

## Tektonische Fragen im oberbayerischen Voralpengebiet.

Von K. Boden.

(Schluß.)

Die Verhältnisse deuten darauf hin, daß nicht etwa entfernt gelegene kalkalpine Gebiete aufbereitet wurden, sondern dieselben müssen in allernächster Nähe gelegen haben. Das Flyschmeer hat an einem Kalkalpenrande gebrandet und die Ablagerungen dieser Brandungszone, dieses ursprünglichen Flyschrandes, sind in ziemlich unveränderter Form erhalten geblieben. Zumeist läuft dieser ehemalige Küstensaum vollkommen parallel mit den kalkalpinen Falten.

Untermischt mit dem wirr aufgeschichteten kalkalpinen Detritus am südlichen Flyschrand, in dem alle Gesteinstypen aus den angrenzenden Kalkalpen vertreten sind und in dem grobes und feines, hartes und weiches Material ohne Sonderung in Lagen bunt durcheinanderliegt, sind mehr oder weniger reichlich, aber nie in großen Mengen, nuß- bis kopfgroße exotische Gerölle eingestreut, die im scharfen Kontrast zu dem umschließenden klastischen kalkalpinen Material nur streng ausgelesene vollkommen abgeschliffene Komponenten darstellen. Kristalline Schieferfetzen oder überhaupt weichere exotische Bestandteile fehlen vollständig, lediglich äußerst widerstandsfähige Gesteine, die gegenüber den kalkalpinen auf eine weite Verfrachtung hindeuten, sind erhalten geblieben. Dieser schroffe Gegensatz läßt sich nur dadurch erklären, daß die exotischen Bestandteile bereits im abgeschliffenen Zustande in die Konglomerate gelangten und älteren Schotterablagerungen entstammen. — Da das Auftreten der exotischen Gerölle in dem untersuchten Gebiet auf die grobklastische südliche Randfazies beschränkt ist, den übrigen Teilen derselben dagegen fehlt, können dieselben nur aus dem Süden hergeleitet werden, und zwar aus cretäischen Ablagerungen, welche die Kalkalpen ehemals überdeckten.

Die genauere petrographische Bearbeitung der Gerölle ist noch nicht zum Abschluß gekommen. Auf Grund vorläufiger Dünnschliffuntersuchungen konnte jedoch festgestellt werden, daß neben den am häufigsten vorkommenden Quarzen, Quarziten und Kieselschiefern vorwiegend Fluidalstruktur zeigende Quarzporphyre und Felsitporphyre sowie Felsitfelse vertreten sind. Außerdem finden sich stark zersetzte Diabase, Diabasporphyrite und granitisch-aplitische Ganggesteine. Dieselben exotischen Gerölle — die ebensowohl im Cenoman auftreten — werden auch aus den österreichischen Gosanablagerungen beschrieben und mit Gesteinen der Grauwackenzone identifiziert.

Danach ist auch die Herkunft der genannten exotischen Flysch- und Cenomangerölle der bayerischen Alpen aus der Grauwackenzone nicht zu bezweifeln, und zwar sind entsprechend der großen

Entfernung nur die härtesten Gesteinstypen erhalten geblieben. Vielfach zeigen die exotischen Flyschgerölle starke Verdrückungen und Verquetschungen und lassen auch im Dünnschliff tektonische Einwirkungen erkennen, die den kalkalpinen Bestandteilen fehlen.

Eine etwas andere Beschaffenheit weisen diejenigen Flyschkonglomerate auf, welche Bronn vom Nordabhang der Kampenwand beschrieben hat. Auch hier ist kantiges, kalkalpines Material untermischt mit stark abgeschliffenen Quarzporphyren und felsitischen Gesteinen, aber dazu gesellen sich in großer Menge ganz weiche Fetzen von Phylliten, Talkschiefern und Chloritschiefern, diese letzteren müssen aus der Nähe herbeigeführt sein und sind nicht alpinen, sondern vindelizischen Ursprungs. Dasselbe zeigt sich wieder in dem Konglomerat an der Halbammer am Nordrande des Flysches, in diesem liegen ebenfalls kalkalpine Bestandteile, vermengt mit vindelizischen weichen Phylliten und Chloritschiefern, und auch die schwarzen Schieferfetzen in den nummulitenführenden Flyschbreccien bei Schliersee stammen von vindelizischem Gebiet.

Das Auftreten der exotischen Gerölle ist demnach durchaus mit der Tatsache in Einklang zu bringen, daß die grobklastische Randfazies der Kieselkalkgruppe den ursprünglichen südlichen Flyschrand bildet. —

Die tektonischen Verhältnisse lassen also keineswegs den Schluß zu, daß die Kalkalpen den Flysch deckenförmig überlagern und außerdem beweist die Ausbildung des südlichen Flyschrandes, daß derselbe in seiner ursprünglichen Beschaffenheit an die Kalkalpen stößt und nicht tief vergraben unter den Kalkalpen liegt. Auch deuten keine fremdartigen Schubsplitter auf ein größeres Bewegungsausmaß hin. —

Diese Schlußfolgerungen werden durch die Tatsache nicht in Frage gestellt, daß der Kontakt von Kalkalpen und Flysch zumeist als steil gestellte tektonische Linie in die Erscheinung tritt. Die tektonischen Vorgänge waren hier eben nur von untergeordneter Bedeutung. Aneinanderpressungen, Auswäzungen und Verdrückungen, die den Bau der angrenzenden kalkalpinen Vorzone beherrschen, haben vielfach stattgefunden. Das zeigen besonders die zuweilen zwischen Jura und Flysch eingeklemmten Raibler Schollen. Auch die kurzen Überstülpungen der Kalkalpen über den Flysch bei Schliersee und Tegernsee tragen nur lokalen Charakter. Die Natur und das Ausmaß dieser Störungsvorgänge wechseln offenbar auf kurze Strecken bereits und bedingen daher nicht die Annahme einer großen Deckenverfrachtung. In den Lenggrieser Bergen im Tratenbach findet sich sogar ein Aufschluß, der den Kontakt von Lias mit Flyschkonglomeraten erkennen läßt, ohne Anzeichen einer zwischen beiden vorhandenen Störung.

Nicht jede Längsstörung bildet eine Schuppe oder Überschiebung. Gerade die fortwährend auf kurze Strecken wechselnde Intensität

des tektonischen Vorganges, das Aufhören und Wiederausetzen der Störungen, wie es besonders klar die tektonische Linie am Südrand der kalkalpinen Vorzone und auch viele andere Störungslinien innerhalb der kalkalpinen Vorzone zeigen, lassen darauf schließen, daß diese Störungsformen nicht als Abspaltungen und weite Schollenüberschiebungen aufzufassen sind, sondern daß im isoklinal gefalteten Gebirge durch Fortschreiten der Faltung ebensowohl Auswälvungen und Unterdrückungen von Schichtgliedern in weitestem Umfang entstehen können, und diesen kalkalpinen tektonischen Verhältnissen fügen sich auch noch diejenigen an der Flyschgrenze ein.

Die vorliegenden Untersuchungen führen nunmehr zu dem Resultat, daß allerdings große Masseuerverfrachtungen, weitausholende Überschiebungen am Nordrande der Alpen stattgefunden haben, die Bewegungsfläche lag jedoch nicht zwischen Kalkalpen und Flysch, sondern zwischen Flysch und Helvetien. Diese beiden Einheiten stehen einander fremd gegenüber und befinden sich in tektonischer Überlagerung. Der Flysch ist dagegen den Kalkalpen anzugliedern, beide sind gemeinsam und miteinander verschweißt nordwärts gewandert.

Da der Südrand der Kreide unter der Schubmasse begraben liegt, wird es uns vorenthalten bleiben, ein genaues Ausmaß der Verfrachtung zu berechnen. Allgemeine Anhaltspunkte hierfür gibt uns nur die Ausbildung der helvetischen Kreidesedimente. Am Außenrande des Flysches finden wir die senonen Sedimente in Verbindung mit dem Eocän bei Marienstein und außerdem im Jenbachthale zumeist als weiche Foraminiferenmergel. Zwischen Tölz und Heilbrunn dagegen vom Eocän überlagerte mergelige und sandig-glaukonitische Fazies, welche die Nähe vom Nordrand des Kreidebeckens andeuten. Bei Schliersee setzt sich die obere Kreide vornehmlich aus foraminiferenreichen roten und grauen Kalken zusammen, ähnlich der Scaglia der Südalpen, darunter liegen glaukonitische Gaultsandsteine und den Abschluß nach unten bilden massige, zuweilen oolithische Aptiengesteine, die alle Übergänge zwischen sandigen Kalken und Kalksandsteinen mit schwankendem Glaukonitgehalt zeigen und häufig erfüllt sind von Spongiennadeln, Crinoiden und Seeigelresten. Eingeschaltet in den Kalken finden sich sandig-tonige Orbitolinenschiefer. Tiefere Schichtglieder dieser nur etwa 100 m mächtigen Kreideserie treten nirgend zutage aus, jedoch könnte die starke tektonische Zusammenpressung der Kreide gegenüber der einfacheren Flyschtektonik vielleicht auf ein tiefer versenktes Becken hindeuten. Der starre Untergrund lag tiefer und daher erklärt sich die stärkere tektonische Beeinflussung der Kreide, trotzdem dieselbe in ihren unteren Teilen aus massigen und schwer faltbaren Schichten besteht.

Die Ausbildung der Kreidesedimente, insbesondere die detritusfreien inoceramenführenden Foraminiferenkalke der Seewenschichten von Schliersee zeigen, daß die Schichten nicht in einer schmalen Rinne zur Ablagerung kamen, sondern in einem ausgedehnten, abgetrennt nördlich vom Bildungsbereich des Flysches gelegenen Meerestrog und entsprechend der Breite dieses bereits durch die Faltung zusammengeschobenen Sedimentationsraumes muß auch der Flysch nordwärts gewandert sein. Die fast vollkommene tektonische Unterteufung des Flysches durch die Kreide ist im Bohrloch bei Wiessee festgestellt. Indessen kann es keinem Zweifel unterliegen, daß die helvetischen Schichten in immer größere Tiefen niedersinkend sich noch weit unter den Kalkalpen hinziehen. — — —

Es bleibt nunmehr die am wenigsten geklärte Frage zur Erörterung übrig, nach dem Verhältnis vom Flysch zu der vorgelagerten Molasse. Zumeist liegen in der Grenzregion breite Furchen, erfüllt mit jungen Ablagerungen, die den Kontakt verhüllen. Bei Marienstein, zwischen Tölz und Heilbrunn und im Kocheler Gebiet schieben sich außerdem schmale Streifen des Helveticums zwischen Flysch und Molasse ein. Lediglich im Schlierseegebiet stoßen beide Einheiten direkt aneinander. Die Grenze konnte hier auf eine Erstreckung von etwa 10 km in ihrem wesentlichen Verlauf durch die Kartierung festgelegt werden. Dabei zeigte sich, daß ein nördlichster breiter, östlich der Schlierach gelegener Sandsteinzug von der schwach südlich gebeugten Molassegrenze abgeschnitten wird und ebenso auch der westlich der Schlierach sich anschließende Kieselkalkzug. So daß die Molasse abwechselnd mit den beiden Flyschgruppen in Berührung kommt. Dieselben Verhältnisse ergeben sich bei Marienstein und bei Heilbrunn, wenn man die Flyschfalten über die schmalen Streifen des Helveticums bis zur Molasse ergänzt. Auch hier beobachtet man ebenso wie am jetzigen Nordrande des Flysches, der das Helveticum meist überragt, überall ein Auskeilen und Wiederansetzen der Faltenbänder des Flysches. Bald würde die Sandsteingruppe, bald die Kieselkalkgruppe an die Molasse heranreichen.

An diesen höchst unregelmäßig gestalteten Flyschnordrand legt sich — wie WERTHOFER gezeigt hat — in vollkommenster Gleichförmigkeit der Südrand einer Molassemulde, der stets von den ältesten Molasseschieden der unteren Meeresmolasse gebildet wird, die in normaler Aufeinanderfolge von den jüngeren Bildungen überlagert werden. Weder ein Abschneiden der einzelnen Molassestufen, noch ein Überquellen des Flysches ist zu beobachten. Auch dringen die alpinen Querstörungen nicht in die Molasse ein. Jeder tektonische Zusammenhang fehlt und die Lagerungsverhältnisse sprechen unbedingt gegen eine Überschiebung der Molasse durch den Flysch. Der Flysch bildete eine sich frei bewegende Decke, welche die Molasse nicht überwältigt, streckenweise vielleicht auch nicht erreicht hat.

Die größte Unregelmäßigkeit im Verlaufe des Flyschnordrandes findet sich jedoch am Kochel-See zwischen Schlehdorf und Ohlstadt. Die bei Benediktbeuern und Heilbrunn 6 km breite Flyschzone schrumpft westlich der Loisach auf 2 km zusammen. Die östlichen Flyschfalten sind hier nicht etwa zu einem engen Bündel zusammengepreßt, sondern nur der südlichste Kieselkalkzug und ein Teil der südlichsten Sandsteiumulde konnte durch die Kartierung nachgewiesen werden, die übrigen im Osten vorhandenen Flyschfalten fehlen. Östlich vom Murnauer Moos im Hörnle-Gebiet erreicht das Flyschband wieder dieselbe Ausdehnung wie bei Benediktbeuern, so daß eine tiefe und breite Einbuchtung in der Flyschzone entsteht. Eine ursprüngliche tektonische Überlagerung der Murnauer Molassemulde durch die zu ergänzenden Flyschteile ist nicht anzunehmen, da Erosionsreste erhalten sein müßten und auch hier spricht wieder der äußerst regelmäßige Bau vom Südrand der Molasse gegen eine solche Überschiebung.

Einen wichtigen Schlüssel zur Klärung der Frage nach der merkwürdigen unregelmäßigen Gestaltung des Flyschnordrandes bildet die Geröllführung der Molasseschichten, insbesondere die Zusammensetzung der mächtigen konglomeratischen Ablagerungen, die nahe der nördlichen Grenze der Oligocänmolasse die mittelmiozäne obere Meeresmolasse (stellenweise auch mittelmiozäne Brackwasserschichten) überlagern und die dem bereits ausgesäuten Obermiozän zugewiesen werden. Zugleich erhalten wir hierdurch gewisse Anhaltspunkte über den zeitlichen Verlauf der Krustenbewegungen im Alpengebiet. Die eigenartigen Konglomerate des Obermiozäns wurden auf einer Anzahl Exkursionen zwischen der Loisach und dem Starnberger See bei Beuerberg, ferner beim Fischbartl an der Isar nördlich Tölz und im Gebiete des hohen Peißenberges näher studiert.

Die Konglomerate bilden ein wirres Hanfwerk ohne jede Schichtung, in dem alle Korngrößen von Blöcken mit  $\frac{1}{2}$  m Durchmesser bis zu feinem Sand und sandigem Ton höchst unregelmäßig durcheinandergemischt liegen. Die Korngrößen wechseln örtlich. Oft finden sich grobe Blockanhäufungen mit wenig feinerem Material, oft werden die groben Komponenten mehr durch feinkörnige verdrängt, oft waltet mittel- und feinkörniges Gemenge vor oder auch grobe Sande mit nur einzelnen größeren Geröllen. Eine feste Verkittung der klastischen Massen durch ein kalkiges oder kieseliges Zement fehlt, lediglich die Anreicherung von feinsandigem und sandig-tonigem Material um die gröberen Bestandteile bildet ein loses Bindemittel, das eine schwache Verbackung bewirkt und den Ablagerungen eine gewisse Standfestigkeit gibt. Feiner und grober Sand tritt im Konglomerat mehrfach als langgestreckte linsenförmige Einlagerung auf oder ist zu Nestern und Schmitzen in den Gerölmassen konzentriert. Mehrfach beobachtet man auch



auskeilende Lagen von grellroten und grau-grünen plastischen Mergeln.

Außerordentlich erschwerend bei der Untersuchung der einzelnen Gerölle ist die starke Verwitterung, welche die meisten derselben erfahren haben. Da besonders dichte Gesteine zuweilen einen frischen Kern erkennen lassen, kann es keinem Zweifel unterliegen, daß dieselben im frischen Zustand transportiert wurden und die Verwitterung erst die Konglomerate ergriff. Hervortretend ist die außerordentliche Gleichartigkeit der Geröllschichten über weite Strecken, sowohl in bezug auf die einzelnen Komponenten als auch in bezug auf das Mischungsverhältnis derselben. Die Erosion muß überall in gleichartig aufgebaute Gebiet und unter gleichen Bedingungen gewirkt haben. Lediglich Gerölle aus dem Anstehenden wurden berücksichtigt, obgleich die zumeist vorhandenen Eindrücke auch bei freiliegenden Stücken ein gutes Unterscheidungsmerkmal zu den diluvialen Geröllen bieten.

Die vorläufigen Untersuchungen führten zu dem Ergebnis, daß die Konglomeratmassen zu ihrem weitaus größten Teil aus voralpinen Gesteinen bestehen, unter denen wiederum die Flysch-Kieselkalke vorwalten, neben anderen Flyschgesteinen und Gesteinen des Helvetiums. Die grauen verwitterten Flysch-Kieselkalke können leicht verwechselt werden mit verwitterten Lias-Kieselskalen. Indessen zeigten zahlreiche Dünnschliffe aus frischen, bei großen Geröllen erhaltenen Kernen zumeist einen unreinen körnigen Kalk mit wechselndem Gehalt an Quarz und Glaukonitkörnern, außerdem fanden sich Spongiennadeln, die teils vereinzelt auftreten, teils das Gestein vollkommen durchsetzen, und mehr oder minder zahlreiche Foraminiferenschalen. Auch von Spongiennadeln erfüllte Kalkhornsteine des Flysches mit den typischen Verkieselungserscheinungen sind reichlich vorhanden. Unter diesen grau verwitternden, kalkig-kieseligen Gesteinen sind jedoch auch solche vertreten, die der unteren helvetischen Kreide entstammen. Einen genaueren Prozentsatz derselben anzugeben, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, da eine sichere makroskopische Unterscheidung bisher nicht möglich war. Lediglich im Dünnschliff konnten dieselben festgestellt werden.

Die Tabelle (p. 404) gibt eine rohe Übersicht über die Zusammensetzung der Konglomerate. Eingehendere Beschreibungen sollen in einer Spezialarbeit niedergelegt werden.

Die das Konglomerat aufbauenden Komponenten zerfallen in drei Gesteinsgruppen, die sich allerdings in ganz verschiedenem Mengenverhältnis vorfinden. Die wichtigste Gruppe wird, wie schon erwähnt, von voralpinen Gesteinen gebildet, die in allen Korngrößen bis zu  $\frac{1}{2}$  m Durchmesser vorhanden sind und etwa 90 % der Gesamtmasse des Konglomerates darstellen. Einer zweiten Gruppe,

| Gesteins-<br>gruppe<br>u. ungefährer<br>Prozentsatz<br>d. Beteiligung | Gesteinsart                                                                              | Menge                       | Korngröße<br>cm<br>Durchmesser                          | Grad der<br>Ab-<br>schleifung                    |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Voralpine<br>Gesteine<br>90 %                                         | Flysch-Kieselkalk<br>[sandig - glaukonitische<br>Kalke der unt. helvet.<br>Kreide z. T.] | Stark<br>vorherr-<br>schend | Alle<br>Korngrößen<br>bis 50 cm                         | Kanten-<br>gerundet bis<br>vollkommen            |
|                                                                       | Flysch-Quarzit und<br>quarzitischer Sandstein                                            | Häufig                      | Alle<br>Korngrößen<br>bis 10 cm                         | Vollkommen                                       |
|                                                                       | Glaukonitischer Sand-<br>stein der helvetischen<br>Kreide                                | Reich-<br>lich              | Alle<br>Korngrößen<br>bis 20 cm<br>meist 7—8 cm         | Vollkommen,<br>selten nur<br>kanten-<br>gerundet |
|                                                                       | Eocäner Nummuliten-<br>kalk und Granitmarmor                                             | Ver-<br>einzelt             | Bis 15 cm                                               | Vollkommen                                       |
| Kalkalpine<br>Gesteine<br>2 %                                         | Dunkle Triaskalke                                                                        | Vor-<br>handen              | Wenige<br>Zentimeter                                    | Äußerst<br>vollkommen                            |
|                                                                       | Helle triassische<br>Riffkalke<br><br>Juragesteine                                       | Sehr<br>ver-<br>einzelt     | Wenige<br>Zentimeter,<br>sehr selten<br>bis 10 cm       | Äußerst<br>vollkommen                            |
| Molasse-<br>Gesteine<br>8 %                                           | Quarz und Kiesel-<br>schiefer                                                            | Reich-<br>lich              | Wenige<br>Zentimeter,<br>meist grober<br>u. feiner Sand | Äußerst<br>vollkommen                            |

welche die kleinen, schlecht erkennbaren, kalkalpinen Gerölle umfaßt, kann etwa eine Beteiligung von nur 2 % zugemessen werden, während die dritte aus kieseligem Material bestehende Gruppe etwa 8 % der Zusammensetzung ausmacht.

Die letzte Gruppe ist die am wenigsten charakteristische und auch für unsere Betrachtungen von geringer Bedeutung. Bemerkenswerte kristalline Gesteine fehlen dieser Gruppe vollkommen. Ohne Zweifel bilden die kieseligen Bestandteile vornehmlich anbereitetes Material aus den älteren Molasseschichten.

Im Vordergrund des Interesses stehen die voralpinen Gesteine, die wiederum gegliedert werden müssen in Flyschgesteine und in

solche, die den Schichten des Helveticums entstammen. Beide Typen lassen sich jedoch nicht immer scharf auseinanderhalten. — Die vorhandenen Gerölle geben uns kein vollständiges Bild von dem Aufbau ihres Ursprungsgebietes, sondern lediglich eine Auslese aller härteren Bestandteile und diese sind zumeist stark abgerollt, so daß ein weiter Transportweg anzunehmen ist. Alle weicheren Schichten aus dem Voralpengebiet — Flyschmergel, Seewenmergel, Seewenkalke — fehlen. Auch die weicheren Kreidesandsteine und vor allem die glimmerreichen Flyschsandsteine der Sandsteingruppe sind nur in ganz vereinzelt Stücken vertreten. Besonders vom Flysch-Sandstein müssen außerordentliche Mengen während der Verfrachtung verloren gegangen sein. Lediglich in dem feinquarzigen Material der obermiocänen Schotter könnten winzige Reste dieser Sandsteinmassen gesucht werden. Besonders bezeichnend ist auch das Fehlen der Flyschmergel, die doch vielfach den wesentlichsten Bestandteil der Kieselkalkgruppe ausmachen. —

Die plötzliche und ausgedehnte Anhäufung von klastischem Material aus den Voralpen steht im außerordentlichen Kontrast zu der Zusammensetzung der Konglomerate der älteren Molasseschichten und liefert uns den Beweis, daß um die Wende vom Mittelmiozän zum Obermiozän ganz ausgedehnte tektonische Bewegungen im Voralpengebiet einsetzten, so daß Flysch und Helveticum im weitgehendsten Maße von der Erosion ergriffen werden konnten. Als Zeugen dieser Erosion finden sich die obermiocänen Konglomerate im Alpenvorlande. —

Im Voralpengebiet lagert jetzt der Flysch als überschobene Decke auf den Schichten des Helveticums, die schmale Streifen am Nordrande bilden, oder innerhalb des Flysches als wenig ausgedehnte, reihenweis angeordnete Emporragungen zutage austreten und echte vom Flysch ummantelte und unter den Flysch eintauchende Fensterklippen darstellen.

Die Untersuchung der obermiocänen Konglomerate hat nun ergeben, daß zwar die Hauptmasse der voralpinen Gesteine dem Flyschgebiet entstammt, daß andererseits jedoch die starke Beteiligung von Gesteinen aus der helvetischen Kreide nicht zu verkennen ist. Besonders deutlich heben sich die durch ihre charakteristische Verwitterung kenntlichen Gaultsandsteine heraus, die etwa 10—15 % der Gesamtmasse vom Konglomerat ausmachen. Ebenso sind auch sicherlich reichlich Aptiengesteine vertreten.

Die Kreide wurde also in starkem Maße durch die Erosion in Mitleidenschaft gezogen, wesentliche Teile vom Helveticum müssen durch die Erosion zerstört sein, um solche Mengen von Detritus zu liefern, von dem uns in den jetzt noch vorhandenen obermiocänen Konglomeraten nur eine Auslese des Härteren und nur ein schwacher Bruchteil überhaupt vorliegt. Diese Erosion kann



unmöglich gewirkt haben, als die Kreide bereits vom Flysch deckenförmig überlagert wurde, da dieselbe in großem Umfang der Einwirkung durch die Gewässer zugänglich sein mußte und daher von der Flyschdecke noch nicht verhüllt sein konnte. Auch die größeren Entblößungen z. B. bei Schliersee sind offenbar erst durch jüngere Erosionstätigkeit freigelegt.

Die von der Flyschtektonik stark abweichenden tektonischen Formen des Helveticums, sowie insbesondere das Durchkreuzen der Flyschfalten durch die Anbrüche der helvetischen Kreide bei Schliersee zeigten bereits an, daß ein gefaltetes Kreidegebirge vom gefalteten Flysch überschoben wurde. Dieses wird uns durch das Studium der Gerölle bestätigt und gleichzeitig erhalten wir nunmehr eine Erklärung für die eigentümliche Gestaltung des Flyschnordrandes.

Die obermiocäne Erosion setzte im Voralpengebiet ein als Flysch und Helveticum in ihren hintereinanderliegenden, getrennten Ablagerungsräumen sich falteten und erreichte ihren Höhepunkt während des Überschiebungsvorganges, wobei vorwiegend der nach Norden brandende Flyschrand von der Wasserwirkung betroffen wurde und erhebliche Teile desselben der Erosion zum Opfer fielen.

Die Profile am Nordabhang vom Peißenberg, in denen mehrfache Wechsellagerungen der obermiocänen Konglomerate mit Flinzmergeln beobachtet wurden, zeigen uns, daß die ruhige Sedimentation der Flinzmergel periodisch durch plötzliche mächtige Einschwemmungen von Schottermassen unterbrochen wurde. Die tektonischen Bewegungen — Auffaltung und Überschiebung — im Alpengebiet müssen also stoßweise erfolgt sein und sich über längere Zeiträume erstreckt haben, so daß Zeiten stürmischer Bewegung abgewechselt haben mit Zeiten der Ruhe, oder doch mit Bewegungen von geringerem Ausmaß, während der die Schotter nicht so weit nördlich verfrachtet wurden.

Die Flyschdecke glitt also über ein gefaltetes, bereits zertaltes Kreidegebiet und lediglich ein stark durch die Erosion verstümmelter Flyschnordrand erreichte die Molasse. Das unregelmäßige Kreiderelief, über das sich der Flysch bei seiner Wanderung nach Norden hinüberlegte, erklärt leichter das Auftreten von isolierten vom Flysch ummantelten Schollen, sowohl innerhalb, als auch am Außensaum vom Flysch.

Die großen Unregelmäßigkeiten am Nordrande vom Flysch — das Abschneiden und Wiederansetzen der Flyschfalten, die weite Einbuchtung am Kochelsee — sind nicht durch nachträgliche Erosion über die Molasse geschobener Flyschteile entstanden, sondern wesentliche Teile waren bereits nicht mehr vorhanden, als die Überschiebung am Südrand der Molasse oder noch südlich von diesem zum Stillstand kam. Der meist morphologisch so scharf von seinem

Vorland abgezeichnete Nordrand der Alpen ist der Stirnrand der gegen Süden stark absteigenden Flyschdecke, der von der jüngeren Erosion nurmehr etwas abgeschrägt und zugeschnitten wurde.

Während uns der Südrand des Flysches in fast unveränderter Form vorliegt, ist der ursprüngliche nördliche Flyschsaum vollständig der obermiocänen Erosion anheimgefallen. — —

Über die obermiocänen Bewegungen im eigentlichen kalkalpinen Gebiet erhalten wir durch die Konglomerate nur wenig Anhaltspunkte. Die meist kleinen kalkalpinen Komponenten werden infolge ihrer Unscheinbarkeit und ihrer geringen Zahl leicht übersehen, dieselben sind jedoch in allen Aufschlüssen ganz gesetzmäßig beigemengt.

Diese geringe Beteiligung kalkalpiner Gerölle am Aufbau der Konglomerate könnte dahin gedeutet werden, daß sich im Obermiocän hauptsächlich im Bereich der Voralpen tektonische Bewegungen abspielten, die hier zu einer weitgehenden Erosion führten. Indessen besteht ebensowohl die Möglichkeit, daß kalkalpines Material in großen Mengen auf dem ohnehin längeren Transportweg vollkommen verloren ging, insbesondere da die alpinen Kalke im allgemeinen weicher sind wie die kalkig-kieseligen voralpinen Gesteine. Die Kleinheit der kalkalpinen Gerölle spricht dafür. Auffallend ist das Fehlen oder das höchst vereinzelte Auftreten von den harten oberjuraassischen Hornsteinen. Offenbar zerfallen und zerbröckeln dieselben sehr leicht zu winzigen Stückchen. Auch die liassischen Kieselkalke bilden große Seltenheiten. Zumeist finden sich immer nur dunkle oder auch helle Triaskalke.

Denkt man sich die Lagerung der Schichten im Oligocängebiet und in den Voralpen — deren wahre ursprüngliche Ausdehnung insbesondere in bezug auf den helvetischen Ablagerungsbereich unbekannt ist —, bevor die Raumverkürzung durch Faltung und Überschiebung eintrat, so erhält man zu Beginn der Erosionswirkung ein weites Feld zwischen den uns jetzt noch zugänglichen obermiocänen Konglomeraten und dem damaligen Kalkalpengebiet. Außerdem traten die Höhenunterschiede zwischen der Flyschzone und den angrenzenden Kalkalpen vielleicht noch mehr zurück als jetzt und möglicherweise waren auch die Flüsse nicht tief in die Kalkalpen eingeschnitten, um viel kalkalpines Material fördern zu können, sondern die Erosion ergriff insbesondere den nordwärts drängenden Flyschrand und das vorgelagerte bereits gefaltete Helveticum, das nach und nach von der Flyschdecke verhüllt und der Erosion unzugänglich wurde.

Da die Konglomerate nicht etwa unter den Flinz eintauchen, sondern am Peißenberg mit Flinzgesteinen verzahnt sind und in denselben auskeilen, also beide teilweise gleichalterige Bildungen darstellen, liegt uns in dem jetzt noch vorhandenen Konglomeratstreifen lediglich der Nordrand von gewaltigen Schottermassen vor,

die in den nördlichen Teilen des in Bewegung befindlichen Alpengebietes ihren Ursprung nahmen und die damals noch flach oder nahezu flach gelegenen älteren Molasseschichten überdeckten. Aus diesen Überlegungen erklärt sich leicht das Fehlen oder nur ganz vereinzelte Auftreten aller weicheren Gesteinskomponenten.

Während der Faltenbewegungen im Alpengebiet und beim Vorbränden der ostalpinen Massen muß auch das von WEITHOFER angenommene, zwischen Helveticum und Oligocäengebiet gelegene kristalline Land verschwunden sein, das für die tieferen Molasseablagerungen, wenn man diesen Gedankengängen folgt, den vorwiegenden kristallinen Detritus lieferte und an dessen Stelle nurmehr alpine Gesteine ins Vorland gefördert wurden. In geringem Maße nur wirkte die Erosion im Obermiocän auch auf Teile des älteren Tertiärs ein.

Erst nach der obermiocänen Konglomeratbildung wanderte die alpine Gebirgsbewegung in das Vorland hinaus, wodurch die oligocäne Molasse ihre eigenartige Faltentektonik erhielt und über das Miocän hinübergeschoben wurde, dessen untere und mittlere Abteilung an der Überschiebung Steilstellung annahm, während das Obermiocän nur in seinen südlichsten Ausbissen noch aufgerichtet ist und sich gegen Norden entsprechend dem Ausklingen der Faltung allmählich flach legt.

München, März 1922.

## Kurzer Überblick über die triassische Reptilordnung Thecodontia.

Von **Friedrich v. Huene** in Tübingen.

Mit 1 Tabelle.

Von einem einheitlichen Gesichtspunkt aus soll hier kurz zusammengefaßt werden, was ich kürzlich und in den letzten Jahren an verschiedenen Orten (Literaturverzeichnis am Schluß No. 10—19) über Parasuchier, Pseudosuchier und Pelycosimier, die (als Unterordnungen) die Ordnung der Thecodontia (R. OWEN 1859) bilden, geschrieben habe zusammen mit dem, was sonst über dieses Gebiet bekannt ist (cf. BROOM, CASE, COPE, FRAAS, HAUGHTON, VAN HOEPEN, JAEKEL, MEHL, NEWTON, OWEN, WATSON, WOODWARD, ZITTEL etc.).

Die Unterordnungen sind äußerlich unter sich recht verschieden, aber der anatomische Bau verknüpft sie dennoch eng. Die Pseudosuchia bilden den lebendigen Stamm der Ordnung, der mit älteren Reptilien verbindet und dem neue Zweige (die sämtlichen Archosaurier) entspringen. Sterile und einander entgegengesetzt gestaltete Seitenzweige sind die Parasuchier und die Pelycosimier.

Die Pseudosuchia müssen in wenigstens 5, wahrscheinlich aber 7 Familien geteilt werden. Gegenüber meiner letzten Äußerung (16)

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1922

Band/Volume: [1922](#)

Autor(en)/Author(s): Boden Karl

Artikel/Article: [Tektonische Fragen im oberbayerischen Voralpengebiet. \(Schluß.\) 398-408](#)