des mittleren Ligurien etc.

von

Prof. **Karl Mayer.**



Herr Prof. Dr. Karl Mayer weist seine geologische Karte eines Theiles Liguriens, des Tortonesischen und des hohen Monferrat vor und spricht über den geologischen Bau jener Gegenden. Die vorliegende, für die italienische Abtheilung der pariser Weltausstellung bestimmte Karte besteht aus den Blättern Genua, Rocca-verano, Acqui und Novi der italienischen Generalstabskarte im Fünfzigtausendstel. Ihre geologische Begehung wurde mit den Herbstferien 1865 begonnen und 1877 beendet. Zu diesem Unternehmen aber wurde der Vortragende durch den Umstand veranlasst, dass die betreffenden Gegenden, wie keine andern in Europa, den grössern Theil der Tertiärformation, vollständig, regelmässig und mächtig entwickelt, darbieten, da dieser Umstand ihm, wie bei der Feststellung seiner neuen, detaillirten Klassifikation der Tertiärgebilde, so bei deren Rechtfertigung ganz besonders zu statten kam.

Der Vortragende vertheidigt bei diesem Anlasse seine Klassifikations-Terminologie. Nachdem er, wie übrigens immer mehr Geologen (so in neuerer Zeit endlich auch Hébert, in Paris) sich zur d'Orbigny'schen Systematik, mit

ihren geographischen Namen und gleichmässigen Endungen in *ian* (lateinisch *ianum*, englisch *ian*, italienisch *iano*) bekehrt, suchte er diese Stufennamen ebenfalls systematisch zu verdeutschen, schon um der bei vielen deutschen Geologen, aus Widerwillen gegen die französischen Ausdrücke, im Brauche stehenden Abkürzung jener Namen (*Sinemür* statt *Sinémurien*, *Neocom* statt *Néocomien*), welche ja doch nicht consequent durchzuführen ist (*Bajocien*, *Aptien*, *Parisien*), anzuweichen, vornehmlich aber um auch in der Geologie der kosmopolitischen systematischen Terminologie den Weg weiter zu bahnen. Er hielt nun dafür, dass es vom Sprachgebrauch-Standpunkte vollkommen zulässig sei, in Analogie zu den deutschen Taufnamen *Maximilian*, *Sebastian* etc. und Gebäudenamen *Bernoullianum*, *Maximilianum*, die Stufennamen zu deutsch ebenfalls in *ian* endigen zu lassen. Er hat die Initiative zu dieser kleinen Reform schon vor bald zehn Jahren ergriffen und sein System seitdem gelegentlich bei sämtlichen achtundfünfzig Sedimentär-Stufen durchgeführt. Er erlaubt sich daher auch bei seinem gegenwärtigen Vortrage von diesen neuen Termini *technici* Gebrauch zu machen.

Nach diesen Vorbemerkungen geht der Vortragende zur Skizzirung der geologischen Verhältnisse des untersuchten Gebietes über.

Abgesehen von wenigen und kleinen Partien älterer Sediment-Gesteine, unter denen das oberhalb *Corona*, nördlich von *Savona*, angetroffene *Sernfit* (*Verrucano*, rother Ackerstein) den zürcher Naturforscher besonders anheimelt, besteht das ganze circa hundertfünfzig Quadratstunden grosse Gebiet unserer Karte nur aus einer grossen, fast viereckigen Centralmasse ältester Uebergangsgebilde und aus dieselbe umlagernden Tertiärgebilden. Vor wenigen

Jahren noch hielt Redner, mit vielen italienischen und französischen Geologen, den Serpentin, aus welchem jene Centralmasse zum grössten Theile besteht, für eine Art vulkanischen und obereocänen Gesteins. Seine neueren Untersuchungen indessen, wobei ihm das häufige Auftreten von Talk- und Glimmerschiefer in intimer Gesellschaft des Serpentins, ohne dass jene Spuren von Metamorphismus zeigen würden, zu denken gaben, haben ihn nunmehr zu jener Geologenschule übergeführt, welche den meisten Serpentin für ein Gestein der ältesten oder laurentischen Formation und vornehmlich ihrer oberen Stufe, des Labradorian hält und die metamorphischen und Hebungs-Erscheinungen, welche sich, im Ligurischen, an den auflagernden Gesteinen in seiner Nähe zeigen, für Folgen theils allgemeiner Gebirgshebungen, theils der Ausdehnung genannter Centralmasse bei fortwährenden chemischen Umwandlungen in ihrem Innern und der Wärmenentwicklung bei diesen Vorgängen, erklärt. Er macht die Geologen auf die betreffenden, höchst interessanten und leicht zu studirenden Contactverhältnisse bei Genua (Sestri-Ponente, Pegli), Voltri, Voltaggio etc. aufmerksam, da er überzeugt ist, dass die dort beobachtbaren Phänomene es einem zugleich in der Chemie, der Mineralogie und der Petrographie bewanderten Geologen Entstehungsweise und Alter des ligurischen Serpentins endgültig festzusetzen erlauben dürften.

Ueber dem Serpentin folgt nun zunächst, im Osten in grosser Ausdehnung (fast das östliche Drittel des Blattes Genua einnehmend), im Süden nur als unterbrochener Streifen, die untertertiäre Stufe, welche der Vortragende **Ligurian** benannt hat. Diese durch meist rauchgraue Gesteine gebildete Stufe, wozu unser Alpenflysch mitgehört, erreicht

in Ligurien wohl volle fünfhundert Meter Mächtigkeit und ihre Schichten sind nur in einer gewissen Entfernung vom Serpentin normal und hie und da (so in und nordöstlich von Genua) reich an Fucoïden oder Meeralgeln. Nachdem Redner letzten Herbst einen kleinen Streifen Flysch auf den Höhen von Corona, oberhalb Savona, aufgefunden, ist er zu glauben geneigt, dass die ganze Centralmasse zur Flyschzeit unter Meer gewesen und dass ihre jetzige Entblössung eine Folge kolossaler Auswaschungen während den folgenden Epochen sei, welche Auswaschungen eben das Material zu den Mergelmassen der meisten jüngeren Ablagerungen zum schönen Theile geliefert haben mögen.

Als letzte untertertiäre Stufe, tritt über dem Ligurian, einen ebenfalls sehr grossen (durch die grünen Farben bezeichneten) Raum einnehmend, das **Tongrian** (d'Orbigny) auf. Von dessen drei Unterstufen ist die erste, aus dunkelgrünen Serpentin-Nagelfluh und Sandstein gebildet, die wichtigere, nicht nur wegen ihrer grösseren Verbreitung und ihrer hie und da (östlich von Voltaggio, nördlich von Montenotte) wenigstens fünfhundert Meter erreichenden Mächtigkeit, sondern auch wegen ihrer artenreichen und eigenthümlich gemischten Fauna sowie ihren prachtvollen Corallenbänken rings um Sassello herum. Abgesehen von den dreissig Procent eocäner Arten welche sie zählt, wird diese Fauna schon durch das massenhafte Auftreten zweier Nummulitenarten als untertertiär bezeichnet, wie sie denn überhaupt mit den Faunen von Lesbarritz bei Bayonne und von San Gonini, Gnata etc. bei Vicenza identisch ist.

Das mittlere Tongrian besteht auf unserm Gebiete, mit auffallender Einförmigkeit, aus hellgraugrünen, schiefrigschüttigen Mergeln, deren leichte Verwitterbarkeit die Bildung zahlreicher Runsen und kahler Halden veranlasst.

Gewöhnlich petrefaktenlos, enthalten diese Mergel, in einigen Bucht-Lokalitäten (Cassinelle, Dego, Sassello, Sta. Giustina), an ihrer Basis eine reiche Fauna, welche mit derjenigen von Castelgomberto bei Vicenza und zum Theile, in auffallender Weise, mit derjenigen von Jeurres bei Paris übereinstimmt. Im Osten, im Flussgebiet der Scrivia, fallen die Schichten, wo sie nicht durch kleine lokale Hebungen gestört sind, mit circa zwanzig Grad nach Norden ein, und man kann sie hier für wohl dreihundert Meter dick halten. Im Westen hingegen, wo sie eine viel breitere Zone bilden, variirt ihr Fallwinkel zwischen drei und fünfzehn Grad und messen sie nur noch hundert Meter, im Maximum.

Das schmale, smaragdgrüne Band, das von Ost nach West quer durch meine Karte läuft und im Westen, im Flussgebiete der Bormida, eine Menge Fetzen, so zu sagen, gegen den Fluss ausstrahlen lässt, dann aber auch, am Westrand der Centralmasse, den Kamm der meisten tongrischen Hügelzüge bildet, entspricht in der Natur dem in Europa weitverbreiteten, aber ebenso polymorphen, oberen Tongrian (gleich Glarner Fischeschiefer und Sandstein von Fontainebleau). Obwohl hier ebenfalls aus sehr manigfaltigen Gesteinen, im Osten nämlich aus grobem Serpentin-sandstein, dann aus damit abwechselnden harten Mergeln und Conglomerat, um Acqui, Ponzzone und Spigno zumeist aus weissem oder grauem Nulliporenkalke (gleich Gassino bei Turin), mehr im Südosten endlich zumeist aus serpentinösem Sandstein und Conglomerat gebildet, lässt sich dieses Band, trotz seiner geringen Dicke (gewöhnlich um die acht Meter), Dank seiner dunkleren Färbung, seiner Festigkeit und daherigen wallartigen Facies, leicht verfolgen und bildet dadurch auch hier, als Abschluss des

Eocänen, einen überaus wichtigen Horizont. Petrefakten finden sich in ihm ziemlich zahlreich oberhalb Garbagna und Arquata im Osten, südlich von Acqui und von Ponzzone und nördlich von Spigno, gegen Westen hin, dann aber zahlreich nördlich von Santa Giustina, im Süden. Neben den oft massenhaften Nulliporen und dem bezeichnenden *Pecten deletus*, zeichnet sich seine Fauna unter Anderem durch grosse Pecten-Arten aus. Dass sie ebenfalls noch eocän sei, beweisen unter Anderem die südlich von Acqui nicht seltenen Nummuliten und *Conoclypus Bouei* oder *anachoreta*, der Seeigel der bei uns schon im Parisian von Einsiedeln so häufig ist.

Mit der nun folgenden Stufe, dem **Aquitanian** (Mayer 1857) beginnt, am Nordfusse des ligurischen Apennin speziell durch den erstmaligen Rücktritt des Meeres angezeigt, die zweite Hälfte der Tertiärperiode, die sogenannte neogene Zeit. Mehr noch als in der Schweiz und in Süddeutschland ist das Aquitanian des hohen Monferrat durch zwei Merkmale ausgezeichnet, nämlich durch seine merkwürdige Einförmigkeit, bei ganz ausserordentlicher Entwicklung. Wie aus der vorliegenden Karte erhellt, wo die Stufe durch die rothbraune Farbe bezeichnet ist, nimmt diese Abtheilung in der That, im westlichen Theile unseres Gebietes eine fast drei Flussthäler und fünf bis sechs Stunden breite Zone ein, und da die Schichten constant nach Nordwesten, unter einem Winkel der nur ausnahmsweise bloß fünf, gewöhnlich aber um die zwanzig Grad misst, fallen, so müssen sie wenigstens die von Gümbel für das oberbayrische Aquitanian festgestellte Mächtigkeit (3000 Meter) ebenfalls erreichen. Diese colossale Schichtenmasse nun besteht aus einer unendlichen Serie grauer Sandsteinbänke, nur einen halben Meter dick, und mit ihnen abwechselnder,

etwas bläulicherer und dickerer, mehr oder weniger schief-riger und weicher Thonmergelbänke. Mit Ausnahme von einigen Stellen (Molo, Acqui, Saliceto), wo, dem Gesteine und einzelnen Petrefakten nach zu urtheilen, nach dem Rücktritt des tongrischen Meeres, marine Lacken verweilt zu haben scheinen, gehören die untern Schichten dieser Molasse einer Süsswasserbildung an, denn Süsswasser-conchylien finden sich hie und da darin, so bei Garbagna und Arquata und die Schichtenoberflächen sind durchgängig dicht mit Pflanzenfragmenten bedeckt. Bald aber muss eine neue Senkungsperiode das Meer immer näher an das alte Ufer gebracht haben, denn schon vor der Mitte der Serie wimmeln die Schichten stellenweise von Fucoiden und enthalten sie nicht selten kleine Gruppen feiner Seeigelstacheln. Sehr bezeichnend wäre ferner für diese mittlere Zone und zwar auf der ganzen Länge des Aquitanians, ein Horizont eigenthümlicher, netzförmiger Concretionen, wenn diese sich nicht hie und da auf den Sandsteinplatten des unteren Helvetian wiederfänden, wo sie merkwürdigerweise von einer zweiten, ganz ähnlichen, nur um mehr als die Hälfte kleinmaschigeren Sorte begleitet werden. Das mässige Volumen dieser Netzwerke (sie werden nur teller- bis schüsselgross), die Regelmässigkeit ihrer sechsseitigen Maschen und ihr Auftreten in zwei so ungleich grossen Typen lassen es mir in der That fast bezweifeln, dass sie anorganischer Natur, nämlich ursprünglich Sandausfüllungen von Rissen im eintrocknenden Thon-Schlamm eines Ufers seien. Ich benenne sie daher, auf alle Fälle hin die grössere Form mit Maschen von 15 Centimeter Durchmesser, *Paretodictyum aquitanicum* und die kleinere mit 5 Centimeter grossen Maschen, *Paretodictyum helveticum*.

In der oberen Hälfte des Aquitanian finden sich dann schon, als Beweise ihrer marinen Facies, an vielen Stellen, in einzelnen Mergelschichten, die gleichen Tiefsee-Mollusken wie in der folgenden Abtheilung; doch möchten die Vaginnellen einer besonderen, grossen Art angehören und das Balantium, wenigstens als eine kürzere Varietät, vom B. pedemontanum zu unterscheiden sein.

Die zweite obertertiäre Stufe, das **Langhian** (Mayer 1867), *) wie auf der Karte, so in der Natur, durch blassblaue Färbung bezeichnet, bildet in petrographischer und zum Theile in orographischer Beziehung einen solchen Contrast mit der vorhergehenden Abtheilung, dass seine untere Grenze bei einiger Aufmerksamkeit rasch genug festgestellt werden kann. Es ist nämlich das piemontesische Langhian durch die Bank eine marine, ja eine Tiefsee-Bildung mit überwiegend pelagischer Fauna. Es besteht daher, im Gegensatz zum Aquitanian und zum folgenden unteren Helvetian, fast ausnahmslos, im Westen wie im Osten und unten wie oben, aus auffallend homogenen Schichten eines weichen und schüttigen, kalkig-glimmerigen Mergels, in abwechselnd schiefrigen und kompakten Bänken. Endlich bildet es, der Weichheit des Gesteines entsprechend, niedrigere Hügelreihen als die zwei es umrahmenden Stufen und fällt auch das Hauptlängsthal unseres Gebietes, das der mittleren Bormida, in seine Zone. Wenn auch gewöhnlich erst nach genauerer Untersuchung, zeigt sich das

*) Da Pareto's Langhien (Bull. Soc. géol. France 1866) sämtliche Gebilde zwischen dem Tongrian und dem mittleren Helvetian (Pareto's étage serravallin) umfasste, so gehört streng rechtlich der Name der von mir auf ihre natürlichen Grenzen zurückgeführten Stufe, so gut als diese zu meinen Schöpfungen, wie z. B. auch das dreitheilige Aptian, etc.

Langhian als sehr petrefaktenreich und zwar nahezu überall und in jedem Niveau; nur sind diese Versteinerungen zumeist kleiner Art, nur als deutliche, oft weisse Abdrücke, oder halbe Steinkerne erhalten und in einzelnen weichen Schichten, öfters nesterweise vertheilt. Am häufigsten finden sich Pteropoden und zwar verschiedene Vaginellen in ungeheurer Menge (ähnlich wie im Langhian von Bordeaux und Dax), Balantien (*B. pedemontanum* und *B. pulcherrimum*, letzteres bezeichnend) und Hyaleen. Ferner sind häufig, *Nautilus* oder *Aturia Aturi*, *Cassidaria vulgaris* und *Ostrea neglecta*. Allein es kommen noch eine Menge Muschel- und Schnecken-Arten mit vor, und da, Dank der grossen Verbreitung der Stufe (sie bedeckt gegen achtzig Quadrat-Kilometer, wird stellenweise über tausend Meter dick, und ist überall durch Runsen blossgelegt) und der gleichmässigen Vertheilung der Petrefakten über ihr ganzes Gebiet, das Sammeln darin sehr erleichtert ist, so wird sie bestimmt noch fleissigen Sammlern eine sehr reiche, vielfach an diejenige des Langhian von Bordeaux und Dax erinnernde Fauna liefern.

Die nun folgende Stufe, das **Helvetian**, auf der Karte durch die drei aufeinanderfolgenden gelben Nüancen wiedergegeben, wurde ich 1857 aufzustellen veranlasst, um jenen weitverbreiteten Schichtencomplex zu bezeichnen, der im südwestlichen Frankreich unmittelbar auf das Langhian folgt und in der Schweiz bekanntlich die beiden Süsswassermolassen von einander trennt. Die drei Unter-Stufen in welche diese neue Serie zerfällt finden sich nun aber, wie in der Superga bei Turin, so auf unserem Gebiete, stratigraphisch von den blauen Mergeln des Langhian und den blauen Thonen des Tortonian so schön eingerahmt, dass ihre Altersbestimmung und somit diejenige der berühm-

ten Fauna der Superga eine leichte und völlig sichere wird.

Am Fusse des Apennin beginnt das untere Helvetian mit dem Auftreten dicker Bänke einer gräulichen Molasse zwischen den blauen Mergeln, deren Einförmigkeit damit plötzlich unterbrochen wird. Die oft dunkelgraugrüne Färbung dieser Molasse, von ihrem Gehalt an Serpentin-Körnern herrührend, und ihr öfterer Uebergang in grobem Serpentin sandstein und kleiner Nagelfluh liessen mich ihre Identität mit dem Turiner Serpentin sande vermuthen, schon lange bevor ich zu Avolasca, im Osten der Karte, eine ziemlich reiche, mit derjenigen der Superga identische Fauna darin entdeckte. Zum Ueberfluss für meine Beweisführung erwies es sich noch, später, dass die kleine Schichtenserie von ganz besonderer Facies, welche an verschiedenen Stellen der Superga (so zwischen Turin und Thermo-fourà, auf den Höhen südlich von Baldissero etc.) im unteren Helvetian wie eingekeilt vorkommt, längs der Südgrenze des Helvetian meines Gebietes, von Strevi bis Borgomale identisch wieder auftritt. Es sind diess schiefrigbrüchige Platten eines braungrauen, harten, wie gebrannten Mergels, deren Oberflächen meist mit Vaginellen besät sind und öfters auch, unter Anderem, *Balantium pedemontanum*, var. *longa*, *Ostrea neglecta* und *Solenomyen*, in schönen Abdrücken bieten. Leider zeigt freilich diese Faunula dass die Häufigkeit der Vaginellen kein ausschliessliches Merkmal des piemontesischen und südwestfranzösischen Langhian ist.

Nachdem dann, in der Regel, noch eine Masse blau-grauen Mergels ohne Pteropoden die erste Unterstufe abschliessen kömmt, folgt, als mittleres Helvetian, die gelbe sandige Molasse mit Bryozoen und Seeigelstacheln, wie

sie typisch im niedrigen Monferrat, von der Superga bis Valenza, und im Tortonesischen von Avolasca bis Gavi entwickelt ist. Die paläontologische Aehnlichkeit dieser gelben Molasse, einerseits mit dem Muschelsandsteine des Jurafusses und andererseits mit der «Mollasse» des Loire- und des Rhone-Thales, ja selbst öfters ihre petrographische Uebereinstimmung mit diesen Gesteinen in einzelnen Lagen und Gegenden, so, mit dem Muschelsandstein des badischen Seekreises, sind aber so gross, dass auch ohne die Hülfe der Stratigraphie, die Nothwendigkeit ihres Parallelismus daraus hervortritt.

Im Westen meines Gebietes ändert sich aber die Gesteinsbeschaffenheit des mittleren Helvetian ziemlich rasch bedeutend. Das Gestein wird sandiger, glimmerreicher, gewöhnlich heller, und es bilden sich Lagen grosser Sandsteinconcretionen darin aus, während dünnere Bänder blauen Thones ihrerseits häufiger werden. Auch die Petrefakten, bis auf die allerwelts *Teredo norwegica*, verschwinden nahezu gänzlich. Hier nehme ich denn, als untere Grenze der Abtheilung, die erste Lage grosser Bomben über der letzten dicken Lage blauen Thones an, indem ich mich auf die gleichen Grenzverhältnisse an den Uebergangsstellen beider Facies des mittleren Helvetian, westlich von Gavi, stütze.

Am klassischen Profile von Serravalle-Scrvia, wie östlich und westlich davon, von Vargo bis S. Cristoforo, lagern nun zwischen der gelben Bryozoen-Molasse und dem mächtigen blauen Thone des Tortonian jene harten Nulliporen-Kalke und Conglomerate, welche mit der *Lucina*-Schicht von Montale, das obere Helvetian des Tortonesischen bilden. Die grosse petrographische Uebereinstimmung dieser neuen Abtheilung mit dem Nulliporen-Kalke

und Conglomerate des Leitha-Gebirgs bei Wien, wie die Aehnlichkeit der beiderseitigen Faunen und deren beste Uebereinstimmung mit der Fauna des Sandes von Salles bei Bordeaux und derjenigen unserer subalpinen Meeresmolasse lassen in der That absolut keinen Zweifel zu, dass wir es hier mit einem bestimmten und weitverbreiteten Niveau zu thun haben, nach welchem erst eine neue, durch ganz neu gestaltete Meere und eine ganz anders zusammengesetzte Fauna bezeichnete Epoche beginnt.

Auch diese obere Abtheilung des Helvetian unseres Gebietes ändert indessen, von S. Cristoforo nach Westen hin, immer mehr die Facies. Während noch bis gegen Alice, nördlich von Acqui, die harten, oft petrefaktenreichen jedoch kaum mehr Nulliporen führenden Kalke der Basis des Tortonian ausharren, werden sie westlich und südlich von jenem Punkte durch harte, schiefrige Mergel, mit nicht seltenen weissen Muschel-Abdrücken, oder durch weisse, weiche Thonkalke und gelbliche sandige Molasse ersetzt, welche letztere constant ein Paar dünne Lagen kleiner, weisser Thonknollen führt, die eine gewisse Aehnlichkeit mit Nulliporen zeigen. Da diese Knollenschichten, auf der Linie Castelrochero-Case Vecchie, stets die Nähe des Tortonian anzeigen, so betrachte ich sie auch im grossen Massiv des Helvetian zwischen dem mittleren Bormida- und dem Tinella-Thale, wo sie sich überall auf den Höhen bemerklich machen, als den natürlichen Abschluss des oberen Helvetian, während mir hier das Aufhören der grossen Bomben-Concretionen und die Entwicklung der weisslichen Thonkalke den Anfang dieser Abtheilung festsetzen helfen.

Die unregelmässige azurblaue Zone, die sich auf der Karte nördlich an die eben besprochenen, durch gelbe

Tinten bezeichneten Abtheilungen anlehnt, entspricht dem Ober-Miocänen der piemonteser Geologen, dem ich, den klassischen Fundorten des Tortonesischen, welche ihm angehören, zulieb, ebenfalls schon 1857, den homophonen Namen **Tortonian** gegeben habe. Diese in Oberitalien wie im übrigen Europa, ja selbst in Algerien (Mascara) und in Klein-Asien, aus homogenen blauen Thonen bestehende marine Stufe, mit ihrer durch die grosse Anzahl Arten und Individuen der Schnecken-Gattung *Pleurotoma*, wie durch die Häufigkeit der *Ancillaria glandiformis* und des *Conus canaliculatus* auffallenden Fauna, fehlt in dieser Gestalt bei uns, am Nordrande der Alpen. Sie wird aber hier durch jene Bildung vertreten, welche als rothe Heliciten-Mergel und Jura-Nagelfluh einerseits im Jura von la Chaux-de-Fonds bis zum Hehgau unmittelbar auf das Helvetian folgt und anderseits bei St. Gallen, Herisau (Winkeln), Wattwyl (Gurt) und Wädenswyl (Steinbruch) die gleiche Stellung einnimmt und an letzten zwei Orten dieselben *Helix*-Arten (*H. Larteti*, *inflexa* und *sylvana*) wie im Jura führt. Es ist in der That diese Bildung offenbar das erste Produkt unserer Flüsse, nach Abfluss des Meeres des oberen Helvetian, und wie sie merkwürdigerweise auch in petrographischer Beziehung mit dem Tortonian verwandt ist, entspricht sie ihm chronologisch desswegen schon, weil unsere zunächst jüngeren Molassen bekanntlich einem wohlbezeichneten höheren Niveau angehören.

Nachdem ich schon 1866 die Geologen darauf aufmerksam gemacht, dass es zwischen dem Ober-Miocänen und dem typischen Unter-Pliocänen eine dreitheilige Serie eigenthümlicher Gebilde gebe und diese Serie provisorisch dem Pliocänen oder Astian einverleibt hatte, entschloss

ich mich, anno 1868, eine eigene Stufe für sie aufzustellen, der ich nach dem Orte wo sie, ganz unter mariner Facies, das Tortonian vom Astian trennt, den Namen **Messinian** gab. Dieses Messinian oder Mio-Pliocäne erweist sich nun auch im Gebiete meiner Karte als gut entwickelt und petrefaktenreich, freilich aber auch, hier ganz besonders, als von sehr veränderlicher petrographischer Zusammensetzung.

Die untere Abtheilung, durch das schmale dunkel-indischrothe Band dargestellt, erscheint im Tortonesischen als gewöhnliche und petrefaktenreiche Meeresstrandbildung, mit starken Anklängen an diejenige von S. Ariès bei Bollène und von Billowitz etc. bei Wien, und besteht daher aus Nulliporen-Kalken, kalkigem Cerithiensande und Conglomerat. Nachdem sie unter ähnlicher Facies, nicht ohne Unterbruch, bis nördlich von Acqui ausgeharrt, wird sie von hier an zumeist zu einer aus gelblichen bis schwärzlichen Schieferthonen bestehenden Tiefseebildung, welche vornehmlich südlich von Nizza ziemlich reich an Foraminiferen und an interessanten kleinen Conchylien wird. Die Farbe und Weichheit dieser schiefrigen Thone lassen sie hier genügend gut von den unterlagernden blauen Thonen des Tortonian unterscheiden.

Die mittlere Abtheilung des Messinian (die hellrosenrothe Zone) zeichnet sich bekanntlich von einem Ende des Apennin zum andern, durch das Auftreten von Gypsstöcken aus. Auch auf meinem Gebiete fehlen hier die Gypsmassen nur auf kürzeren Strecken und ist daher ihre Zone, selbst für den ungeübteren Stratigraphen, ebenso leicht zu verfolgen als z. B. das Tortonian oder das obere Tongrian. Mit dem Gypse kommen meistens Dolomitkalksteine vor, welche desswegen besonders erwähnenswerth

sind, weil sie unter identischer Gestalt auch über dem unteren Messinian des Vaucluse auftreten. Daneben entwickeln sich bald gelbliche harte Mergel mit Pflanzenabdrücken (Stazzano), welche ausserhalb meines Gebietes, zu Guarene bei Alba und zu Montebello reichlicher vorhanden, mit der Flora von Oeningen übereinstimmen, bald blaue Thone mit marinen, einen Bruchtheil der Fauna des unteren Astian repräsentirenden Conchylien. Die sonst für dieses Niveau bezeichnenden Congerien und Cardien fehlen; dafür aber stellen sich doch, bei Nizza, einzelne anderwärts die Congerien begleitende fluviatile Conchylien (*Melanopsis Matheroni*, *Melania Tournoueri*, *Neritina* sp. etc.) ein und helfen so unser Niveau mit dem Congerien-Horizonte parallelisiren.

Wie in ganz Mitteleuropa, so ist auch in Oberitalien das obere Messinian eine rein fluviatile Bildung und hier allem Anscheine nach das Produkt des damaligen Po-Flusses. Unter der Facies einer Nagelfluh die mit derjenigen des Uetli-Berges völlig übereinstimmt, breitet sie sich im Tortonesischen bedeutend aus und erreicht an der Scrivia über hundertfünfzig Meter Mächtigkeit. Merkwürdigerweise verschwindet von hier an gegen Westen die Nagelfluh sehr rasch und wird sie durch gelbliche, sandige Mergel oder, noch weiter westlich, durch abwechselnd gelbliche, sandige, und grünliche, thonige Schichten ersetzt, deren fluviatiler Ursprung sich in der Nähe von Nizza-Monferrato auch paläontologisch, durch das Vorkommen von *Monodaenen*, *Cyrenen* und *Bithynien* verräth.*)

*) Das Hinaufreichen von *Congeria simplex*, *Cardium Bollenense*, *C. Carnuntinum*, *Melanopsis Matheroni*, *Melania Tournoueri*, etc. aus dem mittleren ins obere Messinian und die paläontologische

Die vorletzte Tertiär-Stufe, de Rouville's **Astian**, zerfällt bekanntlich in zwei paläontologisch wohl getrennte Unter-Stufen, welche am Nord-Rande des ligurischen Apennin auch petrographisch leicht auseinander gehalten werden können, da hier gewisse im piacentiner Gebiete stärker entwickelte Uebergangsschichten, die blauen Thone mit der Fauna des obern Astian, entweder ganz fehlen oder, wo sie vorkommen, nur sehr schwach entwickelt sind. Wie überall anderwärts, so besteht auch auf unserem Gebiete das untere Astian aus blauen Thonen, die sich petrographisch kaum, wohl aber paläontologisch leicht von denjenigen des Tortonian unterscheiden lassen, und zwar durch die Häufigkeit von drei Muscheln: *Ostrea* (*Gryphea*) *cochlear*, *Pecten cristatus* und *Arca diluvii* und einer grössern Anzahl Gastropoden, denen man im Tortonian nicht oder nur selten begegnet. Obwohl lange nicht so mächtig wie im pliocenen Meerbusen von Bacedasco bei Piacenza, sind diese unterpliocenen Thone an der Grenze des Astigiano, im Nordwesten der Karte, besonders stark entwickelt und bedecken sie, bei einem Schichtenfall von acht bis zehn Grad, eine Hügelzone von circa zwei Kilometer Breite, bevor sie auf neuen Höhen durch das obere Astian überlagert werden. Sie müssen daher in dieser Region jedenfalls ein Paar hundert Meter dick sein.

Das obere Astian, der Farbe des sandigen Gesteins gemäss hier durch die hellchromgelbe Farbe wiedergegeben, bietet auf unserm Gebiete keinen weiteren Unterschied

Facies-Analogie des unteren Messinian Oberschwabens einerseits mit den Congerien- und Paludinen-Schichten Oesterreichs, anderseits mit dem obern Messinian Piemonts, zeugen so entschieden für die Einheit der Stufe, auch in ihrer Brack- und Süsswasser-Facies, dass jeder Grund sie in mehrere zu trennen dahinfällt.

von seinem Typus nördlich von Asti als einen bedeutend geringeren Petrefaktenreichthum, bei etwas stärkerer, zu Vinchio nördlich von Nizza hundert Meter erreichender Mächtigkeit. In der Mitte seiner Ausdehnung, zwischen dem Scrivia- und dem Bormida-Thale, ist es so vom Saharian verdeckt und meistens auch weggewaschen oder umgearbeitet, dass nur hie und da, am Rande der kleinen Plateaux, welche letzteres einnimmt, kleinere Partien davon, von wenigen Metern Dicke, noch erkennbar sind, welche einzelne Partien indessen, zusammengehalten, ein genügend deutliches Bild seiner einstigen Verbreitung in jener Gegend geben.*)

Aus dem doppelten Grunde der Ermanglung einer allgemein gültigen Wiedergabemethode für die Gebilde der Eiszeit (**Saharian**, Mayer, 1865) und der Unvollständigkeit meiner Notizen über diese meist nur sporadisch auftretenden Gebilde, habe ich es vorderhand unterlassen sie auf meiner Karte einzutragen. Sie erweisen sich indessen auch hier als interessant genug, um wenigstens eine kurze Erwähnung zu verdienen. — Zwar ist es mir annoch weder das untere, noch das mittlere Saharian in unveränderter Gestalt anzutreffen gelungen, und, was die

*) Sollte nicht der so radikale Gesteinsunterschied beider Unterstufen des Astian in ganz Italien, mit Ausnahme des südlichsten Theiles, wö der gelbe Sand durch weissen Kalk oder Mergel ersetzt wird, seine Erklärung in dem Auftreten der römischen und neapolitanischen Vulkane mit Beginn der zweiten Epoche finden, indem anzunehmen wäre, dass die titaneisenhaltigen sandigen Theile der Eruptionen, theils durch den Südwind, theils durch Meeresströmungen, über das Land zersteut worden und durch Oxydation ihre jetzige gelbe Farbe erhalten haben? Uebrigens deutet die Uferfacies des oberen Astian auf eine allgemeine Hebung im Apenninengebiet, mit oder ohne Hülfe der entstandenen Vulkane.

erste Abtheilung betrifft, kann ich nur sagen, dass der von Gastaldi citirte Fund im Schlamme des Belbo's bei Incisa, eines Backenzahnes des *Elephas meridionalis*, für deren ehemaliges Vorkommen über dem oberen Astian jener Gegend zeugt, während Spuren des mittleren Saharian erst nördlich von meinem Gebiete, bei Pavia, angetroffen worden sind. Um so schöner ist dafür das obere Saharian im hohen Monferrat entwickelt und wird es hier, wegen seiner verschiedenen Facies oder vielmehr successiven Gebilde, trotz des fast vollständigen Fehlens eigentlicher Moränen, besonders interessant und für die Geschichte der Hauptgletscherzeit wichtig.

So viel ich weiss, waren bis anhin, den Verhältnissen am Südfusse der Alpen entgegen, keine Moränen vom Nordfusse des ligurischen Apennin bekannt, und dass es überhaupt deren nur wenige und kleine, in den Hauptthälern gegeben haben könne, ist, bei der geringen Höhe der höchsten Spitzen jenes Gebirgs-Theiles, (bis 1500 Meter) wohl a priori anzunehmen. Ich glaube nun aber endlich eine ächte Moräne auf meinem Gebiete gefunden zu haben, denn als Reste einer solchen muss ich jene Anhäufung loser Blöcke bei Spigno betrachten, welche hinter dem Stationsgebäude sich am Hügel anlehnt und dann, nach kurzem Unterbruche den halben Kreis vervollständigend, quer über die Bormida setzt. Ob es nun nicht, noch näher am M. Settepani, d. h., im oberen Bormida-Thale, noch mehr solcher und vollständigere Blockwälle zu sehen gibt?

Das Diluvium, d. h., glaciäres Flussgerölle in einer gewissen Höhe über den jetzigen Flussbetten, kömmt besonders schön im mittleren Bormida-Gebiete und im Belbo-Gebiete, um Nizza vor. Die Höhe, welche dieses Gerölle auf den Plateaux nordwestlich und westlich von Acqui

erreicht und die ganz anständige Grösse einzelner Blöcke (bis über ein Kubikfuss) lassen der Vermuthung Raum, dass das mittlere Bormida-Thal während der zweiten Gletscherzeit nicht so tief war wie gegenwärtig und einen durch den nun durchbrochenen Kalksteindamm von Strevi-Orsara gestauten, vereisten See enthielt, dessen Abfluss auf der ganzen graden Linie von Bistagno bis Strevi nach Norden stattfand, und der im Sommer zur Bildung von mit Geröllen bedeckten Eisschollen Veranlassung gab (oder wie sonst der Transport jener auf ihre Standorte zu erklären ist). Spuren eines eigentlichen Gletschers sind mir nämlich in dieser ganzen Gegend keine begegnet.

Dem Diluvialgerölle unmittelbar aufgelagert, macht sich im neuen Strasseneinschnitt südlich von Strevi ein gelblichweisser, sandiger Lehm mit rundlichen Thonconcretionen, ähnlich Adlersteinen, bemerkbar, der dann im Thalwinkel gegenüber, unter Morsasca, in gleicher Höhe ebenfalls vorkömmt. Es bildet nun dieser Lehm, allem an, das gleichzeitige Analogon des Rheinthallosses. Landconchylien scheinen indessen darin vollständig zu fehlen.

Neben diesen drei wohlbekanntem Gebilden des oberen Saharian aber tritt, an unzähligen Stellen meines Kartengebietes, eine höchst merkwürdige Bildung, als letztes Glied der Sedimentreihe auf. Es besteht diese Bildung aus einem braunen und knolligen, oft fester agglomerirten Eisenthone, der gewöhnlicher, völlig verwittert, zu einem blutrothen oder braungelben, weichen, leicht knolligen Thone wird, wovon das unterlagernde Gestein sich gerne durch Infiltrationen röthlich färbt. In der Regel ist diese Thonlage nur um zwanzig Centimeter dick, und nur da wo sie an der Stelle des obern Astian lagert, wächst sie, wahrscheinlich auf dessen Kosten, auf einen halben, einen

ganzen, oder ein Paar Meter an (Umgegend von Novi). Das Merkwürdige an dieser Bildung ist aber, dass sie sich auf beiden Seiten des Apennin und in allen Niveaux wiederfindet, nur dort indessen wo Humus sie bis jetzt oder lange beschützt, oder aber zuoberst auf den Bergen, deren Scheitel sie wie ein Käppchen bedeckt. Da nämlich diese absonderliche Verbreitung sich vernünftigerweise weder durch Quellenabsatz, noch durch eine Senkung des Apennin unter das Meeresniveau erklären lässt, so bleibt nur die Annahme übrig, dass unser eisenhaltige Thon als Staub aus der Luft gefallen sei. Was das aber für ein Staub gewesen, ob es wie wahrscheinlich ein Produkt der römischen und neapolitanischen Vulkane, oder gar, theilweise vom Südwind hergetragener Saharastaub sei, mögen, wenn möglich, die Chemie und die Mikroskopie uns sagen. Hundert Proben des Gebildes liegen gegenwärtig hier zur Untersuchung bereit.

Anschliessend an diese Uebersicht der Sedimentreihe meines Kartengebietes, möchte ich zum Schlusse auf eine ebenso überraschende, als für die Geologie wichtige Thatsache aufmerksam machen, welche aus der Vergleichung der neogenen Gebilde des Nordfusses des ligurischen Apennin mit den gleichen am Nordfusse der Alpen hervorgeht. Es zeigt sich nämlich, dass von gegen ein Dutzend in beiden Regionen entwickelten Stufen und Unterstufen, fast jede in der einen um so entschiedener marin ist, als die entsprechende in der anderen Region die gegentheilige Facies trägt. So entspricht, wie wir gesehen haben, dem marinen unteren Aquitanian Oberbayerns und der Schweiz (Bilten, Hergiswyl, Thun, Vevaise), in Südpiedmont eine Süsswasserbildung. So süsst sich in Oberbayern und bei uns das Aquitanian rasch aus,

während es in Piemont umgekehrt ebenso rasch marin wird. So ist das Langhian hier eine pelagische (Tiefsee-) Bildung, bei uns (Lausanne, Hohe-Rhonen) ein Landsee-Produkt. Nun wird das Meer in Italien weniger tief, dafür rückt es bei uns in den Jura ein. Im Muschelsandstein-Niveau (Helvetian II.) sind seichte Meere beiderseits vorhanden; wie aber in Piemont die Strand-Facies mit Nulliporen entsteht, vertieft sich am Fusse der Alpen das Meer des Helvetian III. Nun erfolgt bei uns eine gewaltige Hebung: es gibt fast völlig trockenes Land und eine Zeit fluviatiler Bildungen (Jura-Nagelfluh und Heliciten-Mergel), um so tiefer wird neuerdings in Italien das Meer des Tortonian. Dem noch rein marinen Messinian I. Piemonts entspricht bei uns der fluviale Glimmersand und Knollenmergel des Jura-fusses; dem meist marinen Gypsniveau Italiens, unsere obere Süßwassermolasse; dem rein fluvialen Gerölle der Uto-Kuppe, das vielerorts brackische obere Messinian Oberitaliens. Endlich füllt, mit Beginn des Astian, tiefes Meer wieder das Po-Thal; bei uns steigt fortan das Thal allmählig bis auf tausend Fuss über Meeresniveau.
