

Die Entstehung der Molasse auf der Nordseite der Alpen.

Antrittsvorlesung an der Universität Zürich, gehalten den 16. Januar 1904

Von

Louis Rollier.

Die ältesten Autoren, so z. B. Gruner¹⁾, welche sich mit der Molasse beschäftigt haben, betrachteten sie als Ablagerung eines früheren Sees, der Helvetien zwischen Alpen und Jura erfüllte und sich auf einmal mit einem Durchbruch bei Laufenburg und Koblenz a/Aare entleerte. Später entdeckte man auch Molasse in den Tälern des Jura und weiter nördlich bei Basel und im Elsass. Peter Merian²⁾ und Bernhard Studer³⁾, welche ausführlichere Beschreibungen der Molasse⁴⁾ gaben, erkannten an ihren Versteine-

¹⁾ Die Naturgeschichte Helvetiens in der alten Welt, in 8°, Bern 1775.

²⁾ Übersicht der Beschaffenheit der Gebirgsbildungen in den Umgebungen von Basel. Beiträge zur Geognosie, in 8°, Basel 1821.

³⁾ Beiträge zu einer Monographie der Molasse, in 8°, Bern 1825.

⁴⁾ Anmerkung. Die Bezeichnung Molasse ist romanischer Abstammung und wird in älteren Werken (zunächst in H.-B. de Saussure's Voyage dans les Alpes, in 4°, Neuchâtel 1779, und dann in sämtlichen deutschen Abhandlungen über diesen Gegenstand von Heer, Studer u. a., auch in den französischen Dictionnaires) richtig so wie hier orthographiert. Sie wurde aber von A. Brongniart (Description géologique des environs de Paris, in 4°, 1821) und von anderen in *grès mollasse* umgewandelt, was zu verwerfen ist. Man unterscheidet überall richtig zwischen einem harten und einem weichen Molasse-Sandstein, was nicht möglich wäre, wenn man die Wurzel des Wortes im Pejorativ von *mou* (*mollasse*) suchen würde. Weiche Mollasse wäre Pleonasmus, harte Mollasse ein Unsinn. Übrigens ist das Wort *mou*, *mol* (*mollis*) in den romanischen Dialekten sehr selten und wäre sonst ebenso wenig wie dessen Pejorativ für einen Stein wohl nicht in Anwendung gekommen. *Mol* findet sich bei den Troubadours. Molasse wird im eigentlichen Sinne des Wortes nur für unangenehm weiche Gegenstände, wie Fleisch, Haut (Mollusken) etc., angewendet. Hingegen findet man als Synonyme unserer Molasse: *Pierre de moulasse*,

rungen eine marine und eine Süßwasser-Molasse. Sie wundern sich darüber, dass bald die eine, bald die andere die Oberfläche des Bodens bildet; bei Bern bedeckt die marine die Süßwasser-Molasse, bei Basel umgekehrt bedeckt die Süßwasser-Molasse eine marine Molasse. Doch erkannte man bald, dass die marine Molasse bei Basel und Pruntrut tiefer liegt als die marine Molasse bei Bern, und dass sie im Alter von dieser auch verschieden sei, so dass beide durch die vermutlichen Süßwasser-Bildungen getrennt sind. Ferner erkannte man bald, dass die marine Molasse von Bern mit dem sogenannten Muschelsandstein von den jüngeren Süßwasserbildungen der Ostschweiz (Napf, Uetliberg bei Zürich, Thurgau etc.) bedeckt wird.

Es gibt also im Molassebecken der Schweiz, von Bayern und des Rhonetales folgende Stufen, die wir vorläufig noch mit den alten Benennungen bezeichnen:

Diese Linie mit dem Pfeil nach rechts soll die Trans- gression nach Nord an- deuten!	Obere Süßwasser-Molasse	} Jüngere Molasse
	Eigentl. marine Molasse (Helvétien Mayer)	} Miocän
	Untere Süßwasser-Molasse	} Ältere Molasse
	Untere marine Molasse (Tongrien d'orb.)	} Oligocän

Von früher her wird es ferner behauptet: Die subalpine Nagelfluh (Rigi, Speer etc.) gehe durch sämtliche Schichten der

pierre à molar (Wallerius), *pietra molera* (Lavizzari), was so viel als Form- und Weizstein bedeutet und von *modelare* oder von *molare* (mahlen und schleifen), wie *molette* (Weizstein), *molard* (Schleifer), oder auch schliesslich von *moles* (Masse), wie *moilon* (Quaderstein), *môle* und *molard* (Hügel), abzuleiten ist. Alle diese Wörter sind nämlich miteinander, keineswegs aber mit *mollis* verwandt. Die Haupteigenschaften der Molasse werden bei dieser Abstammung ausgedrückt, nämlich die Eigenschaft der Molasse, sich zerreiben und mahlen zu lassen, sowie auch durch Verwitterung in einen mehligten Sand zu zerfallen („*rasura dans farinam*“, sagt Wallerius). Ferner wird daran erinnert, dass man im Molasse-Sandstein Negative oder Formen (*moules*) für das Giessen von Metallgegenständen (bei den Pfahlbauten schon in Anwendung!) leicht aushöhlen kann, und schliesslich, dass man in diesem seit alter Zeit vielfach gebrauchten Bausteine Ornamente (*mouluures*) durch Schleifen und Abreiben verfertigen kann. *Pierre de moulasse* wird auch im östlichen Frankreich für den Vogesensandstein gebraucht. *Pietra molera* ist ferner auch eine gewöhnliche weiche Molasse und kein Mühlstein (*molière* oder *meulière*) der *cos molaris* bei Wallerius, den man in gleicher Weise von *mola* (Mühlstein) abzuleiten pflegt.

Molasse mit ihr wechsellagernd von der ältesten bis zur obersten Schicht am Nordfusse der Alpen hindurch.

Gibt es nun hier etwas zu ändern oder anders aufzufassen?

Vor mehr als 10 Jahren habe ich schon die Überzeugung gewonnen, dass diese Vierteilung der Molasse und besonders die Bezeichnung „Untere Süßwasser-Molasse“ der wahrscheinlichen Entstehungsweise und Stratigraphie der Molasse nicht entspricht. Vor allem muss man betonen, dass das, was wir in der Schweiz als Untere Süßwasser-Molasse bezeichnen, im Elsass und in der Umgebung von Basel bis auf die obersten Süßwasserkalke durchgehends marin ist. So ist z. B. die Molasse von Binningen mit *Ostrea crispata* Goldf., *O. palliata* Goldf. und diejenige von Dammerkirch im Elsass mit *Pectunculus obovatus* Lmk. etc. marin. Ebenso bemerkt man zwischen den Kohlenflötzen der Miesbacher Gegend in Bayern ganz entschieden marine Schichten voll Turritellen, *Ostrea*, *Mytilus Corbula*, *Psammobia* etc.

Cerithium und *Potamides* gelten allgemein für marine und brackische Schnecken. Gerade in sehr kondensiertem Salzwasser leben jetzt noch mehrere Arten¹⁾. Nun kennt man in der sogenannten Untern Süßwasser-Molasse (Aquitaniens Mayer) des Kantons Waadt bei Ouchy am Lemane und in der Nähe von Yverdon (Epauthières) Cerithiensichten gerade wie in Miesbach (*Potamides margaritaceus* Brgt. etc.). In der Nähe der Lagunen, in welchen diese Tiere gelebt haben, müssen doch marine Gewässer gestanden haben, damit Lagunen überhaupt, wenn auch nur stellenweise, sich bilden konnten. Das wird jetzt auch für Miesbach angenommen²⁾.

Die Bänke mit *Helix (Plebecula) Ramondi* A. Brgt. von Rochette bei Lausanne und anderswo sind keine lakustre Absätze, sondern marine; so auch die Blättersandsteine von Aarwangen etc., die alle ins Meer geschwemmte Landprodukte enthalten. Man muss auch nicht vergessen, dass an vielen Stellen, sogar die höheren Schichten der sogenannten Untern Süßwasser-Molasse

¹⁾ So z. B. *Cer. mammillatum* des Mittelmeeres in den salzigen Gräbern bei Siwah zu tausenden! Vide K. Zittel: Die lybische Wüste p. 264 (Jahresbericht der geographischen Gesellschaft in München, Jahrg. 1875).

²⁾ W. Wolff: Die Fauna der südbayerischen Oligocänmolasse in Palaeontographica Bd. 34, p. 297 und ff.

Gypslinsen enthalten (Berner Jura, Genf etc.), bei Orbe und Chavornay, sowie bei Pechelbronn im Unter-Elsass Petrol, und dass in letztgenannten Orte zwischen den ölführenden Schichten Salzwasser zum Vorschein kommt.

Also an vielen Orten nördlich der Alpen enthält die sogenannte Untere Süßwasser-Molasse Meeresprodukte, und aus hergeschwemmten Helices, Limnaen, Melanien u. s. f., die auf dem Festlande, nicht auf dem Molasseschlamm, gelebt haben, darf man nicht so allgemein auf eine Süßwasserbildung schliessen, die fast unverändert zwischen Valence in der Dauphiné und Regensburg und weiter nach Süd-Osten sich erstreckt (wie es jetzt noch so vielfach behauptet wird). Vielmehr ist das Vorhandensein littoraler Lagunen samt ihrem Süßwasserkalk der Beweis, dass sie sich eben von Zeit zu Zeit wieder mit den subalpinen marinen Gewässern in Verbindung gesetzt haben, und dass sie von denselben zeitweise wieder verwischt und bedeckt wurden.

Die Süßwasserkalke des Aquitanien sind überall westlich Genf und Grenoble, sowie auch im Jura, als Endglied der älteren oder oligocänen Molasse, entwickelt. Man darf deshalb annehmen, dass das subalpine Meer nur mit dem Wienerbecken und Ungarn in Verbindung stand und vom französischen Aquitanbusen abgetrennt war.

Mit den ersten Ablagerungen der darüber folgenden eigentlichen marinen Molasse der Schweiz ist aber die Verbindung der subalpinen mit den südfranzösischen Gewässern vollzogen. Das ist eben mit der sogenannten Lausanner-Molasse geschehen, worin wir eine marine Fauna hie und da, z. B. am Ueberlingersee, wo sie früher übersehen wurde, und im Berner Jura nachweisen können.

Jetzt transgredieren die marinen Gewässer im helvetischen Becken und erreichen bald den Randen und eine grosse Ausdehnung auf dem Jurakalk der Alb. Der Randengrobkalk voll mariner Conchylien (*Ostrea*, *Pecten*, *Nerita Laffoni* Mer., *Melanopsis citharella* Mer. etc.) ist somit nicht die älteste Schicht der Molasse, wie dies noch mehrere schwäbische Geologen glauben, sondern eine jüngere Bildung als der schweizerische Muschelsandstein von Würenlos, Lenzburg, Estavayer u. s. f., und das kann man

eben durch genau festgestellte und nahegelegene Profile im nördlichen Kanton Zürich nachweisen¹⁾).

Nach dieser Transgression des Miocän im Jura und auf der Alb erfolgt eine Ausfüllung des schweizerisch-bayrischen Beckens durch die Hauptmasse der Nagelfluh, und es wird das Meer im Dauphiné, sowie auch wahrscheinlich in Niederbayern von unserem Molassemeer abgetrennt, so dass eine Ausstüßung dieses Beckens sich allmählich vollzog. Die obere Süßwasser-Molasse bleibt wenigstens in ihren höheren Schichten doch noch immer eine Süßwasser-, respektive Fluss- und Deltabildung.

Nach diesem flüchtigen Blick auf die Entstehung unserer Molasse müssen wir also mit Gümbel²⁾ eine einfache Zweiteilung der gesamten Molasse-Ablagerungen annehmen: eine ältere oder oligocäne Molasse für die beiden unteren früheren Abteilungen und eine jüngere oder miocäne Molasse für die beiden oberen. Die beiden jetzigen Glieder der Molasse sind durch eine Transgression des Meeres in unseren Gegenden von einander scharf getrennt, d. h. die miocäne Molasse überschreitet das Gebiet der oligocänen nach Norden.

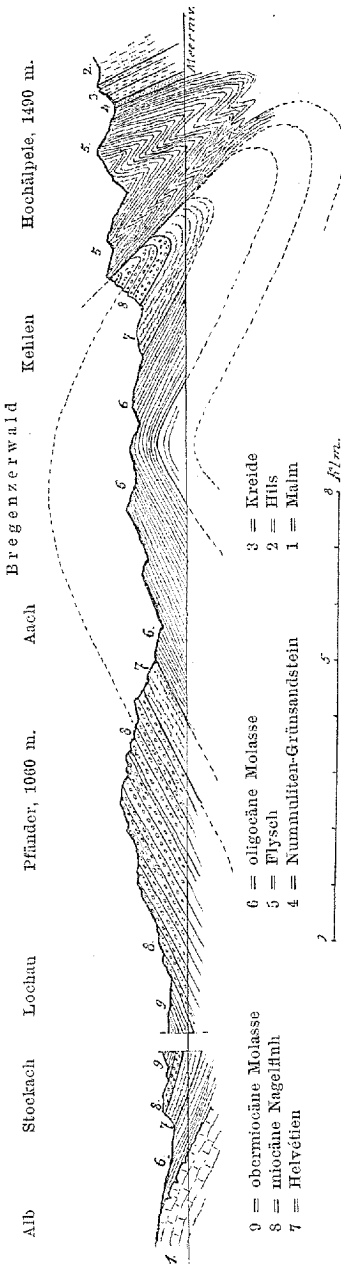
Umgekehrt verhalten sich die beiden Unterabteilungen am Nord-Rande der Alpen, und dieser Umstand rechtfertigt noch unsere Zweiteilung. Die ältere oder oligocäne Molasse dringt in die Alpentäler ein, z. B. in das Inntal bei Häring und bei Reit-im-Winkl, während die miocäne Molasse den Nord-Rand der Kalkalpen nirgends überschreitet. Früher hat man die Ablagerungen von Häring etc. dem Eocän zugerechnet, erst neuere Untersuchungen³⁾ haben gezeigt, dass es sich um jüngere, also oligocäne, Bildungen handelt.

¹⁾ Archives des sc. phys. et nat. de Genève, 4^e pér., t. 14, p. 642—649, décembre 1902; Centralblatt für Mineral. 1903, Nr. 15.

²⁾ C. W. Gümbel: Geognostische Beschreibung des bayer. Alpengebirges und seines Vorlandes (Geog. Beschreibung von Bayern Bd. I) p. 676, p. 756, Tabelle p. 770 u. a. a. O., gr. in 8^o, Gotha 1861.

³⁾ C. W. von Gümbel: Die geologische Stellung der Tertiärschichten von Reit-im-Winkl in Geognos. Jahreshäfte des Oberbergamtes in München, 2. Jahrg. 1889, p. 175. — O. M. Reis: Die Korallen der Reiterschichten *ibidem* (p. 94), p. 91—161, Sep.-Abdr., in 8^o, München, und Referat in Neues Jahrb. für Min. Jahrg. 1895, Bd. II, p. 488—491.

Geologisches Profil des Bregenzerwaldes von Dr. L. Rollier, 1901.



Wir müssen demnach auf unseren Schweizerkarten ganz klar und bestimmt die beiden genannten Zonen oder Stufen der Molasse unterscheiden, die wir stratigraphisch und geogenetisch in allen Molasseprofilen so sicher und allgemein im Einklang mit der Tertiärgliederung anderer Länder aufstellen können. Jetzt herrscht noch allgemein die Meinung, dass unsere subalpine Nagelfluh sich durch die ganze Molasseformation hindurch erstreckte, und dass die obersten Nagelfluhschichten des Rigi, des Speer etc. den ältesten Schichten der Molasse, also Unteroligocän, entsprechen. Dem ist aber nicht so.

Das kann man durch beiliegendes Profil ¹⁾, das ich an dem rechten Ufer des Rheins, am Pfänder und im Bregenzerwalde, aufgenommen habe, beweisen.

Besonders die Geologen der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien, später auch Gümbel und andere, glaubten, dass hier eine ältere Zone, Oligocän, am Fusse der Kreideketten und nur eine jüngere Zone, Miocän, darüber vorhanden sei. Doch ist östlich Dornbirn bei Kehlen ganz

¹⁾ Herr Professor Alb. Heim hat die Tafel meines Profils für die Vierteljahrschrift selbst gezeichnet, wofür ich ihm an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank aussprechen möchte.

deutlich wieder die Pfändernagelfluh zu sehen und darunter marine Wetzsteine mit *Cardium commune* May., entsprechend St. Galler Schichten, im Südschenkel eines gewaltigen und sonst sehr regelmässigen Gewölbes, das mitten durch den Bregenzerwald streicht.

Und nun ist auf Schweizerboden dieses Gewölbe ganz ähnlich mitten im Kanton Appenzell A.-Rh. und weiter westlich zu verfolgen. Dazu gesellen sich hier noch südlichere Falten, die sich in tektonischer Beziehung zum Flysch und zu den Kreideketten (z. B. im Toggenburg, am Speer, Rigi etc.) entsprechend verhalten wie die grosse Molasse-Antiklinale des Bregenzerwaldes. Man sieht nämlich längs des Alpenrandes den Flysch und die Kreideketten an sehr vielen Stellen über die südlichste Falte der Molasse überschoben.

Die Stratigraphie der subalpinen Molasse lässt sich im Bregenzerwalde ganz klar feststellen. Man sieht hier auf das deutlichste, dass die Nagelfluh bloss im Miocän existiert, und dass das Oligocän davon vollständig frei bleibt. Und genau so ist es auch im Appenzellerland, im Kanton Schwyz bei Einsiedeln in den tiefsten sichtbaren Schichten der offenen Antiklinalen der Molasse, dann wieder am Genfersee etc. Ich habe die sogenannte rote Molasse, die genau dem Aquitanien im Jurazug (Neuhausen, Eglisau, Wettingen, Berner Jura, Molasse rouge du pied du Jura etc.) entspricht, überall frei von Nagelfluh gefunden. Und diese rote Molasse ist die höchste Stufe des Oligocäns, nicht die älteste, denn darunter kommen noch die Rallig-Sandsteine, Vaulruz-Sandsteine, Biltenbachschichten mit Cardien etc. vor, die der unteren marinen Molasse entsprechen. Auch hier sind die Nagelfluhschichten so gut wie unbekannt. Ich muss daher entschieden die Verhältnisse des Speer, des Rigi, von Thun, von Vevey und auch im Tale von St. Laurent und von Voreppe bei Grenoble genau wie diejenigen im Bregenzerwalde deuten, nämlich: die subalpine Nagelfluh ist überall miocän, nicht oligocän, und der Kontakt mit dem Flysch und den Kreideketten ist fast überall eine grosse Überschiebungsfäche.

Diese Tatsache muss uns aber, wenn wir zur Genese unserer Nagelfluh übergehen, gar nicht Wunder nehmen. Die Molasse muss überall am Fusse der Alpen diskordant abgelagert worden sein. Die letzten Arbeiten über Zusammensetzung und Herkunft

der subalpinen Nagelfluh ¹⁾ und der sogenannten Klippen und exotischen Gesteine der Alpen zeigen uns zur Genüge, dass zur Bildungszeit von Molasse und Nagelfluh die Alpen eine allgemeine Decke von Flysch mit exotischen oder besser gesagt mit vindelicischen Gesteinen besaßen, welche durch Erosion und Abtragung dem Molassemeer Sand- und Kiesbänke geliefert haben.

Woher diese sogenannten exotischen Gesteine und Klippen herrühren, darüber wollen wir hier nicht diskutieren, wir können nur sagen: während des Flyschabsatzes sind noch zum Teil unerklärte Phänomene vor sich gegangen, welche in den Flysch bunte Breccien aus krystallinen und vulkanischen Gesteinen sowie eigentümliche, den Schweizer-Hochalpen fremde Sedimentgesteine, ja ganze Berge, wie Mythen, Buochserhorn, Stanzerhorn, Giswylerstöcke etc., eingebettet haben. Die Flyschdecke erstreckte sich ursprünglich, wie aus der Stratigraphie des Eocän zu schliessen ist, ganz allgemein und mächtig über die noch wenig gehobenen und wenig erodierten Alpen. Das können wir aus dem gesamten Volumen der wenigstens 2000 m. mächtigen Molasse direkt schliessen. Am Nordfusse dieses Mittelgebirges befindet sich zunächst ein schmaler Meerbusen: die Erosion führt nur feinere Sedimente aus der Flyschdecke ins Meer, darunter auch schon rote Granite, besonders aber Flyschsandsteine und Flyschkalke. Mit dem Miocän erfolgt eine neue orogenetische Bewegung, eine neue Hebung und vielleicht schon Faltung der Alpen, dann aber gewinnt die Erosion und Abtragung der Flyschdecke mit ihren vindelicischen Gesteinen eine grössere Intensität. So kam auf einmal eine allgemeine Kiesbildung zu stande, welche bis ans Ende der Miocänzeit, zunächst am Nordrande der Alpen, herrschte, dann nach und nach das ganze Molassebecken mit Sandstein und wechsellagernden Nagelfluhbänken weit und breit erfüllte, bis endlich das Meerwasser vertrieben wurde. Die verschiedenen Deltas des Molassemeeres hatten alle vereinigt das Meerniveau erreicht. Das war

¹⁾ J. Früh: Zur Kenntnis der Nagelfluh der Schweiz in Denkschriften der schweiz. nat. Gesell., Bd. 30, 1888.

H. Frey: Zur Heimatbestimmung der Nagelfluh. Programm (Bericht) des städtischen Gymnasium Bern 1892.

E. C. Quereau: Die Klippenregion von Yberg (Sihltal) p. 140 und ff. in Beiträge z. geol. Karte der Schweiz, neue Folge, Lief. 3, in 4^o, Bern 1893.

am Schluss der Miocänperiode. — Dann Trockenlegung des schweizerisch-bayrischen Mittellandes, Faltung und Erosion des Jura, Hauptfaltung der Alpen während der Pliocänzeit — Talbildung, wiederholte Vergletscherungen und Terrassierung unseres Hügellandes; so haben sich die jetzigen Bodenformen in der Molasse und in den sie umschliessenden Bergen allmählich während der Quartärperiode herausmodelliert.

Über die organischen Einschlüsse unserer Molasse kann ich mich nunmehr kurz fassen.

Dass dieselben zum grössten Teil aus dem umliegenden Festlande und mit dem Sediment an ihre jetzige Stätte gelangt sind, braucht kaum heute noch bewiesen zu werden. So sind die vielen tropischen Baum- und Blattreste, die Knochen der vorweltlichen Landtiere, die Schalen der Süswasser- und Landschnecken etc. auf weite Flächen hingeschwemmt worden. Höchstens kann man in der oberen Süswasser-Molasse und in den alpinen Deltasumpfige Stellen mit Morasten, ähnlich denen der jetzigen Mündung des Mississippistromes, annehmen, doch ist auch für die wenigen Kohlenflötze des Obermiocän einfach Treibholz mit allfälligen Skeletteilen von Landtieren gar keine Unmöglichkeit, sondern eher die Regel. Die merkwürdigen grossen Sumpfschildkröten von Veltheim bei Winterthur aus der obermiocänen Molasse, dann die gemischte Fauna von Sorvilier im Berner Jura (prachtvolle Pholaden in Kalkgeröllen der obermiocänen Dinothieriensande mit marinen und Landschnecken), die Taschenkrebse (*Gecarcinus*) von Oeningen etc. beweisen genug, dass hoch hinauf ins Obermiocän die Molassefluten noch salzig waren. Man muss die Bezeichnung Obere Süswasser-Molasse auch nicht übertreiben, wie es so oft vielfach noch geschieht.

Heer kannte 700 Phanerogamenarten aus der Molasse und spricht vom üppigen Gepräge der damaligen Flora, die eine mittlere Jahrestemperatur von ungefähr 18 bis 20°C. brauchte und der Vegetation von Madeira und der Südstaaten der Union gleicht. Vom jetzt hochgelegenen und kalten Tale von Locle und La Chaux-de-fonds hat er 150 Arten dieser subtropischen Flora bestimmt und beschrieben.

Die Fauna ist nicht weniger reich, doch ist jetzt noch kein vollständiges Verzeichnis (ausgenommen das für das Helvétien

von Prof. K. Mayer) darüber erstellt worden. Wir dürfen jedenfalls unsere Molassefauna in Bezug auf Land- und Süßwassermollusken mit derjenigen der Antillen und der Südstaaten der Union vergleichen. Die marinen Conchylien lassen sich zum Teil mit solchen des Senegals und der wärmeren Teile des Mittelmeeres und der atlantischen Ostküste vergleichen.

Die Säugetiere und die meisten anderen Wirbeltiere, die uns bekannt geworden sind, sind alle ausgestorben. Das gilt bei den Säugern nicht nur für die verschiedenen Arten, sondern noch für ganze Genera und Familien. Ganz typisch für unsere Molasse sind die Überreste des riesigen *Dinotherium*, das in der jetzigen Schöpfung keinen Vertreter mehr hat. Es wird noch im Pliocän von Griechenland (Pikermi) zitiert, und man hat für die Dinotheriensande des Rheintales den Schluss gezogen, dass dieselben auch Pliocän wären. In Bayern, in unserer schweizerischen Molasse ist *Dinotherium* entschieden obermiocän. Die Dinotheriensande des Rheintales haben ihre südlichste Fundstelle bei Delsberg im Berner Jura, wo *Dinotherium*-Reste ebenfalls mit Oeningerpflanzen gefunden worden sind. Somit ist der Beweis geliefert, dass die Dinotheriensande des Rheintales ebenfalls Obermiocän sind.

Die Molasse der oberrheinischen Tiefebene von Basel bis Mainz hinunter stimmt in grossen Zügen mit unseren schweizerischen Ablagerungen überein. Jedenfalls sind zur Oligocänzeit die alpinen Sedimente bis an die pfälzische Grenze hinunter gelangt. Man findet aber darin eine grosse Küsten-Konglomeratbildung, die aus der ursprünglichen Decke der Vogesen und des Schwarzwaldes herrührt, und die meistens aus jurassischen Geröllen zusammengesetzt ist. Die miocänen Ablagerungen hingegen bestehen vorwiegend aus Buntsandstein-Material. So haben wir mit der subalpinen Nagelfluh eine gewisse Parallele zu ziehen. Nur sind die ersten Geröllablagerungen am Fusse der Vogesen und Schwarzwald viel älter als die ersten Nagelfluhschichten am Nord-Fusse der Alpen.

Der von dem Molassemeer unbedeckt gebliebene Teil des Jura hat am Jurastrande zu verschiedenen Zeiten Kalkgerölle erzeugt. Man findet dementsprechend Juranagelfluh-Bildungen in verschiedenen Niveaux der Molasse des Jura eingelagert. Und

dies ist eben auch der Fall am Süd-Fusse der Schwäbischen Alb, wo Millionen von Jurageröllen mit vereinzelt Kieselknollen, Bohnerz-Konkretionen und sogar Säugetierresten der Eocänzeit (letztere infolge von Aufwühlung und somit in zweiter Lagerstätte) in Gesellschaft von miocänen Faunen in Molasse-Ablagerungen vorkommen. In den Umgebungen von Basel (Dornach, Oltingen, Delsberg, Pruntrut bis Indevillers und Fessevillers) und bei Belfort (Roppe, Montbéliard, Audincourt, Bourogne etc.) findet man oligocäne Kalkkonglomerate entsprechend denen des Elsass' und des Breisgaus, dann sind solche bei Hoppetenzell bei Stockach im Badischen Seekreise auf dem Jurakalk der Alb an der Basis der oligocänen Süßwasserkalke sehr bedeutungsvoll für die oligocäne Erosion am Nord-Strande des Molassemeeres. Ferner sind die meisten Juragerölle der Alb, die in marinen mittelmiocänen Muschelbreccien und höher eingeschlossen sind (Mösskirch, Winterlingen bei Sigmaringen, Beimerstetten bis Dischingen östlich Ulm etc.) beredte Zeugen der Abtragung der Schwäbischen Alb und des Randes bei Schaffhausen zur Miocän- und Obermiocän-Zeit, also zur Zeit, wo das Rheintal ausschliesslich Buntsandstein-Material aus den umliegenden Bergen erhielt. Kalknagelfluh ist somit gar nicht überall vom gleichen Alter¹⁾. Die Kalkdecke, woraus sie hervorgegangen ist, wurde auch nicht überall gleich schnell abgetragen, weil sie ursprünglich auch nicht überall gleich mächtig war. Auf den Vogesen und auf dem nördlichen Teile des Schwarzwaldes war sie schon anfangs der Miocänzeit fast völlig abradiert. Auf den Alpen ging zunächst die mächtige Flyschdecke samt ihren fremden (vindelicischen) Einschlüssen während der Oligocän- und Miocänzeit (Molasseperiode) in Sand und Kies über, und erst dann wurde der eigentliche Kalkmantel

¹⁾ In der Nagelfluh der Schweiz hat man vielfach die Ansicht ausgesprochen, die Kalknagelfluh wäre die ältere und die bunte Nagelfluh (mit roten und grünen Granitgeröllen) die jüngere. Im allgemeinen ist es aber gerade umgekehrt, doch kommen stellenweise rote Granite ebenso gut oben (Zürichberg) als unten (Hohe Rhone) vor. In Ostbayern und im Innthale kommt aber eine eigentümliche Kalknagelfluh mit kleinen Geröllen schon tief im Oligocän vor. Die miocäne Nagelfluh des Peissenberges hat auffallend grössere Gerölle und stimmt schon besser mit derjenigen des Pfänders überein.

der Alpen gefaltet und mächtig von der Erosion angegriffen. Auf der Südseite der Schwäbischen Alb arbeitete die Erosion fortwährend nur im weissen Jurakalksteine und in den darauf vorkommenden Relikten von oligocänen Rugulosa- und Sylvanakalken, worüber ich an einer anderen Stelle merkwürdige Verhältnisse nachgewiesen habe. (*Vide*: Zentralblatt für Min. Mai 1900, Bull. Soc. géol. France, 4^e sér., t. 2, p. 278 et suiv., Vierteljahrsschrift der nat. Gesell. in Zürich, 48. Jahrg. Juli 1903, p. 307 und folg.).
