Abhandlungen
der Geologischen Landesuntersuchung
des Bayerischen Oberbergamtes
Heft 4

Beschaffenheit, Herkunft und Bedeutung des ostalpinen Molasse-Schuttes

Von
Karl Boden

Die Gegend von Tölz in der Nacheiszeit

2. Die Beziehungen zwischen Kirch-See, Ellbach-Moor und Tölzer Becken

Von
Ludwig Simon

Mit 1 Kärtchen und 2 Abbildungen

Herausgegeben vom Bayerischen Oberbergamt
München 1931

Beschaffenheit, Herkunft und Bedeutung des ostalpinen Molasse-Schuttes.

Von

K. Boden

Inhaltsübersicht.

Seite

1. Die Molasse im Alpenvorland 1
2. Die inneralpine Molasse des Inn-Tales und von Kössen-Reit im Winkel 9
3. Über den Ursprung des Molasse-Schuttes 24
4. Weitere Folgerungen 28
5. Zusammenfassung 33

---

1. Die Molasse im Alpenvorland.

Die Bildungen der Vorland-Molasse in Oberbayern werden i. a. in zwei Hauptformationsgruppen eingeteilt, eine oligozäne und eine miozäne. Die Oligozäne Molasse setzt sich aus dem tiefsten Glied, der Unteren Meeres-Molasse und dem höheren der Unteren Süßwasser-Molasse zusammen, die im O. als kohleführende Cyrenen-Schichten und im W. als konglomeratreiche Bunte Molasse entwickelt ist. Zwischen beiden schaltet sich noch die durchgehends Nagelfluh-Bänke führende Baustein-Zone ein. Die Miozäne Molasse besteht aus der Oberen Meeres-Molasse, die ebenfalls groben Schutt enthält, und aus der Oberen Süßwasser-Molasse oder dem Flinz, in dem sich die Schuttmassen besonders stark anreichern und sehr grobes Gefüge annehmen. Die Untere Meeres-Molasse wird der unteren stampischen Stufe zugewiesen. Die Untere Süßwasser-Molasse gehört wohl im wesentlichen dem Chattien (Oberen Stampien) und dem Aquitan an. Da es zweifelhaft geworden ist, ob das Aquitan dem Oberen Oligozän oder dem Unteren Miozän entspricht, sind für die beiden Hauptgruppen der Molasse-Bildungen jetzt eher die Bezeichnungen Ältere und Jüngere Molasse angebracht. Beide Molasse-Abteilungen werden durch eine Überschiebung (Peißenberger Überschiebung) scharf voneinander getrennt. Der Bereich der Älteren Molasse besteht im Westen aus drei einfach gebauten Mulden, die an Störungen zusammenstoßen. Die südlichste oder Murnauer Mulde taucht bei Kochel unter die Alpen ein, die mittlere oder Rottenbucher

Mulde bei Feilnbach. Nur die Peißenberger Mulde erreicht den Inn und läßt sich bis in die Gegend von Traunstein verfolgen. Diese Lagerungsverhältnisse erklären sich durch das Vordringen der Alpen über die Ältere Molasse. Die Reichweite der Überschiebung nimmt gegen O. mehr und mehr zu, sodaß die Ältere Molasse schließlich vollkommen verhüllt ist. Die letztere wird also im N. und S. von Überschiebungsflächen begrenzt.

Merkwürdigerweise fehlen in Oberbayern alle Reste der Jüngeren Molasse über der Älteren. Die gesamte ehemalige mehr oder minder ausgedehnte Decke der Jüngeren Molasse, die auf der Älteren lag, ist der Erosion zum Opfer gefallen.

Die Einteilung der Molasse in die zwei Hauptgruppen findet besonders dadurch ihre Berechtigung, da zwischen beiden Abteilungen in der Natur der Schuttmassen, welche die Schichten zum großen Teil aufbauen, ein scharfer Gegensatz liegt.[1])

Die Geröllmassen der Baustein-Zone und der Bunten Molasse bestehen aus wenig charakteristischem Kristallin, während die carbonatischen Bestandteile sich aus dunklen, z. T. auch hellen Dolomit-Geröllen zusammensetzen, die dem Schichtprofil der Kalkalpen und der Voralpen fehlen. Im O. reichert sich das Kristallin stark an. Im W. verschwindet das Kristallin fast völlig, so daß reine Dolomit-Nagelfluhen entstehen. Die zunächst im S. angrenzenden Flysch-Gesteine wurden bisher nirgends beobachtet. Aus dem Helvet sind nur Lithothamnien-Kalke vertreten, die dem Granitmarmor gleichen. Eigentliche kalkalpine Gesteine sind zwar vorhanden, bilden jedoch nur etwa 1 v.H. der Gesamtmasse. Der Schutt der Älteren Molasse steht also seiner näheren Umgebung als fremdartiges Gesteinsmaterial gegenüber.

In den Grobschuttmassen der Oberen Süßwasser-Molasse vollzieht sich eine grundlegende Änderung in Bezug auf die Zusammensetzung der Gerölle. Die fremdartigen Gesteine der Älteren Molasse, sowohl karbonatische wie kristalline, sind völlig verschwunden und an ihre Stelle treten Gesteine des Voralpengebietes. Etwa 80 v. H. werden von harten Flysch-Gesteinen und 10—15 v. H. von Gesteinen des Helvetikums gebildet, Gault-Gesteine walten vor, außerdem Eozän-Gerölle aus den verschiedenen Stufen vom Eozän. Kalkalpine Gesteine sind nur vereinzelt eingesprengt. In der Oberen Meeres-Molasse sind zwar noch die dunklen Dolomite vorhanden, aber vorherrschend sind auch hier harte voralpine Gesteine.

Im Gegensatz zu dem vorwiegend fremdartigen Schutt der Älteren Molasse findet sich also in der Jüngeren Molasse Gesteinsmaterial aufgehäuft, das aus dem südlich angrenzenden Alpengebiet stammt.

In der Allgäuer Molasse zwischen Iller und Lech haben die von

---

[1]) K. Boden: Die Geröllführung der miozänen und oligozänen Molasse-Ablagerungen im südbayerischen Alpenvorland zwischen Lech und Inn und ihre Bedeutung für die Gebirgsbildung. Mitt. der Geogr. Ges. in München Bd. XVIII. 3. Heft 1925.

Derselbe: Geologisches Wanderbuch für die Bayerischen Alpen. Stuttgart 1930.

Escher und Studer aufgestellten Hauptgruppen ebenfalls ihre Gültigkeit und entsprechen den Hauptgruppen, die im oberbayerischen Gebiet in Erscheinung treten. Auch hier wird eine Ältere Molasse, die in Untere Meeres-Molasse und Untere Süßwasser-Molasse eingeteilt wird, von einer Jüngeren Molasse, die in Obere Meeres-Molasse und Obere Süßwasser-Molasse zerfällt, geschieden. Die drei tektonischen Einheiten der Älteren Molasse Oberbayerns, Murnauer, Rottenbucher und Peißenberger Mulde, setzen ins Allgäu fort und sind an südlich geneigten Gleitflächen übereinandergeschoben. Der Aufbau der Allgäuer Vorland-Molasse ist neuerdings eingehend zur Darstellung gelangt [1]).

Die Murnauer Mulde zieht mit ihrem einfachen, gleichförmigen Bau bis an die Iller. Im Liegenden der Unteren Meeres-Molasse dieser Mulde finden sich noch 1000 m-mächtige Ablagerungen, die offenbar Süßwasserbildungen darstellen und dem Untersten Oligozän angehören. Die Rottenbucher Mulde gewinnt ein etwas anderes Aussehen und bildet vermutlich einen doppelten nach N. überkippten Sattel und die Zone der Peißenberger Mulde besteht aus einem breiten Sattel, an den sich im S. eine Mulde anschließt. Der Zusammenschub der Schichten war im Allgäu kräftiger als in Oberbayern, die Versenkung der Vortiefe weitgehender. Im Gegensatz zu den Verhältnissen in Oberbayern wird das gesamte Allgäuer Molasse-Vorland von einer größeren Anzahl bedeutender und unbedeutender Querstörungen zerschnitten. Die Peißenberger Überschiebung läßt sich ins Allgäu weiter verfolgen und scheidet auch hier Ältere und Jüngere Molasse. Während jedoch in Oberbayern von der ehemaligen Überdeckung der Jüngeren Molasse auf dem Aquitan keinerlei Reste erhalten geblieben sind, ist im Allgäu die Jüngere Molasse (Obere Meeres- und auch Obere Süßwasser-Molasse) mehrfach in die Ältere mit eingefaltet.

In diesem östlichen Abschnitt der Allgäuer Molasse zeigt sich zwischen den beiden Molasse-Gruppen genau derselbe Gegensatz in Bezug auf die aufgehäuften Schuttmassen wie in Oberbayern. Über der Unteren Meeres-Molasse finden sich die Geröllagen vornehmlich in der Baustein-Zone eingeschaltet. Außerdem besteht die ältere Abteilung der überlagernden Unteren Süßwasser-Molasse, die auch als Nesselburg-Schichten bezeichnet wird, und der Unteren Bunten Molasse Oberbayerns entspricht, aus rot gefärbten, abwechselnden Lagen von grober Nagelfluh, Sandsteinen und Mergeln. Darüber folgen die fast konglomeratfreien, bunten, einförmigen Mergel und Steinmergel der Zaumberg-Schichten oder der Oberen Bunten Molasse und dann stellt sich eine Schichtgruppe ein, in der die roten Mergel gegenüber den grauen zurücktreten, in der ferner dickbankige Sandsteine bezeichnend sind und kleinkörnige Nagelfluhen. Diese

[1]) F. Müller: Acht Profile und ein paar Worte zur Kenntnis des geologischen Baues der Allgäuer Vorland-Molasse. 48. Bericht des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben und Neuburg. Augsburg 1930.

Schichten bilden den oberen Abschluß der Älteren Molasse und werden von F. Müller als „Sandsteinpaket" bezeichnet. Dieselben gehören also dem Obersten Aquitan an und entsprechen der Blätter-Molasse C. W. Gümbel's.

Der gesamte in dieser Älteren Allgäuer Molasse vorhandene Schutt ist ebenso fremdartig wie derjenige der Älteren Oberbayerischen Molasse und stimmt mit demselben überein. Vornehmlich kehren hier genau die gleichen Dolomite wieder. Zumeist finden sich reine Dolomit-Nagelfluhen. Kalkalpine Gerölle sind hie und da eingesprengt und seltener auch Eozän-Gerölle.

In der Jüngeren Molasse vollzieht sich derselbe Wechsel wie in Oberbayern. Die Obere Meeres-Molasse und die obermiozänen Flinz-Konglomerate enthalten sowohl N. der Peißenberger Überschiebung, wie auch im normalen Hangenden der Älteren Molasse, Schuttmassen, die vornehmlich den Voralpen entstammen. Nur in den ältesten Teilen der Jüngeren Molasse sind die dunklen Dolomite noch beigemengt, um nach oben völlig zu verschwinden. In dem nördlichsten Faltungsstreifen (Peißenberger Mulde) finden sich in den groben alpinen Nagelfluhen des Burdigals außerdem stets Gneis-Gerölle beigemischt.

W. der Iller tritt in der Morphologie der Molasse-Bildungen insofern eine Änderung ein, als nur der nördlichere Abschnitt das eigentliche Molasse-Vorland aufbaut, während der südlichere Teil den Alpen als Hochgebirge angegliedert ist und die angrenzenden Flysch-Berge sogar überragt. Wir unterscheiden also W. der Iller eine südliche Hochgebirgs-Molasse und eine nördliche Vorland-Molasse. Die letztere ist in mehrere Sättel und Mulden gefaltet, die an Schuppenflächen zusammenstoßen. Die älteren Molasse-Bildungen des Vorlandes werden von den rötlichen und grauen Mergeln der Zaumberg-Schichten aufgebaut, die der Oberen Bunten Molasse entsprechen und nur vereinzelt kleinkörnige Nagelfluh-Bänke führen. Diese Zaumberg-Schichten gehen zu oberst in die Blätter-Molasse über, die wiederum aus dickbankigen Sandsteinen mit eingeschalteten dunklen, mittelkörnigen Nagelfluhen besteht und den obersten Teil der Unteren Süßwasser-Molasse bildet. Alle Geröllgesellschaften in dieser aquitanischen Molasse sind gerade wie O. der Iller und wie in Oberbayern sehr einförmig und fremdartig. Dieselben setzen sich ganz vorwiegend wieder aus den grauen bis schwarzen Dolomiten zusammen, die in außerordentlichen Mengen in den Trog der Älteren Molasse hineingefördert sein müssen. Nach genaueren Feststellungen von F. Müller[1]) bestehen in der Gegend von Oberdorf-Gopprechts, N. von Immenstadt, die Nagelfluhen der Blätter-Molasse aus rund 80 v. H. grauen und schwarzen Dolomiten, 15 v. H. hellen Kalken, bis 5 v. H. Milchquarzen.

Ebenso wie im östlichen Allgäu findet sich auch in diesem Molasse-Gebiet die Jüngere Molasse nicht nur N. der Peißenberger Überschiebung,

[1]) Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern. E. Kraus und O. M. Reis: Blatt Immenstadt. München 1929. S. 37. (Verlag des Bayer. Oberbergamtes)

sondern am Hauchen-Berg und Stoffel-Berg zwischen Immenstadt und Weitnau wird die aquitanische Molasse von der Oberen Meeres-Molasse und der Oberen Süßwasser-Molasse unmittelbar überlagert. Die letztere ist besonders schön am Stoffel-Berg bei Niedersonthofen entwickelt und gleicht völlig der oberbayerischen Ausbildung. Übereinstimmend mit den östlichen Verhältnissen beginnt auch hier die Zufuhr von groben Geröll aus dem südlich angrenzenden Alpengebiet erst nach dem Aquitan. Der Wechsel in der Schuttförderung liegt also in demselben Zeitabschnitt wie im östlichen Allgäu und in Oberbayern. Anfangs sind dem kalkalpinen und voralpinen Schutt in der Oberen Meeres-Molasse noch viel dunkle Dolomite beigemischt, die dann nach oben zu verschwinden und durch Flysch, helvetische Gesteine und ober-ostalpines Mesozoikum verdrängt werden.

Die Hochgebirgs-Molasse wird zwischen Immenstadt und Balderschwang aus zwei breiten einförmigen Mulden aufgebaut, die durch eine steile Gleitfläche voneinander getrennt sind, an der offenbar die südliche über die nördliche ein Stück weit hinübergeschoben ist.

Nicht nur der tektonische, sondern auch der stratigraphische Bau dieser Hochgebirgsmolasse-Mulden ist äußerst einfach. Sowohl in der nördlichen wie in der südlichen Mulde heben sich zwei Abteilungen deutlich voneinander ab. Die obere Abteilung ist in beiden Mulden gleichartig entwickelt und setzt sich vorwiegend aus groben alpinen Geröllmassen zusammen, deren Bestandteile im wesentlichen aus Flysch, außerdem aus ober-ostalpinem Mesozoikum und aus helvetischen Gesteinen bestehen und fort und fort mit buntgefärbten Mergeln und Sandsteinen wechsellagern. Nach ihrer hauptsächlichsten Verbreitung werden diese konglomeratreichen Ablagerungen als Hochgrat-Steinebergschichten bezeichnet.

In der südlichen Mulde besteht die untere Abteilung aus den roten, grauen und grünen Mergeln und Sandsteinen der Teufelsloch-Schichten mit gelegentlich eingeschalteten klein- bis mittelkörnigen Nagelfluh-Bänken. Die Geröllführung derselben ist sehr unbedeutend gegenüber derjenigen der Hochgrat-Schichten. Die Korngrößen der Gerölle sind viel geringer. Nur vereinzelt und besonders in den oberen Teilen stellen sich klein- bis mittelkörnige Nagelfluh-Bänke ein. In denselben reichern sich die Quarzkiesel bis zu 5—8 v. H. an. Außerdem sind typische ober-ostalpine Trias- und Juragesteine vertreten. Weit überwiegend finden sich neben häufigen graulich-bräunlichen Dolomiten graue und schwärzliche Kalke, die mit ober-ostalpinen dunklen Trias-Gesteinen verglichen werden. (Blatt Immenstadt S. 27.) Am Siplinger bei Balderschwang liegen über bunten, weichen, lettigen Mergeln in den obersten Teilen der Teufelsloch-Schichten feste Sandsteinbänke mit kleinkörniger Nagelfluh, deren Geröllmaterial aus den fremdartigen, schwarzen Dolomiten besteht, die wir in der Älteren Molasse Oberbayerns und des östlichen Allgäus zu finden gewohnt sind und die auch in geringen Mengen in die tieferen Teile der Hochgrat-Schichten hineinreichen.

Genaue Forschungen müssen noch zeigen, in welchem Umfang die Geröllfazies der dunklen Dolomite in den Teufelsloch-Schichten vertreten ist. Jedenfalls liegt zwischen den letzteren und den überlagernden Hochgrat-Schichten nicht nur in Bezug auf die Menge und Korngröße des geförderten Materiales ein scharfer Gegensatz, sondern auch in Bezug auf die stoffliche Beschaffenheit der Gerölle. Insbesondere, da der tieferen Abteilung die Flysch-Gesteine, die in den Hochgrat-Schichten so massenhaft angehäuft sind, wie auch die helvetischen Komponenten völlig fehlen.

Die Hochgrat-Schichten werden von E. Kraus einem jüngeren Horizont der *Rugulosa*-Schichten gleichgestellt, wobei es fraglich bleibt, ob dieselben noch die chattische Stufe, oder nur das Aquitan vertreten. (Blatt Immenstadt S. 64 und 65.) Sichere Fossilnachweise fehlen.

Durch diese Zuweisung zur Unteren Süßwasser-Molasse würden die Hochgrat-Schichten etwa das Niveau der Cyrenen-Mergel oder der Bunten Molasse vertreten, während ihr Geröllbestand doch völlig den Schottern der Jüngeren Molasse gleicht. Dieselben müßten also eine Fazies der Unteren Süßwasser-Molasse darstellen, die mit der Ausbildung der Jüngeren Molasse übereinstimmt. Im Gebiet der Hochgebirgs-Molasse wurden dann nach dieser Auffassung die Schuttmassen aus dem angrenzenden Alpengebiet, besonders Flysch, zu einer Zeit gefördert, als sich in unmittelbarer Nachbarschaft nur fremdartige Dolomite und kalkalpines Material aufhäuften. Durch diese Umstände wird man dazu geführt in den Hochgrat-Steinebergschichten Äquivalente der gleichartigen Jüngeren Molasse zu sehen.

Die Teufelsloch-Schichten sind nach E. Kraus teilweise als Vertretung der Unteren Meeres-Molasse aufzufassen. (Blatt Immenstadt S. 23.) Mit ihren bunten Färbungen stellen dieselben jedoch eine vorwiegend terrestrische Bildung dar, nur gelegentlich finden sich marine Einschaltungen. Die Untere Süßwasser-Molasse müßte also in ihrem westlichen Fortstreichen einer schroffen faziellen Änderung unterliegen. Weist man jedoch den Hochgrat-Schichten ein nachaquitanisches Alter zu, so könnten auch die Teufelsloch-Schichten im Schichtprofil heraufrücken und die Fortsetzung der gleichartigen Unteren Süßwasser-Molasse bilden. Gelegentliche Einschaltungen von Meeresabsätzen sind auch in der oberbayerischen Unteren Süßwasser-Molasse vorhanden.

In der nördlichen Hochgebirgsmolasse-Mulde wird die untere, von den Hochgrat-Schichten überlagerte Schichtgruppe als Steigbach-Schichten bezeichnet. Diese sind außerordentlich reich an grobem, gut abgeschliffenen Geröllmaterial. Der Steigbach-Tobel zeigt besonders schön die dauernde Wechsellagerung der mächtigen Nagelfluhen mit den Mergellagen. Die Färbungen sind grau oder grünlich. Lebhafte rote Farbentöne fehlen.

Die Steigbach-Schichten werden von E. Kraus der Unteren Süßwasser-

Molasse zugewiesen (*Rugulosa*-Schichten). Zweifelhaft ist nur, ob die chattische Stufe, oder das Unter-Aquitan vertreten ist (s. o. S. 39). Die Hochgrat-Schichten können also auch in dieser nördlichen Mulde als nachaquitanisch, zur Gruppe der Jüngeren Molasse-Bildungen gehörig, aufgefaßt werden.

Während die Zusammensetzung der Hochgrat-Nagelfluhen, sowohl in der nördlichen wie in der südlichen Mulde einigermaßen klargestellt ist, bestehen über den Geröllbestand der Steigbach-Nagelfluhen noch gewisse Meinungsverschiedenheiten. Nach E. Kraus setzt sich die ganze Geröllgesellschaft der Steigbach-Schichten auf Blatt Immenstadt so gut wie ausschließlich aus Geröllen zusammen, welche auf das ostalpine Mesozoikum von der anisischen Stufe bis zum Malm zu beziehen sind. Vielleicht 50 v. H. der Gerölle bilden Lias-Gesteine. Außerdem ist Trias, Dogger und Malm vertreten. Flysch fehlt (s. o. S. 35, 36 und 37). Ähnlich wie in den Hochgrat-Schichten und auch in der Vorland-Molasse spielen in den Steigbach-Schichten graue bis schwärzliche Kalke mit Bitumen- und Tongehalt eine große Rolle. Diese werden zunächst mit ober-ostalpinen dunklen Trias- und Lias-Gesteinen verglichen (s. o. S. 35). An anderer Stelle findet man die Angabe, daß derartige carbonatische Gesteine doch zu den Trias-Gesteinen nicht ganz passen und daß man für dieselben eine genügend ausgedehnte Heimat ebensowenig ausfindig machen kann, wie für die schwarzen und grauen Dolomite der Vorland-Molasse. Möglicherweise werden die schwarzen Kalke als fazielle Äquivalente der oberbayerischen Dolomite angesehen (s. o. S. 47 und 48).

F. Müller berichtet über die Steigbach-Nagelfluhen, daß dieselben in den tieferen Lagen viel mehr dunkle Dolomite enthalten als die höheren Hochgrat-Nagelfluhen; sogar rein dolomitische Lagen sind vorhanden, wenn auch die alpinen weitaus vorwalten (s. o. S. 16).

Die Untersuchungen von eigenen Geröllaufsammlungen an verschiedenen Punkten des Steigbach-Tobels führten zu folgenden Ergebnissen:

1. Wasserfall unterhalb vom Kreuz. Am Wege in das Hochried:

26 dunkle Dolomite	2 — 7 cm
88 graue Dolomite	1 — 7 „
6 brecciöse Hauptdolomite	2 — 4 „
2 gelbliche Hauptdolomite	9 „
2 dunkle Trias-Kalke	5 — 6 „
4 dunkel geflammte Lias-Kalke 2 Lias-Fleckenkalke 1 dunkler Lias-Fleckenkalk, kieselig; 2 dunkle Lias-Kieselkalke 2 gelbe Lias-Kalke 1 heller kristallinischer Lias-Kalk 2 bläuliche Lias-Kieselkalke, gelb verwitternd 2 dunkle kieselige Kalke mit schwarzem Hornstein (Lias) 4 graue bis gelbe dichte Kalke des Oberen Jura	2 — 10 „
2 Kalkbreccien (Cenoman oder Gosau)	4 — 5 „
1 Lithothamnien-Kalk	7 „
1 Nummuliten-Kalk	6 „

2. Unterhalb der Gedächtnistafel für Kaiser Wilhelm I.:

7 dunkle Dolomit-Gerölle	2 — 7 cm
17 graue Dolomit-Gerölle	2 — 8 „
2 dunkle Trias-Kalke	4 „
8 gelbe und graue z. T. gefleckte Lias-Kalke	2 — 4 „
4 dunkel geflammte oder gefleckte Lias-Kalke	5 — 9 „
2 graue und grünliche Kalke des Oberen Jura	4 „

3. Steinbruch an der Straße:

12 dunkle Dolomit-Gerölle	1 — 5 cm
5 graue Dolomit-Gerölle	3 — 6 „
2 dunkle bituminöse Kalke	3 — 5 „
5 brecciöse gelbliche Hauptdolomit-Gerölle	3 — 7 „
16 geflammte und gefleckte helle und dunkle Lias-Kalke	4 — 8 „
7 oberjurassische rote, graue und grüne Hornsteine	3 — 12 „
4 helle oberjurassische dichte Kalke	2 — 6 „

4. Im untersten Steigbach-Tobel:

25 dunkle Dolomit-Gerölle	1 — 2 cm
4 dunkel geflammte Lias-Gesteine	1 — 3 „
2 Kalke des Oberen Jura	2 — 3 „

Die Gerölluntersuchungen der Steigbach-Nagelfluhen sind noch nicht vollständig durchgeführt. Jedoch geben die bisherigen Bestimmungen schon wichtige Anhaltspunkte.

Gegenüber den Geröllen der Hochgrat-Schichten ist die Abschleifung der Steigbach-Gerölle viel stärker und auch die Sonderung nach Korngrößen tritt viel mehr in Erscheinung. Die Größe der Komponenten bleibt wesentlich hinter denjenigen der überlagernden Geröllmassen der jüngeren Molasse-Stufe zurück. Die Bestandteile sind in allen Schichtlagen dieselben, nur das Mengenverhältnis schwankt in sehr weiten Grenzen.

Leicht kenntlich und sicher zu bestimmen sind vor allem die Gerölle aus ostalpinen Lias- und Oberjura-Schichten, zu denen sich noch einige aus gut erkennbarem Hauptdolomit und andere wenig zahlreiche Trias-Gesteine gesellen.

Besonders auffallend sind die in großen Mengen vorhandenen Dolomit-Gerölle. Dieselben bleiben an Korngröße zumeist hinter den Jura-Gesteinen zurück und sind viel mehr abgeschliffen. Die Außenseite ist geglättet und oft wie mit Lack überzogen, zum Unterschied von den Kalkgeröllen, die meist eine rauhe, stark korrodierte Oberfläche besitzen. Die Dolomite finden sich oft sehr stark angereichert. Besonders in den unteren Teilen des Tobels stellen sich Lagen von kleinkörnigen Dolomit-Nagelfluhen ein. Diese sind von denjenigen der Älteren Molasse in Oberbayern und dem östlichen Allgäu nicht zu unterscheiden. In den höheren Lagen treten die grauen Dolomite gegenüber den dunklen in größerer Menge auf als in der Älteren Molasse O. der Iller.

Zweifellos ist die Dolomitgeröll-Fazies der Älteren östlichen Molasse noch in den Steigbach-Nagelfluhen vertreten. Die Bestandteile in beiden Geröll-Anhäufungen sind dieselben. Nur insofern tritt eine tiefgreifende Änderung ein, als sich ober-ostalpine

Jura- und auch Trias-Gesteine gegenüber den Dolomiten viel reichlicher einstellen. Dieselben sind zwar in Oberbayern und im östlichen Allgäu auch vorhanden, jedoch nur in ganz geringer Menge. Dadurch zeigt sich eine nahe stoffliche Verwandtschaft zwischen den Geröllgesellschaften der Älteren Molasse in beiden Bezirken. Beiden Schotterablagerungen ist außerdem das Fehlen aller Flysch-Gesteine gemeinsam und schließlich das Vorkommen von Eozän in einigen wenigen Stücken.

Das Vorhandensein von Geröllen, die nur den Kalkalpen entstammen und das Fehlen von Flysch und Helvetikum ist wohl als die größte Eigenart in der Geröllbildung der südbayerischen Älteren Molasse anzusehen. Die Bewegungen, die zur Erosion dieser kalkalpinen Gesteine führten, müssen auf die Kalkalpenzone beschränkt gewesen sein, während das voralpine Gebiet nicht davon ergriffen wurde.

Nicht nur die Art der mechanischen Aufhäufung der Geröllmassen war in den Steigbach-Nagelfluhen wesentlich abweichend von den überlagernden Hochgrat-Schichten, sondern auch in der Natur der Gerölle tritt der Unterschied ebenso wie in der südlichen Molasse-Mulde besonders durch das Fehlen der Flysch-Gesteine hervor, die gerade den wichtigsten und wesentlichsten Hauptbestandteil der Jüngeren Molasse ausmachen.

Die Schotter der Älteren Molasse unterliegen also in ihrem westlichen Fortstreichen nicht unerheblichen Änderungen. Die Hochgrat-Nagelfluhen sind nicht allein in beiden Hochgebirgsmolasse-Mulden gleichartig, sondern sie zeigen auch denselben Typus wie die Schuttmassen der Oberen Meeres- und der Oberen Süßwasser-Molasse des Alpenvorlandes. Alle Anzeichen deuten darauf hin, daß die beiden Gruppen der Hochgebirgs-Molasse der Älteren und Jüngeren Molasse im Vorland entsprechen. Unter der Voraussetzung, daß die Hochgrat-Schichten Oberes Aquitan sind, müßten dieselben ursprünglich von demselben Schuttmaterial nochmals überdeckt gewesen sein, von dem die Rotkreuz-Nagelfluhen, und diejenigen der Jüngeren Molasse im Vorland überhaupt, die nördlichen Ausläufer bilden. Also zwei ganz gleichartige, aber verschiedenaltrige Schottermassen hätten dann ursprünglich übereinandergelegen und von den mächtigen Hochgrat-Nagelfluhen würden entsprechende nördliche Ausläufer vollständig fehlen. Die Annahme des aquitanischen Alters der Hochgrat-Schichten führt uns zu unüberbrückbaren Schwierigkeiten.

Die ausgedehnten mächtigen Schuttmassen der Jüngeren Molasse, die in Oberbayern über der Älteren Molasse abgetragen wurden, sind also im Allgäu teilweise noch vorhanden. Besonders im westlichen Allgäu treten diese Geröllanhäufungen in ihrer ganzen Großartigkeit in Erscheinung. Deutlich zeigt sich hier eine stärkere Auslese nach der Härte gegen N. zu. Die Hochgebirgs-Nagelfluhen enthalten, vor allem in den südlichen Teilen, noch sehr reichlich Material aus dem Mesozoikum der Kalkalpen neben voralpinen Gesteinen. Während in den weiter nach N. vorgedrungenen

Geröllmassen, z. B. bei Mariaberg, am Auer-Berg, am Peißen-Berg usw. die weicheren kalkalpinen Gesteine zwar noch vorhanden sind, aber doch sehr zurücktreten und die härteren Flysch-Gesteine und einzelne aus dem Helvetikum ganz überwiegen. Die Anschauung, daß in der Jüngeren Molasse-Zeit nur Flysch und Helvetikum von der Erosion ergriffen wurden, hat sich den Verhältnissen in Oberbayern angepaßt, da hier lediglich die weit von ihrem Ursprungsort abgelegenen nördlichsten Teile dieser Schuttmassen noch vorhanden sind mit den harten ausgelesenen Flysch-Gesteinen, während die südlicheren Abschnitte mit dem reichlicheren kalkalpinen Schutt wieder abgeräumt wurden. Die Kalkalpen sind also von der miozänen Erosion genau so in Mitleidenschaft gezogen, wie das Voralpengebiet.

Wichtig für diese Forschungen sind die Geröllzusammensetzungen der Molasse von Bregenz-Dornbirn an der rechten Seite des Rhein-Tales, in der neuerdings Arn. Heim, Baumberger, Stehlin und Fussenegger eingehende stratigraphisch-tektonische Aufnahmen durchgeführt haben.[1])

Die Jüngere Molasse des Pfänders besteht aus einer etwa 1400 m mächtigen Serie von Kalknagelfluh-Bänken, die mit Sandsteinen und Mergelbänken wechsellagern. Auf Grund der Versteinerungsfunde wird der Schichtkomplex in *Silvana*-Schichten (Obere Süßwasser-Molasse), Helvetien (=Unt. Vindobonien) und in Untere Miozän-Molasse (=Burdigalien) gegliedert. Der untere, in zwei Schichtgruppen (Burdigalien und Helvetien) zerfallende Teil, besteht aus einer ausgesprochenen Meeres-Molasse, der obere aus limnischen Bildungen. Die durch den ehemaligen Kohlenbergbau im Pfänder-Gebiet bekannt gewordenen Süßwasserbildungen bezeichnen die Grenze zwischen älterer (Burdigalien) und jüngerer Schichtserie (Helvetien) der Miozänen Meeres-Molasse (s. o. S. 48 und 49).

Genauere Beschreibungen der Nagelfluhen fehlen noch. In den schönen Aufschlüssen an der Südseite des Pfänders, oberhalb der Straße im Wirta-Tobel und östlich desselben besteht die Hauptmasse der groben Schotter aus sehr stark verwitterten, harten Flysch-Gesteinen, denen etliche Lias- und Oberjura-Gesteine beigemischt sind. Zweifellos gleichen die Schuttmassen völlig denjenigen, die sich in der Jüngeren Molasse Oberbayerns und des Allgäus z. B. am Peißen-Berg und Tauben-Berg, bei Mariaberg (W. von Kempten) und in den Hochgrat-Steinebergnagelfluhen vorfinden.

Die Molasse des Pfänders wird unterlagert von aquitanischen Schichten, die also bereits der Älteren Molasse angehören (oberer Teil der Unteren Süßwasser-Molasse), und aus feldspatführenden Sandsteinen bestehen, die mit gelben, bräunlichen und grauen Mergeln abwechseln.

---

[1]) Die subalpine Molasse des westlichen Vorarlberg. Vierteljahrschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich Bd. 78. 1928.

Arn. Heim: Über Bau und Alter des Alpennordrandes. Eclogae geologicae Helvetiae Bd. 21. 1928. S. 73.

Diese 1500—2000 m mächtigen, als „Granitische Molasse" bezeichneten Schichten, bilden mit der überlagernden Molasse des Pfänders den breiten Nordflügel eines Gewölbes, dessen schmaler Südflügel von den bunten Mergeln der Zone von Inngrüne eingenommen wird, die vermutlich zum Untersten Aquitan oder zum Oberen Stampien gehören. (Unter der Voraussetzung, daß die Hochgrat-Steinebergschichten aquitanisch sind, müßten dieselben den konglomeratfreien Schichten der „Granitischen Molasse" Vorarlbergs entsprechen, was wiederum kaum vorstellbar ist).

Durch eine südlich geneigte, offenbar sehr bedeutende Überschiebung getrennt, folgen Mergel und Sandsteine, die dem Unteren Stampien (Rupélien) zugerechnet werden (Zone vom Schwarzach-Tobel, Horwer-Schichten, Untere Meeres-Molasse). Diese werden überlagert von der aus bunten Mergeln mit eingeschalteten Sandsteinen bestehenden Bunten Molasse der Zone von Alberschwende, in der bisher noch keine Versteinerungen gefunden wurden, die jedoch nach Baumberger oberstampisches Alter (Chattien) besitzen und den Cyrenen-Mergeln Oberbayerns gleichgestellt werden (s. o. S. 54). Nunmehr schließt sich im S. ein steiler, nach N. überkippter Sattel mit ausgewalztem Nordschenkel (Zone von Fluh-Amenegg) an, so daß ein liegendes Gewölbe entsteht, das auf die Zone von Alberschwende überschoben ist. Der tiefste Gewölbekern wird von grauen, Leist-artigen Mergeln gebildet mit Cardien und *Cyrena semistriata*, die dem Unteren Stampien angehören, darüber folgt die Stufe der grauen Kalksandsteine (Wetzsteine) mit Cardien und *Cyrena semistriata* (Egg-Schichten, Oberes Stampien), die von den Mergeln und Sandsteinen der Bunten Molasse (Chattien) überlagert wird. — Das südlichste Bauelement stellt eine breite Mulde (Synklinal-Zone von Maltach) dar, die vollständig von der Bunten Molasse ausgefüllt ist. Im Südschenkel derselben tauchen die tieferen Schichtglieder der Älteren Molasse, die Leist-artigen Mergel mit Cyrenen (Unteres Stampien) und die Egg-Schichten wieder heraus. Dieselben bilden einen schmalen, aufrechten Sattel, an den sich im S. eine ebenso steile Mulde anschließt. Unmittelbar südlich folgen mit steilem Kontakt oder stellenweise sogar nördlich geneigter Fläche die Kreide-Eozänschichten, so daß die älteste Molasse-Stufe an den Alpenrand grenzt. — Die stärker gefaltete und von Schuppenflächen durchzogene, alpennähere Schichtserie gehört also dem Stampien an, während der weiter nördlich vorgelagerte, einen breiten Sattel bildende Abschnitt der älteren Molasse-Zone aquitanisches Alter besitzt.

Die außerordentlich konglomeratreichen Schichten der Jüngeren Molasse finden an der Südseite des Pfänders ihr Ende. Nirgends sind auf den Schichten der Älteren Molasse Reste derselben erhalten geblieben. Die gewaltigen Schuttmassen, die in den Alpen ihren Ursprung hatten und die Ältere Molasse ehemals überdeckten, wurden zwischen Rhein und Bregenzer Ach wieder völlig abgetragen, so daß wir ein ähnliches Bild wie in Oberbayern erhalten, obgleich eine Fortsetzung

der Peißenberger-Überschiebung zwischen den beiden Molasse-Gruppen nicht vorhanden ist. Der schroffe Gegensatz zwischen Älterer und Jüngerer Molasse kommt auch hier scharf zum Ausdruck, da dem Aquitan die Anhäufung von grobem Geröll so gut wie völlig fehlt, die in der überlagernden Jüngeren Molasse so gewaltig in Erscheinung tritt.

Konglomeratbildung in der Älteren Molasse ist auf die stampische Schichtfolge der Schuppenzone am Alpenrand beschränkt. Aber auch in deren nördlichsten Abschnitt (Schuppe im Schwarzach-Tobel) wurde nur eine ganz unbedeutende Geröllführung beobachtet. Ebenso ist in der Schuppe von Alberschwende die Bunte Molasse noch fast frei von Nagelfluh. Erst in dem Nordschenkel der Synklinale von Maltach finden sich einzelne grobe Konglomeratlagen von größerer Dicke in der Bunten Molasse eingeschaltet. Auf der Südseite der Mulde von Maltach gehört die Konglomeratfazies zum wesentlichsten Bestandteil der Älteren Molasse. Die mächtigste Lage ist die Basisbank von Egg. Konglomerate und Sandsteine zusammen erreichen hier eine Mächtigkeit von 60 m. Die gröbste Geröllanhäufung bildet das Riesenkonglomerat von Mühlbach. Auch bei Kehlen sind die Konglomeratbänke im Südschenkel der Mulde mächtiger und gröber ausgebildet als im Nordschenkel.

Die ältesten Teile der Vorarlberger-Molasse, die der Unteren Meeres-Molasse Oberbayerns entsprechen, sind ganz frei von groben Geröllen. Der Beginn der Einschwemmung von groben Schutt scheint mit dem Übergang vom Meerwasser zum Süßwasser zusammenzufallen, nämlich in die Zeit der brackischen Egg-Schichten. In der tieferen Bunten Molasse erreicht die Geröllbildung ihre Hauptentfaltung, während im oberen Teile derselben die Nagelfluh-Bänke wieder an Zahl und Mächtigkeit zurücktreten. Diese Verhältnisse erinnern sehr an diejenigen von Oberbayern, da hier in der Unteren Meeres-Molasse Konglomerate ganz fehlen, während in der Baustein-Zone, der Übergangszeit von meerischen Ablagerungen zu Süßwasserabsätzen, als der Molasse-Trog ausgesüßt wurde, die Konglomeratbildung einsetzt, in der Unteren Bunten Molasse vorherrscht und in der Oberen wieder zurücktritt.

Aber auch in den stampischen Schichten Vorarlbergs ist die Geröllaufschüttung als unbedeutend zu bezeichnen. Die Nagelfluh-Bänke sind nicht mächtig, wenig verbreitet und stellen nur gelegentliche Einlagerungen dar. Vor allem sind dieselben auf die südlichste Randzone beschränkt und nicht weit nach N. vorgeschoben. Das Riesenkonglomerat von Mühlbach zwischen Egg und Dornbirn ist eine ganz örtliche Erscheinung am Alpenrande.

Gegenüber der geringen Förderung von Grobschutt im Stampien und der ganz fehlenden im Aquitan, brachen in nach-aquitanischer Zeit gewaltige Geröllmassen aus den Alpen hervor, die 10—20 km weiter nach N. vordrangen als diejenigen des Mittel-Oligozäns. In Bezug auf

die Menge und die Reichweite der Geröllaufschüttungen zeigt sich also in Vorarlberg zwischen Älterer und Jüngerer Molasse genau derselbe Gegensatz wie im Allgäu und in Oberbayern.

Eingehendere Studien über die Gerölle in den Nagelfluh-Bänken der Älteren Molasse fehlen noch. Bei den Profilbeschreibungen findet sich nur gelegentlich die bemerkenswerte Angabe, daß dieselben teilweise aus Flysch bestehen. Aus dem Riesenkonglomerat des Mühl-Bachs werden Quarzit-Sandsteine, Kieselkalke und Kalksandsteine des Flysches erwähnt.

Einige von mir ausgeführte Untersuchungen mögen diese Feststellungen bestätigen und ergänzen.

Bei Kehlen stößt W. von Unter-Fallenberg eine Felsrippe aus grobem Konglomerat unmittelbar an die Straße heran.

Eine Aufsammlung ergab folgenden Bestand:

3 Gangquarz-Gerölle	4— 6 cm
3 Dolomit-Gerölle	4— 6 „
23 Dolomit-Gerölle	$^1/_2$—$2^1/_2$ „
28 sandig-kieselige Flysch-Kalke mit wechselndem Glaukonit-Gehalt	3—20 „

Die hauptsächlichsten Bestandteile des Konglomerates bestehen aus Flysch, insbesondere die gröberen, von denen einzelne bis zu $^1/_2$ m Durchmesser erreichen. Auffallend sind außerdem in den sehr einförmigen Geröllmassen, die vielen teils dunkel, teils hell gefärbten kleinen Dolomit-Geröllchen.

Etwas weiter nördlich ist in dem Tobel gegenüber der Kirche zu unterst eine 2 m mächtige Konglomerat-Bank aufgeschlossen, darüber folgen dickbankige Sandsteine, in die eine Lage von rotem Letten eingeschaltet ist. Oberhalb der Quellfassung werden die Sandsteine wiederum von einer 2 m starken Konglomerat-Bank überdeckt, über der sich dickbankige Sandsteine einstellen. Die groben Nagelfluhen schneiden mit scharfer Grenze gegen die Sandsteine ab.

Unter 28 Geröllen aus der oberen Konglomerat-Bank fanden sich 23 Flysch-Gerölle von 3—16 cm Durchmesser (etliche auch von Kopfgröße) und 5 Dolomit-Gerölle von 3—8 cm Dicke.

Ein Geröll von etwas gröberem Gefüge zeigt im Dünnschliff eine klare Calcit-Masse, in der zahlreiche Lithothamnien-Bruchstücke eingebettet sind, deren zarte Struktur gut kenntlich ist und die einen wesentlichen Bestandteil des Gesteins ausmachen. Außerdem sind einzelne zerbrochene Foraminiferen-Schalen vorhanden, sowie Bryozoen-Reste und Schalenbruchstücke. Dazu gesellen sich ziemlich reichlich Quarz und einige Quarzit-Körnchen. Die letzteren sowohl wie die organogenen Gemengteile schwimmen in dem Calcit, ohne sich gegenseitig zu berühren.

Ein anderes Geröll läßt im Dünnschliff eine ganz ähnliche Zusammensetzung erkennen. Die Lithothamnien-Bruchstücke treten an Menge etwas mehr zurück, während sich die Quarze und Quarzite anreichern. Das calcitische Bindemittel ist feinkörniger. Einzelne Glaukonit-Körner wurden beobachtet und unter den Foraminiferen tritt ein leidlich erhaltenes Nummuliten-Gehäuse hervor.

Die letzten beiden Gesteins-Typen finden sich unter den Flysch-Gesteinen nicht vor, dieselben können nur dem helvetischen Eozän entstammen.

Eine Aufsammlung im Haselstauden-Graben zeigte einen ähnlichen Geröllbestand:

1 weißes Gangquarz-Geröll	10 cm
2 Dolomit-Gerölle	4—6 „
1 dunkler Trias-Kalk	5 „
1 Oberjura-Kalk	$3^1/_2$ „
40 Flysch-Kalke, Sandkalke, Kieselkalke (z. T. glaukonitisch) und Kalkhornsteine	3—10 „

In dem feineren Material sind kleine Quarzkörner in reichlicher Menge vorhanden.

Ein anderes leicht zugängliches Konglomerat findet sich als Einlagerung in der Bunten Molasse des Nordflügels der Mulde von Maltach (s. o. S. 26) an der Straße von Egg nach Alberschwende, oberhalb vom Elektrizitätswerk. Dasselbe bildet ein grobes Blockwerk von 5—6 m Dicke, in dem feineres Material gänzlich fehlt. Die Korngrößen schwanken zwischen 3 cm und $^1/_2$ m. Unterlagert wird das Konglomerat von einer Schichtfolge aus abwechselnden 1—$2^1/_2$ m dicken Lagen von weichen, grünen und roten Mergeln und harten Sandsteinen.

Eine Aufsammlung zeigte folgendes Ergebnis:

25 feinkörnelige bis dichte Kalke und kieselige Kalke mit schwankendem Gehalt an Glaukonit- und Quarzkörnern	5—20 cm
2 graue Kalkhornsteine	10 „
3 grüne glaukonitisch-quarzitische Sandsteine	1—8 „
1 glaukonitischer Flysch-Quarzit	10 „
1 grauer Dolomit	5 „

Abgesehen von dem Dolomit-Geröll entstammen sämtliche Gesteine den harten Bänken der tieferen Gruppe der Flysch-Formation. Sehr auffallend ist, daß die dunklen, sandigen und kieseligen Flysch-Gesteine, ebenso wie diejenigen von Kehlen und aus dem Haselstauden-Graben einen vollkommen frischen Zustand aufweisen und nicht die stark hervortretenden gelben Verwitterungsrinden zeigen wie die Flysch-Gerölle in der Jüngeren Molasse, in denen meist nur ein kleiner Kern aus frischem Gestein erhalten geblieben ist.

Die Untersuchung von etlichen Dünnschliffen führte zu nachfolgendem Ergebnis:

1. Von Spongien-Nadeln erfüllter kieseliger Kalk. Die Schwammnadeln aus körneligem Chalcedon bestehend, oder auch in Calcit umgewandelt. Wenige Foraminiferen-Bruchstücke. Reichlich Eisenerz und einzelne Glaukonit-Körnchen. Nicht sehr viele Quarzkörner und ein paar eingestreute Glimmerschuppen. (Flysch-Spongienkalk.)

2. Sehr stark verkieselter Kalk. An einzelnen Stellen werden zarte, aus Chalzedon bestehende oder auch in Calcit umgewandelte Schwammnadeln im Längs- und Querschnitt noch erkennbar. Wenige Quarz-Glaukonit- und Eisenerzkörner. (Flysch-Kalkhornstein.)

3. Die hauptsächlichsten Gemengteile sind: Quarz-, Quarzaggregat- und Glaukonit-Körner, die in einer trüben Calcit-Masse mit schwachen Verkieselungen schwimmen, ohne sich gegenseitig zu berühren. Untergeordnet finden sich kaolinisierte Feldspäte, etliche Glimmerschuppen, Eisenerzkörner, einige Foraminiferen-Bruchstücke und Schwammnadeln. (Sandig-glaukonitischer Flysch-Kalk.)

4. Den weitaus vorherrschenden Bestandteil bilden Quarzkörner, zwischen denen stellenweise das schmutzige calcitische Bindemittel sehr zurücktritt oder ganz fehlt. Sehr reichlich sind Glaukonit-Körner beigemengt und auch etliche Eisenerzkörner. Ganz vereinzelt auch Glimmerschuppen. (Glaukonitisch-quarzitischer Flysch-Sandstein.)

An dem Ursprung dieser Gesteine aus dem Flysch-Gebiet ist nicht zu zweifeln. Dieselben stimmen auch mit den Gesteinstypen der unteren Abteilung vom oberbayerischen Flysch völlig überein.

Vollzog sich schon in den Immenstädter Steigbach-Nagelfluhen durch die Anreicherung der kalkalpinen Bestandteile eine erhebliche Änderung gegenüber den entsprechenden Geröllschichten weiter im O., so wird dieser Kontrast in der Stampischen Vorarlberger Molasse noch viel erheblicher, da sich hier, wenn auch nur in geringer Mächtigkeit, vornehmlich aus Flyschgesteinen bestehende Konglomerate einschalten, die in der Ostalpinen Molasse sonst nur bezeichnend für die jüngere Abteilung derselben sind, in den gleichaltrigen südbayerischen Molasse-Schichten dagegen bisher nicht nachgewiesen wurden.

Die Zugehörigkeit der Schichten von Dornbirn und Egg zur Stampischen Molasse ist durch die Untersuchungen von Heim und Baumberger sichergestellt. Eine Eingliederung in die Jüngere Molasse kommt schon deshalb nicht in Frage, da die nahe am Alpenrande auftretenden Geröllagen aus Flysch sehr wenig mächtig sind und daher nicht die rückwärtigen Teile der viel gewaltigeren Schuttströme des Pfänders sein können.

Eine wesentlich von diesen verschiedene Zusammensetzung zeigen die in der Achen-Schlucht unterhalb der Brücke, W. der Kirche von Egg, aufgeschlossenen Nagelfluhen. Dieselben bilden mit den Sandsteinlagen zusammen eine 60 m mächtige Schichtfolge in der Bunten Molasse des Südflügels der Mulde von Maltach und treten im Landschaftsbild als eine deutliche Rippe heraus, auf der die Kirche von Egg erbaut ist (s. o. S. 23, 24, 26).

Die Geröllschichten der Achen-Schlucht enthalten nur einzelne bis zu 30 cm dicke Komponenten. Ganz vorwiegend bestehen dieselben aus klein- und mittelkörnigen, fest verkitteten, stark abgeschliffenen Schuttmassen von sehr bunter Zusammensetzung. Gröberes und feineres Material ist sehr stark miteinander vermischt.

Die Untersuchung von zwei Aufsammlungen am rechten Achen-Ufer, zu dem ein neben der Brücke abzweigender kleiner Steig hinunterführt, hatte folgendes Ergebnis:

1.	2 Gangquarz-Gerölle	2— 3 cm
	43 graue Dolomit-Gerölle	1— 5 „
	6 dunkle Dolomit-Gerölle	1— 2 „
	7 dunkle Kalke (Trias)	2— 5 „
	19 Lias-Gesteine	2— 6 „
	6 Oberjura-Kalke	1— 4 „
	4 Hornsteine und Kalkhornsteine des Oberen Jura	3— 6 „
	11 Flysch-Kalke mit Quarz- und Glaukonit-Körnern	5—10 „

2. 60	graue Dolomit-Gerölle	$^1/_2$— 6 cm
18	dunkle Dolomit-Gerölle	1— 5 „
20	Lias- und Oberjura-Gesteine	2—10 „
6	Flysch-Kalke	3— 9 „

Ein faustgroßes Geröll zeigte im Dünnschliff folgende Zusammensetzung:

In einer getrübten, stellenweise verkieselten Calcit-Grundmasse heben sich besonders deutlich zahlreiche Bruchstücke von Lithothamnien heraus. Außerdem finden sich mehrere Bryozoen-Bruchstücke und vereinzelte Schalenreste von Foraminiferen. Darunter eine zerbrochene *Orthophragmina*. Weitere Gemengteile bilden Quarz- und Quarzit-Körner, sowie einzelne rote Splitter und dunkle Körner mit erkennbaren zarten Schwammnadeln. Der Gesteinsaufbau von diesem Geröll beweist dessen Herkunft aus dem helvetischen Eozän.

Die stampischen Konglomerate der Achen-Schlucht besitzen im äußeren Habitus dasselbe Aussehen wie diejenigen der Älteren Molasse im Allgäu und in Oberbayern. Die weitaus größte Verwandtschaft in Bezug auf den Geröllbestand besteht mit den Steigbach-Nagelfluhen bei Immenstadt. Nur stellt sich im Gegensatz zu diesen, außer den vereinzelten helvetischen Eozän-Geröllen, ein gewisser Prozentsatz von Flysch-Gesteinen ein.

Besonders auffallend ist die große Anhäufung von Dolomit-Geröllen, die auch schon bei Kehlen in Erscheinung treten. Dieselben weisen i. a. gegenüber den Jura- und besonders gegenüber den Flysch-Gesteinen die geringeren Korngrößen auf und besitzen stets eine glatte, vielfach auch polierte Außenseite, während die Kalkgerölle eine sehr rauhe, corrodierte Oberfläche zeigen.

Die Dolomite sind nicht zu unterscheiden von den Dolomiten der Älteren Molasse-Schotter in Oberbayern und im östlichen Allgäu. Nur walten im O. die dunklen Färbungen viel mehr vor. Jedoch soll die Frage genaueren Forschungen überlassen bleiben, ob lediglich triassische Dolomite vorliegen, oder ob die dolomitische Geröllfazies aus dem O. auch noch in die stampischen Nagelfluhen Vorarlbergs hineinreicht. —

Im oberbayerischen Alpenvorland O. vom Inn wurden bisher noch keine Untersuchungen über die Beschaffenheit der Gerölle in der Älteren und Jüngeren Molasse durchgeführt. Am österreichischen Alpenrand dürfte das Gebiet zwischen Neulengbach und Kogl W. von Wien für diese Betrachtungen von Bedeutung sein, da hier ähnliche Bauformen wie am oberbayerischen Alpenrand wiederkehren. Die schwierigen Lagerungsverhältnisse in diesem Gebiet haben schon verschiedentlich zu Erörterungen Veranlassung gegeben und wurden neuerdings durch die eingehenden Untersuchungen von Götzinger und Vetters[1]) geklärt.

---

[1]) H. Vetters: Zur Altersfrage der Braunkohle von Starzing und Hagenau bei Neulengbach. Verh. d. Geol. Bundesanst. Wien 1922. — H. Vetters: Die Braunkohlenvorkommen bei Neulengbach, Starzing und Hagenau in Niederösterreich. Jahrb. d. geol. Bundesanst. 73. Bd., Wien 1923.

G. Götzinger und H. Vetters: Der Alpenrand zwischen Neulengbach und Kogl, seine Abhängigkeit vom Untergrund in Gesteinsausbildung und Gebirgsbau. Jahrb. d. Geol. Bundesanst. 73. Bd., Wien 1923. — G. Götzinger: Der neue Granitklippenblock am

Das hervortretendste Bauelement des Gebietes bildet das Buchberg-Konglomerat. Dasselbe ist aus den nördlich und südlich anschließenden weicheren und weniger durchlässigen Gesteinen im Landschaftsbild stark herausgearbeitet und baut den langgestreckten waldbedeckten Rücken des Buch-Berges (494 m), den Ebers-Berg und die Höhe N. von Starzing auf. Besonders die Nordgrenze stellt eine auffallende Steilstufe gegen den angrenzenden Schlier dar. — Ganz vorwiegend besteht das Buchberg-Konglomerat aus Flysch. Die Hauptmasse bilden faust- und kopfgroße Gerölle von den harten Kalksandsteinen und Sandkalken der tieferen Flysch-Einheit (Kieselkalk-Gruppe, Inoceramen-Schichten). Einzelne kalkalpine Gerölle sind eingesprengt. Kristallinische Geschiebe treten seltener auf. Die Zusammensetzung gleicht völlig derjenigen der oberbayerischen Flinz-Konglomerate. Entsprechend dem Fehlen der helvetischen Schichten im alpinen Rückland, fehlen auch alle derartigen Gerölle.

Ebenso wie die bayerischen Flinz-Konglomerate als die nördlichsten Ausläufer von Schottersträngen angesehen werden, die noch bis zum Südrande des Flinz-Sees vorgeschüttet wurden, wird auch das Buchberg-Konglomerat als ein Schuttkegel am Südufer des Schlier-Meeres aufgefaßt. Das Konglomerat bildet dementsprechend eine große linsenartige Einschaltung im Schlier. Dasselbe ist in die Faltung des Vorlandes einbezogen, fällt zumeist steil gegen S., nach N. überkippt, ein und ist an transversal verlaufenden Störungen verschoben, die vielleicht z. T. durch die unebene Gestaltung des Untergrundes bedingt sind. Auch hier liegen nur die nördlichsten Ausläufer ehemals viel ausgedehnterer Schuttmassen vor. Während der Aufschüttung der Buchberg-Konglomerate muß das alpine Ursprungsgebiet viel weiter südlich gelegen haben, da nur so die starke Auslese und die einförmige Zusammensetzung der Konglomerate zu erklären ist. Offenbar ist in diesem Gebiet, nachdem die Geröllmassen, welche die Verbindung zwischen den im Schlier vorhandenen Schotterresten und dem alpinen Heimatgebiet bildeten, erodiert waren, in Verbindung mit der Vorlandfaltung, ein nochmaliger Vorstoß der Alpen erfolgt, der den Flysch-Rand in die große Nähe des Konglomerat-Zuges brachte.

Die Schichten, welche die schmale Hügelzone in der Eintiefung zwischen dem Flysch-Bergland und dem vorgelagerten Konglomerat-Rücken aufbauen, sind durch das Auftreten von Pechkohlen mit begleitenden Tongesteinen gekennzeichnet. Außerdem findet sich Melker Sand, der einen reinen Quarzsand darstellt mit kaolinisierten Feldspäten und Muskovit-Schuppen und der den, in den oberbayerischen Cyrenen-Mergeln eingelagerten Glassanden völlig gleicht.

Ein lediglich aus Quarz- und Quarzit-Geröllen, sowie kristallinischen

Flyschrande bei Neulengbach, ein geologisches Naturdenkmal. Verhandl. d. Geol. Bundesanstalt 1926. Aufnahmebericht des Chefgeologen Dr. G. Götzinger über die Blätter Baden-Neulengbach und Tulln. Verhandl. d. Geolog. Bundesanst. 1929.

Schiefern bestehendes mittelkörniges Konglomerat (Ollersbacher Konglomerat) könnte mit den Konglomeraten der Baustein-Zone Oberbayerns verglichen werden.

Die Ausbildung dieser Schichten zeigt zweifellos engste Verwandtschaft mit der Älteren Molasse im östlichen Oberbayern als deren Äquivalent dieselben zu betrachten sind. Vielleicht taucht hier die nördlichste der oberbayerischen Mulden der Älteren Molasse, die als schmaler, stark verstümmelter Zug bis in die Gegend von Traunstein verfolgt werden kann, wieder auf.

Zwischen dem Buchberg-Konglomerat und dem Flysch-Rande bilden die kohlenführenden Schichten von Neulengbach eine durch Schuppenbildung zerrissene, überkippte Mulde mit zerquetschtem Hangendschenkel. Die Pechkohlen finden sich jedoch stets im Liegenden der Melker Sande. Der Melker Sand sowohl wie das Ollersbacher Konglomerat enthalten keinerlei Bestandteile aus der Voralpenzone und aus dem Kalkalpengebiet. Der Melker Sand erweist sich als ein reiner Granitsand, in dem noch nicht zerfallene Granite stecken. Die Annahme von Aufragungen kristallinischer Gesteine am Alpenrand wird also notwendig, aus deren Zerstörung die Melker Sand-Absätze und auch die Ollersbacher Konglomerate hervorgingen. Daß der Melker Sand nicht etwa auf Flysch-Untergrund gebildet wurde, sondern in einem räumlich getrennten Ablagerungsraume auf kristallinischer Unterlage, davon erhalten wir weiterhin sichere Anzeichen durch Scherlinge von diesem kristallinen Untergrund, die an Querstörungen eingeklemmt auftreten. Ganz analog den Verhältnissen in Oberbayern wird von Götzinger und Vetters ein kristallinischer Urgebirgsrücken (comagenischer Rücken) angenommen, von dem der Detritus für die zwischen Flysch und Buchberg-Konglomerat eingeklemmten Schichten stammt und der als Lieferungsbereich ausgeschaltet war (durch Überschiebung verhüllt), als das flyschreiche Buchberg-Konglomerat aufgeschüttet wurde.

Als Zeugen für das Vorbranden des Flysches treten in Verbindung mit den der Älteren Oberbayerischen Molasse entsprechenden Schichten isolierte Schollen von Flysch-Gesteinen auf. Diese bilden Schubfetzen, die sich vom Stirnrand der Flysch-Decke loslösten, in die Vorlandschichten eindrangen und mit denselben verfaltet wurden.

Da die zwischen dem nördlichen Flysch-Rand und dem Buchberg-Konglomerat gelegenen Vorlandschichten aquitanisches und auch vor-aquitanisches (stampisches) Alter besitzen, was ja die Fossiluntersuchungen von Vetters schon gezeigt haben, so ergibt sich für das Buchberg-Konglomerat zum mindesten eine nach-aquitanische Bildungszeit. Vermutlich sind die flyschreichen Konglomerate von Neulengbach überhaupt als altersgleiche Äquivalente der südbayerischen Flinz-Konglomerate aufzufassen.

Die Verhältnisse in der Vorland-Molasse bei Neulengbach schließen sich also ganz eng an diejenigen von Ober-

bayern an. Die Förderung von alpinem Schutt beginnt erst nach dem Aquitan und der gleiche Gegensatz in der Geröllführung, den wir zwischen der Älteren und Jüngeren Oberbayerischen Molasse vorfinden, stellt sich im niederösterreichischen Abschnitt des Alpenvorlandes in demselben Zeitraum ein.

2. Die inneralpine Molasse des Inn-Tales und von Kössen-Reit im Winkel.

Enge Beziehungen bestehen zwischen der Molasse am Alpenrand und den Tertiär-Schichten des Inn-Tales. Die letzteren beginnen mit Ablagerungen vom Alter des Priabonien, die aus Basalbreccien, Konglomeraten, kohlenführenden Schichten und Bitumen-Mergeln bestehen. Außerdem finden sich brecciöse Nummuliten-Lithothamnien-Kalke und -Mergel, die jedoch möglicherweise schon zum Unter-Oligozän zu rechnen sind. Darüber lagern die mächtigen meerischen Zementmergel des Lattorfien. Nach einer Schichtlücke folgen dann die konglomeratreichen, terrestrischen Angerberg-Schichten, die bereits dem Aquitan angehören. Die meisten isolierten Aufschlüsse im Anger-Berg zeigen die aquitanischen Konglomerate in genau der gleichen Ausbildung wie diejenigen der Älteren Molasse im Alpenvorland. Dieselben Schuttmassen mit denselben Korngrößen wurden hier im rhythmischen Wechsel mit Mergeln und Sandsteinen sowie Pechkohlen-Flözchen aufgehäuft. Auch in diesen mitten im Kalkalpengebiet gelegenen Aquitan-Ablagerungen ist die Beteiligung von kalkalpinen Gesteinen aus der näheren Umgebung nur ganz gering. Vielmehr kehren hier gerade wie in der Älteren Oberbayerischen Molasse die einförmigen, dunklen Dolomite und dasselbe Kristallin im wechselnden Mengenverhältnis wieder, sowie einzelne Nummuliten-Lithothamnien-Kalke. Abweichend von dieser Schotterentwicklung zeigen einzelne Aufschlüsse im Anger-Berg, z.B. bei Klein-Söll, Breitenbach, Rattenberg u.a.O. die fremdartigen Komponenten nur noch in geringer Menge. Das gröbere Haufwerk besteht vielmehr vorwiegend aus mesozoischem und alttertiärem Schutt. Statt der Pechkohlen stellen sich braune Lignite ein. Gelbe und graue Färbungen treten an die Stelle der dunklen. Vielleicht gehören diese Angerberg-Schotter schon einem höheren, nach-aquitanischen Niveau an, so daß auch in dem inneralpinen Inntal-Trog derselbe Gegensatz in der Geröllbildung zum Ausdruck kommen würde wie am oberbayerischen Alpenrande und die Förderung von alpinem Schutt aus Mesozoikum und Tertiär erst nach dem Aquitan eintrat.

Das Unterinntaler Tertiär setzt sich an der Nordseite vom Kaiser-Gebirge über Walchsee ununterbrochen in das Tertiär-Becken von Kössen—Reit im Winkel fort. Die kohlenführenden Schichten und die Bitumen-Mergel des Priabons von Häring fehlen bei Kössen und Reit im Winkel vollständig. Dieselben zeigen sich weder an der durch Bohrung erschlossenen

Sohle der Tertiär-Mulde, noch an deren Rändern. Zur Zeit des Unter-Oligozäns, als das Meer in die Unterinntaler Bucht eindrang, bildeten sich auch in dieser östlichen Seitendepression sehr versteinerungsreiche marine Schichten.

Während jedoch im Unterinntal die mächtigen Zement-Mergel von Häring abgesetzt wurden, die eine Ablagerung in beträchtlicher Meerestiefe darstellen, kam es bei Kössen und Reit im Winkel lediglich zur Bildung von mergelig-sandigen und konglomeratisch-brecciösen Gesteinen in geringer Tiefe, die völlig abhängig sind von ihrer näheren Umgebung und zumeist das Aussehen von örtlichen Strandsedimenten tragen, die aus der Zerstörung des unmittelbar benachbarten Untergrundes hervorgingen. Diese Basalbreccien sind im Bereich des Neokoms nur geringmächtig, über Hauptdolomit und Plattenkalk häuften sich dagegen entsprechend der tieferen Abtragung mächtige Breccien und Konglomerate an (Ampferer: Jahrb. d. Geol. Bundesanstalt 1927. S. 130).

Ältere Autoren haben die meerischen Schichten von Kössen-Reit im Winkel mit ihrer reichen Fauna an Bivalven, Gastropoden, Korallen, Nummuliten, und Orthophragminen als Ober-Eozän angesehen und mit der Priabon-Fauna vom Hallturm-Paß bei Reichenhall verglichen. Nach Boussac[1]) und Schlosser[2]) gehören dieselben jedoch, ebenso wie die gleichalterigen marinen Schichten von Häring, dem Unter-Oligozän (Lattorfien) an.

Die voneinander abweichende Schichtentwicklung zwischen dem Unterinntaler Tertiär und dessen östlicher Abzweigung findet sich lediglich in den älteren Tertiär-Bildungen, da die Sandsteine, Mergel und Konglomerate der aquitanischen Angerberg-Schichten bei Kössen und Reit im Winkel als versteinerungsarme, festländische, fluviatil-limnische Fazies wiederum eine ganz erhebliche Mächtigkeit erlangen und in übereinstimmender Ausbildung vom Inn-Tal über Durchholzen und Walchsee in das Kössener Becken verfolgt werden können. Die Schichtlücke zwischen Lattorf und Aquitan tritt also in beiden Tertiär-Becken in Erscheinung.

Vom Inn-Tal bis Reit im Winkel bilden die Tertiär-Ablagerungen eine Mulde, deren Südflügel am Nordrand vom Kaiser-Gebirge unter dem Druck der vorrückenden Schubmasse des Kaiser-Gebirges kräftig nach N. überkippt wurde, während vom Kohl-Tal, S. von Kössen, bis zu seinem Ende bei Reit im Winkel dieser Südflügel ein normales mittelsteiles Einfallen gegen N. zeigt, so daß die Mulde hier einen gleichförmigen Bau besitzt.

---

[1]) J. Boussac: Etudes stratigraphiques sur le Nummulitique alpin. Memoires pour servir à l'explication de la carte géologique de France. Paris 1912.

[2]) M. Schlosser: Revision der Unteroligozänfauna von Häring und Reit im Winkel. Neues Jahrbuch für Min. usw., Beil. Bd. 47, 1922. Die Eozänfaunen der bayerischen Alpen. Abh. d. Bayer. Akad. d. Wissenschaften. Mathem.-naturw. Abteilg. XXX. Bd. 7. Abhandlung. München 1925.

Im Niederhauser Graben bei der Franzens-Mühle, im Kohlen-Bach, im Moser Graben NO. von Kössen und im Lofer Bach O. der Hütte findet sich die gleiche aquitanische Schichtbildung mit dem dauernden rhythmischen Wechsel von Konglomerat-Lagen, Sandsteinen und Mergeln wie im Inn-Tal. Dieselben ihrer näheren Umgebung fremden Gerölle kehren wieder.

Die Untersuchung von 182 im Niederhauser Graben bei der Franzens-Mühle aufgesammelten Geröllen führte zu folgendem Ergebnis:

1. Schwarze, nur vereinzelt grau gefärbte Dolomite. Teils dichtes, teils kristallinisches Gefüge. Korngröße 2—6 cm	158
2. Quarz-Gerölle. Korngröße 3—9 cm	7
3. Quarzite. Korngröße 4—9 cm	5
4. Gneis-Brocken	3
5. Lias-Crinoidenkalk	1
6. Dichte graue Kalke, vermutlich Oberer Jura	3
7. Weißer kristallinischer Kalk unsicherer Herkunft	1
8. Nummuliten-Lithothamnien-Kalke	4

In einem Dünnschliff von den zuletzt aufgeführten Geröllen zeigte sich das Gestein ganz erfüllt von kleinen kugeligen Nummuliten und flachen Orthophragminen. Zahlreiche Lithothamnien-Bruchstücke. Vereinzelt Quarz-Körner und sandige Partien mit reichlich Quarz-Körnern und Glimmer-Plättchen. Nicht ganz selten Glaukonit-Körner. Zwei weitere Schliffe zeigen fast vollständig aus Lithothamnien-Bruchstücken aufgebaute Gesteine, die durch klaren Calcit miteinander verkittet sind. Einzelne Nummuliten und Orthophragminen, sowie Bruchstücke von anderen Foraminiferen und Bryozoen. Glaukonit-Körner.

Aufsammlung hinter dem Zollhaus a. d. Lofer, SO. von Kössen:

1. Dunkle und auch graue Dolomite	74
2. Weiße, grüne und rote Quarze	12
3. Schwarze Kieselschiefer	10
4. Dichte, graue Kalke, vermutlich Trias, Korngröße 2—6 cm	3

Aufsammlung im Kohlen-Bach unterhalb von Gabichl:

1. Dunkle Dolomite	61
2. Quarzite	3
3. Dichte, helle und dunkle Kalke, vermutlich Trias oder Jura	15
4. Lithothamnien-Kalke	2

Auf die große Ähnlichkeit der Aquitan-Schichten der beiden inneralpinen Becken mit den z. T. gleichaltrigen Molasse-Bildungen im Vorland wurde zuerst von Schlosser nachdrücklich hingewiesen. Tatsächlich gleichen die aquitanischen Konglomerat-Massen des Inn-Tales und die von Kössen-Reit im Winkel völlig den Geröllfazies der Älteren Molasse am oberbayerischen und am östlichen Allgäuer Alpenrande.

Bezeichnend ist stets das Vorherrschen der schwarzen Dolomite und das gänzliche Zurücktreten oder auch völlige Fehlen kalkalpiner Komponenten aus der näheren Umgebung. Kristallin, das nicht den Zentralmassiven entstammt, ist in wechselnden Mengen beigemischt und stets einzelne Alttertiär-Gerölle. Das Gefüge ist meist mittelkörnig. —

Im Kohlen-Bach beim Elektrizitätswerk von Kössen, NW. von

Schwendt, finden sich im Bachbett konglomeratreiche Schichten, deren Geröllbestand von demjenigen der aquitanischen Konglomerate völlig verschieden ist. Die Schichten sind im Bachbett bis oberhalb vom Elektrizitätswerk gut aufgeschlossen und zeigen einen dauernden gleichmäßig wiederkehrenden Wechsel von groben, gelb gefärbten Konglomeraten mit Sandsteinen und flinzartigen grauen und gelben Mergeln. Die Konglomerate bilden ein wirres Haufwerk, in dem grobes und feineres Material ohne feste Bindung bunt durcheinander liegt.

Die Gerölle erreichen Durchmesser bis zu $^1/_2$ m. Unter denselben treten, besonders in den südlichen Aufschlüssen, licht gefärbte, weiß, gelblich oder rötlich getönte, dichte und kristallinische Kalke hervor mit roten Adern, die als triassische Riff-Kalke (Rhät, Wetterstein-Kalk) anzusehen sind. Leicht zu bestimmen sind Gesteinstypen der verschiedenen Lias-Fazies. Sehr zahlreich finden sich graue und graugrünliche Crinoiden-Kalke. Anstehend trifft man dieselben im Lias-Kern der Wessener Mulde im Durchbruchstal der Kössener Achen N. von Klobenstein. Gut kenntlich sind gelbe Lias-Fleckenkalke. (In einem Geröll fanden sich Ammoniten-Bruchstücke). Ferner ein roter Crinoiden-Kalk, ein roter, bläulich verwitternder Kalk, ganz erfüllt von Schwammnadeln aus körneligem Chalcedon und ein gelber Oolith-Kalk. In reichlicher Menge wurden gelbe Kalke z.T. mit Oolith-Struktur beobachtet, die vermutlich auch zum Lias gehören. Einzelne ließen Schalenreste von Rhynchonellen erkennen. Besonders gut heben sich die bunten Hornsteine und die roten und gelben Hornsteinkalke des Oberen Jura heraus, die ziemlich häufig im Konglomerat vertreten sind. Nicht selten sind dunkelgrüne Kalke mit reichlichem Gehalt an Glaukonit- und Quarzkörnern, die mit cenomanen Bildungen übereinstimmen.

Eingeschaltet im Konglomerat finden sich feste Kalkbänke mit weichen, tonigen und sandigen grünen und graugrünen Zwischenmitteln. Dieselben sind am Steilhang hinter dem Hause in einer Mächtigkeit von 1—2 m aufgeschlossen und werden von grauen und grünen lockeren Sandsteinen unterlagert. Im Dünnschliff erscheinen in dem Kalk dunkle Organismen mit stellenweise erhaltenem konzentrischen Aufbau (vermutlich Algen), die durch eine grobtrümmerige Calcit-Masse verkittet sind. Außerdem wurden einzelne Echinodermen-Reste, Bruchstücke von Schalen, sowie nicht selten Quarz-Körner und Quarzit-Splitter beobachtet.

Sämtliche Bestandteile des Konglomerates entstammen also dem kalkalpinen Trias-, Jura- und Kreide-System. Die dunklen Dolomite der Aquitan-Schotter fehlen ganz und ebenso wurde auch kein Kristallin aufgefunden. Die Schuttmassen weichen also völlig von denjenigen des nahe benachbarten Aquitans ab und können daher diesen auch im Alter nicht gleichgestellt werden.

Die konglomeratischen Schichten vom Elektrizitätswerk, sowie die nördlich anschließenden aquitanischen Ablagerungen fallen mit etwa 45° nördlich ein. Dieselben bilden das südliche Ende vom Südflügel der Kös-

sener Tertiär-Mulde, das sich unmittelbar an die Neocom-Mergel von Schwend anschließt.

Nach den Aufnahmen von Reis[1]) und Ampferer[2]) legt sich dieser flache Südflügel der Kössener Tertiär-Mulde mit normalem nördlichen Einfallen auf das Neocom von Schwendt. Die Lagerungsverhältnisse würden also dafür sprechen, daß die Konglomerate unter das Aquitan einfallen und daher ein höheres Alter wie dieses besitzen.

Zwischen den Konglomeraten aus kalkalpinem Schutt und den nördlich anschließenden aquitanischen Ablagerungen schalten sich wenig mächtige, sehr versteinerungsreiche dunkle Mergel ein, die im Bachbett aufgeschlossen sind.

Herr Prof. Schlosser hatte die Liebenswürdigkeit, die Tierwelt derselben zu bestimmen und stellte folgende Arten fest, nach denen die Schichten dem Unter-Oligozän (Lattorfien) zuzuweisen sind:

Hydrophyllia inaequalis Gümbel
Pectunculus pulvinatus Lam.
Cardita Laurae Brong.
Cardium tirolense Dreger
Cardium oenanum Gümbel
Lucina sp.
Cytherea sp.
Panopaea sp.
Pecten cfr. *biarritzensis* d'Arch.
Turbo clausus Fuchs
Natica crassatina Desh.
Natica auriculata Grat.
Turritella terebellata Lam.
Diastoma costellatum Grat.
Strombus radix Brong.
Halitherium.

Falls in dem südlichen Muldenflügel ein normales Profil angenommen wird, müßten die Konglomerate das Liegende von den marinen Reit im Winkler-Schichten (Lattorfien) bilden. Die konglomeratischen Anhäufungen, die ständig mit mergeligen und sandigen Lagen abwechseln, sind jedoch nicht als eine ortsnahe Breccienbildung anzusehen. Dieselben besitzen auch keinerlei Ähnlichkeit mit den Basalbreccien des Tertiärs im Niederhauser Graben und von Häring. Geröllbestand und Schichtentwicklung der Ablagerungen deuten eher auf ein jüngeres Alter wie Aquitan hin, jedoch lassen sich weder durch die Versteinerungsfunde noch durch die

[1]) O. M. Reis: Geologische Skizze der Umgebung von Schwendt bei Kössen. Innsbruck 1908.

[2]) O. Ampferer: Geologische Profile aus dem Gebiet des Kössener Beckens. Jahrb. d. Geol. Bundesanst. 77. Bd., Wien 1927.

Schichtfolge Beweise für diese Auffassung erbringen, die lediglich bei der Annahme stark gestörter Lagerungsverhältnisse Gültigkeit gewinnen könnte.

3. Über den Ursprung des Molasse-Schuttes.

Die Fragen nach der Herkunft des Molasse-Schuttes ergeben sich für die jüngere Molasse-Zeit ohne weiteres aus der Natur des Geröllmaterials, da dasselbe fast ausschließlich aus voralpinen und kalkalpinen Gesteinen besteht, die als mächtige, breite, flache, fächerförmige, nach N. mehr und mehr abgeschwächte Schuttkegel aus den Kalkalpen und Voralpen hervorbrachen und über die damals noch ungefaltete, aber schon konsolidierte Ältere Molasse hinweggingen. Vom Pfänder am Bodensee bis nach Neulengbach bei Wien lassen sich überall dieselben Zusammensetzungen der Geröllmassen feststellen. Derartig gewaltige und stürmisch verlaufende Erosionswirkungen können nur durch weitgehende Umgestaltungen im Alpengebiet bedingt sein.

Viel schwieriger sind die Fragen nach der Heimat des in der Älteren Molasse enthaltenen klastischen Gesteinsmaterials zu lösen, zumal sich, im Gegensatz zu der überall gleichartigen jüngeren Schuttbildung, tiefgreifende Änderungen in Bezug auf den Geröllbestand im westlichen Allgäu und in Vorarlberg gegenüber den östlicheren Vorkommen vollziehen, und insbesondere auch deshalb, weil die wesentlichsten und bezeichnendsten Bestandteile vom südbayerischen Alpenrande und aus den inneralpinen Becken, nämlich die dunklen Dolomite, in den Kalkalpen und Voralpen fehlen. Ihre nächsten Verwandten wurden in der Grauwacken-Zone entdeckt und zwar sind dieselben von der Hohen Salve und anderen Stellen bekannt geworden.[1])

Ferner stimmen die kristallinen Gerölle der Angerberg-Schichten mit Gesteinen der Grauwacken-Zone überein. Diese Analogien haben dazu geführt, die Heimat der fremdartigen Bestandteile des älteren Molasse-Schuttes in der Grauwacken-Zone zu suchen. Da kalkalpine und voralpine Gesteine ganz zurücktreten, müßten die tektonischen Bewegungen, welche die Abtragung hervorriefen, lediglich südlich der Kalkalpen gewirkt haben. Ein völlig eingeebnetes Kalkalpengebiet ist dabei Voraussetzung, über das die Schuttströme, ohne sich in den Untergrund einzuschneiden, hinweggehen konnten. Nach dieser Vorstellung bildet das Tertiär des Unterinn-Tales einen grabenförmig tief versenkten und an bedeutenden Störungen eingeklemmten Schollenstreifen einer ehemals über den Kalkalpen und Voralpen weit ausgebreiteten Molasse-Hülle,

[1]) A. Winkler: Über Studien in den inneralpinen Tertiärablagerungen und über deren Beziehungen zu den Augensteinfeldern der Nordalpen. Sitzungsber. d. Ak. d. Wiss. in Wien, Math.-naturw. Klasse, Abt. I, 137. Bd., Wien 1928. — Derselbe: Zur Deutung der Geröllzusammensetzung der inneralpinen Inntalmolasse. Zentralbl. f. Min. usw. 1928. Abteilung B.

die völlig der Erosion anheim fiel. Lediglich die Augenstein-Schotter auf den Hochflächen der östlichen Kalkalpen sollen von dieser tertiären Schichtbedeckung der Kalkalpen übrig geblieben sein. Entsprechend der gewaltigen Schuttförderung wäre eine viel größere Breite der Grauwacken-Zone anzunehmen. Dieselbe müßte auch weiter nach W. gereicht haben, da sich die Dolomite bis ins westliche Allgäu verfolgen lassen. Zur Bildungszeit der Älteren Molasse waren Zentralgneis und Schieferhülle, sowie die Gesteine des zentralalpinen Mesozoikums von einer höheren Decke aus Grauwacken-Gesteinen und Altkristallin noch verhüllt, wodurch auch das Fehlen vom Tauern-Kristallin unter den Geröllen der Älteren Molasse erklärbar wird, das der Erosion noch nicht zugänglich war. Die schwarzen Dolomite der Inntal-Molasse, also die wesentlichsten karbonatischen Leitgesteine derselben, sind nach dieser Vorstellung von ausgedehnten in der Grauwacken-Zone vorhandenen Lagern geliefert, die an der Hohen Salve und anderen Punkten der Grauwacken-Zone felsbildend anstehen.

Das Grauwacken-Gebiet der Hohen Salve bei Hopfgarten[1]), das im N. der Buntsandstein normal überlagert, wird von Grauwacken-Schiefern (Wildschönauer Schiefern) aufgebaut, in denen sich lagerförmig Diabasporphyrit-Schiefer und Quarzporphyre einschalten. Die letzteren, welche beim Aufstieg von Hopfgarten oberhalb vom Tenner-Wirt in längerem Aufschluß anstehen, sind zumeist stark zersetzt und geschiefert, seltener beobachtet man frische, ungeschieferte, felsitische Typen. Als weiteres wesentliches Bauelement finden sich karbonatische Gesteine (zumeist Dolomite) in großer Verbreitung. Einzelne Buntsandsteinschollen sind in die intensiven palaeozoischen Faltungen mit einbezogen.

Große Ausdehnung erlangen die dolomitischen Gesteine in dem Gipfelbereich der Hohen Salve. Ferner können dieselben an der Südostseite beim Abstieg nach Brixen sehr gut beobachtet werden und auch an der Westseite unterhalb vom Tenner-Wirt.

Ganz vorwiegend sind diese hell bis hellgrau gefärbten Dolomite mehr oder minder metamorph und meist deutlich gebändert. Vielfach findet sich Schieferstruktur. Sehr grobkörnige, marmorisierte, helle Dolomite sind ebenfalls vertreten. Zuweilen beobachtet man aber auch dunkle bis schwarze, bituminöse, dichte bis ganz feinkristalline Dolomite, die den Dolomit-Geröllen in der Molasse sehr ähnlich sehen oder völlig gleichen. Im allgemeinen weisen die dolomitischen Gesteine eine erhebliche tektonische Zertrümmerung auf.

An der Südseite der Salve sind zwischen Brixen und Lauterbach, oberhalb Mosen, in zwei Steinbrüchen wiederum andere Gesteine erschlossen, in denen vor allem sehr stark umgewandelte, marmorisierte Kalke vorwalten. Im tieferen Bruch findet sich weißer und auch rötlicher feinkörniger Marmor. Bald bilden roter und weißer Marmor abwechselnd dünne Lagen oder der Marmor nimmt flaseriges Gefüge an, durch die

[1]) Blatt Rattenberg d. Geol. Bundesanst. Wien 1915.

Einschaltung toniger Häute. Auch nicht metamorphe dunkle Kalke sind vorhanden, die stets, mehr oder minder dicht nebeneinander, Lagen von weißem Kalkspat aufweisen. In der Hopfgarten-Klamm treten nochmals dunkle Dolomite auf, die zumeist eine starke Durchtrümerung von weißem, spätigen Dolomit besitzen.

Vielleicht entsprechen diese verschiedenartigen karbonatischen Gesteine auch verschiedenaltrigen Horizonten.

Die beobachteten palaeozoischen Kalke und Dolomite des Gebietes der Hohen Salve sind petrographisch stark differenziert, während die karbonatischen Gerölle der Inntaler-, wie auch der Vorland-Molasse eine äußerst gleichförmige Beschaffenheit aufweisen. Sicherlich sind ähnliche Gesteine an der Hohen Salve vertreten, jedoch nur ganz örtlich in räumlich sehr beschränkten Vorkommnissen. Die weitaus vorwaltenden, gebänderten, von Kalk- und Dolomitspatadern durchschwärmten, sowie die schwach und stark marmorisierten Gesteine fehlen gänzlich unter den Molasse-Geröllen.

Das Vorhandensein von Gebirgszonen aus einförmigen, dunklen Dolomiten wird notwendig, aus deren Zerstörung die gleichartigen Dolomit-Geröllmassen der Molasse hervorgingen. Eine Auslese der vereinzelt auftretenden, schwarzen Dolomite aus den sehr verschiedenartigen karbonatischen Gesteinsfazies der Hohen Salve ist nicht zu erklären, da sämtliche Kalk- und Dolomittypen etwa die gleiche Härte aufweisen.

Ähnlicher Gesteinsaufbau wie an der Hohen Salve findet sich im Gebiet des Kitzbühler Horns O. von Kitzbühel wieder. Die Wildschönauer Schiefer mit den eingeschalteten Lagern von Diabasporphyrit und den geschieferten Quarzporphyren sind im Kögler Bach gut aufgeschlossen. Die dolomitischen Gesteine der Grauwacken-Zone (ober-silurische und devonische Dolomite der Karte von Ohnesorge)[1]) können sehr eingehend in der Gipfelregion des Kitzbühler Horns beobachtet werden, sowie beim Aufstieg von Kitzbühel unterhalb vom Alpenhaus (1669 m).

Ganz örtlich stellen sich auch hier dunkle Dolomite wie an der Hohen Salve ein, die den Molasse-Geröllen ähnlich sehen. Als besonders auffallendes und stark vorwaltendes Gestein finden sich rot gefärbte, zumeist feinkörnelige Dolomite, die mit dunklen und hellgrauen Dolomiten eng vergesellschaftet sind und mit denselben wechsellagern. Diese roten Dolomite, die vielfach schiefrige Ausbildung besitzen, habe ich bisher in den Molasse-Geröllen nirgends beobachtet. Oft zeigen die Dolomite vom Kitzbühler Horn auch ein ähnliches Aussehen und ähnlichen würfelförmigen Zerfall wie viele Trias-Dolomite.

Zweifellos bedeuten die Feststellungen, daß in der Grauwacken-Zone den Molasse-Geröllen vergleichbare Dolomite vorkommen, einen Fortschritt, insofern, als dadurch der Hinweis auf ein palaeozoisches

[1]) „Geologische Karte von Kitzbühel und Umgebung" der Geolog. Bundesanstalt. Wien 1917.

Alter der Gerölle gegeben ist. Aber die Herleitung des gesamten Dolomit-Materials der Angerberg-Schichten aus den karbonatischen Gesteinslagen der südlich angrenzenden Grauwacken-Gebiete oder ähnlich gebauter Gebirgsabschnitte, stößt doch auf erhebliche Schwierigkeiten und noch größer werden die Schwierigkeiten, wenn man für die gleichartigen Geröllanhäufungen des Alpenvorlandes dasselbe Heimatgebiet fordert.

Da gegen die Anschauung vom Ursprung des dolomitischen und kristallinen älteren Molasse-Schuttes aus der am Südrand der Kalkalpen hervortauchenden Grauwacken-Zone mancherlei Bedenken bestehen, erfreut sich eine Theorie großer Beliebtheit, die ein Wiederaufleben der Vorstellungen von Studer und Gümbel in gewissem Sinne bedeuten.

Die Heimat des fremdartigen klastischen Materials der Älteren Südbayerischen Molasse wird danach in einer Schwelle aus vor-mesozoischen Gesteinen am Nordrande der Alpen gesucht, die das südliche Ufer des älteren Molasse-Troges bildete und jetzt durch Überschiebung verhüllt ist. Ruckweise erfolgte, allmähliche Aufwärtsbewegungen der Randschwelle führten zu deren Erosion und füllten die sich ebenfalls ruckweise senkende Vortiefe, wobei abwechselnd in vielfacher Folge feines und grobes Material gefördert wurde, während in den noch ungefalteten Voralpen so gut wie gar keine und in den Kalkalpen nur eine ganz schwache Abtragung wirkte.

Nach dieser Auffassung würde der Detritus zwar auch aus der Unterlage der Kalkalpen stammen, aber nicht von deren Südrand, sondern aus der am Nordalpenrande hervortauchenden palaeozoischen Basis. In dieser nördlichen Untergrundschwelle könnten ähnliche Gesteine auftreten, wie in der unter die Kalkalpen eintauchenden Grauwacken-Zone.

Die Sedimentation im Trog der Älteren Molasse deutet auf ein nahegelegenes südliches Festland hin, von dem die Schuttbildung ausging. Z. B. ist in der Älteren Molasse des Alpenvorlandes die Zunahme der Korngrößen von N. nach S. deutlich bemerkbar. Wenn die Angerberg-Schichten als südlicherer Bestandteil einer zusammenhängenden Molasse-Decke angesehen werden, dann sollten in diesen dem Ursprungsort näher liegenden Gebieten erheblichere Korngrößen zu erwarten sein. Indessen herrschen auch hier mittlere Korngrößen vor, die nicht auf eine kürzere Verfrachtung als diejenige am Alpenrande hindeuten. Die Annahme der Randschwelle bedingt lediglich epirogene Bewegungen im Alpenvorland, welche die Bildung des älteren Molasse-Schuttes in der sich senkenden Vortiefe bewirkten, während eine Erosion und Schuttförderung aus dem angrenzenden Alpengebiet, wenigstens in Südbayern bis zur Iller, kaum bemerkbar wird. Die Inntaler Tertiär-Bildungen und diejenigen von Kössen-Reit im Winkel sind dann nicht als der grabenförmig eingebrochene Abtragungsrest einer ausgedehnten Molasse-Hülle anzusehen, sondern die Sedimentbildung war, ebenso wie im Molasse-Randtrog, auf die im Innern des Gebirges eingesenkten Furchen beschränkt. Tiefersinken und Sedimentausfüllung

standen auch hier in enger Wechselwirkung. Die Bruchumrandung vollzog sich, unabhängig von diesen Vorgängen, ähnlich wie im Rheintal-Graben, während und nach der Trogfüllung.

Es liegt nahe, für die Aquitan-Sedimente des Inntal-Troges dasselbe Ursprungsgebiet in der nördlichen Randschwelle zu suchen, wie für die gleichartigen Schichten der Vorland-Molasse. Insbesondere, da in den jüngeren Angerberg-Schichten Gerölle nachgewiesen wurden, die dem helvetischen Eozän und den Flysch-Kieselkalken gleichen und die auch auf eine nördliche Heimat hindeuten.

Während im O. nur ganz geringe Mengen von Geröllen aus den Kalkalpen über die Randschwelle in den älteren Molasse-Trog eingespült wurden, sehen wir in den Steigbach-Nagelfluhen des westlichen Allgäu eine starke Vermehrung der ober-ostalpinen Trias- und Juragesteine. Das kalkalpine Material hat W. der Iller die Randschwelle in viel weiterem Umfang überschritten als im O. Dieselbe war hier wohl viel unbedeutender oder schon in einzelne Aufragungen zerteilt.

Auch in Vorarlberg deuten die großen Mengen von feinem Schutt aus Glimmer und Quarz in der Älteren Molasse und besonders auch die reichlichen Feldspat-Körnchen im oberen Aquitan auf die Zerstörung von Aufragungen aus kristallinem Gestein am Südrand des Troges der Älteren Molasse, ähnlich wie in Südbayern und in Niederösterreich, hin. Merkwürdigerweise gelangte hier nicht allein Gesteinsmaterial aus den Kalkalpen in den älteren Molasse-Trog, sondern auch grobe Flysch-Schotterstränge drangen zur stampischen Zeit in denselben ein, die zwar nur gelegentliche Einschwemmungen bilden und nur eine geringe nördliche Reichweite besitzen.

4. Weitere Folgerungen.

Die tertiäre Schuttbildung und die Natur des Geröllbestandes haben schon zu mannigfachen Erörterungen geführt über die Zusammenhänge mit den Bewegungsvorgängen im angrenzenden Alpengebiet.

Früher glaubte man in der Geröllaufhäufung zur älteren Molasse-Zeit die Beweise für eine Gebirgsbildung im Oligozän zu sehen. Diese Schuttmassen enthalten jedoch im oberbayerischen und im östlichen Allgäuer Vorland nur ganz untergeordnet Gesteine aus dem südlich angrenzenden Alpengebiet. Dieselben stammen vielmehr aus dem palaeozoischen Unterbau, der am Nordrand herausragte und lassen sich daher nicht mit tektonischen Umgestaltungen im Kalkalpen- und Voralpengebiet in Zusammenhang bringen. Die erhebliche Anreicherung der kalkalpinen Gesteine in den Steigbach-Nagelfluhen W. der Iller deuten höchstens auf Bewegungen im rückwärtigen Kalkalpenbereich hin und nicht auch in der Voralpen-Zone, da insbesondere Flysch-Gesteine fehlen. In Vorarlberg stellen sich neben den kalkalpinen Trias- und Juragerölle auch grobe Flysch-Nagelfluhen ein. Entsprechend der wenig erheblichen Verbreitung

derselben, der schwachen Mächtigkeit und geringen nördlichen Reichweite können auch die Bewegungen, die zur Erosion dieser voralpinen Schichten führten, kein wesentliches Ausmaß erreicht haben. Die höchst unregelmäßige, zumeist nur unbedeutende und in Bezug auf die Beschaffenheit des Geröllmaterials sehr wechselnde Schuttförderung zur Zeit der Älteren Molasse liefert uns tatsächlich keinerlei Beweise für eine große und ausgedehnte Gebirgsbewegung im Kalkalpen- und Voralpengebiet.

Zwischen den unteroligozänen Häringer Zement-Mergeln (Lattorfien) und den aquitanischen Angerberg-Schichten klafft im Unterinn-Tal und bei Kössen eine erhebliche Schichtlücke. Es bestände also die Möglichkeit, daß in diesem Zeitraum Gebirgsfaltungen und Überschiebungen eintraten, die sich im Vorland nicht bemerkbar machten. Da die Zusammensetzung des inneralpinen Aquitan-Schuttes anzeigt, daß zu dessen Bildungszeit die Kalkalpen und Voralpen kein Gebirge mit erheblichen Höhenunterschieden gewesen sind, müßte im Gefolge dieser Auffaltung sogleich eine völlige Einebnung eingetreten sein. Die Geröllaufhäufung in den Angerberg-Schichten kann nicht etwa mit dieser Erosionszeit in Verbindung gebracht werden, da in denselben im wesentlichen keine kalkalpinen und voralpinen Bestandteile enthalten sind. Vielmehr müßte angenommen werden, daß von dem gesamten, während dieser Verebnung entstandenen Schutt nichts erhalten geblieben ist. Die geröllreichen Angerberg-Schichten wurden dann erst nachträglich in der Unterinntaler- und der Kössen-Reit im Winkler-Furche abgelagert.

Gegenüber den Geröllbildungen der Älteren Molasse waren die Schuttausstrahlungen in der jüngeren Molasse-Zeit ungleich viel großartiger und gewaltiger und drangen viel weiter nach N. vor. Diese jüngere Aufschüttung trägt auch am gesamten Ostalpenrande einen einheitlichen Charakter, indem dieselbe im wesentlichen nur aus Gesteinen des südlich angrenzenden Alpengebietes besteht. Durch eine derartig reichliche Förderung von alpinem Schutt wird das Vorhandensein sehr wesentlicher tektonischer Umgestaltungen in der Miozän-Zeit angezeigt und zwar erfolgten die Gebirgsbewegungen, die zur Geröllaufhäufung führten, entsprechend dem Schuttmaterial überall gleichartig und überall in demselben Ausmaß.

Die starke Verstümmelung des nördlichen Flysch-Randes deutet auf Erosionswirkung in der vorbrandenden ober-ostalpinen Decke hin. Die reichliche Untermischung der Schotter mit helvetischen Gesteinen liefert den Beweis, daß die helvetischen Schichten während der Geröllakkumulation noch frei lagen, und erst allmählich vom Flysch verhüllt wurden. Diese Verhältnisse zeigen uns, daß die Bildung der mächtigen Schuttfächer zur Zeit der Jüngeren Molasse, die sich weit ins Vorland vorschoben, mit strukturellen Umformungen im angrenzenden Alpengebiet in Zu-

sammenhang stehen, und nicht durch epirogene Heraushebung der schon gefalteten alpinen Sedimente erklärt werden können.

Die intra-miozäne Gebirgsbildung ist wiederum im Unterinn-Tal klar zu erkennen. Die Forschungen von AMPFERER haben ergeben, daß die Kaisergebirgs-Mulde eine allseitig freie, schwebende Schubmasse bildet. Am Nordrande ruht dieselbe unter Zwischenschaltung von Kreide-Schollen, die auf eine weitausholende Massenbewegung hindeuten, auf den aquitanischen Angerberg-Schichten. Am Südrand und auch im Inneren quillt das Tertiär unter der Schubmasse hervor, sodaß die rings um die Kaiser-Mulde ausstreichenden Gleitflächen keine posthumen Nachschübe an älteren Überschiebungsflächen sein können. Die Kaiser-Mulde liegt vielmehr überschoben auf dem Tertiär und daher ist die wesentlichste tektonische Ausgestaltung des Unterinn-Tales nach-aquitanisch und fällt in dieselbe gebirgsbildende intra-miozäne oder steierische Phase, in der auch die Schuttmassen der Jüngeren Molasse aufgehäuft wurden.

Faltungen und Überschiebungen fanden in den Kalkalpen und Voralpen hiermit ein Ende. Die Faltung der Molasse im Alpenvorland, sowie die Überschiebung der Älteren über die Jüngere Molasse muß dagegen in eine spätere Phase verlegt werden, die im jüngsten Miozän oder an der Grenze von Miozän und Pliozän zu suchen ist. (Attische Phase.) Gleichzeitig schoben sich auch die Alpen über die Molasse, als Blocküberschiebung schon gefalteter Massen. Die im Anschluß an diese Vorlandfaltungen entstehenden Erosionswirkungen räumten in Oberbayern die jüngere Molasse-Decke über der älteren vollkommen ab, während im Allgäu Teile derselben erhalten blieben.

LEBLING[1]) hält zwei Bewegungsphasen im Alpengebiet zeitlich scharf auseinander. Als die jüngere wird die Überschiebung der Alpen über die Molasse angesehen (helvetische Überschiebung) und als die ältere die Überschiebung von Kalkalpen + Flysch über das Helvetikum (kalkalpine Überschiebung). Die jüngere erfolgte im Mittel-Miozän, also nach dem Aquitan, und die Aufhäufung der miozänen Schotter ist eine Folge dieser Überschiebung. Für die kalkalpine (ober-ostalpine) Überschiebung wird ein mitteloligozänes Alter angenommen.

Die Bildung des Schuttes aus Kalkalpen und Voralpen in der Jüngeren Molasse wird also auch mit einer Bewegungsphase im Alpengebiet in Zusammenhang gebracht. Allerdings nicht mit der Überschiebung des Ostalpins über das Helvet, sondern mit der Überschiebung der Alpen über die Molasse, die eigentlich nur einen schwachen Ausklang der weitausholenden ostalpinen Verfrachtung darstellt. — In Bezug auf den Nachweis der oligozänen, also vor-aquitanischen, tektonischen Phase kommt LEBLING zu ähnlichen Schlüssen, indem für diese Faltungs- und Überschiebungsphase keine entsprechende Schuttausströmung nachgewiesen werden kann.

[1]) LEBLING: Die palaeogeographische Bedeutung der Oberbayerischen Molasse. Zeitschrift d. D. Geol. Ges. Bd. 80, 1928.

Vielleicht sind die zu dieser alttertiären Gebirgsbildung gehörigen Schotter von den Alpen überschoben.

Seit der Erkenntnis, daß das Geröllmaterial der Älteren Molasse am Ostalpenrande und in den inneralpinen Senken nicht aus dem angrenzenden Alpengebiet stammt und sich nur geringe kalkalpine und voralpine Schuttmengen im W. einstellen, lassen sich für eine weitgehende oligozäne Gebirgsbildung keine Beweise finden.

Das stärkere Eindringen von alpinem Schutt in die Vortiefe der Älteren Molasse W. der Iller kann lediglich durch geringe Bewegungen im Alpengebiet ausgelöst sein, die eben den geringen geförderten Schuttmengen entsprechen würden. Ob diese Bewegungen nun im O. ganz gefehlt haben oder viel schwächer waren, darüber lassen sich nur schwer Betrachtungen anstellen. Vielleicht ist diese eigenartige Änderung in der Geröllbildung der Älteren Molasse durch die Form der Randschwelle bedingt, die in Oberbayern so hoch und ausgedehnt war, daß dieselbe von den alpinen Schuttmassen nicht überflutet werden konnte, während im W. die geringere Breite oder auch die Auflösung derselben in einzelne Fragmente, die Zufuhr von alpinem Schutt in den älteren Molasse-Trog zuließ. Jedenfalls deuten alle Anzeichen nicht auf wesentliche Umgestaltungen im Alpengebiet hin.

Soll trotzdem eine oligozäne Phase in den Ostalpen neben der sicher nachweisbaren miozänen Hauptphase angenommen werden, so bleibt eben nur übrig, dieselbe in die Lücken der oligozänen Schichtfolge zu verlegen, wobei alle Spuren, die uns über das Ausmaß und über die geschaffenen Strukturformen Aufschluß geben könnten, wieder verwischt sind. Oder die oligozäne Gebirgsbildung ist im Gegensatz zu der miozänen überhaupt ohne wesentliche Schuttbildung erfolgt.

Sehr eingehend hat sich neuerdings R. Wasmund[1]) mit den Ablagerungsbedingungen der Oberbayerischen Molasse, insbesondere mit denen der Jüngeren Molasse beschäftigt. Die vielgestaltigen in den Molasse-Bildungen schlummernden Probleme, von deren endgültiger Klärung wir noch weit entfernt sind, erfahren durch diese Betrachtungen eine weitere Vertiefung und Ergänzung.

Die im Ober-Miozän erfolgte ostalpine Überschiebung erklärt auch nach Wasmund die stürmische Anhäufung der Oberen Süßwasser-Molasse, deren Schotterstränge in den Alpen wurzelten und deren nördliche Enden bis in den sarmatischen Flinz-See hineinreichten, eine Auffassung, die sich mehr und mehr zu festigen scheint.

Die im Flinz eingelagerten obermiozänen Schotterreste müssen also mit ihrem Ursprungsgebiet über die Ältere Molasse hinweg verbunden werden.

---

[1]) R. Wasmund: Obermiozäne Entstehungs- und diluviale Entwicklungsgeschichte des Tischberg-Härtlings am Starnberger See. Jahrb. d. Geolog. Bundesanst. 79. Bd. Wien 1929.

Nach bisheriger Annahme lag die Ältere Molasse während der obermiozänen Schuttbildung noch ungefaltet. Der Alpennordrand war also vom Südrand des Flinz-Sees weit entfernt, und die aus den Alpen herausgeförderten Schuttmassen mußten ein weites Gebiet bedecken.

Aus der Beschaffenheit der Schotterreste folgert nun WASMUND, daß die obermiozänen Schotterstränge eine geringere Länge besessen hätten, der Alpenrand also während der Erosion weiter im N. lag. Die Bedingungen hierfür wären durch die Annahme gegeben, daß die Faltung der Älteren Molasse nicht in die nachsarmatisch-vorpontische, attische Phase, verlegt wird, sondern der Beginn der Faltung der Ablagerung des Ober-Miozäns vorherging, also zum größten Teil schon früher, in der intramiozänen Phase erfolgte und in pontischer Zeit lediglich ausklang. Während man bisher die Molasse-Faltung als das letzte orogene Ereignis ansah, das die Molasse-Falten dem fertiggefalteten Alpengebirge angliederte, also eine Wanderung der Faltungsbewegung aus dem Gebirge in das Vorland eintrat, erfolgte der Faltenwurf der Älteren Molasse nach dieser Annahme gleichzeitig mit den Faltungen und Überschiebungen im angrenzenden Alpengebirge. Hierdurch würde allerdings die Entfernung zwischen den Flinz-Schotterresten und dem Alpenrand während der obermiozänen Aufschüttung wesentlich verringert und die Schwierigkeiten der außergewöhnlich weitreichenden Schuttförderung gehoben. Also in Bezug auf die Altersfrage des Zusammenschubes der Älteren Molasse gehen die Ansichten auseinander.

Das eigenartige Fehlen der Jüngeren Molasse im Bereich der Älteren läßt eine Erörterung dieser Fragen in Oberbayern nicht zu. Dagegen erhalten wir näheren Aufschluß im Allgäu, da hier Reste sowohl von Oberer Meeres-Molasse wie auch von Oberer Süßwasser-Molasse auf dem Aquitan erhalten sind. Wenn man die wesentlichste Faltung der Älteren Molasse zurückverlegt in die intramiozäne oder steierische Phase, so müßte eine deutliche tektonische Diskordanz vorhanden sein. Beide Molasse-Gruppen sind jedoch gleichförmig miteinander verfaltet und überschoben. Man erhält im Allgäu nicht den Eindruck, daß eine erhebliche Faltungsphase zwischen Älterer und Jüngerer Molasse anzunehmen sei. Weist man den Hochgrat-Steinebergschichten ein nach-aquitanisches Alter zu, so zeigt sich W. von der Iller ein fast vollständiges Bild der Überdeckung der Älteren Molasse mit den alpinen Schuttmassen der jüngeren Molasse-Bildungen. Die Verhältnisse im oberbayerischen Alpenvorland werden durch die neueren Forschungen im Allgäu in ein klareres Licht gerückt. Das Allgäu läßt die ganze Großartigkeit der Schuttförderung z. Z. der Jüngeren Molasse erkennen, bedingt durch Gebirgsbewegungen, die auf diese Weise Verhältnisse schufen, bei denen das Aktualitätsprinzip kaum zur Anwendung gebracht werden kann. Die gewaltigen Verstümmelungen am Flysch-Nordrand geben uns ebenfalls Anhaltspunkte über das weite Ausmaß der ober-miozänen Erosion.

Gegen die Annahme einer Faltungsphase zwischen Älterer und Jüngerer Molasse im Alpenvorland spricht auch die Tatsache, daß aufbereitetes Material der älteren Abteilung im Schutt der jüngeren kaum nachzuweisen ist. Höchstens könnten die dunklen Dolomite der Oberen Meeres-Molasse so gedeutet werden. Mit größerer Wahrscheinlichkeit stammen dieselben jedoch von der allmählich verschwindenden Randschwelle.

Wohl mit Recht wird die Frage gestellt nach dem Verbleib des Schuttmaterials, das sich infolge der sarmat-pontischen Faltung bilden mußte, als die Jüngere Molasse abgeräumt wurde (Wasmund s. o. S. 612 und 614), da alle Spuren von diesem Schutt fehlen. Ein anderes Beispiel vom Fehlen der Schuttzeugen abgeräumter Schichtmassen liefert uns die weitgehende Abtragung im Gefolge der mittelkretazischen Gebirgsbildung. (Mitt. d. Geogr. Ges. i. München Bd. XVIII. 1925. S. 491.) Außerdem nehmen viele Forscher eine oligozäne (voraquitanische) Gebirgsbildung an mit nachfolgender Einebnung der Kalkalpen, wobei keinerlei kalkalpiner Schutt erhalten blieb. Der Aquitan-Schutt stammt ja am Alpenrand und in den inneralpinen Senken nicht aus den Kalkalpen und kann daher nicht der Ausdruck dieser Gebirgsbildung sein.

5. Zusammenfassung.

Zwischen den beiden Hauptgruppen der Molasse am nördlichen Ostalpenrand liegt in Bezug auf die Geröllmassen, die einen wesentlichen Bestand der Schichten bilden, ein scharfer Gegensatz.

Die gewaltige Förderung von alpinem Schutt zur Zeit der Jüngeren Molasse, die sich vom Pfänder am Bodensee durch das Allgäu und das oberbayerische Gebiet bis zum Inn in völliger Gleichartigkeit verfolgen läßt, und auch bei Neulengbach in derselben Beschaffenheit wiederkehrt, ist verursacht durch erhebliche strukturelle Umgestaltungen in den angrenzenden Alpen.

Die weniger reichliche, in Bezug auf das Gesteinsmaterial sehr wechselnde Geröllbildung in der älteren Molasse-Zeit, sowohl im Alpenvorland wie auch in den Tertiär-Senken des Inn-Tales und von Kössen-Reit im Winkel, liefert uns dagegen keine Beweise für eine weitgehende oligozäne Gebirgsbildung im Kalkalpen- und Voralpengebiet, die höchstens in der Schichtlücke zwischen Lattorfien und der inneralpinen Aquitan-Molasse erfolgt sein könnte, deren Spuren jedoch wieder verschwunden sind.

Für die schwierige Frage nach dem Ursprung der vorwiegend palaeozoischen, sehr einförmigen, aus dem Unterbau der Kalkalpen stammenden Konglomerate der Älteren Molasse wird, entgegen der Theorie der Herleitung aus der Grauwacken-Zone vom südlichen Kalkalpenrand, die Annahme einer nördlichen schuttliefernden Randschwelle bevorzugt.

Das stärkere Eindringen von alpinem Gesteinsmaterial in den älteren Molasse-Trog W. der Iller ist möglicherweise durch die geringere Ausdehnung der Aufragungen des palaeozoischen Untergrundes bedingt.

Die Gegend von Tölz in der Nacheiszeit

2. Die Beziehungen zwischen Kirch-See, Ellbach-Moor und Tölzer Becken

Von

Ludwig Simon

Mit 1 Kärtchen und 2 Abbildungen

In fast allen Arbeiten über das Tölzer Becken[1]) bzw. den „Tölzer See" wird mit einer gewissen Selbstverständlichkeit ein Zusammenhang mit dem Kirch-See durch die Zweigfurche des Ellbach-Moores angenommen. Bedenken verursacht dabei immer die Höhenlage des Kirchsee-Spiegels (699 m) gegenüber dem Nordabschluß des Tölzer Beckens, der nur in der vereinzelten Kuppe des Tölzer Kalvarien-Berges (708 m) über diese Zahl hinausgreift. Nachdem nun die vorausgehende Arbeit (1. Die Sonderstellung des Tölzer Isar-Sees, Heft 3 der „Abhandlungen" S. 21—30) den zwingenden Nachweis liefert, daß die Seitenfurchen von Gaissach und Ell-Bach eine vom Hauptbecken unabhängige nacheiszeitliche Entwicklung durchgemacht haben, ist es am Platze, auch das Verhältnis zum Kirch-See zu klären. Die folgenden Zeilen bringen nun den Versuch einer Lösung, ohne sich anheischig zu machen, die schwierige Frage damit endgültig beantwortet zu haben.

Es wird sich als förderlich erweisen, das heutige Aussehen der Furche Tölz-Kirchsee genauer zu schildern und erst im Anschluß daran nach ursächlichen Verknüpfungen zu suchen. Wie im ersten Aufsatz erwähnt, beginnt die Ellbach-Furche als unscheinbare, kaum 200 m breite, mit Kalksinter ausgefüllte Molasse-Lücke beim neuen Tölzer Bahnhof. Der flache Höhenzug gegen die Aich-Mühle besteht aus ziemlich tief hinab verwitterter Molasse, wie Probeschürfungen an der geplanten Baustelle des Schlachthauses sowie der Leitungsgraben zum neuen Städtischen Schwimmbad bewiesen. Auf der Ostseite kommt Molasse im alten Bahneinschnitt unterm Letten-Holz zutage, sonst nur Moränenschutt. Die Furchenfüllung ist Torf über Alm bzw. Seekreide. Im ganzen Bereich der Ellbach-Kirchsee-Furche wird Molasse nirgends mehr sichtbar. Fast ausschließlich herrschen Moränen und Schotter, über deren Zusammenhang wie zeitliche Zugehörigkeit das letzte Wort noch nicht

[1]) Vergl. die auf älteren Literaturangaben fußenden Ausführungen in L. Simon: Die Entstehung der voralpinen bayerischen Seen. Forsch. z. bayer. Landesk. H. 2, S. 61. München 1921.

gesprochen sein dürfte. Die Ausdehnung, welche AIGNER[1]) seinen „unteren Schottern", FEICHTMAIER-LEBLING-WEITHOFER[2]) den „riß-eiszeitlichen Staugebilden" hier geben, bedarf sicher mancher Einschränkung — worauf übrigens auch TROLL[3]) hinweist. Uns genügt hier die Beobachtung, daß nach N. zu die Muldenränder sich immer schärfer abböschen und sich daher von dem flachen Moorgrund immer deutlicher herausheben. Auf der Westseite freilich ist das Hochmoor weit am Hange hinaufgewachsen und erst kurz vor Ellbach scheidet sich die trockene Böschung von dem Moorgrunde.

Die Ränder treten gegen N. auseinander, sodaß zwischen Ober-Mühlberg und Ellbach eine größte Beckenbreite von 1 km sich ergibt. Am Westrande entspringt aus mehreren Quellen, die teils am Hangfuß austreten, teils durch den Moosrand hochdringen, der Ell-Bach. Die eine Quellgruppe liegt unterhalb des Bahnwärterhauses (N.P. 701, 202), die andere bei Ober-Mühlberg. Pumpwerke versorgen hier die hochgelegenen Höfe mit Nutzwasser. Eine weitere Gruppe aufsteigender Grundwasser-Quellen befindet sich im W. beim Ortsrand von Ellbach.

Weiter nördlich verengt sich das Becken wieder. Zwar zieht der Westrand in gleicher Richtung ziemlich ungestört nach NNO. weiter, die Westgrenze aber nähert sich in mehrfachem Aus- und Einbuchten wieder der Gegenseite, zahlreiche trockene oder vermoorte Moränen-Tälchen steigen aus der an 710 m hohen Moränen-Oberfläche gegen die 685—687 m hohe Beckensohle herab. Im künstlich begradigten Gerinne des Langebruck-Baches läßt sich deutlich erkennen, daß die Torfschicht nur mehr wenig tief ist und darunter ein ziemlich kleinkörniger Kies lagert. Wo die Straße Ellbach—Reutberg die Furche quert, ist SW. von P. 692,9 die engste Stelle mit kaum 100 m Breite. Der Torf ist hier so gut wie verschwunden, spärlicher Humus liegt über Kies, der langsam, aber merklich südwärts abdacht. Von W. mündet ein breitsohliges Moränen-Trockental; an seinem Ausgang bauen flächenhaft austretende Quellen einen breiten Sinterwulst. Ein Teil der Quellen ist neuerdings in einem Widderwerk gefaßt, die schönste aber steigt am nördlichen Hangfuß senkrecht aus dem Kies herauf.

Hier knickt die wieder breiter gewordene Furche doppelt rechtwinkelig um und, wo sie sich wieder nach N. wendet, beginnt mit unvermitteltem, etwa 8 m hohem Aufschwung die Hochmoorfläche der Kirchsee-Filzen[4]), deren Höhe sich um 703 m herum hält. Am Ostrand,

---

[1]) P. D. AIGNER: Das Tölzer Diluvium. Landesk. Forsch. H. 7, S. 4ff. München 1910.

[2]) O. FEICHTMAIER, C. LEBLING und K. A. WEITHOFER: Erläuterungen z. Geol. Ausgabe d. Bl. Tölz der Karte des Deutschen Reiches S. 8, München 1923.

[3]) K. TROLL: Die Rückzugstadien der Würmeiszeit im nördl. Vorland der Alpen. Mitt. d. Geogr. Ges. München. 18. Bd., H. 1/2, S. 287, München 1925.

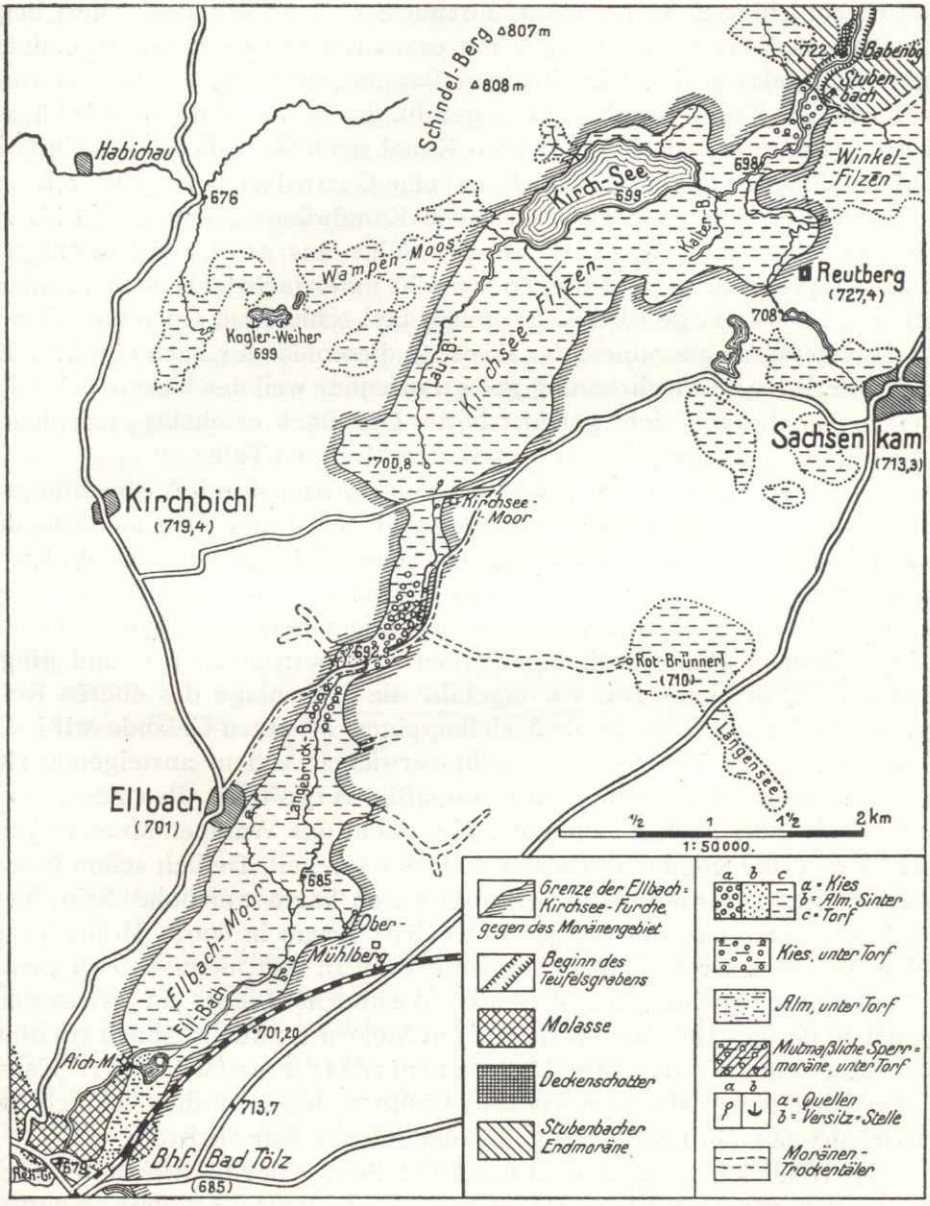
[4]) Vergl. Abb. 2, S. 42.

längs des in künstlich beeinflußtem Bett fließenden Bächleins, ist der Anstieg allmählicher, zudem sich hier die Torffüllung in ein flachsohliges

Geologisches Übersichtskärtchen

der Gegend zwischen Kirch-See und Bad Tölz.

DR. SIMON.



Moränen-Tal hineinzieht. Dieses hat insofern größere Bedeutung, als es $1\frac{1}{2}$ km oberhalb beim Rot-Brünnerl aus einem umfangreichen, über 710 m hoch gelegenem Hochmoor entspringt, dessen südlicher, jenseits der

Sachsenkamer Straße gelegener Zipfel als Längen-See bezeichnet wird. An seiner Stelle lag wohl am Eiszeitende ein Moränen-See, dessen Abfluß in die Ellbach-Kirchsee-Furche mündete.

Die Entwässerungsverhältnisse im Südteil der Kirchsee-Filzen sind auf der Karte 1 :25000 nur undeutlich wiedergegeben. Wo das von Kirchbichl nach Sachsenkam führende Sträßchen das Moor quert, liegt am Ostrand die kleine Siedlung Kirchseemoor, deren Torfwerk seit einigen Jahren aufgelassen ist. Die einstigen Baggergruben N. der Straße sind verfallen, ihr Grund ist mit Wasser gefüllt, das schließlich in einem künstlichen, gegen die Ostseite gerückten Kanal nach S. abfließt. Hart unterhalb der Straße steigt in diesem Kanal eine Grundwasserquelle hoch, die für die Siedlung roh gefaßt ist. Die Kanalwände erheben sich bis zu 5 m, bestehen oben aus Torf, an der Sohle aus seekreideartiger Masse; gegen S. zu wird die Torfschicht unter mehrfachem Schwanken dünner, die Unterlage wird mehr steinig und schließlich ein reiner, durch die Humussäuren ausgebleichter Kies. In diesem ist der Bach eine Strecke weit unterirdisch in Rohrleitung gelegt, offenbar weil der lockere Kies die steilen Kanalwände nicht gestützt hätte. Der Bach erscheint erst wieder kurz vor der Mündung des obenerwähnten Moränen-Tales.

N. von Kirchseemoor verbreitern sich die Filzen durch Ausbuchtungen ins Moränen-Gelände alsbald bis über 1 km, um schließlich am Fuß des 808 m hohen Endmoränen-Knotens des Schindel-Berges eine O.-W.-Richtung einzuschlagen. Hier liegt, an das Nordufer gedrängt, der heute noch etwa 0,8 qkm große Kirch-See mit einer Spiegelhöhe von 699 m und einer Tiefe, die nach glaubwürdigen Angaben 22 m beträgt. Sein Grund ginge also auf 677 m hinab. Das ist ungefähr die Höhenlage des oberen Rehgraben-Endes bei Tölz. In dem vielkuppigen Moränen-Gelände wird die Umgrenzung des Moorbeckens recht verwickelt, zudem ansteigende Gehängemoore seinen Umfang unrechtmäßig vergrößern. Besonders weit buchtet sich das Becken gegen W., hier reicht das Wampen-Moos $1^1/_2$ km weit bis an das Kogler Sträßchen und hier spiegelt, freilich schon innerhalb trockenen Moränen-Bodens, aber durch kaum 2 m hohe Schwellen vom Moor getrennt, der Kogler Weiher genau in 699 m Höhe. Trotz seiner geringen Größe scheint er ziemlich tief zu sein; denn er zeigt wenig Verlandungserscheinungen. Aus der Westbucht fließt ein Wässerlein gegen S. ab, gesteht aber nach wenigen Metern Laufes in einem trichterförmigen Tümpel, der offenbar unterirdisch entwässert. Kaum $^1/_4$ km jenseits des Moränen-Rückens tränkt es höchst wahrscheinlich das Moor, aus dem ein Bach nach Habichau und zur Isar abströmt.

Oberflächlich gespeist wird der Kirch-See an der Südwestseite durch die so gut wie gefällslose Moosrinne des Lau-Baches; dazu kommen mehrere andere Moorgerinne, deren stärkstes, als Kalter-Bach bezeichnetes, erst in den Seeausfluß fällt. Dieser schlängelt sich erst durch das vermoorte Ostende des Beckens, nimmt noch den aus den Reutberger

Weihern kommenden Mühl-Bach sowie den Abfluß der Winkel-Filzen auf und tritt über trockenen, also nicht vermoorten, etwa 698 m hoch gelegenen Boden bei Stubenbach in die vielgenannte Furche des Teufels-Grabens, dessen Sohle am Beginn kaum 100 m breit ist. Hier steht am westlichen Talhang bei der Babelsberger Mühle eine etwa 10 m hohe Wand von Deckenschotter an, der dann vom Hacken-See ($2^1/_2$ km Luftlinie) ab den ganzen Graben beherrscht. Es ist hier nicht der Platz auf diesen eigenartigen Tallauf näher einzugehen, obwohl seine Geschichte noch nicht einwandfrei enthüllt ist und die als Zusammenfassung der gegenwärtigen Erkenntnisse gedachte Darstellung von Feichtmaier-Lebling-Weithofer[1]) den zahlreichen Geheimnissen dieses morphologischen Sondergebildes nur teilweise gerecht wird. Hier sei nur soviel gesagt, daß der Kirchsee-Bach bis zum Hacken-See (683 m) seine Wassermenge ziemlich beibehält und den Talgrund bei Hochwasser stark durchtränkt. Erst hinter dem kleinen, aus dem Kleinhartpenninger Tälchen vorgebauten Schuttkegel, dem der Hacken-See eigentlich sein Dasein verdankt, beginnt die Versickerung. Das eigentliche Bachende befindet sich aber südlich der Holzkirchen-Dietramszeller Straße, dort wo sich die terrassierte Talweitung plötzlich verengt, und zwar handelt es sich, was nicht allgemein bekannt ist, um mindestens zwei deutliche Sauglöcher, durch die das Wasser in den Schotter der Grabensohle hinabgurgelt. Die Sohle liegt hier etwa auf 673 m, also wenig tiefer als der Grund des Kirch-Sees und der Anfang des Reh-Grabens bei Tölz. (Vgl. das Profil Abb. 1).

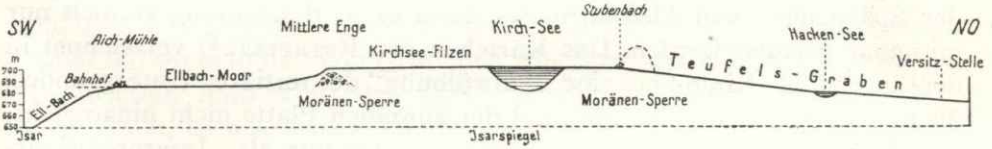


Abb. 1

(20-fach überhöht)

Längsprofil der Ellbach-Kirchsee-Furche zwischen Isar und Teufels-Graben.

Als Ergebnis unserer Wanderung von Tölz zum Teufels-Graben stellen wir fest, daß eine durchgreifende Furche zwischen Isar-Tal und Teufels-Graben besteht, in der drei Einschnürungen durch zwei Beckenlandschaften getrennt werden. Die Beckenlandschaften von Ellbach und Kirch-See sind vermoort, an den Verengungen dagegen setzt die Moordecke aus. Zudem tragen diese Verengungen die stärksten Gefällsschwankungen im Längsprofil der Furche. Diese Umstände müßten auch ohne Rücksicht auf die Höhenverhältnisse gegen die Annahme einer einst durchgreifenden Wasserfüllung sprechen.

[1]) O. Feichtmaier, C. Lebling und K. A. Weithofer: a. a. O., S. 31 f.

Die von H. Paul und S. Ruoff durchgeführten Mooruntersuchungen bestätigen nun vollauf diesen Befund. Es ist mir eine angenehme Pflicht auch an dieser Stelle den Dank für die liebenswürdig gewährte Einsichtnahme in die Uraufnahmen auszusprechen. In den der mittleren Verengung nahen Teilen des Kirchsee-, wie des Ellbach-Moores ist der Untergrund kein reiner Seeabsatz, sondern mehr kiesig. Die Moorbildung beginnt in allen Profilen mit der Kiefernzeit; wenn also eine Seefüllung vorhanden war, waren die Becken schon im Boreal[1]) größtenteils trocken; nur im nördlichen (seenahen) Teil des Kirchsee-Moores und im südlichen Abschnitt des Ellbach-Moores scheint es im Atlantikum zu einem neuerlichen Wasserstau von kürzerer Dauer gekommen zu sein. Der Ellbach-See kann dabei, wie im ersten Aufsatz angedeutet, mit dem See im Tölzer Becken Zusammenhang gehabt haben, nicht aber der Kirch-See. Die Schwelle in der Enge N. von P. 692,9 scheint von Anfang an zwischen Isar und Teufels-Graben als trennende Schranke gestanden zu sein. Die Natur und Entstehung dieser Schranke aufzuklären ist daher die Hauptaufgabe.

Vorher aber fragen wir uns nach der Herkunft der immerhin beträchtlichen Wassermengen, die heute und ebenso früher in der Furche oder besser an deren Rändern austreten. Sie als bloße Sickerwasser der Moränen-Höhen aufzufassen, geht bei ihrer Stärke und Gleichmäßigkeit nicht an. Es wird offenbar durch die Furche an verschiedenen Stellen ein Grundwasserstockwerk angeschnitten und ich stehe nicht an, dasselbe als Oberfläche des tertiären Untergrundes zu deuten. Bei der Spärlichkeit von Tiefbohrungen kann diese Behauptung freilich nur mittelbar gestützt werden. Das Kärtchen von Rothpletz[2]) verzeichnet in der Gegend des Kirch-Sees eine „Aufwölbung" des tertiären Untergrundes, die er allerdings über den Südrand der miozänen Platte nicht hinauszieht, wobei er die Führung der Höhenkurven selbst nur als „Interpretationsversuch" bezeichnet. Zieht man das südliche Gebiet mit in Betracht, so ergänzt sich das Bild dieses tertiären „Berges" zu klareren Formen.

Wie schon oben erwähnt, liegt am Südende des Ellbach-Moores beim neuen Bahnhof und bei der Aich-Mühle das Tertiär und zwar mit seiner Oberfläche bei etwa 690 m, der gleichen Höhe wie beim alten Bahnhof und um Klammer-Weiher und Höhen-Berg. In 690 m liegt südlich benachbart am Rande des Gaißacher Zweigbeckens bei Attenloh ein langgedehnter Quellhorizont teilweise unter einer 10 m dicken Bank einwandfreien Deckenschotters. Bei der Dachshöhle und unter Rummelsberg liegt die Molasse-Deckenschottergrenze bei 680 m, am Kalvarien-Berg auf 670 m, eine Unregelmäßigkeit, deren Grund auf tektonischer Störung oder

[1]) Vergl. die Übersichtstabelle der nacheiszeitlichen Klima-Perioden auf S. 29 des dritten Heftes dieser „Abhandlungen".

[2]) A. Rothpletz: Die Osterseen und der Isar-Vorlandgletscher. Landesk. Forsch. H. 24, S. 34. München 1917.

Furchung der einstigen Auflagerungsfläche beruhen kann. Der Deckenschotterrest von der Babenberger Mühle läßt auf eine Tertiär-Oberfläche von tiefstens 680 m schließen, die Quellaustritte in unserer Furche, die alle auf 685—690 m Höhe liegen, stellen gut passende Verbindungsglieder dar.

Im Gegensatz dazu liegt im O. wie im W. die Tertiär-Oberfläche auffallend tief. Bei Tölz haben die Tiefbohrungen an der Herder-Quelle und im Kurpark teilweise erst 40 m unter dem heutigen Isarspiegel (rd. 650 m) das Wasserstockwerk über der Molasse getroffen und auch N. vom Kalvarien-Berg, bei der ehemaligen Moralt-Alm, blieb eine Versuchsbohrung mit 20 m — das ist gut 10 m unter dem Isarspiegel — noch in der zwischeneiszeitlichen „Seekreide" stecken. Der günstige Umstand, daß diese Bohrungen gerade zwischen gut bekannten hochgelegenen Tertiär-Vorkommnissen (Dachshöhle — Kalvarien-Berg, Nadlerhäusl — Ratzenwinkel) angesetzt sind, zwingt zu dem Schlusse, daß die zwischeneiszeitliche Verschüttung hier nicht so sehr ein „Becken" ausfüllte als vielmehr eine steil eingerissene, verhältnismäßig enge Flußrinne, die ungefähr dem Zug des heutigen Isar-Tales folgte.

Im O. birgt die scheinbar gleichmäßige heutige Oberfläche eine tiefe Molasse-Furche, die nach Bohrungen bei Schaftlach unter 589 m, bei Oberwarngau um 600 m, in Holzkirchen auf 610 m, beim Allgäu-Gut am Westrand der Furche auf 650 m hinabtaucht. Man geht wohl nicht fehl in der Annahme, daß es sich um die Nordfortsetzung des Tegernseer Tales handelt, die heute bis zur Unkenntlichkeit verschüttet ist. Bezeichnenderweise liegt die Versitzstelle des Kirchsee-Baches im Teufels-Graben gerade da, wo man den unterirdischen Abschwung des Tertiärs zu diesem Tal ansetzen muß. Daß das oberhalb gelegene Grabenstück Wasser führen kann, ist also einzig auf die Nähe der Tertiär-Oberfläche zurückzuführen. Daß Rothpletz[1]) trotz der starken Unterschiede nach Mächtigtigkeit und Höhenlage die im Schaftlacher Bohrloch angeschlagene „Seekreide" mit der Tölzer im gleichen Seebecken abgelagert sein läßt, hat die Deutung der Verhältnisse unnötig erschwert. Diese Ansicht liegt aber auch noch bei Feichtmaier-Lebling-Weithofer[2]) zu Grunde, wenn sie schreiben: „Moore liegen in flachen Kesseln und in der Kirchsee-Schmelzwasserrinne. Die Moore zeigen den Sand- und Tongehalt des Untergrundes an. Doch auch Moräne liegt unter den Staugebilden."

Ich kann dem nicht beipflichten. Nach meiner Auffassung erstreckt sich zwischen dem alten Isar-Tal und dem Tegernseer-Tal ein durchgehender Tertiär-Riedel mit flacher, schwach nordwärts geneigter Oberseite. Schräg über ihn hinweg zieht die Ellbach-Kirchsee-Furche; sie ist nur verhältnismäßig schwach eingesenkt und ihrer Tiefe nach mit den seit-

[1]) A. Rothpletz: a. a. O., S. 69 ff.

[2]) O. Feichtmaier, C. Lebling und K. A. Weithofer: a. a. O. S. 30.

lichen alten Rinnen von Isar- und Tegernseer-Tal nicht zu vergleichen. Die in ihr stehenden und entspringenden Wasser entstammen dem Grundwasserstockwerk über dem Tertiär. Die aus den Moorprofilen zu entnehmende Seebildung im Atlantikum läßt sich dann zwanglos mit dem Steigen des Grundwasserspiegels unter dem Einfluß des feuchteren Klimas erklären.

Mit einigen Worten ist noch auf die Entstehung der Furche einzugehen. In ihrer heutigen Gestalt ist sie sicher jünger als der Deckenschotter; denn der Teufels-Graben, ihre Fortsetzung, ist darein gerissen. Ja sie kann nicht älter als riß-eiszeitlich sein; denn zwischen Holzkirchen und Otterfing wird auch Rißschotter vom Teufels-Graben durchnagt. Anderseits ist sie am Ende der Würm-Eiszeit vorhanden; denn die Rückzugs-Moränen der letzten Vergletscherung liegen in ihr und schmiegen sich an ihre Ränder. Eine davon bildet den Abschluß des Kirchsee-Beckens bei Stubenbach und entsandte einen Teil der Terrassenschotter in die Weitungen des südlichen Teufelsgraben-Abschnittes.

Wie im einzelnen die Furchenbildung verlief, ist schwer festzustellen und mag hier außer Betracht bleiben; wesentlich für die nacheiszeitliche Gewässerverteilung sind dagegen die Umwandlungen an der mittleren Enge, die gleichfalls beim letzten Rückschmelzen des Eises geschehen sein müssen. Der schwach ernährte und wenig mächtige Tölzer Lappen des Isarvorland-Gletschers muß ziemlich rasch zerfallen sein und in ein Gewirr von mehr oder weniger toten Eisresten sich aufgelöst haben, wie die ausgedehnte Kesselfelder-Landschaft zu beiden Seiten unserer Furche beweist. Am längsten, aber auch nur wenig aktiv, mag sich das Eis noch in dem Ellbach-Becken gehalten haben. Das Ende dieser

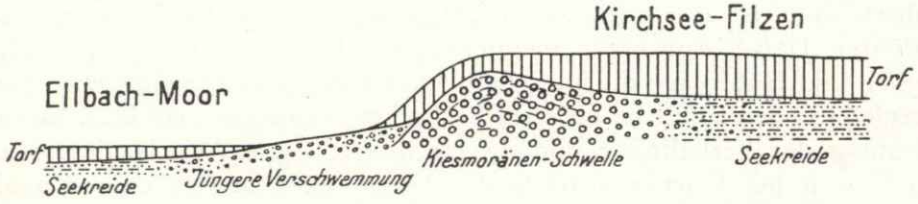


Abb. 2

Schematisches Längsprofil durch die Enge zwischen Ellbach-Moor und Kirchsee-Filzen.

Ellbachzunge lag N. von P. 692,9 und schüttete eine Moränen-Rampe auf, die infolge der Enge sich nicht zum Wall formen konnte und außerdem anfangs wohl noch in einem durch die Stubenbacher Moränen-Sperre etwas höher gestauten Kirch-See sich verschwemmte. Nicht unwahrscheinlich ist es auch, daß an ihrer Verebnung auch der aus dem schon eisfreien Rotbrünnel-See herabkommende Moränenbach teilhatte.

Nachdem das Eis auch aus dem Ellbacher Becken gewichen war, bestand in der mittleren Enge eine Kiesschwelle als Wasserscheide zwischen Kirchsee-Teufelsgraben und Ellbach-Isar. Das später, nach dem ganzen oder teilweisen Verschwinden der Beckenseen einsetzende Moorwachstum hat die Schwelle, die z. T. auch nach S. zu verschwemmt wurde, von N. her überwältigt. Dadurch kam ein Teil des Moorwassers auch noch nach S. zum Überfließen, eine Erscheinung, die dann später von Menschenhand verstärkt wurde. Das Kirchsee-Moor wurde Scheitelmoor. Abb. 2 gibt die Verhältnisse an der Schwelle vereinfacht wieder. Die Annahme tektonischer Verbiegungen erübrigt sich.

Zusammenfassung.

Als Gesamtergebnis stellen sich also die Beziehungen zwischen Kirchsee-, Ellbach- und Isar-Becken folgendermaßen: Die Ellbach-Kirchseefurche läuft schräg über einen nordwärts abdachenden Tertiär-Riedel von durchschnittlich 680 m Höhe und bezieht aus dessen Grundwasserstockwerk ihre Feuchtigkeit. Eine vor- oder altdiluviale Anlage der Furche ist möglich, aber nicht erwiesen, die heutige Form ist frühestens spät-rißeiszeitlich, am Ende der Würm-Eiszeit besteht sie schon. Rückzugsstadien des Tölzer Gletschers bedingten die Sperre von Stubenbach als Abschluß gegen den Teufels-Graben und die Kiesschwelle in der mittleren Enge, die zur oberflächlichen Wasserscheide zwischen Isar und Teufels-Graben wurde. Das Südende des Ellbach-Beckens wurde durch Versinterung vom Isar-Becken getrennt, der Ell-Bach hatte schon vorher bei der Aich-Mühle ein epigenetisches Talstück durch die Molasse angelegt. Die nach dem Schwinden des Eises verbleibenden Beckenseen waren bis zur Boreal-Zeit zum größten Teil, beim Kirch-See so ziemlich bis auf den heutigen Rest, verschwunden, ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Kirch-See und Ellbach-See bestand nicht. Durch Hebung des Grundwasserspiegels füllten sich die Becken im Atlantikum neuerdings, der Ellbach-See trat dabei vielleicht mit dem Isar-See in Verbindung. Diese kann aber nicht lange bestanden haben, denn das Ellbach-Becken war längst vermoort, als das Isar-Becken noch See war. Nur der Kirch-See hat sich im tiefsten Teil seines Beckens bis heute gehalten in einem Umfang, der seit dem Subboreal sich nur langsam und in geringem Maße verkleinert hat.