10378771

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Jahrgang 1867. Band II.

München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1867.

In Commission bei G. Franz.

Herr Gümbel trägt vor:

„Ueber die geognostischen Verhältnisse des Mont-Blanc und seiner Nachbarschaft nach der Darstellung von Prof. Alph. Favre und ihre Beziehungen zu den benachbarten Ostalpen.“

Wenn es richtig ist, dass mit der Arbeit unsere Kraft wächst, so muss man es ebenso natürlich als erklärlich finden, dass in der Schweiz, dem Lande der Hochgebirge und der mannichfaltigsten Felsmassen, welche diese zusammensetzen, der menschliche Geist sich schon frühzeitig mit allem Kraftaufwand an der Lösung der grossen Probleme versuchte, welche die gewaltige Alpennatur hier in so reicher Fülle uns unmittelbar vor die Augen gestellt hat.

Hier war es daher auch, wo ein Saussure, gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts unter wenigen Gebirgsforschern einer der Ersten, welcher mit der bis dahin vorherrschend speculativen Richtung brach, und mit einer Unermüdlichkeit, Unbefangenheit und Treue, die uns in Staunen versetzt, und mit einer Beobachtungsgabe und mit einem Scharfblick, die den ächten Naturforscher kennzeichnen, sich der directen Naturbeobachtung zuwandte und den fruchtbaren und sicheren Weg exakter Forschung mit kühnen Schritten betrat. Eine lange Reihe glänzender Namen seiner Landsleute hat die Wissenschaft zu verzeichnen, welche die von Saussure eingeschlagene Richtung in den heimathlichen Bergen weiter verfolgten und geleitet von dem Lichte der unaufhaltsam fortschreitenden Wissenschaft mit steigerndem Erfolge das Räthsel des Gebirgsbaues der Alpen zu lösen strebten. Wenn hierbei ein grosser Unterschied zwischen den Ergebnissen

der Forschungen früherer Zeit und der Gegenwart sich bemerkbar macht, so entspricht dieses eben dem Standpunkte der Wissenschaft von damals und heute und es ist von hohem Interesse, diesen Unterschied zu erkennen und uns des grossartigen Fortschritts zu freuen.

Saussure hatte ganz besonders die Umgegend von Genf und den Stock des Mont-Blanc-Gebirges zum Gegenstand seiner bewunderungswürdigen Forschungen gewählt und eine Fülle von Thatsachen festgestellt, welche uns eine unveränderliche Errungenschaft für die Wissenschaft bleiben werden. Die allgemeine Aufmerksamkeit der Gebirgsforscher war seit dieser Zeit auf diesen Theil der Alpen gelenkt worden und fast alle bedeutenden Geologen der neueren Zeit haben sich an der Fortführung der Gebirgsuntersuchung im Gebiete des Mont-Blanc's betheiligt. Der jüngsten Zeit aber war es vorbehalten, ein umfassendes Werk über die geognostischen Verhältnisse jenes riesigen Alpenstocks und seiner Umgebung an's Licht treten zu sehen, welches ganz im Sinn und Geist eines Saussure gehalten, sich den Vorzug zu eigen gemacht hat, auf der Höhe der fortgeschrittenen Wissenschaft unserer Zeit zu stehen. Es sind diess die „Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piemont et de la Suisse voisines du Mont-Blanc" von Alphonse Favre, Professor der Geologie an der Akademie zu Genf, 1867 in 3 Bänden mit einem Atlas von 32 Blättern. Mit grosser Freude begrüssen wir ein Werk, in welchem der berühmte Verfasser die Ergebnisse seiner vieljährigen mit Saussure'schem Fleiss, Unermüdlichkeit und Gründlichkeit angestellten und bis ins kleinste Detail ausgeführten Untersuchungen, welche immer die Feststellung von Thatsachen mit grösster Unbefangenheit und unbekümmert um jede theoretische Erklärung als höchste Aufgabe sich gestellt hatten und mit einer der grossen Aufgabe vollständig gewach-

senen scharfen Beobachtungsgabe angestellt wurden, uns so eben vorgelegt hat.

Die Fülle der Detailbeobachtung, die Richtigkeit in der Beurtheilung der Gebirgsverhältnisse und die Klarheit der Darstellung muss uns mit Bewunderung erfüllen, wenn man die Schwierigkeiten erwägt, welche den Alpenforschungen nach allen Seiten sich in den Weg stellen, und wenn man die verwickelten Verhältnisse berücksichtigt, welchen wir in den Alpen fast Schritt für Schritt begegnen. Der kühne Alpengeologe hat seine schwierige Aufgabe glücklich und meisterhaft gelöst. Wenn derselbe sich aber nicht blos darauf beschränkt, uns mit den Thatsachen bekannt zu machen, welche er durch Beobachtung feststellte, sondern auch aus diesem Detail mit seiner fast verwirrenden und den Ueberblick erschwerenden Ausführlichkeit heraus sich auf den höheren Standpunkt des Zusammenfassens und der Folgerungen erhebt, soweit sie sich aus der grossen Menge von Einzelheiten mit Sicherheit und nach den Erfahrungen der Wissenschaft unserer Tage vorurtheilsfrei gewinnen lassen, so können wir dem Verfasser nur Dank wissen für die vielen und höchstwichtigen Schlüsse über die Entstehung der Gesteine und die Bildungsweise jener Gebietstheile der Alpen, welche er zum Gegenstand seiner Studien gewählt hat.

So sehen wir durch diese Meisterarbeit, welche durch die Beigabe einer äusserst zahlreichen Menge von sehr klar dargestellten Profilen, Gebirgsansichten und Abbildungen von eingeschlossenen organischen Ueberresten sehr an Verständlichkeit gewinnt, und einer schon früher publicirten sehr gelungenen geognostischen Karte der betreffenden Gegend (Carte géologique des parties de la Savoie, du Piemont et de la Suisse voisenès du Mont-Blanc, Winterthur 1862) sich anschliesst, eine fühlbare Lücke in der Reihe der in neuerer Zeit erschienenen monographischen Schilderungen der geognostischen Verhältnisse einzelner Alpengebirgsglieder in West

und Ost auf die würdigste Weise ausgefüllt und eine passende Gelegenheit gegeben, aus dem reichen Inhalt dieser Schrift einiges Wenige hervorzuheben, welches durch Vergleichung mit den geognostischen Verhältnissen unseres bayerischen Antheils an der grossen Alpenkette erhöhtes Interesse gewinnen dürfte.

Es scheint diess um so mehr gerechtfertigt, als der Verfasser, der mit einer äussersten Gewissenhaftigkeit die gesammte französische, englische und italienische Literatur zu Rathe zieht, vergleichsweise seltener Veranlassung nimmt, auf deutsche Arbeiten sich zu beziehen.

Prof. Favre führt uns zuerst in die Ebene des Genfer See's und macht uns hier mit einer Menge von geognostischen Erscheinungen in einer Ausführlichkeit bekannt, welche diese Untersuchung über die jüngeren Ablagerungen vollständig zu erschöpfen scheint. Besonders ausführlich werden die Verhältnisse der Gletscher und der Glacialgebilde im Allgemeinen besprochen. Er glaubt keine feste Grenze zwischen den Gebilden der gegenwärtigen Zeitperiode, der sogenannten historischen Zeit und den zunächst vorausgehenden Ablagerungen der sonst wohl auschliesslich als quatär oder diluvial bezeichneten Periode ziehen zu dürfen. Er fasst beide als Quatärschichten der Ebene (terrains quaternaires) auf und unterscheidet vom jüngeren zum älteren fortschreitend:

1) Modernes Alluvium,
2) Terrassen Alluvium (nachglaciale Bildung),
3) Glacial-Gebilde,
4) Alte Alluvionen mit Mergel und Lignit.

Das Interesse, welches sich an diese gründlichen Untersuchungen Favre's über den Boden der Ebene zwischen dem Alpenzug und der Jurakette für uns insbesondere knüpft, bezieht sich auf die geognostische Beschaffenheit der soweit ausgedehnten Hochebene, welche sich bei uns vor dem Hochgebirge nordwärts ausbreitet und es entsteht die Frage, ob

wir auch bei uns gleiche Erscheinungen als das Resultat gleicher Ursachen, wie in jener äussersten SW.-Ecke der grossen nordalpinen Verebnung wahrnehmen. Ich habe in meiner Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes[1]) eine Bildung der Quatärzeit beschrieben, welches ich Terrassen-Diluvium nenne (S. 800), und ich glaube, dass dieses Gebilde dem Favre'schen Terrassen Alluvium entspricht. In den bayerischen Alpen findet sich dasselbe ziemlich hoch über dem jetzigen Wasserstand 60—75 Fuss über den Thalsohlen und liefert, wie bei Genf, den Beweis eines früheren höheren Laufs der Gewässer, die nun nach und nach ihr Bett sich eingetieft haben. Da solche Gebilde in unsern Alpenthälern vorkommen, darf man mit Grund schliessen, dass zur Zeit ihrer Bildung das Alpengebirge bereits die Hauptform angenommen hatte, die es jetzt besitzt und die Thalungen bereits, wenn auch weniger tief als jetzt, ihre Furchen zu ziehen begonnen hatten. Indem solche Terrassen staffelförmig an den Thalgehängen bis zur jetzigen Sohle sich herabziehen, verbinden sie die Erzeugnisse einer älteren Periode durch allmählige Uebergänge mit den Alluvionen der Jetztzeit. Bei uns fehlen darin organische Einschlüsse, welche bei Genf vorkommen. Wenn hier neben *Elephas primigenius* und *Cervus tarandus* Ueberreste von *Mastadon* gänzlich fehlen, so scheint diess ein neuer Beweis dafür zu sein, dass letztere Art in Europa früher ausstarb, als in Nordamerika.

Von ganz besonderer Wichtigkeit auch für uns sind die Erzeugnisse der sogenannten Glacialzeit, welche Favre mit besonderer Vorliebe und Gründlichkeit beschreibt. Er giebt zugleich in grosser Vollständigkeit eine geschichtliche

---

1) Geogn. Beschr. d. bayer. Alpengebirges und seines Vorlandes von C. W. Gümbel 1861.

Entwicklung der sogenannten Eiszeittheorie, um sie dann einzeln kritisch zu beleuchten und um endlich für die Annahme die schlagendsten Gründe aus dem reichen Schatze seiner Erfahrungen aufzuhäufen, dass die ungeheure Ausdehnung der Gletscher, selbst bis über den Genfersee hinaus einfach aus dem Zusammentreffen einer Reihe nasser Jahre mit reichem Schneefall, wie sie bisweilen jetzt noch eintreten, (1816—1818), wie sie früher einmal vielleicht im verstärkten Maasse und länger andauernd sich gezeigt haben können in Verbindung mit der grösseren Höhe, welche das Alpengebirge bei Beginn der Quatärzeit ohne Zweifel eingenommen haben muss, als alle Gesteinsmassen, welche jetzt die weitausgedehnten Ebenen vor den Alpen als Geröll und Schutt erfüllen, noch nicht aus demselben fortgeführt worden war, zu erklären sei. Auch mag die gesteigerte Verdunstung der bei der Alpenerhebung aus der Wasserbedeckung aufgetauchten ausgedehnten Ländermassen viel zur Depression der Temperatur beigetragen haben. Wir finden kaum irgendwo eine lichtvollere, ruhigere und vollständigere Darstellung aller hierher gehörigen Erscheinungen und deren Erklärungsweisen als in dem diesem Gegenstand gewidmeten 10ten Capitel, nachdem der Verfasser in den vorausgehenden Abschnitten vorerst die Thatsachen genau beschrieben hatte, welche im Gebiet seiner Darstellung zu beobachten sind. Es sind hier eine Menge der interessantesten Beobachtungen zusammengehäuft, auf Grund derer er sich gegen die Annahme mehrerer Eiszeitperioden ausspricht und das Vorkommen von geschichteten Lagen oder von Lignitflötzen zwischen zwei Glacialschuttmassen, wie bei den Lignitflötzen von Dürnten und Utznach, nur als Folgen einer Episode eines Gletscherrückzuges und erneuten Vordringens zu erklären versucht. Wenn nun die allgemeine Vergletscherung unseres Alpengebirgs während der Diluvialzeit schon längst keine blosse Theorie mehr ist, sondern zu einer wisssenschaftlich festgestellten Thatsache

sich erhoben hat, so sind doch mit derselben an verschiedenen Stellen des Hochgebirges und seiner Vorländer so vielfach verschiedene Erscheinungen verknüpft, dass es gewagt erscheint, den Verhältnissen eines Theils derselben zum allgemein gültigen Muster für die Glacialerscheinungen aller übrigen Theile aufstellen zu wollen. In der Gegend des Genfer See's und im benachbarten Alpenstock lassen sich die Glacialerscheinungen an jetztnoch bestehenden Gletschern bis in die Ebene herabverfolgen: Gletscherschliffe, Moränen, erratische Blöcke, Glacialschutt und es scheint mit Recht hier angenommen werden zu dürfen, dass einst der Rhonegletscher oder wie diese Quatärgletscher sonst heissen mögen, bis zu einer Seefläche herabgereicht, diesen selbst bedeckt und dadurch möglich gemacht habe, nicht nur, dass erratische Blöcke, welche unzweideutig aus dem Mont-Blanc-Urgebirgsstock stammen, über die Seefläche hinüber bis zum Jura transportirt wurden, sondern dass auch die Vertiefung des Seebeckens, weil mit Eis bedeckt, nicht mit Schutt ausgefüllt worden sei, sondern sich als Seevertiefung nach dem Wegschmelzen des Eises bis in die Neuzeit erhalten habe. Die Persistenz vieler Voralpenseen ist unzweifelhaft durch diese Vergletscherung bedingt; ohne sie würden dieselben mit Gebirgschutt eingeebnet worden sein, wie der übrige Theil der alpinen Hochebenen. Auch von dem Bodensee glaubt man das Erfülltsein mit Gletschereis als Grund annehmen zu müssen, dass er sich bis in die Gegenwart erhielt, obwohl ringsum so grossartige Geröllmassen angelagert wurden, die ihn auszufüllen vollständig ausgereicht hätten. Der höchst merkwürdige Fund von Steinwaffen und Rennthierknochen bei Schussenried am Rande einer Moräne, oder doch einer Glacialschuttmasse, welche von Fraas eingehend geschildert wurde, spricht sehr zu Gunsten dieser Annahme. Auch liegen erratische Blöcke weit verbreitet in dem Hügelland nördlich vom Bodensee. Besonders schwierig wird es, die Glacial-

erscheinungen weiter östlich vom Bodensee in jenem bergigen Vorlande zu verfolgen, in welchem die weichen Molasse-Sandsteine, Conglomerate und Mergel so sehr vorherrschen. Fehlt es auch hier nicht an einzelnen sicher erkennbaren Moränen, wie z. B. bei Immenstadt von der Iller seitwärts vor der breiten Mündung des Thals, wo dasselbe aus dem Hochgebirge heraustritt, so scheinen doch weder die Kalkgebirgsschichten noch die Molasse fest genug oder gegen die Oberflächenverwitterung zureichend widerstandsfähig, um die Streifeneindrücke, wenn Gletscher über sie hinweg fortschreitend ihre Furchen gezogen haben, bis jetzt sichtbar zu erhalten. Ueberhaupt ist es sehr bemerkenswerth, wie selten man in diesen allerdings fast blos aus kalkigen Gesteinsarten aufgebauten Alpengebirgstheilen auf glatte oder gestreifte Flächen stösst, die sich mit einiger Sicherheit als Gletscherschliffe deuten liessen.

Die zweite Reihe der Glacialerscheinungen, die confuse Gemenge von meist scharfkantigen und gestreiften Gesteinsbrocken mit Lehm, welche als Ueberbleibsel der Moränen beim Rückzuge der Gletscher zu betrachten sind, erlangen in unseren Alpen ebenfalls nicht den so scharf ausgeprägten Charakter, wie in den westlichen Alpen. Wir begegneten auf unseren geognostischen Wanderungen sehr zahlreichen Ablagerungen wirr durch einander gelagerter Brockengesteine in den verschiedensten Gegenden. In den mit Molassegebilden erfüllten Ebenen, in welchen neben Sandstein und Mergel die aus Urgebirgs- und Kalk-Rollsteinen gemischt zusammengesetzte Nagelfluhe ungemein häufig ein mächtiges Glied der Tertiärformation ausmacht, unterliegt es ganz besonderen Schwierigkeiten, bei solchen Geröllschuttmassen zu unterscheiden zwischen ächten Glacialgebilden und den durch Auflockerung der benachbarten Nagelfluhschichten und durch Vermengung mit verwittertem Mergel der nächsten Nähe entstandenen Schutt- und Trümmermassen, weil denselben die

zwei charakteristischen Kennzeichen des ächten Gletscherschuttes, „scharfkantige und gestreifte Gesteinsbrocken“ fehlen, vielmehr deren Rollstücke vollständig abgerundet und glatt erscheinen. So begegnet man in den Allgäuer Vorbergen zwischen Bodensee, Immenstadt und Kempten ziemlich häufig solchen Schuttmassen mit abgerundeten Rollstücken von zweifelhaftem Charakter. Die Schwierigkeit der Unterscheidung wird hier noch durch den Umstand vermehrt, dass die zunächst diesem Distrikt angeschlossenen Hochalpen aus Molasse mit zahlreichen Nagelfluhbänken, (Riedalphorn 5618′) bestehen, und dass man in deren Vorland einheimische, von weiter aus den Molasse-Alpen hergebrachte Gesteine nicht unterscheiden kann. Auch im Kempter-Walde dehnen sich zwischen mächtigen Versumpfungen Lagen von Lehm mit Geröllen z. B. bei Bodelsberg aus, die für Glacialgebilde gehalten werden können, während am Südgehänge des Peissenbergs eine sehr mächtige Schuttmasse von wirr durcheinander gemengter Rollstücke und von Lehm mit grösserer Wahrscheinlichkeit als ein Zersetzungsprodukt der dort unter steilen Winkeln aufgerichteten Molasse und Nagelfluh des Untergrundes zu betrachten sein dürfte.

Eine andere Erscheinung in unseren Alpen, die ich unter der Bezeichnung Hochgebirgsschotter (S. 802 meines Werkes) zusammengefasst habe, nimmt unsere Aufmerksamkeit in gesteigertem Maasse in Anspruch. An zahlreichen sehr hochgelegenen Orten unseres Kalkalpengebirgs breiten sich meist confuse Schuttmassen mit stark abgerollten Urgebirgs- und Kalkbrocken aus, die nach ihrer hohen Lage (bis 5000′ ü. M.) und ihrer Unabhängigkeit von dem Bestande der jetzigen Thalungen unbedenklich als Gletschergebilde angesehen werden müssten, wenn sie nicht nur abgerollte Gesteinsfragmente in sich schlössen. Besonders ausgedehnt sind diese Schuttmassen S. vom Zugspitzgebirge an der Leutasch gegen das Innthal und in jener Gerölllage auf dem Sattel

der Hochalpe im Wilden-Kaisergebirge (4200') mit völlig abgerundeten Urgebirgsfragmenten. Mag auch noch manche dieser Ablagerungen bei genaueren Untersuchungen als Glacialgebilde gedeutet werden können, immerhin bleibt der Charakter in den Ostalpen gegen jenen in den Westalpen auffallend verschieden. Gleichwohl begegnen wir auf der andern Seite wieder ganz übereinstimmenden Verhältnissen, z. B. in den Lignitlagen der Illerthalgehänge bei Sonthofen, der Terrassen bei Gross Weil und Ohlstadt, in denen wir die Analogie mit Dürnten und Utznach nicht verkennen können (S. 804 m. W.). Leider fehlen bei uns Thierreste in denselben, das Holz der Lignite dagegen besteht aus Arten, welche auch jetzt noch hier vegetiren: Pinus sylvestris, P. Pumilio (Pinus uliginosa?) Betula und das Ganze der kohligen Bildung weist auf torfartige Versumpfungen hin.

Die erratischen Blöcke erfreuen sich hauptsächlich auf Veranlassung Favre's jetzt einer besonderen Aufmerksamkeit, weil man bei der Gefahr, dieser so wichtigen geognostischen Dokumente durch den Verbrauch derselben zu Bauzwecken, als Strassenmaterial etc. vollständig beraubt zu werden, es für nöthig hielt, genaue Karten über ihr Vorkommen herzustellen und einzelne der wichtigsten als Nationaleigenthum für unantastbar zu erklären.[2]) Auch ich habe 1861 in meinem Alpenwerke (S. 800 Anm.) auf die Dringlichkeit genauer Verzeichnisse der erratischen Blöcke hingewiesen. Solche genaue Aufzeichnungen werden jetzt in einem grossartigen Maassstabe mit Unterstützung der Regierung sowohl in den französischen Alpendepartementen als auch in der Schweiz durch die geologische Commission her-

---

2) Appel aux Suisses pour les engager, à conserver les blocs-erratiques par la commissiou gèol. suisse, suivi d'un project à une carte de la distribution des blocs erratiques en Suisse 1867, und Rapport sur les travaux de la soc. de physique de Genève par Favre. 1867.

gestellt und sind nach den neuesten Mittheilungen Favre's zum Theil schon vollendet. Es scheint sehr angezeigt, dass auch wir in Bayern uns diesem wissenschaftlichen Unternehmen unserer westlichen Nachbarn in entsprechender Weise anzuschliessen haben. Es sind zwar auf meiner Alpenkarte die hervorragendsten erratischen Blöcke vom Bodensee bis zur Salzach eingezeichnet, allein diese Einzeichnungen können und wollen nicht als vollständige gelten.

Viele dieser erratischen Blöcke der bayerischen Hochebene, von denen mehrere eine auffallende Abrundung an den Kanten und Ecken zeigen, sind in Bezug auf ihre Verbreitungslinie zuweilen reihenweise geordnet und meist auf den die benachbarten Thalungen begleitenden S.-N. verlaufenden Höhenzügen abgesetzt, wie längs des Starnberger-Sees, des Inn's u. s. w. Man nimmt gewöhnlich an, und Favre theilt diese Ansicht für die Westalpen, dass die erratischen Blöcke unmittelbar in Form von Gletschertischen auf die Stelle geschoben worden seien, wo sie jetzt noch liegen. Trotz des Widerspruchs dieses erfahrungsreichen und vorurtheilsfreien Forschens glaube ich gleichwohl für die Verbreitung wenigstens einer Reihe der erratischen Blöcke des mittleren und östlichen bayerischen Alpenvorlandes die Beihilfe von schwimmenden Eisblöcken, welche die auf ihnen liegende erratischen Blöcke auf einer damaligen Seefläche nordwärts transportirten, anrufen zu müssen. Es bestimmen mich zu dieser Annahme sowohl eines Eisschollentransportes, als des Vorhandenseins einer Seefläche vor den Alpen noch andere geognostische Erscheinungen, die ich später anführen werde.

Favre macht uns in dem Abschnitt seines umfassenden Werkes über die Quatärgebilde noch mit einer vierten vorglacialen Ablagerung der Genfer Ebene bekannt, die er „alluvion ancienne“ nennt. Diese bestehen aus geschichteten Lagen ovaler, abgerollter und abgeplatteter Rollsteine ohne Lehmzwischenmittel, ohne Beimengung gestreifter Brock-

gesteine und ohne erratische Blöcke, dagegen mit Sandzwischenlagen lose aufgehäuft oder mit Kalksinter fest verbunden.

Es ist wohl nicht zweifelhaft, dass dieses alte Alluvium vollständig identisch ist mit dem Diluvial-Schotter, mit dem, was wir bei uns Diluvial-Nagelfluh (siehe S. 794 m. W.) nennen. Die Entstehung dieses für unsere Hochfläche mächtigsten Gliedes der Diluvialzeit denkt sich Favre unter der Vermittlung von Wasserströmen gebildet, welche das von den Gletschern bei ihren beginnenden Vorrücken gelieferte Glacialmaterial mit sich fortführten, dabei abrollten und endlich absetzten. Dass hierbei die schon vorher bestandenen Vertiefungen der See'n z. B. des Genfersee's, nicht mit diesem Rollmaterial ausgefüllt wurde, erklärt sich daher, dass dieses Material in Form von Gletscherschutt oder erratischen Blöcken über die Seen geführt, zur Zeit als letztere noch von Eis erfüllt waren und erst abgerollt wurde, als es jenseits der Seevertiefung am Fusse der Gletscher in die Strömung der Giessbäche gelangte. Diese geistreiche Theorie, welche die Möglichkeit der Persistenz der alpinen Seen so vollständig erklärt, dürfte wohl für eine grosse Anzahl von Gebirgsseen ihre Richtigkeit haben. Dagegen leuchtet die Schwierigkeit dieser Erklärung von selbst da ein, wo Seen weit von dem Alpenrande entfernt ringsum gleichsam mitten in dieses alte Alluvium eingekesselt vorkommen.

Wenn die Seeflächen vom Eis ausgefüllt waren, so können doch die Gletscher nicht stromaufwärts das Material geliefert haben, das schon stundenweit oberhalb der Seen als altes Alluvium abgesetzt sich findet. Wir wollen nur dieses einzige Bedenken, dass übrigens bloss auf unsere Verhältnisse sich bezieht, nicht für die Westalpinen-Ebene gelten soll, berühren. Ein Blick auf die südbayerische Hochebene, die 4—5 mal so breit als jene am Genfersee und 3 mal so breit als durchschnittlich das Vorland der Schweiz ist, wird

genügen, um zu bemerken, dass hier ganz andere Verhältnisse geherrscht haben müssen, abweichend von jenen in der Westschweiz. Hier stand den Alpen die hohe Jurakette ganz nahe gegenüber, bei den mittleren Alpen erheben sich dagegen erst weit nördlich ganz niedere Gegengebirge. Diese weite Ebene in Bayern ist über der Molasse, welche die Unterlage bildet, hoch erfüllt mit jenem wohlgeschichteten Diluvialgeröll mit auf weite Strecken regelmässig fortstreichenden Lagen, wie sie unmöglich durch Ströme abgesetzt werden können. Wir glauben hierfür eine allgemeine Süsswasseranstauung seeartig aus der Bodenseegegend bis nach Niederösterreich reichend annehmen zu müssen, welche die Ausbreitung der ihr allerdings von strömenden Wassern zugeführten Rollsteine besorgte. Man setzt dieser Annahme gewöhnlich das Bedenken entgegen, dass der Damm dieses Süsswassersee's fehle. Dagegen können wir mit Zuverlässigkeit auf die Thalenge zwischen Eisenwurz und Greinerwald bei Linz hinweisen, wo Alpen- und Urgegebirge sich auf eine Meile genähert haben, und einen ganz natürlichen Damm bilden, der einen obern Donausee abzuschliessen die zureichende Höhe besitzt. Unter dieser Annahme, dass die obere Donauhochfläche in der Quatärzeit theilweise noch mit Süsswasser erfüllt war, erklärt sich dann auf befriedigende Weise die reihenweise Vertheilung der erratischen Blöcke mit Hilfe schwimmender Eisblöcke und auch die Persistenz vieler Seen in Mitte der Hochebene. Es ist wohl kaum zu zweifeln, dass auch diese alle den sogenannten orographischen Seen angehören, d. h. dass sie nicht Erosionen ihren Ursprung verdanken, sondern gleich den Gebirgsseen in Folge der Gestaltung des Hochgebirgs durch Schichtenfalten oder Querspalten ihre ersten Gestaltungslinien ausgeprägt erhielten und zwar bereits in der vorquatären Zeit. Die Zahl solcher Eintiefungen in der Molasse, deren Schichten damals noch die unbedeckte Oberfläche der Hoch-

ebene ausmachte und in den Buchtungen zwischen den zusammengefalteten Schichtenpartieen den Grund zu Wasseranstauungen legte, ist in der südbayerischen Hochebene eine erstaunlich grosse, wenn, wie es vollständig gerechtfertigt ist, alle jene Vertiefungen mitgezählt werden, die jetzt zwar nicht mehr in Form von Seen existiren, sondern mit Torf und Alluvionen ausgefüllt und ausgetrocknet erscheinen, aber unzweideutig noch während der Quatärzeit oft sehr grosse Seebecken darstellten wie z. B. das Murnauer-Eschenloher Moor, die Rosenheimer Filze u. s. w.

Der Umstand, dass während der Neuzeit (Novärperiode) ein Theil dieser alten Seevertiefungen eingeebnet, ein Theil trotz den Alluvionen bis jetzt wenigstens noch nicht ausgefüllt worden sind, deutet auf ähnliche Fälle in der Quatärzeit hin, dem viele Seen der bayerischen Hochebene ihre Persistenz verdanken, obgleich die Alpen der Ebene unermesslichen Gesteinsschutt zugeschickt haben. Viele unserer Seen sind nichts anderes, als die Ueberreste unausgefüllt gebliebener Seetiefen, neben welchen hundert andere dem Andrang der Schuttbedeckung weichen mussten, wie es jetzt noch in den Seen verschiedene Stellen giebt, die den Absatz der Sedimente gestatten oder verhindern. Es scheint für die Persistenz dieser Seen die Annahme einer Uebergletscherung als absolut nothwendig nicht vorausgesetzt werden zu müssen.

An die Ebene schliessen sich bei Genf nun zunächst die Molassehügeln. Indess verbietet hier schon der beschränkte Raum zwischen dem Hochgebirge und dem Jura eine besonders reiche Entwicklung dieser Molassegebilde zu erwarten.

Desto reichlicher und interressanter sind die älteren Tertiärgebilde, welche Favre in die 2 grossen Gruppen der eigentlichen Nummulitenschichten und in jene des alpinen Macigno und des Sandsteins von Taviglianaz, welche wir gewöhnlich unter der Bezeichnung Flysch zusammenfassen,

theilt. Der Nachweis, dass Nummulitenschichten im Innern des Chablais, am Mont Salève und im ganzen Juragebiet fehlen, während sie in den innern Alpen sehr verbreitet vorkommen, ist von grossem Interesse, weil er zum Beweis dient, dass vor ihrer Ablagerung bereits die genannten Gebietstheile aus dem Meere hervorragten, also relativ höher waren, als die inneren Alpen in umgekehrten Verhältniss zu ihrer jetzigen Höhe. Aehnliches bemerken wir auch in den bayerischen Alpen, wo die Nummulitenschichten vom Kressenberg und Grünten grosse Berühmtheit erlangt haben. Diese halten sich immer an den äussersten Hochgebirgsrand, scheinen aber älter als alle die angeführten Nummulitenschichten der Westalpen, welche wahrscheinlich verschiedenen Stufen und vorherrschend den jüngeren Eocänschichten angehören. Jene älteren Nummulitenschichten dringen im bayerischen Gebirge nie ins Innere vor, wohl aber finden wir, dass jüngere Nummulitengebilde in einzelnen Buchten etwas tiefer ins Innere reichen, wie jene bei Reut im Winkel (S. 602 m. W.), welche ich im Alter den Nummulitenschichten des Ralligstock's in der Schweiz und dem Sande von Beauchamp gleichstelle. Ihr Vordringen in Buchten beweist, dass schon damals wenigstens einige thalähnliche Einschnitte im Massiv des Kalkgebirgs bestanden. Eine dritte jüngste Nummulitenführende Schicht in den Ostalpen und endlich die Schichten von Häring (S. 608), deren Alter nach meinen Untersuchungen der Thierreste nur zwischen den oberen Lagen der ligurischen Stufe und den tiefsten Schichten der tongrischen Stufe gestellt werden kann, steht jedenfalls den Bildungen von Diablerets gleich. In diese Reihe scheinen nun die meisten der von Favre aus den Westalpen so trefflich geschilderten Nummulitenschichten stellenweise mit Lignitflötzen, wie bei Häring, zugehören, z. B. jene von Montmin, Entrevernes, Petit, Bornand und Faudon. Damit stimmt freilich nicht, dass Favre die alpinen Macigno stets über den Nummu-

litenschichten — wenn in normaler Lagerung vorhanden — fand. Vielleicht ist in den Westalpen die Umstürzung zur Regel geworden.

Da in den Ostalpen diese jüngste Nummulitenstufe auf einen einzelnen grossen Thaleinschnitt — den des Inn's — sich beschränkt, während sie in den Westalpen so weit verbreitet selbst mit ächten Steinkohlenschichten zusammengefaltet vorkommt, so leuchtet der bedeutende Unterschied hervor, der während der älteren Tertiärzeit zwischen beiden Alpengliedern bestanden haben muss.

Bezüglich des Flyschs (Macigno-alpin) hat Favre die höchst interessante Thatsache festgestellt, dass derselbe in 2 Facies auftritt ähnlich den beiden Neocomenfacies im Jura und in den Alpen, bezüglich des Flysches jedoch zeigt sich die Verschiedenheit, je nachdem er auf Jurakalk, wie im Chablais, oder auf Nummulitenschichten aufruht. Wir kennen eine solche Scheidung in den bayerischen Alpen nicht, wohl aber die wenigstens analoge Bildung des sogenannten Taviglianaz-Sandsteins, von dem Favre nachweist, dass an seiner Zusammensetzung vulkanische Asche sich betheiligte. Ich habe die analoge Bildung als Reiselsberger Sandstein (S. 621) beschrieben und obwohl an ihm die Betheiligung vulkanischen Tuffs weniger deutlich, als an den Schweizer Sandstein kennbar ist, bin ich nunmehr auch der Ansicht, dass die Feldspath-Glimmer- und grünen Mineraltheilchen, in welch letzteren ich ein Umwandlungsprodukt von Augit zu erkennen glaube, von vulkanischen Gesteinsmassen herstammen. In unserm Gebirge liegen diese Sandsteine meist in den tiefsten, ältesten Schichtenreihen und treten mit jenen Riesenconglomeraten in nähere Beziehung, die ich (S. 621) vom Bolgen beschrieben habe, und deren kolossale Urgebirgsblöcke möglicher Weise tertiär-erratischen Ursprungs sind.

Auf dem ersten Berg, mit dessen höchst interessanten geognostischen Verhältnissen uns Prof. Favre zunächst bekannt

macht, dem Mont-Salève, treffen wir bereits eine mannichfache Schichtenreihe jüngerer und besonders jurassischer Gebilde neben Neocomlagen, welch letztere merkwürdiger Weise nach ihrem paläontologischen Charakter mehr zur alpinen als jurassischen Facies hinneigen. Wir sehen daraus, dass die Gestaltung und Gliederung der festen Erdrinde früher eine vielfach andere war, als zur Jetztzeit. Von hier führt uns der unermüdliche Gebirgsforscher durch die verschiedenen Gebirgsketten und Massen bis hinüber zum Mont Jovet und den beiden Bernhard-Stöcken, um uns in allen mit gleicher Ausführlichkeit, Genauigkeit und Klarheit die vorkommenden Gebirgsglieder kennen zu lehren und ihre Strukturverhältnisse deutlich zu machen. Zur besseren Uebersicht folgen wir unserem unermüdlichen Führer zuerst in der Schilderung der cretazischen Bildungen, welche durch die reiche Entwicklung der Neocom- (Valanginien, Neocomien et Urgonien), der Orbitoliten- und der Galt-Schichten in diesen Gebirgsgegenden ganz besonders glänzen, durch alle die nacheinander geographisch geordneten einzelnen Stöcke hindurch. Die Uebereinstimmung zwischen diesen Gebilden der Westalpen sowohl nach Gliederung, Gesteinsbeschaffenheit, als Petrefaktenführung mit jenen, welche wir in den Allgäuer Alpen und in Voralberg kennen gelernt und beschrieben haben (S. 517—579), ist so gross, dass wir bei den so prächtigen Beschreibungen Favre's uns öfters nach Vorarlberg oder in die kuppenförmigen Gewölbe westlich von der Iller versetzt glaubten. Diese Darstellung gewinnt noch dadurch ganz besonders an Werth, dass eine grosse Anzahl von organischen Einschlüssen dieser Schichten von dem als sorgfältigen Paläontologen geschätzten H. de Loriol sehr vortrefflich beschrieben und deren Erkennen durch gelungene Abbildungen erleichtert ist — eine würdige Beilage zu dem Atlas der Profile.

Diese Uebereinstimmung zwischen dem Genfer und

Algäuer Gebirge an den Westgrenzen Bayerns erstreckt sich aber noch weiter auf die ober dem Galt folgenden jüngeren Glieder der Kreide- oder, wie ich vorgeschlagen habe, Procän-Formation. Denn mit allem Recht hält Favre den auf dem Galt zunächst liegenden Kalk für ein Aequivalent des sog. Sewen-Kalks, mit dem jene Kalkschicht die Spärlichkeit und den schlechten Erhaltungszustand der organischen Einschlüsse — besonders *Inoceramen* — theilt. Ich glaube aber noch weiter aufs bestimmteste in den Gebilden von dem Gebirge der Bauges SW. von dem Annecy-See das Aequivalent der sog. Sewen-Mergel (S. 534) mit *Belemnites? Micraster cor anguinum* der Ostalpen wieder zu erkennen, wodurch die Zugehörigkeit dieser östlich so entfernter Alpentheile zu einem gemeinsamen engverbundenen Entwicklungsgebiet mehr als wahrscheinlich gemacht wird. Denn gleich ostwärts von den Algäuer Alpen beherrschen vollständig abweichende Verhältnisse die Schichtenreihe der Kreideformation und ihre organischen Einschlüsse (siehe S. 578) und hiermit beginnt ein neues Verbreitungsgebiet, das ostwärts zu den Gosaufacies hinführt.

Bezüglich der Schrattenbildung, der sog. Platterte des bayerischen Gebirgs, kann ich mich auf meine Erklärung (S. 541) beziehen, welche mit denen Favre's in Einklang stehen. Diesen Ausnagungen der Atmosphärilien, die sich an den Gesteinsklüften zunächst wirksam zeigen, unterliegen alle mehr oder weniger horizontal liegende und nackte Kalkplatten des Hochgebirgs, der Dachsteinkalk (steinernes Meer), die Plattenkalke wie die Schrattenkalke.

Mit den jurassischen Ablagerungen treten wir in ein Gebiet, welches die brennendste Frage der Gegenwart in sich schliesst, die Frage nämlich über die naturgemässe Abgrenzung der Jura- und Neocomschichten, mit deren Lösung unser unvergesslicher Freund Oppel sich eben zu beschäftigen begann, als ein vorzeitiger Tod es verhinderte, das so erfolgreich

Begonnene zu vollenden. Inzwischen ist die Frage von anderen Meisterhänden in Angriff genommen worden; wir dürfen ihre definitive Beantwortung baldigst voraussehen. Favre hat durch seine Studien nicht wenig zu ihrer Förderung beigetragen. Was aber den Schilderungen der jurassischen Schichten in der Umgebung vom Mont-Blanc noch erhöhte Wichtigkeit verleiht, ist der Umstand, dass gerade in diesem Gebirgstheile zwei der merkwürdigsten Entwicklungsformen, die alpine und die des Juragebirgs sich berühren, gleichsam verschmelzen, wesshalb gehofft werden kann, dass der Grund dieser verschiedenen Facies, welche hier so nahe neben einander auftreten, am leichtesten hier erkannt werden könne.

Mont Salève und die Berge der Voirons schliessen sich als Vorposten geographisch an die Alpen an. Im ersten treten unmittelbar unter den tiefsten Lagen der Valenginienstufe (mit *Natica Leviathan*) Coralloolithe und Korallenkalke auf, welche im Allgemeinen den sog. Nerineen und Diceras-Kalken der ausseralpinen Jurafacies entsprechen. Ihre Faune umfasst merkwürdiger Weise aber bereits einige charakteristische Arten der alpinen Entwicklung, wodurch ein allmähliger Uebergang, keine scharfe Trennung beider Entwicklungsreihen angezeigt zu werden scheint. In den Voirons fehlen diese Korallenkalke und es erscheint hier eine Kalksteinbildung (z. B. bei Hominal), die der Verfasser früher für ein Glied der Oxfordstufe hielt, jetzt aber geneigt ist, als gleichzeitige Faciesbildung mit den Korallenschichten des Mont-Saléve der Oppel'schen Titonstufe zuzutheilen. Die Mehrzahl der aufgeführten organischen Einschlüsse namentlich: *Ammonites plicatilis*, *Erato*, der typische *A. armatus*, *Belemnites hastatus* und *Sauvanausus* lassen jedoch darüber keinen Zweifel, dass wenigstens die diese Arten umschliessende Bänke der Oxfordstufe und zwar den tieferen Lagen den sog. *Ammonites transversarius*-Schichten, wie die Kalke von Châtel St. Denis, angehören. Wenn aber damit auch *Terebratula janitor*,

(nicht *diphya*, wie nach späteren Mittheilungen Favre's sich herausgestellt hat,) zugleich sich einstellt, so ist es wohl erlaubt, zu vermuthen, dass hier, ähnlich wie an der Port de France nach Pictet's[3]) neuesten entscheidenden Auseinandersetzungen die strittigen Grenzschichten mit *Terebratula janitor* über den tieferen Juragliedern getrennt vorhanden seien.

Was nun die Streitfrage über die naturgemässe Abgrenzung zwischen Jura- und Neocomschichten anbelangt, deren Lösung durch die unzweifelhafte, bei Porte de France ermittelte Auflagerung einer Korallen-Breccie (Nr. 4 Pictet's) mit einer zwischen entschiedenen Neocomarten (*Belemnites latus*, *Minaret* und *Orbignyanus*, *Ammonites privasensis*, *Calisto*, *Terebratula Euthymi* aus den Berriasschichte, und *Peltastes* spec.) und unzweideutigen Juraspecies (*Terebratulina substriata*, *Megerlea pectunculoides* und eine Reihe von Echinodermen, die fast ansschliesslich jurassisch sind) getheilten Faune über den Lagen mit *Terebratula janitor* und einer Reihe von Ammonites-Arten mit Neocomcharakter (Nr. 2 und 3 Pictet's) auf neue Schwierigkeiten zu stossen scheint, so dürfte diese Vermengung einer älteren und jüngeren Faune in den Grenzschichten gewisser Gegenden kaum befremden, wenn man die natürliche Entwicklung der Faunen in den aufeinander folgenden Perioden im Auge behält und nicht der Ansicht huldigt, dass die Fauna eine ältere Schichtenreihe plötzlich vertilgt und eine neue Fauna für die jüngere Schichtenreihe geschaffen worden sei. Solche strenge Scheidungen existiren allerdings da oder dort, aber sie sind von nur örtlicher Bedeutung. Die Bildung von Sedimenten ist auf der Erde stetig fortgegangen, wie die Entwicklung im

---

3) Notice sur les calcaires de la porte de France in d. Archives d. sc. de la bibliothèque un.-de Genève, Oct. 1867.

Thier- und Pflanzenreich. Wo dieser Bildungsprocess ungestört und ohne gewaltsame Unterbrechungen an dem Orte der Ablagerungen oder in der Nähe fortschreiten konnte, werden weder discordante Uebereinanderlagerungen zu sehen, noch eine plötzliche Aenderung in den Arten der organischen Einschlüsse, als Repräsentanten der jeweiligen Fauna, zu bemerken sein. Die Fauna ändert sich allmählig mit der allmähligen Vermehrung der Schichtenlage. Wo wir strenge und plötzliche Formationsgrenzen beobachten, ist diess ein Zeichen von Störungen und Aenderungen in Vertheilung von Land und Meer, welche in der Nähe eingetreten sind. Strenge Formationsgrenzen sind doch nur localer Natur, auch wenn sie über ganze Continente hindurchreichen sollten. Auf der Erde als Ganzes reihen sich hier oder dort die Gebirgsglieder unmittelbar mittelst allmähliger Uebergänge an einander an; für die Erde als Ganzes giebt es keine strengen und plötzlichen Formationsgrenzen. Aber gleichwohl verlieren diese, wo sie existiren und innerhalb gewisser Territorien nichts an ihrem hohen wissenschaftlichen Werthe, welchen wir ihnen mit Recht beimessen.

Wie aber ist es möglich, dass selbst innerhalb Schichtenreihen, welche keine Diskordanz zeigen, sondern das Zeichen des ruhigsten stufenmsässigen Entwicklungsganges an sich tragen, denn doch plötzlich neue Arten, wie nicht zu läugnen ist, auftauchen? Wir wollen hier ganz absehen von der möglichen Umgestaltung der vorher vorhandenen Arten. Die Vertheilung der einzelnen Formationen oder einzelner Glieder von Formationen über verschiedene Theile der Erde, die Störungen in der Lagerung, die sie erlitten haben, setzen es ausser Zweifel, dass fortwährend auf der Erde Dislokationen der festen Rinde, Senkungen und Hebungen stattfanden, bald von geringerer, bald von grösserer Ausdehnung und Erstreckung. Damit erlitten die Meere, die Hauptträgerinnen der Sedimentärgebilde, in ihrem Umfang und in ihren

Verbindungen vielfache Aenderungen; früher verbundene Meere wurden in einzelne Becken getrennt, früher getrennte Becken in Verbindung gesetzt und vereinigt. Durch solche Aenderungen, welche selbst auf sehr grosse Entfernungen hin ihre Wirkungen fühlbar machten, erhielten gewisse Meerestheile neuen Zuwachs an den ihnen vorher fremden Arten, sie verloren unter Umständen einige der früheren Bedingungen, unter welche diese oder jene Art in ihnen leben konnte, ihre Niederschläge dokumentiren innerhalb der Grenzgebiete dieser Aenderungen in der Vermengung alte typischer und neuer fremdartiger Formen solche Vorgänge der veränderten Oberflächengestaltung, welche an andern Stellen der Erde nicht oder in anderer Weise eingetreten sind. Auf diese Weise scheint uns die Thatsache eine Vermengung von typischen Arten verschiedener Formationen in Grenzschichten an gewissen Stellen der Erde nicht nur nicht auffällig, sondern vielmehr nothwendig.

Aehnliche Betrachtungen gestatten vielleicht auch die eigenthümlichen Verhältnisse bei den Grenzgebilden der Jura- und Neocomschichten der westlichen Alpen, die wir so eben berührt haben, zu erläutern.

Wie schwierig und verwickelt diese Untersuchungen über die jurassischen Gebilde des alpinen Gebirgssystems sind, das deuten schon die petrographischen und paläontologischen Differenzen an, welche bisher in den gleichen oder doch nahe entsprechenden Schichtenreihen an den verschiedensten Stellen der Alpen beobachtet wurden. Selbst in den fernsten Karpathen taucht auf einmal wieder ein Facies in den sog. Stramberger-Schichten auf, welche die merkwürdigsten Analogien mit den Kalklagen der Westalpen besitzen.

Die Spuren dieser Bildungen an der oberen Grenze der Juraformation führen uns durch die ganze östliche Schweiz, durch Voralberg, wo bei Au und an der Canisfluh ein leider trostlos armer schwarzer Kalk, nach Oppel mit

einem *Ammonites Calisto*-ähnlichen Cephalopoden die unmittelbare Unterlage der Neocomschichten ausmacht (an der Wurzeralp in prächtiger Entblössung) und sich mit den für die bayerischen Alpen so charakteristischen Aptychen-reichen Ammergauer-Wetzsteinschichten in Verbindung tritt, dass weiter zum rothen Ruhpoldinger Kalk bei Traunstein, in welchem das glückliche Auge Oppels eine Reihe seiner titonischen *Ammoniten*[4]) neben einer *Terebratula* aus der Gruppe der *diphya* entdeckte, gleichfalls mit den Aptychenschichten als Hangendes verbunden bis zur Salzach, wo graue, den Aptychenschichten ähnliche, hornsteinreiche Gebilde, die sog. Oberalmer-Schichten, oft mit äusserst dichten, dem lithographischen Kalk ähnlichen Lagen und Cementmergel unmittelbar unter den sog. Rossfeldschichten (Neocombildung) durch zweifurchige *Belemniten*, *Aptychen* mit knieförmig gebogenen Rippen, und *Ammonites subfimbriatus* neben jurassischen Formen unzweifelhaft dieselben Uebergangsglieder repräsentiren, welche in unsern Alpen hier am ehesten weitere Aufschlüsse über diese Grenzschichten zu geben versprechen.

Es ist höchs auffallend, dass in dem ganzen Alpenzug die ältereren jurassischen Stufen unter dem sog. Oxfordkalk nur dürftig entwickelt sind. Eine Ausnahme macht der Kalk mit den ckarakteristischen Kelloway-Versteinerungen, dem unser sog. Vilserkalk, und die Kalkschicht mit der so bezeichnenden *Posidonomya alpina*. Favre war so glücklich, diese Bildungen an zahlreichen Orten zu entdecken, in jenen von Chanaz, bei Seyssel mit einer glänzenden Reihe von Ammoniten. Von noch grösserer Wichtigkeit ist das Auffinden noch älterer Schichten (Bath- und Unter-Oolith) mit dem in den Alpen so seltenen *Ammonites Parkinsoni*, *Murchisonae*, *Humphresianus* u. A. Alle diese Stufen bilden

---

4) Geogn. palaeont. Mittheil. von Benecke I. S. 252.

ein fast untrennbares System von schwärzlichem Schieferthon, von grauen und schwärzlichen Kalken oder Mergelschiefer und dunkelfarbigen Sandsteinlagen, in welchen man weitere Schichtensysteme nicht zu unterscheiden im Stande ist. Dieser Nachweis ist eine namhafte Errungenschaft für die Alpengeognosie.

Dieser tiefere Dogger verbindet sich stellenweise mit noch tieferen Lagen von ähnlicher petrographischer Beschaffenheit, die jedoch durch organische Einschlüsse sich als liasisch kennzeichnen. Die dunkelfarbigen Mergelschiefer der oberen Liasstufe stimmen aufs genaueste mit den Schieferbildungen, welche ich Algäuschichten nenne (S. 435 m. W.). Ich habe bei denselben bemerkt, dass, da in den bayerischen Alpen bisher keine Spuren von älterem Dogger beobachtet werden konnten, in der Reihe dieser ein scheinbar untheilbares Ganzes ausmachenden Algäuschiefer wahrscheinlich die Aequivalente der Doggerformation mit eingeschlossen sind. Diese genauen Schilderungen der oberen Liasschichten in den Westalpen (mit *Ammonites Aalensis* und *Inoceramus Falgeri*) macht mir diese Ansicht nur um so wahrscheinlicher. Ueberhaupt scheint der Lias des Genfergebirgs viele Uebereinstimmung mit der Lias in unseren Alpen zu haben, obwohl die Fauna ganz ausseralpinen Typus an sich trägt und nur *Ammonites Roberti*[5]) Hauer (nicht Ooster) als ausschliesslich alpine Art beherbergt.

Auch die rhätischen Stufe, für welche Favre sich der Stoppani'schen Bezeichnungsweise Infra-Lias bedient, (obwohl wir uns sonst in Vielem in höchst erfreulicher Weise mit unsern Ansichten in Uebereinstimmung befinden,) ist in ihrer grossartigen Verbreitung innerhalb der Westalpen dem scharfen Blicke Favre's nicht entgangen. Seine Mittheilungen

---

5) *Ammonites discobolus* Stol. ist mir nicht bekannt.

hierüber sind sehr umfassend und belehrend. Bezüglich der organischen Einschlüsse hält sich der Verfasser ganz an die Bestimmungen Stoppani's. Wir wollen desshalb, obgleich sie nicht in Ueberstimmung stehen mit unserer Auffassung, nichts weiter bemerken. Wenn aber der Verfasser, die Ansichten Stoppani's und die der meisten französischen Geologen theilend, als mit bestimmenden Grund der Zutheilung der rhätischen Schichten zur Liasformation das Vorkommen von einer *Belemniten*- und einer *Metoporhinus*-Species anführt, so sei mir erlaubt, obgleich diese Frage schon so vielfach discutirt worden ist, hier noch einmal mit wenigen Worten darauf zurück zu kommen. Zum Voraus sei bemerkt, dass das Auffinden eines so schlecht erhaltenen Steinkern's, über dessen Natur man überhaupt noch in Zweifel sein muss, wie jener eines unsymetrischen Echinodermen — *Metoporhinus* — bei der Entscheidung der beregten Frage wohl in Ernst nicht in die Wagschale gelegt werden darf. Auch das erstmalige Erscheinen eines *Belemniten* kann nicht befremden. so wenig wie das Vorkommen von *Orthoceratiten* im Lias von Adneth. Wenn man bisher die Gründe angeführt hat, welche zu Gunsten einer Zutheilung der rhätischen Schichten zur Liasformation nach der Vergleichung der beiden gemeinschaftlichen oder analogen Species zu sprechen scheinen, hat man immer vergessen, mit gleichem Maass zu messen. Man zählt auf der einen Seite die gleichen oder verwandten Arten in zwei Schichtenreihen, die unmittelbar aufeinanderliegen, welche mithin in der Zeit ihrer Entstehung unmittelbar und in demselben Meere entstanden aufeinander folgten, während man auf der anderen Seite zu einer Vergleichung mit älteren triasischen Faunen wenigstens bis in die Lettenkohle oder gar bis in den Muschelkalk hinabsteigen muss, in Faunengebiete, die, vergleichsweise zu sprechen, viele hunderttausend Jahre früher existirten und den rhätischen vorausgiengen. Die liasische Fauna dagegen reicht dieser

unmittelbar die Hand. Ist eine solche Vergleich ungleichwerthigen Verhältnisse wissenschaftlich exakt und zulässig? Ich glaube nicht. Es fallen damit zugleich auch alle die Gründe der Zutheilungder rhätischen Stufe zur Liasformation.

Wenn man richtige Zahlen gewinnen will, so muss man Vergleichungen der Fauna ziehen, die nahezu gleich weit in der Zeit ihrer Bildung von dem Vergleichscentrum abstehen, und diess wäre nur möglich, wenn wir eine Fauna benützen, könnten, die so tief — ich gebrauche diesen Ausdruck nur figürlich — unter dem rhätischen Schichtencomplex läge, wie die der unteren Liaschichten darüber, also etwa die Fauna des rothen Belodon-Keuper's. Aber würde man sich nur die Mühe nehmen, die rhätische Fauna der tieferen Keuperschichten in den Alpen mit jener der sog. Raibler Schichten oder des Kalks vom Esino in Vergleich zu setzen, ohne dabei zu vergessen, dass zwischen beiden die ungeheure Masse des Hauptdolomits, der einer unermesslich langen Bildungszeit entspricht, liegt, so würde man den triasischen Charakter der rhätischen Fauna, im Sinne meiner Erläuterungen über die Grenzschichten der Jura- und Neocombildungen gewiss nicht verkennen können. Wer die ausseralpinen Verhältnisse, welche zwischen dem Bone-bed und den tiefen Keuperlagen so unzweideutig bestehen, kennt und würdigt, wird ausserdem nicht im Zweifel sein, dass dieses ganze Schichtensystem ein zusammengehöriges Ganzes ausmache und am naturgemässesten als eine besondere Stufe der triasischen Formation anzureihen sei.

Die Entdeckung und der Nachweis von oberen Triasschichten, welche dem Keuper an Alter zu vergleichen sind, in den westlichen Alpen verdankt die Wissenschaft gleichfalls den Untersuchungen Favre's. Derselbe hatte diese Schichten schon vor mehreren Jahren kennen gelehrt. Jetzt liegt uns hierüber eine vollständige und ausführliche Beschreibung in allen Einzelheiten des Vorkommens vor, die

uns eine sehr klare Einsicht gestattet. Wir finden namentlich darin als wesentliches Glied Gyps mit Rauchwalke angeführt; neben Arkose, Quarzit, rothen und grünen eisenhaltigen, thonigen Schiefern, die, weil ohne Versteinerungen, nicht mit Sicherheit den alpinen Buntsandstein oder Werfener Schiefern der Ostalpen gleichgestellt werden können. Ebenso fehlt es an deutlichen Spuren der Muschelkalkbildung. Die auftretenden Dolomiten entsprechen eine der mächtigen Dolomitenreihen in den Ostalpen, welche hier zwischen dem unteren Trias und der rhätischen Stufe eingelagert vorkommen. Auch die Vergesellschaft von Gyps und Rauhwacke lässt eine nähere Vergleichung mit den Verhältnissen in unserem Hochgebirge nicht zu, da wir hier drei wesentlich verschiedene Gyps-führende Horizonte im obersten Buntsandstein (Röth), zwischen Raibler Schichten und Hauptdolomit und endlich in den rhätischen Schichten selbst haben. Am meisten Wahrscheinlichkeit hat es für sich, die Gypsbildung der Westalpen dem mittleren Horizont anzugleichen, welcher ziemlich mit den Gypsablagerungen in den tiefsten Stufen des bunten Keupers ausserhalb der Alpen (Gaugyps-Stufe) über oder mit den dortigen Stellvertretern der Raibler-Fauna das gleiche Alter theilt.

Wir gelangen so abwärts in der Schichtenreihe steigend an jene sogenannte Anthracitbildung der Westalpen, welche seit ihrer ersten wissenschaftlichen Entdeckung durch H. Elie de Beaumont (1828) das Interesse aller Geognosten dadurch auf das Lebhafteste für sich in Anspruch nahm, weil daselbst ächte Steinkohlenpflanzen mit ächten Lias- sogar mit tertiären Ueberresten zusammengelagert vorkommen sollen. Man hat, um diese Anomalie gegen alle sonstige Beobachtungen in den Schichten, welche unter der Bezeichnung Anthrazitbildung der Tarentaise bekannt sind, zu erklären, viele Theorien aufgestellt und zu den wirklich abenteuerlichsten Auskunftsmitteln seine

Zuflucht genommen. Selbst die Barrande'schen Kolonien hatten kaum das Licht der Welt erblickt, als sie zur Erläuterung der Anomalie in der Tarentaise herbeigezogen wurden. Favre behandelt diesen Stoff sachlich und geschichtlich mit einer Gründlichkeit, die diesem Forscher zur höchsten Ehre gereicht. War er es ja, welcher zuerst (1858) nicht bloss behauptete, sondern deutlich nachwies, dass die unzweifelhaft ächten Steinkohlenpflanzenreste-enthaltende Lagen getrennt sind von den Liasversteinerungen-führenden Schichten und dass beide Systeme nur durch Schichtenstörungen, Zusammenfaltelungen und Ueberkippungen in scheinbare Wechsellagerung versetzt und stellenweise so übereinander gelagert vorkommen, dass die ächten Carbonschichten oben und die Liasschichten unten liegen.

Der verdienstvolle Alpenforscher hatte die Genugthuung, dass die Versammlung von Geognosten, welche 1861 zur Prüfung dieses so wichtigen, wie schwierigen geognostischen Problems unter Studer's Leitung in einer ausserordentlichen Sitzung der geologischen Gesellschaft zu St. Jean Maurienne zusammengetreten war, nach sorgfältiger Prüfung an Ort und Stelle sich ganz den Resultaten Favre's anschloss und Studer die Streitfrage für definitiv erledigt erklären konnte. Wenn aber irgend noch eine Spur von Bedenken übrig geblieben sein könnte, so würde diese durch die neue, klare und erschöpfende Darstellung Favre's, die von zahlreichen deutlichen Profilzeichnungen erläutert wird, vollständig verscheucht sein. Dieser Abschnitt ist ein wahres Muster für die Behandlung geognostischer Fragen.

Die Kohlengebirgsschichten lagern zum Theil wenigstens auf noch älteren, den krystallinischen Schiefern oft ähnlichen Schiefergebilden, die in den inneren Theilen des Hochgebirgs mächtige Verbreitung gewinnen. Da sichere Andeutungen der präcarbonischen Reihen des Bergkalks der Devon- und Silurformationen bisher hier noch nicht erkannt

worden sind, so könnte man solche alpine Thonschiefer für Aequivalente solcher älterer Gebirgsglieder halten; indess fehlt jede Spur organischer Einschlüsse, die eine solche Annahme rechtfertigen würde.

Die grosse Reihe dieser thonigen Schiefer von von mehr oder weniger krystallinischer Textur, die man als Mont Cenis- oder Casenna- oder graue und grüne Schiefer bezeichnen kann, wie zwischen Flumat und dem Thal der Isère und um Megène, verlaufen in kalkige, chloritische Glimmer-führende Schiefer und in wahren Glimmerschiefer, die ihrerseits wieder aufs innigste dem Gneiss sich anschliessen. Alle diese krystallinischen Schiefer bilden ein Ganzes, in welchem einzelne Graphit-reiche Lagen, dann häufig körniger Kalk stets nur in deutlichen Zwischenlagen, wie der Serpentin, eingeschaltet sich finden. Favre war auch so glücklich in dem serpentinhaltigen Kalk im Mattenbach bei Lauterbrunn in der Jungfraukette zwischen Gneisslagen *Eozoon* aufzufinden. Wir erkennen aus diesen Schilderungen das Abbild der Verhältnisse, welche sich auch in den Urgebirgstheilen des bayerischen Gebirgs N. der Donau beobachten lassen. Selbst Eklogit-Einschlüsse hat Favre in der Nähe des grossen Gletschers von Trient beobachtet.

Der Gneiss, namentlich die Gneissabänderungen mit grünem Glimmer, die sogenannten Protogingneisse verbinden sich so innig mit gewissen granitischen Gesteinen, dass man beide blos für Formen derselben Gebirgsart halten muss. So erscheint der Granit, den man wegen seiner charakterischen Gemengtheile Protogin nennt, mehr gegen das Centrum des Mont-Blanc Stock's, die geschichtete Abänderung mehr gegen Aussen. Dieser Protogin selbst in seiner Granitform ist stets in dicken Bänken gesondert und gehört mithin denjenigen krystallinischen Bildungen an, die ich als Lagergranite bezeichne. Meine Untersuchungs-

resultate stehen in dieser Beziehung in voller Uebereinstimmung mit den Ansichten Favre's, wenn er die herrschende Parallelstruktur der krystallinischen Schiefer für ächte Schichtung, und nicht für Folge einer Schieferung hält, deren wahre Ursache und Wirkung der Verfasser sehr wohl kennt und an den Schichten zwischen Tête noire und dem grossen Tunnel trefflich beschreibt. Die steile Aufrichtung dieser Schichten und Lager verursacht das Wildzackige dieses Gebirgs und das häufige Vorkommen von Spitzen und Nadeln, während andere Granitgebirge sich durch abgerundete Formen auszeichnen. Auch unsere nordbayerischen Gebirge beherbergt einen Protogin-artigen Granit, bei dem jedoch die weiche talkähnliche Beimengung nicht aus Talk besteht, sondern dem Onkosin und dem Steinmark entspricht. Bei den allerdings wenigen Mustern von Protogin aus dem Mont-Blanc Stock, die mir zur Verfügung stehen, zeigt es sich äusserst schwierig, die grünliche für Talk-anzusprechende Substanz ganz rein von Feldspath oder Glimmerschüppchen zu befreien. Die erhaltenen Reaktionen sind daher nicht zuverlässig genug, um über die Natur dieser Beimengung vollständig ins Klare zu kommen. Ich fand indess, dass möglichst reine Splitterchen vor dem Löthrohr nicht völlig unschmelzbar sind, dunkler werden und mit Kobaltlösung Spuren von blauer Färbung annehmen. Es möchte daher diese Substanz ebenfalls zu den Steinmark-ähnlichen Beimengungen zu rechnen sein.

Wir folgen dem Verfasser aus dem Bereich zahlloser einzelner Beobachtungen, die er in der Natur angestellt und bezüglich der Richtigkeit seiner Auffassung durch hundert ähnliche Profile controllirt hat, endlich auf das Gebiet der Schlussfolgerungen, welche er auf höchst geistreiche Weise als das Resultat aus seinen Einzelforschungen ziehen zu dürfen geglaubt hat. Es ist von hohem Interesse hier die Ansichten eines Mannes zu hören, welcher durch die Ruhe

und Klarheit der Anschauungen bei seinen tausend und tausend Beobachtungen in der Natur Bürgschaft dafür leistet, dass auch seine Schlüsse sich nicht vom Wege exakter Forschung durch kühne Phantasien werden fortreissen lassen, kurz die durch unsägliche Mühe während vieljährlichen Forschungen erworbenen Erfahrungen eines Feldgeologen zu vernehmen. Nach sorgsamer Prüfung aller Verhältnisse kommt Favre zu dem Schlusse, dass:

1) nur unter dem Einflusse von Feuchtigkeit, Druck und Wärme die Granit-artigen Gesteine des Mont-Blanc's entstanden sein können,

2) dass sie geschichtet sind,

3) dass sie in festem Zustande auf die Oberfläche der Erde gelangt sind und

4) dass sie nicht dem Metamorphismus unterworfen waren.

Um die Verhältnisse deutlicher begreiflicher zu machen, unter welchen bei dieser Voraussetzung etwa die Entstehung solcher Granitmassen gedacht werden kann, verweist der Verfasser auf jene ältesten Perioden der Erdbildung zurück, wo das Wasser noch in Dampfform in der Atmosphäre verbreitet war und sich zu condensiren begann. Der dadurch und durch das Vorhandensein anderer Gasarten in der damaligen Atmosphäre verursachte enorme Druck zwang die Dämpfe trotz der hohen Temperatur, die damals herrschte, in flüssigen Zustand überzugehen und auf vorhandenes Material, welches sich der Verfasser in Form Lava-ähnlicher Masse die Oberfläche der Erdfeste bedeckend denkt, auflösend einzuwirken. Dieser aufgenommene Stoff krystallisirte wieder aus und lieferte das Material zu dem granitischen Gestein. Mit Abnahme der Wärme verringerte sich diese Einwirkung und die Krystallisationskraft und so entstanden die krystallinischen Schiefer. Die Gesteinsgänge

dagegen, die von dem Verfasser auch vielfach constatirt wurden, wie z. B. die Gänge porphyrartigen Granits von Valorsine, leitet er von grossem Druck her, welcher das Magma des Granites in die Risse benachbarter Gesteine eingeführt habe.

Wenn wir an die Stelle bereits aus der Wasserlösung fertig ausgebildeter Krystalle die Bildung eines amorphen Niederschlages setzen, aus dem sich erst nach und nach die einzelnen Mineralien am Boden selbst entwickelten, so dürfte diese Darstellung ungefähr der Vorstellung gerecht werden, welche wir uns nach dem jetzigen Standpunkt der Erfahrungen naturgemäss von der Entstehung der granitischen Gesteine machen können.

Besonders scharf fertigt Favre den Metamorphismus in Bezug auf die Entstehung der krystallinischen Schiefer ab. Der Glaube an den so mysteriösen Metamorphismus stamme hauptsächlich von der Angabe der französischen Karte eines „terrain jurassique modifié“ her. Seitdem jedoch dieses terrain modifié theils als carbonisch, theils als ächt jurassisch sich erwiesen hat, ist der Metamorphismus unnöthig geworden. In dem Kalk von Magaz dicht am Protogin finden sich die best erhaltenen Versteinerungen ohne irgend eine Aenderung. In Bezug auf das Vorkommen von *Equisetum Sismondae*, im Gneiss von Veltlin, das man für einen unumstösslichen Beweiss zu Gunsten der Bildung des Gneisses durch Metamorphose angeführt habe, glaubt Favre, dass bei einer Umänderung der Schiefer in krystallinisches Gestein die feinen Theilchen der zarten Pflanze sich unmöglich hätten erhalten können. Metamorphismus ist dem Verfasser eine verborgene, unbekannte Kraft, der man die Erfolge zuschreibt, von denen man sich keine Rechenschaft geben könne, von der man jedoch wünschen müsse, dass ihr Name bald aus dem Wörterbuch der Wissenschaft gestrichen werde.

Man muss wenigstens bezüglich der krystallinischen Schiefer dieser Ansicht unbedingt beistimmen oder überhaupt alle Gesteine, welche nach ihrer Sedimentation oder Erstarrung irgend eine Aenderung erlitten haben, — und das sind alle, selbst Sedimentgesteine, ausnahmslos — als metamorphische erklären. Selbst der gewöhnlichste Kalkstein hat seit seinem ersten Körner- oder Staub-artigen Absatz bis zum Zustande einer festen Felsmasse grosse Metamorphosen durchgemacht. Wir stimmen insofern der oben ausgesprochenen Ansicht bei, als jeder Metamorphismus zu verwerfen ist, bei dem man sich über die verändernden Vorgänge nicht Rechenschaft geben kann. Indessen bleiben immerhin eine Reihe von Erscheinungen übrig, die sich durch eine materielle Umänderung früher vorhandener Felsarten vollständig exakt erklären lassen. Ich erwähne nur die Verwandelung von Enstatit- oder von Olivinfels in Serpentin. Doch beschränken sich derartige Metamorphosen auf Infiltrationserscheinungen und Umänderung nach Art der Pseudomorphosen. Es dürfte daher geeignet sein, statt des allerdings vielfach missbrauchten Wortes Metamorphose den Begriff Pseudomorphose auch auf ganze Felsmassen anzuwenden.

Es erübrigt noch die Erklärung zu erwähnen, welche der Verfasser nach dem Vorgange Lory's im XXIII. Kapitel seines Werkes über die Fächerstruktur des Mont-Blanc Massiv's, welche mit gewisser Modifikation auf den ganzen Gebirgsbau der Alpen Anwendung finden kann, giebt. Sie stützt sich auf die Annahme einer wahren Schichtung der krystallinischen Schiefer und einer lagenweisen Ausbildung des Protogin's. Man muss annehmen, dass die krystallinischen Schiefer beim Beginn des letzten Hauptgestaltungsaktes der Alpen von einer sehr energischen Pression ergriffen, eine sehr vorspringende Falte bildeten und durch das Uebermaass der Krümmung auseinander brachen, so dass der zuerst

unter den Schiefern in der Tiefe lagernde Protogin im Mittelpunkt der Berstung zum Vorschein kam. Die oberen Partieen der so gehobenen Kette erlitten eine nur schwache Seitenpressung, während die tieferen mit grosser Gewalt durch die Wirkung der benachbarten, weniger hervorragenden Falten zusammengedrückt wurden und eine Lage annehmen mussten nach Analogie der Halmen in einer Garbe. Auf ähnlichen Vorgängen beruht auch die Struktur der angeschlossenen jüngeren Sedimentärschichten in ihren halbfächerförmigen, gewölbartigen oder selbst überstürzten Lagerungen.

Wenn der Verfasser annimmt, dass der Ursprung der Gebirge nicht einer Erhebung (soulévement) im vertikalen Sinne zugeschrieben werden könne, weil dann die Schichten einfach antiklinal aufgerichtet und zersprengt worden wären, so ist doch nicht abzusehen, wenn ich recht verstehe, wie die erste Wirkung der Pression in der Centralkette entstanden sei. Mir scheint in der That eine Emporhebung gewisser fester Gebirgstheile in der Centralkette angenommen werden zu müssen, welche, indem durch dieses Emporpressen fester Massen zwischen die früher auflagernden Schiefer ein Raum geschaffen werden musste, welcher die eingeschobenen Massen einnehmen konnte, ein Auseinanderdrängen der seitlich gelagerten Schichten verursachte und auf diese nur in Form eines Seitendrucks wirken konnte, wie ich bereits ausführlich (S. 855 m. W.) ausgesprochen habe. Im grossen Ganzen glaube ich jedoch die Ueberstimmung unserer Ansichten über den Gebirgsbau der Alpen in zwei so entfernt liegenden Theilen derselben constatiren zu dürfen.

So sehen wir durch dieses Meisterwerk der descriptiven Geologie eine jener grossen Lücken auf die würdigste Weise ausgefüllt, welche die bisher erschienenen Monographien über einzelne Theile der Alpenkette noch gelassen hatten und wir begrüssen mit grosser Freude die Uebereinstimmung

der Resultate der Forschungen im Osten und Westen der Alpen, die der Hoffnung Raum geben, dass das so schwierige Gebiet der Alpen bald in allen Theilen gleichmässig geognostisch untersucht und in seinem verwickelten Gebirgsbau klar aufgeschlossen vor Augen gestellt sein werde.

Historische Classe.

Sitzung vom 7. Dezember 1867.

Herr Rockinger machte Mittheilungen:

„Zur äussern Geschichte der Entwicklung der bayerischen Landesgesetzgebung von Kaiser Ludwig's oberbayerischen Landrechten bis in den Beginn des 16. Jahrhunderts".

BAYERISCHE STAATS-BIBLIOTHEK MÜNCHEN