

VERHANDLUNGEN

der Geologischen Staatsanstalt.

№ 10, 11

Wien, Oktober und November

1920

Inhalt: Eingesendete Mitteilungen: H. P. Cornelius: Einige Bemerkungen über die Geröllführung der bayrischen Molasse. — R. Grengg: Ueber die seißige Erde von Gaura in Siebenbürgen. (Mit einer Textfigur.) — Literaturnotiz: R. Kräusel.

NB. Die Autoren sind für den Inhalt ihrer Mitteilungen verantwortlich.

Eingesendete Mitteilungen.

H. P. Cornelius. Einige Bemerkungen über die Geröllführung der bayrischen Molasse.

Die Gesteine der Molasse am Nordsaume der Alpen enthalten deren Zerstellungsprodukte aus der Zeit des Oligocäns und Miocäns. Art, Beschaffenheit und Verbreitung der darin enthaltenen Gerölle versprechen daher wertvolle Aufschlüsse über die Gestaltung und Entwicklung des Gebirges während der genannten Zeitabschnitte.

In der Schweiz sind Untersuchungen der Molassegerölle in bezug auf ihre Herkunft verschiedentlich vorgenommen worden — mußte doch das unter ihnen nicht seltene Vorkommen fremdartiger, nirgends in der Nachbarschaft anstehender Gesteine zu Forschungen in dieser Hinsicht herausfordern¹⁾. In Bayern hingegen sind solche noch nie angestellt worden, obwohl es auch hier an Geröllen unerklärten Ursprungs keineswegs fehlt.

Eine Exkursion im Alpenvorlande zwischen Isar und Lech bot dem Verfasser Gelegenheit zum Einblick in die einschlägigen Probleme. Da mir deren weitere Verfolgung in absehbarer Zeit kaum möglich sein wird, so seien hier einige Beobachtungen mitgeteilt und ein Versuch zu ihrer Deutung unternommen, wenngleich einem solchen zunächst nur hypothetischer Charakter zukommen kann.

Der geologische Aufbau des genannten Gebietes ist dank zahlreichen neueren Arbeiten gut bekannt. Eine abschließende Darstellung des Oligocängebietes verdanken wir Weithofer²⁾; sie dient den folgenden Ausführungen als Grundlage. Im Bereiche des Miocäns folge ich in der Hauptsache den Angaben von Rothpletz³⁾.

Die Schichtfolge gliedert sich nach den Genannten von unten nach oben in folgender Weise:

¹⁾ Ueber den derzeitigen Stand der Frage siehe Heim, Geologie der Schweiz I, Leipzig 1917, S. 48 f.

²⁾ K. A. Weithofer, die Oligocänablagerungen Oberbayerns. Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien 10, 1917. Wegen der früheren Literatur vergleiche man auch dessen Sammelreferat in der Geologischen Rundschau 5, 1916, S. 65. — Es sei mir gestattet, Herrn Generaldirektor Weithofer auch an dieser Stelle für freundlichst erteilte mündliche Ratschläge meinen besten Dank auszusprechen.

³⁾ A. Rothpletz, Die Osterseen und der Isar-Vorlandgletscher. Landeskundliche Forschungen, herausgegeben von der Geographischen Gesellschaft München, 1917.

1. Aeltere Meeresmolasse: graue, mergelige Tone, gegen oben durch zunehmenden Sandgehalt übergehend in die

2. „Bausteinzone“: Quarzsandsteine mit eingelagerten Konglomeratbänken.

3. Cyrenenschichten (wesentlich brackisch): sehr mächtige Folge von eintönigen Mergeln und Sandsteinen; sie enthalten als Einlagerungen die bekannten Pechkohlenflöze von Penzberg, Peissenberg etc., zwei Horizonte von Glassand im hangendsten Teil sowie vereinzelte schwache Konglomeratlagen.

4. Promberger Schichten: vorwiegend Mergel bei Penzberg, weiter westlich mehr sandig, mit mariner Fauna, die sich von jener der unteren Meeresmolasse nicht wesentlich unterscheidet.

Nicht so sehr das Produkt einer anderen Bildungszeit, als vielmehr abweichender Ablagerungsbedingungen (hauptsächlich festländische, untergeordnet Süßwasserbildung nach Weithofer) stellt dar

5. Die bunte Molasse: eine mächtige Folge von grauen und roten Mergeln mit Sandsteineinlagerungen und gegen S zunehmenden Konglomeratbänken. Diese Fazies verdrängt vom Lech gegen W die ganze Schichtfolge oberhalb der Bausteinzone; gegen O greift sie einerseits keilförmig in die Cyrenenschichten ein, anderseits in das Hangende der Promberger Schichten hinauf.

Die gesamte bisher aufgeführte Schichtreihe scheint nach Weithofers Darstellung im wesentlichen dem Oberoligocän zu entsprechen. Unentschieden läßt er, ob dies auch schon von der unteren Meeresmolasse gilt oder ob diese noch dem Mitteloligocän angehört; doch hebt er hervor, daß (wegen der weitgehenden Uebereinstimmung ihrer Fauna mit jener der Promberger Schichten) die Zeitdauer der Ablagerung der gesamten Oligocänmolasse nicht allzu groß gewesen sein könne.

Der Uebergang vom Oligocän zum Miocän ist in Oberbayern nicht sichtbar, da beide Formationsglieder an einer großen Störungzone aneinander stoßen. Nördlich derselben treffen wir

6. Marines Mittelmiocän: Muschelsandstein und Konglomerate; endlich

7. Obere Süßwassermolasse (Obermiocän): mächtige Nagelfluhmassen und Sandsteine, die gegen N allmählich in sandigen Mergeln (Flinz) auskeilen.

Sehen wir uns nun den Geröllebestand der einzelnen konglomeratführenden Schichtglieder etwas näher an!

Die Bausteinzone habe ich in dieser Hinsicht untersucht am Kamme des Buchbergs westlich von Tölz und auf dem Höhenrücken südlich von Penzberg sowie in der östlichen und südlichen Umrandung der Murnauer Mulde. An erstgenannter Lokalität fand ich von Geröllen ausschließlich Quarz von meist milchweißer, seltener rötlicher oder dunkler Farbe. Auch am Riederer Weiher, südwestlich von Penzberg, bildet er wohl 90% aller Gerölle; daneben finden sich dort helle und schwarze Quarzite, feinkörnige aplitartige Gesteine sowie feinschuppige, lichtgraue bis grünliche, anscheinend quarzreiche Muskovitschiefer¹⁾. Kalk scheint zu fehlen. Alle Gerölle sind sehr

¹⁾ Alle Gesteine sind nur makroskopisch bestimmt!

gut gerundet, oft glänzend poliert; ihr Durchmesser geht normalerweise nicht über einen, wohl nie über 3 cm hinaus.

Etwas wechselvoller ist die Beschaffenheit der Konglomerate in der Murnauer Mulde. Nordwestlich von Ramsach beobachtete ich in einem von dem Höhenrücken südlich des Staffelsees herabziehenden Wasserriß das folgende Profil in senkrecht stehenden oder ganz steil nordwärts überkippten Schichten (von S nach N):

a) feiner quarzig-glimmeriger Sandstein mit dünnen Lagen und Linsen von feinkörnigem Konglomerat (Gerölledurchmesser meist < 1 cm), zuerst fast ausschließlich aus Quarz, weiterhin auch (vorwiegend dunklen) Kalken zusammengesetzt. Es folgt

b) eine zirka 2 m mächtige Bank grober Kalknagelfluh (hühnerei-, zum Teil faustgroße Gerölle). — Die anschließenden Mergel enthalten noch einzelne feinkörnige Konglomeratlagen mit vorwiegend Kalkgeröllen sowie 2 cm starke Kohlenschmitzen.

c) Mächtige Nagelfluhbank, frei von Kalk; neben vorwaltenden Quarzgeröllen verhältnismäßig reichlich feinschieferige Glimmerschiefer; vereinzelt Gneis von feinflaseriger Textur, dunkelroter Quarzporphyr? und feinkörniger Sandstein. Durchschnittliche Geröllegröße 1—3 cm, doch einzelne Quarze bis hühnereigroß. — Nach Schuttunterbrechung folgt, in der Rückwand eines alten (in der bayrischen topographischen Karte 1:50.000, Blatt Murnau Ost, verzeichneten) Steinbruchs

d) feiner Sandstein (Wellenfurche!) mit Einlagerung von Kalknagelfluh mit vereinzelt Quarzgeröllen; weiterhin Uebergang in sandige Mergel, die gelegentlich isolierte kleine (vorwiegend Kalk-) Gerölle und Lagen von solchen führen. Nach etwa 30 m

e) 1 $\frac{1}{2}$ —2 m mächtige Bank von Nagelfluh mit vorwiegend Quarzgeröllen (durchschnittlich 2—3 cm); an Menge und Größe stark zurücktretend Glimmerschiefer; Kalke gleichfalls untergeordnet. — Gute Abrollung ist für die Gerölle aller Schichten dieses Profils bezeichnend¹⁾.

Verschiedene Gruben in den Gehängen der Höhen zwischen Großweil und Sindelsdorf zeigen im Prinzip ähnliche Verhältnisse: es wiederholen sich mehrfach übereinander Einlagerungen meist ziemlich feiner Nagelfluh, mit gut abgerollten Quarzen, daneben stets stark zurücktretenden hellen, feinschuppigen Glimmerschiefern; Kalkgerölle fehlen häufig ganz, treten aber in manchen Bänken in mehr oder minder großer Menge hinzu.

Den schönsten und reichhaltigsten Aufschluß in der Nagelfluh der bunten Molasse sah ich an der Sonnenleite westlich Uffing: die Straße von dort nach Schöffau schneidet jenes Gestein auf beträchtliche Erstreckung an. An der Zusammensetzung beteiligen sich überwiegend sedimentäre Materialien: dunkelgraue, stark bituminöse Kalke und Dolomite (zum Teil Hauptdolomit); heller (Wetterstein-) Kalk; seltener dunkle Mergelkalke (wohl Lias),

¹⁾ Es erscheint nicht ganz sicher, ob dies ganze Profil noch der Bansteinzone zuzurechnen ist und nicht vielmehr die hangenden Konglomerate bereits solchen der bunten Molasse gleichgesetzt werden müssen wenn schon das typische Gestein der letzteren, die bunten Mergel, nicht auftritt.

vereinzelt roter Liaskalk; dazu feinkörnige, lichtrote Quarzsandsteine (wohl Buntsandstein) und rote Hornsteine (vermutlich Malm). Bemerkenswert ist auch das Auftreten licht- bis dunkelgrauer, deutlich kristalliner Kalke. Verhältnismäßig nicht selten (schätzungsweise etwa 5%) sind Quarzgerölle. Kristalline Gesteine treten dagegen in den Hintergrund; weitaus am häufigsten sind unter ihnen auch hier feinschieferige oder schuppige, helle, quarzreiche Muskovitschiefer bis Muskovitquarzite; seltener weiße oder grünliche Quarzite und Quarzgrauwacken. Es finden sich vereinzelt auch Biotit- oder Zweiglimmergneise sowie etwas reichlicher ein heller, biotitarmer Granit, jedoch stets dermaßen verwittert, daß eine genauere Untersuchung nicht mehr möglich ist. — Auch hier sind weitaus die meisten Gerölle sehr gut abgerollt; ihre Größe hält sich im allgemeinen zwischen 1 und 3 cm, steigt aber mitunter bis zu Faustgröße. Letzteres gilt insbesondere auch von manchen Quarzgeröllen, vereinzelt auch von Glimmerschiefern und Grauwacken.

Ein ganz übereinstimmendes Konglomerat steht am S-Rand von Uffing, westlich der Ache, in Verknüpfung mit bunten Molassemergeln an; ebenso fand ich mehrfach in Murnau und dessen näherer Umgebung Gesteine mit gleichartigem Geröllebestand: neben den unter den kristallinen Geröllen (vom Quarz abgesehen) überwiegenden hellen Glimmerschiefern fand sich auch hier als Seltenheit jener verwitterte helle Granit. Als neu macht sich ein auffallend frischer, feinstreifig-schieferiger Zweiglimmergneis ganz vereinzelt bemerklich.

Während diese Vorkommnisse alle der südlichsten (Murnauer) Mulde der Oligocänmolasse angehören, zeigen die Konglomerate der nördlich anschließenden Rottenbucher Mulde an der Amper zwischen Rottenbuch und Echelsbach, wo ich sie an mehreren Stellen kennen lernte, eine etwas andere Beschaffenheit. Die Kalk- und Dolomitgerölle, von meist dunkelgrauer Farbe, herrschen dort noch viel stärker vor (bräunlicher bituminöser Hauptdolomit war sicher zu erkennen); feinkörniger grauer Sandstein, roter Hornstein waren ganz selten; höchstens 1% der Gerölle ist weißer oder rötlicher Quarz, und nur höchst vereinzelt fanden sich kristalline Gesteine (heller Glimmerschiefer, Aplit). — Die Durchschnittsgröße der Gerölle ist gering, 1–2 cm, nur in einzelnen Lagen finden sich auch größere; die Abrollung ist auch hier meist recht weitgehend.

Das mittelmiocäne Konglomerat von Schwaig an den Osterseen enthält weit vorwiegend Quarzgerölle, deren Größe nur nach Millimetern mißt, daneben vereinzelt bis taubeneigroße helle Kalke.

Die obermiocäne Nagelfluh ist auf den Höhen westlich der Loisach, in der Gegend von Eurasburg und Buerberg, in einer Reihe von Steinbrüchen und Wasserrissen vorzüglich aufgeschlossen¹⁾. Sie enthält in weitaus überwiegender Menge (wohl 99%) Gerölle von Kalken, Mergelkalken, Dolomiten; typischer Hauptdolomit ist darunter vertreten. Weiter finden sich in untergeordneter Menge rote und schwarze Hornsteine (Malm oder Lias) sowie

¹⁾ Vgl. Rothpletz, a. a. O.

feinkörnige, graue, manchmal feingebänderte und verhältnismäßig häufig dunkelgrüne glaukonitische Quarzsandsteine; sie entstammen wohl meist dem Flysch, die letztgenannten vielleicht auch der helvetischen Kreide. Ganz selten sind Milchquarzgerölle; kristalline Gesteine scheinen zu fehlen. Dagegen findet sich Quarz reichlich als zum Teil verhältnismäßig grober Sand im Bindemittel der Nagelfluh. Die meisten Gerölle sind gut gerundet, doch finden sich unter den Kalken auch bloß kantengerundete. Ihre Größe ist ganz ungleich; unter den Kalkgeröllen gibt es vereinzelt solche von weit über Kopfgröße. Die Sandsteine etc. bleiben stets erheblich kleiner; die Quarze sind höchstens nußgroß.

Ein ganz entsprechendes Bild bieten die gleichalterigen Nagelfluhen auf der Nordseite des Hohen Peissenbergs. Auch in ihnen herrscht das Kalkmaterial fast ausschließlich, und zwar in der Hauptsache gelbe Mergelkalke (verwitterte Fleckenmergel?); daneben dunkelgelbe und dunkelgraue, zum Teil feinkristalline Kalke, ganz vereinzelt heller feinspätiger Kalk sowie graubrauner, wohl liasischer Hornstein; ferner wieder spärlich die verschiedenen oben genannten, vermutlich dem Flysch angehörenden Sandsteine und ganz vereinzelt ein wohl ebendort beheimatetes quarzitähnliches Gestein von braungrüner Farbe und öligem Glanz, mit tiefroter Anwitterung. Milchquarz findet sich sporadisch, in manchen Aufschlüssen fehlt er gänzlich. Kristalline Gesteine wurden auch hier nicht gefunden. Die Größe der meist gut gerundeten Kalke geht auch hier gelegentlich bis zur Kopfgröße, während die Quarze höchstens nach einigen Zentimetern messen.

Die vorstehend mitgeteilten Beobachtungen sind natürlich bei weitem nicht zureichend, um daraus die Herkunft des Geröllmaterials der Molasse in den Einzelheiten festzulegen — sind es doch überhaupt nur verhältnismäßig wenige Gerölle, deren Natur sich mit hinlänglicher Sicherheit bestimmen ließ; selbst die große Menge der Kalkgerölle ist — zum Teil wohl wegen nachträglicher Veränderung — nicht ohne weiteres zu identifizieren. Aber einige Schritte auf jenem Wege lassen sich immerhin bereits tun.

Was zunächst die allgemeine Richtung der Geröllezufuhr betrifft, so ist klar, daß diese nur von S her erfolgt sein kann. Dies ist auch die Ansicht früherer Beobachter, vor allem von Weithofer. Beweisend dafür ist die gegen S zunehmende Einschaltung von Konglomeraten sowohl in der Bausteinzone und der bunten Molasse, wie im Miocän, nicht minder die Zunahme der Geröllegröße, innerhalb jeder einzelnen von diesen Schichtgruppen, in der gleichen Richtung; endlich auch die für einzelne der Gerölle (Hauptdolomit, jurassische Hornsteine) feststehende Beheimatung in der ostalpinen Kalkzone. Für viele andere Gerölle ist die gleiche Herkunft oder zum Teil auch eine solche aus der Flyschzone durchaus wahrscheinlich.

Wie steht es nun aber mit der Heimat des kristallinen Materials? Seine petrographische Natur gibt darüber bis jetzt keine Auskunft — handelt es sich doch in wohl 90% der Fälle um Rollstücke von Ader- und Gangquarzen, wie sie in jedem kristallinen Gebirge vorkommen, und auch die demnächst am meisten verbreiteten hellen Glimmer-

schiefer sind herzlich indifferent, ebenso die Quarzite und Aplite. Die spärlichen charakteristischeren Gesteine aber, wie die hellen Granite von Uffing, erlaubten wegen ihrer starken Verwitterung keine genauere Bestimmung mehr.

Gleichwohl läßt sich von diesen Geröllen mit größter Wahrscheinlichkeit behaupten, daß sie aus weiter Entfernung hertransportiert sein müssen. Es spricht dafür gleichermaßen ihre im allgemeinen geringe Größe wie die durchwegs sehr gute Abrollung, welche sie erfahren haben; und nicht minder die sehr vollkommene Auslese besonders widerstandsfähiger Gesteine, welche die Gesamtheit dieser Gerölle darstellt (oft ausschließlich, wohl stets über 90% Gangquarze und fast reine Quarzgesteine! ¹⁾).

Ihre Herkunft aus einem heute in der Tiefe verschwundenen „Vindelizischen Randgebirge“ längs dem Alpennordsaum, wie sie einst von Gumbel und ganz ebenso bis heute von Weithofer (für die Bausteinzone wenigstens) angenommen wird, erscheint mit den oben genannten Tatsachen nicht wohl vereinbar. Wir müßten in diesem Falle, wo doch Transporte von höchstens einigen Kilometern in Frage kämen, häufig grobes, schlecht abgerolltes, mehr oder minder eckiges Material finden; Ueberwiegen der am Aufbau des Gebirges vorwaltend beteiligten Materialien, anstatt des in allen Gebieten kristalliner Gesteine an Menge recht untergeordneten Gangquarzes, wäre notwendig zu erwarten, rascher Wechsel in den vorherrschenden Bestandteilen einer Schicht sehr wahrscheinlich, wenn es sich in den Molassekonglomeraten um Strand- und Deitabildungen eines unmittelbar benachbarten Gebirgszuges handeln würde ²⁾. In allen genannten Punkten sehen wir das Gegenteil.

¹⁾ Gelegentliches Vorkommen bis kopfgroßer kristalliner Gerölle, wie es nach Weithofer auch in der Bausteinzone schon beobachtet worden ist, widerspricht als verhältnismäßig seltener Ausnahmefall durchaus nicht der obigen Folgerung aus der allgemeinen Regel. An einzelnen Stellen können größere Flüsse sehr wohl gröberes Material zugeführt haben, trotz verhältnismäßig großer Entfernung des Ursprungsgebietes.

²⁾ Die Studer-Gumbel'sche Hypothese des Vindelizischen Gebirges sollte nicht nur die exotischen Gerölle in der Molasse (und im Flysch) erklären — auch die Rolle einer trennenden Barre zwischen dem alpinen und außeralpinen Faziesgebiet sowie einer stauenden Schwelle bei der alpinen Gebirgsbildung wurde und wird ihm zum Teil noch heute zugeschrieben. Für die letztgenannte Wirkung dürfte eine mit verhältnismäßig geringmächtigen Sedimenten bedeckte Grundgebirgsmasse auch schon genügen, der erst durch die Faltung selbst die Gestalt einer zum Gebirgsstreichen parallelen Schwelle oder wohl besser Abbeugung, (als Außenrand einer Vortiefe) aufgeprägt wurde; man vergleiche die Ausführungen von P. Arbenz über das Aarmassiv zur Liaszeit in: Probleme der Sedimentation und ihre Beziehungen zur Gebirgsbildung in den Alpen; Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, 64, 1919 (Heim-Festschrift), S. 269. — Beim Weiterschreiten der Gebirgsbildung mag ein solcher Geosynklinalrand sehr wohl die Rolle eines stauenden Hindernisses gespielt haben; aber notwendig ist die Annahme eines solchen vielleicht überhaupt nicht. — Als Nordgrenze des alpinen Faziesgebietes bedürfen wir einer Barre ebensowenig mehr — ganz unabhängig von der Anzahl von Kilometern, die man dem Betrag ostalpiner Überschiebungen zugestehen will: bietet doch die bayrische Ebene hinreichend Raum auch für einen Uebergang der Fazies, der sich unter der Schutthülle vollziehen mag; und anderseits reicht die germanische Trias unter dem Namen der helvetischen und pennini-

Und gerade von den häufigsten Geröllen kristalliner Gesteine, eben jenen hellen Glimmerschiefern, läßt sich mit einiger Wahrscheinlichkeit behaupten, daß sie nicht dem Material entsprechen, das wir in einem „vindelizischen Gebirge“ zu erwarten hätten. Ein solches würde ungefähr ein Verbindungsstück zwischen Aarmassiv und Böhmerwald herstellen. In beiden Gebieten herrschen unter den kristallinen Schiefen (von den Ergebnissen nachträglicher Diaphthoritisierung abgesehen) Produkte einer Tiefenmetamorphose — daneben Granite, zum Teil primär geschiefert (? Erstfeldergneis) und deren Kontaktgesteine. Für mehr in Oberflächennähe umgewandete Gesteine, wie sie unsere Glimmerschiefer ohne Zweifel darstellen, ist in jener Gesellschaft kein Platz¹⁾. Und es fehlt jeder Anhaltspunkt für die Annahme, daß sich der Charakter des herzynischen Untergrundes gerade in dem Abschnitt änderte, wo er unserer Beobachtung nicht zugänglich ist.

Die gleichen für einen Transport aus weiter Entfernung sprechenden Tatsachen verbieten aber auch eine Herleitung des kristallinen Geröllematerials aus heute durch Abwitterung verschwundenen kristallinen Schubsetzen an der Basis kalkalpiner Decken. Und auch die fast allgemeine Verbreitung jener Gerölle in den Molassekonglomeraten steht einer solchen Annahme entgegen — handelt es sich doch in den heute noch vorhandenen derartigen Schubsetzen (Allgäu, Niederösterreich²⁾) um räumlich sehr wenig ausgedehnte Bildungen, die auch nur an beschränkte Strecken des Vorlandes Gerölle liefern können. Für die Hypothese einer einst über die Kalkalpen gebreiteten kristallinen Decke von großer Ausdehnung aber fehlt in den Ostalpen ohnehin jede tatsächliche Stütze.

Unter Festhalten an der zuvor bereits betonten südlichen Herkunft unserer Gerölle werden wir also dazu geführt, deren Heimat erst südlich der ostalpinen Kalkzone, in den Zentralalpen zu suchen.

Der Einwand liegt nahe, wieso dann charakteristische und weitverbreitete Gesteine der Zentralalpen, zum Beispiel die Zentralgneise, unter den Molassegeröllen fehlen? Ihm ist zu begegnen mit dem Hinweis darauf, daß eben nur die widerstandsfähigsten Gesteine

schen fast über die gesamte Breite der Westalpen hinüber, wenn auch in verkümmertem Ausmaß. Die Erklärung des exotischen Materials in Flysch und Molasse aber aus der Zerstörung des Vindelizischen Gebirges, wenn dessen Existenz selbst wieder nur aus dem Dasein jenes Materials gefolgert wird, scheint mir einen *Circulus vitiosus* darzustellen — ganz abgesehen von der schon seit Frühs (Neue Denkschrift der Schweizer Naturforschenden Gesellschaft 3), 1890) Untersuchungen feststehenden andersartigen (zumeist ostalpinen!) Herkunft wenigstens eines großen Teiles der Schweizer Molassegerölle. — Selbstverständlich wissen wir gar nichts über die Gestaltung des Untergrundes des nordalpinen Vorlandes — mithin auch nichts über die Erstreckung der böhmischen Masse gegen SW. Es dürfte auch keinen anderen Weg geben, um darüber Klarheit zu erlangen, als die Vornahme von Tiefbohrungen. Vielleicht findet sich einmal der Mäcen, der die hierfür erforderlichen Mittel der Wissenschaft zur Verfügung stellt?

¹⁾ Für das Aarmassiv betont Heim (a. a. O. II) ausdrücklich die Abwesenheit von echten Glimmerschiefern! Ebenso ist in der Schweizer Molasse das Fehlen unzweifelhafter Aarmassivgesteine wiederholt konstatiert worden.

²⁾ Vgl. O. Ampferer, Geologische Untersuchungen über die exotischen Gerölle und die Tektonik niederösterreichischer Gosauablagerungen. Denkschrift der Akademie der Wissenschaften in Wien, 96, 1918.

imstande waren, unzertrümmert die weiten Transportwege zurückzulegen — und sie waren damals, vor den letzten orogenetischen Phasen, noch weiter als heute! Einleuchtend erscheint die zentralalpine Herkunft für die obermiocänen Konglomerate: in ihnen treten die kristallinen Gerölle an Menge wie an Größe fast bis zum Verschwinden zurück hinter den Kalken¹⁾. Bei den viel weiteren Wegen, welche jene zurückzulegen hatten, ist ein solches Verhalten von vornherein zu erwarten.

Warum aber treten dann in den Konglomeraten der Bausteinzone die Kalkgerölle so stark in den Hintergrund, ja bleiben vielfach vollständig aus? Wie ist es möglich, daß Material aus den Zentralalpen den Weg bis in die Vortiefe am Nordfuß des Gebirges fand, ohne daß sich ihm solches aus den viel näher gelegenen Kalkalpen in überwiegender Menge beigesellte?

Dieser Widerspruch löst sich, wenn wir der Resultate gedenken, zu welchen die Verfolgung der Augensteinschotter auf den Plateauflächen der Salzburger und österreichischen Kalkalpen geführt hat²⁾: Die nordöstlichen Kalkalpen waren demnach, nach ihren großen Bewegungsphasen in der Oberkreide und im Alttertiär, weitgehend abgetragen worden, zu einer Kuppenlandschaft mit verhältnismäßig geringen Höhendifferenzen erniedrigt, auf der sich Flüsse mit schwachem Gefälle aus den Zentralalpen nach N bewegten und Geschiebe verfrachteten. Nun sind freilich in größerem Umfange Spuren einer ähnlichen Einebnungsphase in den oberbayrischen und nordtiroler Kalkalpen bisher nicht bekannt. Allein deren andersartige Zusammensetzung und Struktur macht es verständlich, wenn alte Oberflächenformen weit rascher und vollständiger zerstört wurden, als auf den flach gelagerten Kalkplateaus der Salzburger etc. Alpen — erfolgte doch auf letzteren die Entwässerung großenteils unterirdisch, so daß an der Oberfläche erosive Vorgänge auf weite Strecken überhaupt ausgeschaltet blieben. Unter diesem Gesichtspunkt wird das Fehlen oder Zurücktreten von Kalkgeröllen in den Konglomeraten der Bausteinzone verständlich: es fehlten eben in den Kalkalpen auf weite Strecken größere Aufragungen, welche solche Gerölle hätten liefern können.

Zugleich gewinnen wir einen neuen Anhaltspunkt für die Altersbestimmung jenes Abtragungsvorgangs. Er muß bereits im Oberoligocän recht weit gediehen gewesen sein. Götzing er versetzt ihn ins Altmiocän, wegen der Uebereinstimmung der Konglomerate jenes Zeitabschnitts (am Stoderzinken in Steiermark) mit den Augensteinschottern³⁾. Allein es steht wohl nichts der Annahme im Wege, daß

¹⁾ Auch Gümbel (Geologie von Bayern II, Kassel 1894) spricht hier von zentralalpinen Geröllen. — Uebrigens besteht hier auch die Möglichkeit, daß die Quarzgerölle von sekundärer Lagerstätte stammen — aus aufgearbeiteten älteren Konglomeraten, vermutlich der Flyschzone. Eine Ableitung des Quarzsandes im Bindemittel dieser Nagelfluhen von Flyschsandsteinen erscheint gleichfalls naheliegend.

²⁾ G. Götzing er, Zur Frage des Alters der Oberflächenformen der östlichen Kalkalpen. Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Wien 56, 1913, S. 89. — Neue Funde von Augensteinen auf den östlichen Kalkhochalpenplateaus. Verh. der geol. R.-A. 1913, S. 61. — Weitere neue Funde von Augensteinen auf den östlichen Kalkhochalpenplateaus. Jahrb. 1915, S. 272.

³⁾ Vgl. auch G. Geyer, Ueber den geologischen Bau der Warscheneckgruppe im Toten Gebirge. Verh. der geol. R.-A. 1913, S. 267.

die Existenz jenes nordalpinen Hügellandes einen beträchtlichen Zeitabschnitt hindurch: einen Teil des Oberoligocäns und Untermiocäns angedauert hätte, unbeeinflusst durch größere tektonische Bewegungen.

Die Ausbildung der Molassesedimente in Oberbayern steht mit einer solchen Annahme im Einklange. Sie weist auf eine Zeit tektonischer Ruhe, mindestens bis zum Schluß des Oligocäns, im angrenzenden Alpengebirge, während deren im Vorlande eine ungestörte Sedimentation feinschlammigen und sandigen Materials die mächtigen Cyrenen- und Promberger Schichten aufbauen konnte — ohne daß größere, durch Gebirgsbewegungen neu entstandene Höhendifferenzen eine Zufuhr größerer Gerölle bedingt hätten. Die Herkunft des feinklastischen Materials mag auch über die eingeebnete Kalkzone hinweg aus südlicheren Zonen der Alpen erfolgt sein.

Anders weiter im Westen. Schon von der Loisach, in erhöhtem Maße vom Lech an verdrängt die bunte Molasse immer mehr die genannten oberoligocänen Schichtgruppen; und immer reichlicher treten in ihr Konglomerate auf je weiter man nach Westen geht. Die darin sehr zahlreichen kalkalpinen Gerölle weisen auf vorausgegangene tektonische Bewegungen in den Kalkalpen, wodurch diese der Abtragung wieder in erhöhtem Maße zugänglich wurden. Gleichzeitig setzt in der Schweiz die Nagelfluhbildung im großen Maßstabe ein¹⁾; und so handelt es sich wohl auch in jenen tektonischen Bewegungen um die Ausläufer größerer Vorgänge, welche, sei es den Westrand des ostalpinen Bogens, sei es die penninische oder helvetische Zone der Westalpen zu oberoligocäner Zeit betroffen haben.

Ueber die Zustände während des Untermiocäns gibt uns die bayrische Molasse keine Auskunft. Im Mittelmiocän scheint, nach den zahlreichen kleinen Quarzgeröllen bei Schwaig zu schließen, die Geröllzufuhr aus den Zentralalpen noch in beträchtlichem Umfange angedauert zu haben.

Gänzlich veränderte Verhältnisse treffen wir im Obermiocän an: die Zufuhr kristallinen Materials ist vollständig unterbunden oder doch sehr stark in den Hintergrund getreten. Die kalkalpinen Gerölle beherrschen vollständig das Feld. Daneben erscheinen auch vermutlich der Flyschzone entstammende Gesteine, wie sie mir aus den älteren Schichten der Molasse unbekannt geblieben sind. Gewaltige tektonische Bewegungen müssen vorausgegangen sein, damit dieser Umschwung zustande kommen konnte. Wir werden wohl nicht fehlgehen, wenn wir sie zeitlich gleichsetzen einerseits mit jener Hebung (?), welche die Abtragungsfläche der östlichen Nordalpen wieder in den Bereich gesteigerter Tiefenerosion emporrückte, andererseits aber mit dem Beginn oder einer Hauptphase der helvetischen Deckenbewegungen in den Westalpen.

Aber noch jünger erst sind die letzten großen alpinen Bewegungen, welche in den Ostalpen die Anschiebung der Flyschzone an die Molasse, die Ueberschiebung der helvetischen Decken der Westalpen auf dieselbe sowie die Faltung und Schuppung dieser selbst zur Folge hatten. Eine Abbildung in der Sedimentation des Vorlandes konnten diese

¹⁾ Man vergleiche das Faziesschema bei Heim, Geologie der Schweiz I, Fig. 6, S. 65.

Bewegungen unmittelbar nicht mehr finden, da ihnen eine solche zunächst — bis zur Ablagerung des diluvialen Deckenschotter — überhaupt nicht mehr gefolgt ist.

Die vorstehenden kurzen Bemerkungen können selbstverständlich keine endgültige Lösung des Problems der Molassegerölle bringen. Es war auch nur meine Absicht, den Weg anzudeuten, auf dem eine solche zu suchen sein dürfte¹⁾. Ihn zu Ende zu schreiten wird erst an Hand eines ungemein umfassenden und eingehenden Beobachtungsmaterials möglich sein und voraussichtlich mindestens ebenso viele Jahre in Anspruch nehmen, als ich bisher Tage darauf verwenden konnte.

R. Grengg (Wien). Über die seifige Erde von Gaura in Siebenbürgen. (Mit 1 Textfigur.)

Der Mangel an Schmier- und Waschmitteln lenkte im Kriege die Aufmerksamkeit auch auf die sogenannten ungarischen Seifenerden. Verfasser hatte 1916—1918 Gelegenheit, Vorkommen, Eigenschaften sowie Verwertungsmöglichkeit von derartigen Materialien in Siebenbürgen näher kennen zu lernen.

Als Tonerde-Seifenstein findet ein Vorkommen von Mühlbach i. S. bei *Stremme*²⁾ mehrfach Erwähnung. Es wird dort den Seifensteinen unter den amorphen Mineralen (schleimige oder gallertige Hydrogele, feste Gläser, erdartige Stoffe ohne Zusammenhang der feinstpulverigen Teilchen) eine der kolloiden Form nahe Sonderstellung eingeräumt.

Der Begriff „seifige Erde“ mag an der Hand einer typischen siebenbürger seifigen Erde nähere Erläuterung finden. Infolge der seifigen Eigenschaften quillt ein Stück der grubenfeuchten oder lufttrockenen Probe bei ruhigem Liegen in Wasser ähnlich wie eine Kern- oder Toiletteseife, nur rascher, dafür aber weniger stark. Selbst nach mehrstündigem Liegen unter Wasser bewahrt die Probe so ziemlich ihren Zusammenhalt, wird hochplastisch und bis zu einem gewissen Grade elastisch. Erst bei noch längerer Quellung beginnt die Oberschichte abzufließen. Schließlich zerrinnt die gänzlich durchweichte Probe und bedeckt den Boden des Gefäßes mit einer nach oben zu immer zarter und durchscheinender werdenden, leicht beweglichen Gelmasse. Wird die gewässerte oder gesumpfte Seifenerde in die darüberstehende, höchstens schwaches Opalisieren zeigende Flüssigkeit eingerührt und absitzen gelassen, dann scheidet sich nach kurzer Zeit Sand und Ton als Bodensatz aus, während der seifige Anteil in Lösung oder Aufschwemmung verbleibt. Aus letzterer fällt, wenn selbe gehörig verdünnt (wenige Prozente fester Substanz enthält) beim Klären noch tagelang feinstes toniges Sediment aus.

Bei hochwertiger Roherde und Verwendung von destilliertem oder an Elektrolyten armen Wassers ist diese sogenannte Lösung monatelang haltbar, verarmt aber allmählich in den oberen Schichten an Gel-

¹⁾ Dabei möchte ich nicht versäumen, der Anregungen zu gedenken, welche ich den Arbeiten A. Winklers (Untersuchungen zur Geologie und Paläontologie des steirischen Tertiärs, Jahrb. der geol. R.-A. in Wien 63, 1913, S. 503; und Ueber jungtertiäre Sedimentation und Tektonik am Ostrande der Zentralalpen, Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien 7, 1914, S. 256) verdanke.

²⁾ Doelters Handbuch der Mineralchemie II, pag. 30 ff.