

den sonst so zurückhaltenden, selten im großen Kreise gesehenen Forscher in vollem Ausdruck seines kraftvollen Wesens und seines innigen Gemütes kennen zu lernen; nicht nur als Forscher, sondern auch als Menschen lernten wir ihn hochschätzen. Seine hochragende germanische Gestalt war ein schönes Bild seiner inneren Eigenschaften. Er wird Allen, die ihn kannten, ebenso unvergeßlich bleiben, als er auch in der Wissenschaft dauernde Werte geschaffen hat.

W. Hammer.

† Spiridion Brusina.

Durch die südslawische Akademie der Wissenschaften in Agram erhalten wir die Nachricht, daß der Sekretär der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse derselben, Professor Spiridion Brusina, am 21. Mai d. J. mit dem Tode abgegangen ist.

Brusina war Professor an der Universität Agram und Vorstand der zoologischen Abteilung des dortigen Nationalmuseums. Seine Spezialität war das Studium der Mollusken, insbesondere derjenigen Kroatiens, Slawoniens und Dalmatiens und der benachbarten Länder einschließlich der Balkanhalbinsel. Auch der Fauna der Adria hat er mehrfach seine Aufmerksamkeit zugewendet. Er beschränkte sich übrigens nicht auf die Beschäftigung mit rezenten Formen, sondern befaßte sich auch wiederholt mit den Konchylien der Tertiärablagerungen in den vorher genannten Ländern, was ihn in direkte Verbindung mit den Paläontologen und Geologen brachte. Seine zahlreichen Arbeiten sind in den verschiedensten Sprachen geschrieben und an verschiedenen Stellen veröffentlicht worden. Auch in unseren Druckschriften ist er als Autor vertreten, wie zum Beispiel mit seinen Bemerkungen über die rumänischen Paludinen (Verhandl. 1885) und mit seiner Arbeit über die fossile Fauna von Dubovac bei Karlstadt (Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1893). Brusina war Korrespondent unserer Anstalt seit dem Jahre 1870.

E. Tietze.

Eingesendete Mitteilungen.

O. Ampferer. Bemerkungen zu den von Arn. Heim und A. Tornquist entworfenen Erklärungen der Flysch- und Molassebildung am nördlichen Alpensaume.

Die alpine Deckenlehre hat das Verdienst, die geologischen Forschungen am Nordrande der Alpen mit besonderem Schwunge belebt zu haben.

In den letzten Jahren sind hier eine lange Reihe von Arbeiten geschaffen worden, die vielfach interessante Neuheiten oder neue Auffassungen alter Erfahrungen gebracht haben.

Im folgenden möchte ich aus dieser Reihe die hier aufgezählten etwas näher besprechen.

Arnold Heim, Die Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jahrg. 51, 1906.

— Zur Frage der exotischen Blöcke im Flysch mit einigen Bemerkungen über die subalpine Nagelfluh. Eclogae geologicae Helvetiae, Vol. IX, No. 3, 1907, Lausanne.

A Tornquist, Vorläufige Mitteilung über die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone. Sitzungsberichte der kgl. preuß. Akademie d. W., XXX, 1907, Berlin.

Die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone und ihre Beziehung zu den ostalpinen Deckenschüben. Neues Jahrbuch f. Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Stuttgart 1908, Bd. 1.

Arnold Heim hat in jüngster Zeit in kühner Weise zu den Problemen des Alpenraudes, der Flysch- und Molassebildung Stellung genommen und neue Auffassungen ins Leben gerufen.

In seiner Schrift über die Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge schildert er zunächst den Bau der Molassezone zwischen Thur und Linth und kommt zum Ergebnis, daß die auffallend ruhig gelagerten Molasseschichten nicht den Bau einer Syn-, sondern den einer Antiklinale verraten.

Der Kontakt von Molasse und Flysch stellt sich in diesem Gebiete als ein mechanischer dar. Die Oberfläche der Molasse unter den überschobenen Flysch- und Kreidemassen ist ein Erosionsrelief. Die Brandung der Säntisdecke und ihr Zerschellen erfolgte am rauh zerfressenen Gebirge der starren, fertig gefalteten Molasse. So soll das zugrundeliegende Molasserelief geradezu die Form und Lage der Kreideberge dieses Gebietes bedingt haben.

Die Molassefaltung ist am nordschweizerischen Alpenrande älter als die Brandung der alpinen Decken und fällt zwischen Obermiocän und unterstes Pliocän (Tortonien—Plaisancien), am wahrscheinlichsten ins jüngste Miocän.

Die Brandung der alpinen Überfaltungsdecken fand dagegen erst nach vollendeter Molassefaltung statt und ist etwa zwischen oberstes Miocän und Mittelpliocän, am wahrscheinlichsten in das ältere Mittelpliocän einzureihen.

Nach Arn. Heim standen in der älteren Pliocänzeit im Schweizer Land von S gegen N drei einfache Faltengebirge: 1. Alpen, 2. Nagelfluhgebirge, 3. Juragebirge. Die Überfaltungsdecken standen noch zurück und erst durch ihr Vordringen wurden die Alpen mit der Molasse zusammengeschweißt.

Eine tektonische Kartenskizze des Alpenrandes zwischen Thur und Walensee (1:50.000) und eine Reihe von Profilen zeigen die Beobachtungsgrundlagen, auf welche die angeführten Schlüsse erbaut sind.

Diese neue Zeiteinordnung des Aufbrandens der alpinen Decken verlangt für die Gläubigen der Überfaltungslehre auch eine Umdeutung für die Herkunft der exotischen Blöcke des Flysches. Wenn die Überfaltungsdecken erst nach dem Miocän auf das erodierte Molassegebirge emporschlügen, wird die Ableitung der exotischen Flyschblöcke von schon ins Flyschmeer brandenden Préalpes mehr als unwahrscheinlich.

In der zweiten oben erwähnten Arbeit erwägt nun Arn. Heim neuerdings das Flyschproblem, wobei er gleich anfangs darauf hinweist, daß die exotischen Blöcke durchaus nicht durch ein tektonisches Hineinkneten von exotischen Decken erklärbar sind. Zahlreiche Blöcke stehen in keinerlei genetischem Zusammenhange mit den Klippen.

Arn. Heim scheidet zwischen „Klippenblöcken“ und „exotischen Blöcken“ Nur die ersteren stammen von den Klippen ab.

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß die kristallinen exotischen Blöcke des helvetischen Flysches fast alle saure Gesteine darstellen, während gerade die charakteristischen basischen Eruptivgesteine der lepontinischen Decken und Klippen nicht darin zu finden sind.

Die Untersuchungen Ch. Sarasins über die exotischen Flyschblöcke haben als wahrscheinliche Heimatsstelle die Zone Baveno—Lugano—Predazzo ergeben.

Diese Zone liegt südlich der Wurzelregion der höheren Decken und die Blöcke müßten daher schon vor der Überfaltung in den nördlichen Flysch gekommen sein. Das Wachstum der Decken soll nicht vor dem Oligocän begonnen haben.

Die von Steinmann befürwortete Ableitung der subalpinen Molasse von den fertigen Decken der Klippen weist Arn. Heim zurück, weil nach den umfassenden Studien Frühs die Mehrzahl der Molassegerölle gar nicht in den Klippen vorkommen.

Früh hat für die Molasse die Zufuhr von Graniten, Porphyren und anderen Massengesteinen aus dem Eruptivgebiet von Bozen, aus dem Engadin, Veltlin, ja sogar vom Südrande der Alpen abgeleitet. Das ist nur denkbar, wenn die südalpinen Gesteine noch vor dem Vorhandensein der Überfaltungen in die Nagelfluh gefrachtet wurden.

Arn. Heim vermutet, daß die exotischen Flyschblöcke und die Molassegerölle möglicherweise denselben Ursprung haben. Die exotischen Flyschblöcke sind sowohl im Flysch des autochthonen Gebirges als auch in jenem der helvetischen Decken vorhanden. Sie erreichen eine besondere Häufigkeit im oberen Flysch der höchsten helvetischen Decken und sind vom Thuner See bis nach Vorarlberg eine stratigraphische Erscheinung.

Die Einstreuung dieser Blöcke könnte vielleicht durch „Treibeis“ erfolgt sein. Lange nach ihrer Einbettung im Flysch sind sie mit diesem und anderen Sedimenten passiv von den Decken nach N getragen worden.

Bei Amden und Habkern reichen die exotischen Blöcke ganz unregelmäßig durch eine sehr mächtige Flyschserie empor. Der oberste Flysch erscheint blockleer. Östlich der Fliegenspitze ist kaum zwischen Wildflysch und Senonflysch eine Grenze zu sehen und schon im Senon tritt eine Blocklage auf. Das Vorkommen von exotischen Blöcken im Obersenon (?) spricht ebenfalls gegen eine Ableitung von den Überfaltungsdecken, da dieselben ja weit später erst gebildet wurden.

Zum Schlusse gibt Arn. Heim noch eine kurze Übersicht der verschiedenen Blockgruppen (einheimische, Klippen-, exotische Blöcke) und deren Unterabteilungen.

Zu wesentlich verschiedenen Ansichten ist Tornquist durch seine Untersuchungen der Allgäu-Vorarlberger Flyschzone geführt worden.

Dieselben beschäftigen sich mit dem Flyschzug zwischen den Tälern der Iller und der Bregenzer Ache, welcher im Norden der Vorarlberger Kreidefalten eingebettet liegt.

Gegenstand der Untersuchung waren vor allem die Beschaffenheit und die Einschlüsse der Flyschzone sowie ihr tektonisches Verhältnis zur Molasse-, Kreide- und Triaszone.

Als Einschlüsse kommen sogenannte exotische Blöcke (große gerundete kristalline Blöcke), weiter feine bis grobe Konglomerate (mit vorwiegend kristallinem Material) sowie endlich eine Zone von oberjurassischen Aptychenkalken in Betracht.

Nach einer historischen und orographischen Einleitung wird im speziellen Teil zunächst die Flyschzone selbst eingehender beschrieben. Tornquist scheidet zwischen primären und später umgeformten Flyschsedimenten. Als erstere faßt er 1. helle, geringmächtige, mergelige Kalklagen (mit Fucoiden), 2. feste, sandige Kalkbänke mit schwarzen und blauen sandigen Mergelzwischenlagen, 3. feinkörnige Quarzite und Sandsteine, 4. grobe Konglomeratbänke auf.

Dagegen werden die feinen, hellen, kieseligen Flyschlagen, die Kieselschieferlagen, die Flyschtoneisensteine und Flyschkalkhornsteine als Umwandlungsprodukte erklärt.

Auffallend ist das Fehlen von Helminthoiden, welche im Flyschstreifen, südlich der Kreidefalten, häufig vorhanden sind.

Im Schmiedlebachgraben östlich von Egg hat Tornquist den sicheren sedimentären Kontakt von Flysch und Seewenmergeln nachgewiesen und beobachtet, daß bereits den oberen Seewenmergeln Konglomeratblöcke eingelagert sind.

Die Basalkonglomerate des Flysches enthalten hier neben schwarzen verkieselten Kalkblöcken auch kristalline Schieferblöcke.

Außer diesen Basalkonglomeraten treten aber noch in einem höheren Niveau regelmäßig Konglomerate auf. Dieses stratigraphische Niveau besteht der Hauptsache nach aus feinkörnigen sandigen Konglomeraten (Glimmer, kleinen Brocken von Granit und anderen kristallinen Gesteinen), grobkörnigen Konglomeraten (Kalkbrocken, Granitgweisstückchen), Konglomeratbänken von Tonschieferbrocken sowie aus vereinzelt großen bis riesigen Blöcken.

In der Nähe einer solchen Konglomeratzone tritt auch die von Rothpletz in neuerer Zeit mehrfach erwähnte Granitmasse des Bolgen auf, welche übrigens nach Tornquist nicht unbedingt als zerfallene, ursprünglich einheitliche Masse, sondern ganz wohl als ein Haufwerk von verschiedenen Blöcken aufgefaßt werden kann.

Eine besonders stattliche Ausbreitung zeigen diese Konglomerate nördlich und westlich vom Feuerstätterkopf.

Hier zeigen die Kalkkomponenten nur geringe Abrollung, die kristallinen Brocken sind sogar meistens kantig und eckig. Weiter östlich bei der Grämplalpe erscheinen die Konglomerate kalkärmer und bedeutend gröber. Kristalline Schieferbrocken, leicht abgerundete

Quarze, Gneisbrocken sowie flache Kalk- und Mergelbrocken sind hier den Konglomeratbänken eingefügt. Bei der Neugrämplalpe steckt in dieser Konglomeratflyschzone ein großer Granitblock, von dem eine genauere Beschreibung gegeben wird (nach Johnson ist er ein echter Granit, ähnlich dem Juliergranit der Ormondsbreccie).

Tornquist kommt zur Erkenntnis, daß die feinkörnigen und größeren Konglomerate ebenso wie die großen isolierten Blöcke in einer und derselben Flyschzone liegen, denselben Ursprung besitzen und alle Charaktere einer klastischen Ablagerung zur Schau tragen.

Die Abstammung kann nach seiner Meinung nur im Süden gesucht werden, da außer den kristallinen Bestandteilen auch solche von verkieselten und älteren mesozoischen Kalken (nicht näher bestimmbar!) in den Flyschkonglomeraten zu finden sind.

Die Herkunft der Gerölle und Blöcke wird nun vorzüglich nach dem Muster der Schweizer Geologen mit dem Deckenschub in Verbindung gebracht.

Die kristallinen Blöcke und Gerölle des Flysches sollen von Geröll- und Blockmassen abstammen, welche als Oberflächenschutt ursprünglich auf den Decken lagerten. Beim Erheben der Schubdecken soll dann dieser Oberflächenschutt zunächst abgespült und dann in die Flyschsedimente hineingeschwemmt worden sein.

Nach der Beschreibung der Flyschzone folgt jene der Kalkklippenzone. Tornquist betont vor allem, daß das Problem der kristallinen Einschlüsse durchaus nicht mit jenem der Kalkklippen einheitlich ist.

Die Aufnahme hat erwiesen, daß es sich nicht um isolierte Klippen, sondern um einen über 12 km langen, 200—300 m breiten, meist fast saiger gestellten Kalkzug handelt, welcher mehrere kräftige Querverschiebungen erfahren hat.

Das Gestein ist ein sehr feiner, splittriger, grauer und weinroter, manchmal mergeliger Kalk, in dem Hornsteinkonkretionen und Hornsteinbänke auftreten. Wir haben oberjurassischen Aptychenkalk (Aptychen, *Belemnites hastatus Blainv.*) vor uns, wie er in den Nordalpen weit verbreitet vorliegt.

Das Streichen dieses Kalkzuges verläuft fast genau ostwestlich und zeigt so, da ja ganz beträchtliche Höhenunterschiede durchlaufen werden, eine ungefähr saigere Schichtstellung an.

Die verschiedenen angrenzenden Flyschzonen streichen durchaus bald mehr, bald weniger schräg dazu.

Die zwei besterschlossenen Kontaktstellen zwischen Flysch und Jurakalk (Ränklobel—Neugrämplalpe) hat Tornquist in sehr klarer Weise sowohl im Profilschnitt als auch im Grundriß dargestellt.

Die Lage der querstreichenden, ebenfalls sehr steil aufgerichteten Flyschzonen schließt die Möglichkeit einer ursprünglichen Umlagerung der Klippe durch den Flysch vollständig aus. Auffallend ist in beiden Fällen, daß nur an der Südseite der Juraklippe stärkere tektonische Störungen und Einschaltungen von Kalkbrocken im anschmiegenden Flysch zu finden sind. Am Feuerstätterkopf sind Flyschschollen in die Kalkklippe eingefaltet.

Nach Tornquist sind diese Verhältnisse dadurch entstanden, daß eine lange schmale Platte von Jurakalk nach Ablagerung des

Flysches in dessen schon etwas dislozierte Schichten eingeschoben wurde. Er stellt sich vor, daß diese Gesteinsplatte ursprünglich der Allgäuer Schubmasse angehörte und von der darüber bewegten Lechtaler Schubmasse abgeschürft und schräg nach unten in den Flysch gedrückt wurde.

Im dritten Abschnitt entwirft Tornquist an der Hand der beiliegenden Karte (1:75.000) ein Bild seiner tektonischen Auffassung des Gebietes.

Da die Querbrüche der Flyschzone nicht ins Molassegebirge verfolgt werden können, so ist die Grenze zwischen Flysch- und Molasseland hier jünger oder gleich alt mit den Sprüngen.

Die tektonische Grenze zwischen Kreideketten und Flyschzone wird bei Egg durch die Südgrenze der Molasse abgeschnitten. Deshalb soll die Grenze zwischen Kreide- und Flyschland ebenfalls älter als die Molassegrenze sein. Der Aufschub des Kreidegebirges ist älter als die Querbrüche, ebenso der Einschub der Kalkklippe.

Noch älter ist die Bildung der Flyschsedimente.

So erhält Tornquist folgende geschichtliche Entwicklungsreihe:

- Oberes Miocän: Molassefaltung. — Überschiebung des Flysches auf die Molasse. — Quersprünge.
- Älteres Miocän: Auffaltung der Kreideketten und der Flyschzone. — Überschiebung der Kreide auf den Flysch.
- Oberes Oligocän: Ende der Deckenschübe. Einschub der Kalkklippe.
- Älteres Oligocän: Deckenschübe. — Ablagerung des jüngeren Flysches außerhalb der Decken.
- Eocän: Ablagerung des Nummulitenkalkes und älteren Flysches außerhalb der Decken und der Flyschkonglomerate auf den späteren Deckenschollen.

Der letzte Teil der Abhandlung bringt kurze Mitteilungen über diluviale Terrassen bei Hittisau und Lingenau.

Beide Arbeiten stellen starke Einschränkungen der phantastischen Übertreibungen der Überfaltungslehre dar und müssen als solche freudig begrüßt werden.

Es beginnt also doch wieder die alte, so tief bestätigte Anschauung von der sedimentären Natur der Flyscheinschlüsse und -konglomerate durchzudringen, die wirklich in unnötiger und leichtsinniger Art beiseite geschoben wurde.

Trotzdem wird es stets einer der bedenklichsten Irrtümer der Geologie bleiben, daß in so ausgedehnter Weise typische Geröllablagerungen einer Hypothese zuliebe als tektonische Gebilde gedeutet werden konnten.

Beide Autoren sind darin einig, daß die Fragen nach der Herkunft der Klippen und jene nach der Bildung der Flyscheinschlüsse völlig getrennt zu behandeln sind.

Beide erkennen die letztere als eine stratigraphische Angelegenheit. Ebenso gehen sie darin zusammen, daß die exotischen

Einschlüsse aus dem Süden stammen und durch die Decken nach Norden verschleppt wurden.

Aber während Arn. Heim erst die fertigen Flyschsedimente von den Decken nordwärts tragen läßt, glaubt Tornquist, daß der Flysch im Norden gebildet wurde und nur die Exotika von den Decken als Oberflächenschutt aus dem Süden mitgebracht und dann in den Flysch geleitet wurden.

Tornquist hält die Vorarlberger Flysch- und Kreidezone mit Rothpletz für autochthon und nur in kleinerem Ausmaß überschoben, Arn. Heim sieht darin Teile der weitgewanderten helvetischen Decke.

Nach Arn. Heim ist der Südrand der Molasse ein alter Erosionssaum, nach Tornquist eine steilverstellte Schubfläche.

Die größten Unterschiede zwischen den Ergebnissen der beiden Forscher treten in der Zeiteinordnung der verschiedenen Vorgänge am Alpenrande zutage.

Nach Tornquist ist der Deckenschub schon im oberen Oligocän abgeschlossen, nach Arn. Heim erst im mittleren Pliocän. Den Beginn verlegt Tornquist ins ältere Oligocän, Arn. Heim etwa ins untere Pliocän.

Da nun beide Untersuchungen sich mit ziemlich benachbarten Teilen einer wenigstens nach den älteren Darstellungen zusammenhängenden Alpenzone beschäftigen, fördern die sehr verschiedenen Ergebnisse zu einer Prüfung ihrer inneren Wahrscheinlichkeiten heraus.

Wenn sich die Schlüsse beider Forscher auch nur teilweise als notwendig erweisen, so zeigen sie uns doch in schöner Klarheit, wie wenig man den Alpen selbst in so eng verwandten Teilen die gleiche Entstehungsgeschichte unterlegen darf.

Ausgehend von derselben tektonischen Grundhypothese wurden sie zu Ergebnissen geleitet, welche nur denkbar sind, wenn man den einzelnen Gliedmassen der Alpen eine sehr weitgehende Unabhängigkeit und ganz individuelle Entwicklung zugesteht. So ist aus der Einheitshypothese heraus gewissermaßen die Mannigfaltigkeit und Vielgestaltigkeit der Alpen bewiesen worden. Bei einer genaueren Prüfung dieser Ergebnisse finden wir nun, wie im folgenden gezeigt werden soll, daß dieselben teilweise nicht mit Notwendigkeit aus dem vorgelegten Beobachtungsschatze gefolgert werden müssen.

Die Deutung, die Arn. Heim aus der gegenseitigen Lage der Molasse-, Flysch- und Kreidezone seines Gebietes gewonnen hat, muß man unbedingt zustimmen, vorausgesetzt, daß tatsächlich nicht Einbrüche oder Niederbiegungen dieses Lagerungsbild verursacht haben.

Das Verfolgen von Verwerfungen aus dem Kreide- oder Triasgebirge ins Flysch- oder Molasseland ist äußerst unzuverlässig. Einmal zerschlagen sich selbst sehr scharfe Sprünge an den Grenzen so verschiedener Medien außerordentlich leicht und dann ist im reichbewachsenen Flysch- oder Molasseboden, abgesehen von ganz seltenen Fällen, kaum ein sicherer Nachweis dafür zu gewinnen. Im übrigen wären Einbrüche oder Einsenkungen unterhalb der schweren, freistehenden Kreideklötze ganz wohl verständlich.

Aber auch bei Annahme der von E. Blumer und Arn. Heim gegebenen Deutung darf man nicht vergessen, daß es sich um eine Erscheinung handelt, welche durch kleinere Vorstöße der Kreidezone erklärbar ist, ohne daß darum große Teile des Alpenkörpers mit in Bewegung sein mußten.

Was die Ableitung der Exotika von Flysch und Molasse betrifft, so stützt sich Arn. Heim auf die sorgsamsten Untersuchungen von Früh und Sarasin.

Mit Recht hebt Heim hervor, daß man einen großen Teil der Exotika überhaupt nicht von den helvetischen, lepontinischen oder ostalpinen Decken ableiten kann.

Wenn sie nun aber vor der Überfaltung aus dem südalpinen Gebiet hergeliefert wurden, so setzt das voraus, daß die drei ersteren Faziesstreifen gar nicht oder nur wenig erhoben waren, während das letztere schon hoch stand.

Da möchte man nun doch vermuten, daß dieses so viel länger erodierte Gebiet bedeutend tiefer abgetragen wäre als die übrigen Alpentile. Das ist nicht zu beobachten. Außerdem wissen wir, daß zum Beispiel im Etschbuchtgebirge noch marine eocäne und oligocäne Schichten abgelagert wurden. Diese Gebiete können also gar nicht zu der von Arn. Heim geforderten Zeit für eine Schuttlieferung gegen Norden in Anspruch genommen werden. Das zwischenliegende Gebiet der ostalpinen Decke war aber größtenteils schon seit der oberen Kreide aufgefaltet.

So stehen der Ableitung der Exotika aus den Südalpen gar manche nicht gangbare Hindernisse entgegen.

Die Idee Arn. Heims von den im älteren Pliocän bestehenden drei weit getrennten, parallelen Faltensystemen ist jedenfalls ohne nähere Begründung mechanisch ganz unverständlich.

Von Tornquist ist keine Beobachtung veröffentlicht worden, welche die Annahme ausschalten würde, daß der Jurakalkzug aus dem Untergrund des Flysches emporgeschoben wurde. So gut wie weiter östlich in den Allgäuer Alpen nahezu genau im verlängerten Streichen dieser Juraklippen bunte Flyschkonglomerate den Aptychenkalken aufrufen und mit ihnen stellenweise in der innigsten Art verfaltet liegen, kann das auch hier gewesen sein.

Die ruhige schräge Anlagerung verschiedener Flyschzonen an der Nordseite der Juraklippe spricht auch dafür, daß wir in diesem Kalkzug ein tektonisch abgetrenntes und emporgeschobenes Stück der Flyschbasis vor uns haben.

Auch aus anderen Gründen erscheint die Ableitung dieses Kalkzuges von der Krone der Allgäuer Schubmasse nicht wahrscheinlich.

Der Einwand von Rothpletz gegen eine Deutung der Klippen als Schubfetzen an der Basis der Allgäuer Schubmasse bleibt ebenso für die Basis der Lechtaler Schubmasse bestehen. Hier wie dort möchte man vor allem auch die Beteiligung anderer Schichtmassen vermuten.

Die Allgäuer Schubmasse ist überall unter der Lechtaler Schubmasse sehr stark gefaltet und deswegen müßten nicht bloß

Aptychenschichten, sondern auch andere, vor allem triadische Schichtgesteine, zur Abscherung gelangen.

Daß dies auch tatsächlich geschah, zeigen die Aufschlüsse am Nordrande der Lechtaler Schubmasse zwischen dem Tannheimer und Hintersteiner Tal, wo wir Flysch-, Jura-, Raibler-, Hauptdolomit-, Wettersteinkalk-, ja sogar Muschelkalkschollen am Stirnschnitt der Schubmasse entdeckten.

Außerdem ist zu bemerken, daß heute der Rand der Lechtaler Schubmasse allenthalben beträchtlich hinter dem der Allgäuer Schubmasse zurückliegt.

Nach der Annahme von Tornquist müßte man glauben, daß er ihn erreicht, vielleicht gar überschritten habe.

Der Rand der Allgäuer und Lechtaler Schubmassen folgt aber so auffallend der Formung des Vorarlberger Kreidegebirges, ebenso das Auftreten der Melaphyre, daß es wohl unwahrscheinlich ist, in dem Laufe dieser Grenzen lediglich Verwitterungssäume zu erblicken.

Wer mit Tornquist die Juraklppen des nördlichen Flyszuges von der Basis der Lechtaler Schubmasse ableitet, muß annehmen, daß das Vorarlberger Kreidegebirge nicht nur von Flyschsedimenten sondern auch von zwei Triasschubmassen bedeckt war. Heute ist das Kreidegebirge von diesen Bedeckungen befreit. Seine Erhebungen bleiben etwa um 200—400 m unter jenen des benachbarten Triasgebirges zurück.

Wer also an dieser Erklärung festhält, muß für das Kreidegebirge gegenüber dem Triasdeckengebirge eine wohl um 2000 m stärkere Abtragung ansetzen.

Das ist doch besonders für ein so beschränktes Gebiet höchst unwahrscheinlich. Wie soll an Stelle einer starken Aufwölbung durch die Erosion eine Eintiefung geschaffen werden?

Auch der Mechanismus der Einschaltung der Juraplatte in den Flysch ist von Tornquist nicht klar gemacht worden. Wenn die lange schmale Kalkplatte von der Höhe der Allgäuer Schubmasse auf den Flysch heruntergestürzt wurde, so kann sie unmöglich unzerbrochen in den Flysch gelangt sein. Sie müßte als ein Wall von Schollen, vermischt mit anderen Trümmern, auf dem Flyschland liegen geblieben sein, denn auch die mächtigsten Bergstürze vermögen niemals erheblich in den Boden einzudringen.

Auch die Annahme, daß die Kalkplatte von den noch weiter vorrückenden Triasmassen in den Flysch hineingeschoben wurde, hat keine Wahrscheinlichkeit.

Alle sicheren Schubfetzen am Rande der Allgäuer und Lechtaler Schubmassen liegen unmittelbar zwischen Schubkörper und Untergrund. Nur selten sind sie in geringem Ausmaße in den Untergrund eingesenkt.

Das entspricht auch ganz dem Mechanismus einer flach vorgeschobenen Masse, die wohl mit ihren Basisschollen den Untergrund aufschürft, aber keine Ursache hat, dieselben in den Boden hineinzustecken. Unser Kalkzug steckt aber sehr tief im Flysch, da trotz

großer Höhenunterschiede in seinem Streichen nirgends ein Schwimmen desselben im Flysch entdeckt wurde.

So erfordert die von Tornquist gebildete Erklärung:

1. einen unerwiesenen weiten Vorschub beider Triasdecken;
2. die unwahrscheinliche Abscherung einer einzelnen schmalen und langen Schichtplatte;
3. einen eigenen Versenkungsakt dieser Platte in die Flyschmasse;
4. eine auf das Kreidegebirge und seine nächste Umgebung beschränkte, außerordentlich gesteigerte Abwitterung.

Was nun endlich die tektonische Deutung der Flyschmolassegrenze anlangt, so ist durch die Darstellung von Tornquist kein Zwang geschaffen worden, diese Grenze als Schubfläche anzuerkennen.

Der Ausstrich dieser gerade über Berg und Tal schneidenden Grenze (es ist eine der längsten und regelmäßigsten alpinen Scheidelinien) beweist, daß wir wenigstens bis zu den beobachtbaren Tiefen den Terrainschnitt einer ungefähr saigeren Fläche vor uns haben.

Die heutige Grenze muß wohl eine Verwerfung sein, weil eine Flexur mit der Schichtstellung unvereinbar ist. Nimmt man nun an, daß die Flyschdecke erst über die Molasse geschoben und dann von einer Längsverwerfung zerschnitten wurde, so muß man sich den nördlichen Flügel erhoben oder den südlichen gesenkt denken, um durch Abwitterung die Flyschdecke von der Molasse wegzubringen.

Das heißt mit anderen Worten, man muß am Alpensaum das Molassegebiet als höher liegend gegenüber dem inneren Gebirge begreifen.

Dem allgemeinen Anstieg des Gebirges entspricht jedoch die Vorstellung mehr, daß das Flyschgebiet gegen das Molasseland erhoben wurde.

Den Schlüssen aus den Querbrüchen des Jurakalkzuges wohnt aus den schon erwähnten Gründen wohl keine weitere Beweiskraft inne.

Literaturnotizen.

K. A. Redlich und F. Cornu. Zur Genesis der alpinen Talklagerstätten. Zeitschr. f. prakt. Geol., Jahrgang 1908, Heft 4, pag. 145 u. f.

Die Verfasser besprechen die obersteirischen Talklager vom Häuselberg bei Leoben, von Kaintaleck-Oberdorf im Tragößtal bei Bruck a. d. M., von Mautern und vom Pirkerkogel bei Kammern, von denen besonders das erstgenannte in genetischer Hinsicht aufschlußgebend ist. Die Untersuchung hat die von Weinschenk zuerst aufgestellte Ansicht bestätigt, daß die Talke aus der Umwandlung der paläozoischen Schiefer durch Zufuhr magnesiareicher Lösungen entstanden sind, wobei die begleitenden Kalke in Magnesit und Dolomit umgewandelt wurden. Neben der Talkbildung führte die Umwandlung zur Bildung von Rumpfit, in welchem der Tonerdegehalt der Schiefer konzentriert ist. Da der Tonerdegehalt des Rumpfits viel größer ist als der der Phyllite und sein Magnesia-gehalt gering, so ist dieser eben nicht als Übergangsbildung zum Talk, sondern als Nebenprodukt dieser Metamorphose aufzufassen.