
SITZUNGSBERICHTE

1907.

XXX.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe vom 20. Juni.

**Vorläufige Mitteilung über die Algäu-Vorarlberger
Flyschzone.**

Von Prof. Dr. A. TORNQVIST
in Königsberg i. Pr.

Vorläufige Mitteilung über die Algäu-Vorarlberger Flyschzone.

Von Prof. Dr. A. TORNQVIST
in Königsberg i. Pr.

(Vorgelegt von Hrn. BRANCA.)

Die große Zahl der Arbeiten über den Flysch ist vor kurzem um zwei besonders inhaltsreiche Publikationen bereichert worden, welche Hr. Dr. ARNOLD HEIM unter den Titeln: »Die Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge«¹ und »Zur Frage der exotischen Blöcke im Flysch«² herausgegeben hat.

Die erste dieser Arbeiten beschäftigt sich vornehmlich mit der Molasse- und Flyschzone zwischen Thur und Linth und der Auflagerung der Säntisdecke auf beiden. Die zweite Arbeit behandelt allgemeiner die so verschieden gedeuteten exotischen Blöcke der Flyschzone.

Es bestehen nun sehr viele Analogien zwischen der schweizerischen Flyschzone westlich des Rheintals und der Vorarlberg-Algäuer Flyschzone im Osten, und es ist nie bestritten worden, daß beide Zonen Teile einer und derselben Einheit im Gefüge des Alpengebirges darstellen. Da ich mich in den letzten Sommern mit einer Spezialuntersuchung des Vorarlberg-Algäuer Flysches beschäftigt habe, möchte ich in der vorliegenden vorläufigen Mitteilung über meine Beobachtungen in Kürze einiges mitteilen³. Meine Untersuchungen beschränken sich auf das Gebiet westlich des Illertals und greifen in das Vorarlberger Gebiet in die Gegend von Egg hinüber. Die weiter westlich gelegenen, interessanten Aufschlüsse in den Einschnitten der Bregenzer Ach und zum Hochälpele hinauf bis nach Dornbirn hinüber liegen einer in der Ausführung begriffenen Untersuchung des Hrn. cand. geol. WEFER in Straßburg-Königsberg zugrunde.

¹ Vierteljahrschrift der Naturf. Ges. in Zürich LI, 1906, S. 441 ff.

² *Eclogae geologicae helvetiae* IX, 1907, S. 413 ff.

³ Die ausführliche Publikation muß ich wegen meiner Übersiedlung nach Königsberg etwas hinausschieben.

Drei verschiedene tektonische Zonen sind auch hier zwischen Iller- und Rheintal zu unterscheiden, die Molassezone, die Flyschzone und die Kreidezone.

Die Ansicht des Hrn. Dr. ARNOLD HEIM geht auf Grund seiner Beobachtungen in der Schweiz dahin, daß drei zeitlich getrennte Vorgänge diese Zonen in ihre heutige Verbindung gebracht haben; der älteste Vorgang ist die Überschiebung des Kreidegebirges auf den Flysch; dann erfolgte die Faltung der Molassezone und eine Abrasion der so gebildeten Falten; und sodann soll erst die Flysch-Kreide-Zone auf die Molasse, und zwar vornehmlich in die durch die Abrasion entstandenen Vertiefungen der Molassezone geschoben sein. Dabei soll die Faltung der Molasse schon ganz oder nahezu vollendet gewesen sein, als die alpinen Decken noch wanderten, sich falteten und überfalteten.

In dieser Darstellung des Hrn. Dr. ARNOLD HEIM ist es besonders eine Vorstellung, welche vollkommen neu ist und von unseren bisherigen Auffassungen nicht wenig abweicht: das mehrfach am nord-schweizerischen Alpenrand zu beobachtende, weite Vorgreifen der Kreideketten nach der Molasse zu soll dadurch zustande gekommen sein, daß die Kreidezone während des Schubes nach Norden hineingefallen sei in Vertiefungen der Molasse, welche sich vorher durch eine Abrasion der Molassefalten gebildet hätten. Auch eine genauere zeitliche Bestimmung dieses Vorgangs ist von ARNOLD HEIM versucht worden. Muß man die Molasse als miozän ansehen, so müßte die Faltung des Molassezuges in die Zeit zwischen dem Obermiozän und dem Unterpliozän versetzt werden; erfolgte die Brandung des Flysch-Kreidegebirges an und über die Molasse nach der Faltung der letzteren, wie es der Autor will, so ist diese jünger, d. h. sie muß sogar in die Zeit zwischen dem Oberstmiozän und Mittelpliozän stattgefunden haben.

Es ist nun von großem Interesse, die Grundlagen zu diesen Schlüssen, die von ARNOLD HEIM gemachten Beobachtungen in dem Gebiete nördlich des Walensees, mit den im Algäu und im Bregenzer Walde von mir gemachten Beobachtungen zu vergleichen. Folgendes sind meine Beobachtungsergebnisse.

1. Die Grenze zwischen Kreide und Flysch. Die Kreideketten vom Schwarzenberg über den Besler, der Winterstaude bis zum Sattel am Durchbruche der Bregenzer Ach zeigen ausnahmslos an der Nordgrenze steil gestellte Schichtglieder, von denen besonders der Schrattenkalk und die Gaultsandsteine im O und Neokomkalke im W am Abfall der Winterstaude gut aufgeschlossen sind. An diese Schichten schließt sich nach N zu der Flysch an, dessen Bänke aber im allgemeinen nicht dasselbe Einfallen zeigen, sondern mehr oder weniger

schief, oft nahezu rechtwinklig gegen die Kreide abstoßen. Die Grenze beider Zonen ist also sicher eine tektonische. Kann man auch östlich der Bregenzer Ach, wegen der Steilstellung der Grenzfläche zwischen Kreide und Flysch, von vornherein nicht die Annahme, daß es sich um eine einfache Verwerfung handelt, direkt in Abrede stellen, so wird man westlich der Bregenzer Ach eines andern belehrt; die in dieser Beziehung besonders wichtigen und in ihrer großen Erstreckung quer durch diese Grenze besonders seltenen Aufschlüsse im Cañon der Bregenzer Ach zeigen die äußerst komplizierte Lagerung zwischen Kreide und Flysch, bei welcher auch die Kreide auf dem Flysch liegt. Diesen wichtigen Aufschluß wird Hr. cand. geol. WEPFER eingehend beschreiben; er dürfte beweisen, daß die Grenze zwischen Kreide und Flysch auch hier keine Verwerfung, sondern nur eine Überschiebung sein kann.

Von dem Aufbau der Flyschzone soll hier in der vorläufigen Mitteilung nicht weiter die Rede sein; ich möchte nur hervorheben, daß eine Anzahl von Querbrüchen aus der Kreidezone in die Flyschzone hinübersetzen, und daß diese daher jünger sein müssen als die Überschiebung der Kreide auf den Flysch. Diese Querbrüche besitzen den Charakter von Blattverschiebungen und bewirken an einigen Stellen ein nicht unerhebliches Vorrücken bestimmter Teile der Kreidedecke. Sie dürften entstanden sein, als die Überschiebungsfläche zwischen Kreide und Flysch in ihre steile Lage gebracht wurde.¹

Das Resultat dieser Beobachtung wäre, daß zunächst die Kreidescholle auf den Flysch geschoben wurde, daß dann später unter Aufrichtung dieser Überschiebungsfläche und gleichzeitiger weiterer Faltung in beiden Zonen Blattverschiebungen entstanden. Ich konnte bisher keine Beweise dafür finden, daß diese Blattverschiebungen auch in die Molassezone hineinreichen. Es scheint das nicht der Fall zu sein.

2. Die Grenze zwischen der Flysch-Kreide-Zone und der Molasse. Diese Grenze ist im ganzen untersuchten Gebiet außerordentlich scharf und geradlinig. A. RÖSCH² hat diese Grenze von Sonthofen im Illertale bis zur Vorarlberger Grenze verfolgt; von hier läßt sie sich orographisch scharf am Südfuße des Hittisbergs über das Elmosholz bis südlich Egg verfolgen. Die Molasse sieht man mit sehr verschie-

¹ Eine große Anzahl ähnlicher, ihrem Sinn nach homologer Blattverschiebungen sind von ALBERT HEIM auch in den Kreideketten des Säntis beobachtet worden und setzen auch hier in den unterlagernden Flysch hinein.

² Der Kontakt zwischen dem Flysch und der Molasse im Algäu. Dissertation. München 1905.

denen Schichtgliedern, stets nach der Flyschgrenze zu fallend, meist gut aufgeschlossen, während der Flysch in der Nähe der Molasse leider fast nirgend gut entblößt ist. Diese Grenze läuft nun schief zu der oben beschriebenen Grenze zwischen Kreide und Flysch, dergestalt, daß sich die Flyschzone am Südfuße des Elmosholz fast vollständig auskeilt und im Schmidlebache die Molasse fast direkt mit der Kreide in Berührung tritt. Auch hier bleibt aber der Verlauf der südlichen Grenze des Molassezugs der gleiche, d. h. von ONO nach WSW gerichtet. Diese Grenze setzt sehr regelmäßig bis zum Rheintal und über dieses hinüber, wofür eine sehr eigentümliche Erscheinung einen drastischen Beweis liefert. Der Schullehrer von Balderschwang im bayerischen Algäu (1045 m) machte mich auf die Tatsache aufmerksam, daß er von der Schwelle seiner im Talboden gelegenen Schule in weiter Ferne den Säntis sehen könne. Dieser sehr auffallende Ausblick von einem Talboden in Bayern bis zum fernen Säntis ist aus der orographisch scharfen Ausprägung der Südgrenze der Molasseberge zu erklären; das Auge kann dieser Molassegrenze bis zum Säntis den Tälern entlang oder über niedrige Pässe folgen.

Sehr deutlich ist im Vorarlberger Teile des Gebiets zu erkennen, daß die oben beschriebene Grenze zwischen Flysch und Kreide von der Südgrenze der Molasse abgeschnitten wird.

Die Grenze zwischen Molasse und Flysch bzw. Kreide ist sicher jünger als die Überschiebung der Kreide auf den Flysch.

Es dürfte daher die Überschiebung des Flysch-Kreide-Gebirges auf die Molasse zeitlich wahrscheinlich mit den obengenannten Querbrüchen, den Blattverschiebungen, in der Flysch-Kreide-Zone zusammenfallen.

Es ist ja auch nur wahrscheinlich, daß bei dem Aufschub in der geschobenen Masse derartige Zerreißen vorkamen, welche sich nicht in das basale Gebirge fortsetzten.

Es sind aber die Blattverschiebungen und die Überschiebung des Flysch-Kreide-Gebirges auf die Molasse auch mit der Faltung der Molasse gleichzeitig erfolgt, denn die Grenze zwischen der Molasse und dem Flysch bzw. der Kreide ist jedenfalls eine sehr steil stehende Dislokation, welche unter den Flysch einfällt und demnach sicher eine Überschiebung darstellt. Da aber die Molasse, allerdings mit den verschiedensten Horizonten, stets nach dieser Überschiebung zu fällt, will es mir scheinen, daß die Faltung der Molasse zugleich mit der Entstehung der Überschiebung erfolgt sein muß, denn die südliche Falte der Molasse, auf deren unter die Molasse einfallenden Südschenkel der Aufschub stattfand, gliedert sich

dabei ganz normal den weiter nördlich liegenden Falten an. Daraus ergibt sich, daß nicht nur der äußerste Südschenkel, sondern daß die gesamten Molassefalten zugleich mit der Überschiebung der Flysch-Kreide-Scholle gebildet worden sind.

Dieses Resultat steht in Widerspruch zu den Schlußfolgerungen von ARNOLD HEIM, da dieser vor der Überschiebung der Flysch-Kreide-Zone die Faltung und darauf sogar noch eine Abrasion der Falten annimmt. Es will mir nicht scheinen, daß die von HEIM beigebrachten Beobachtungen eine ganz zwingende Beweiskraft für seine Anschauungen besitzen. ARNOLD HEIM begründet seine Annahmen damit, daß der Stirnrand der Flysch-Kreide-Zone an vielen Stellen nicht unbedeutend in das eigentliche Molassegebiet vorspringt und meint, daß an diesen Stellen auserodierte Löcher in den Molassefalten vorhanden gewesen seien. Zum Teil ist dieses Vorspringen wohl sicher auf Quersprünge zurückzuführen, welche jungen Datums sind und die Molasse mitbetroffen haben; so sehen wir im kleinen einen solchen Quersprung am Nordrande des Öhrlikopfes nach Nordweid zu sehr deutlich auf der neuen schönen Sämtiskarte von ALBERT HEIM wiedergegeben, ähnliche Quersprünge möchte ich in dem Sulzbachtal und am NO-Zipfel des Goggeien nach der Beschreibung und Skizze von ARNOLD HEIM vermuten. In diesen Fällen handelt es sich um grabenartige Einsenkungen am Molasserand, an welchen die Deckenschollen leichter erhalten geblieben sind als an den benachbarten Partien. Andererseits ist das Vorspringen der Kreideschollen auf der Flyschunterlage wie in unserm Gebiet auch häufig auf den nicht parallelen Verlauf des Stirnrandes der Kreidescholle und des Ausbisses der Flysch-Molasse-Überschiebung zurückzuführen. Außerdem dürfte aber vielleicht in der Schweiz — in unserm Algäuer Gebiet ist das nicht der Fall — wegen der geringeren Aufrichtung der Überschiebungsfläche zwischen Molasse und Flysch ein primäres Vorgreifen von Flyschlappen über die Molasse vorhanden sein. Das ist dann aber in gleicher Weise zu erklären wie die Tatsache, daß die Flyschzone auf sehr verschiedenen Schichten der Molasseformation aufliegt. Ist die Überschiebung des Flysches bald nach der Bildung der jüngsten Molasseschichten erfolgt, so muß die Bewegung über eben erst zur Ablagerung gekommene Gebilde geschehen sein, die waren noch nicht oder sehr wenig verkittet, und nur die festeren Nagelfluhbänke hatten begonnen, sich zu verhärten. In diesem Falle mußten die weichen Schichten überall dort auf der Schubfläche schnell zerstört werden, wo sie über den älteren Nagelfluhbänken nur eine geringe Mächtigkeit besaßen, und konnten in verdrücktem Zustande nur dort noch erhalten bleiben, wo sie größere Mächtigkeit besaßen.

Weil die Nagelfluhbänke aber nach Ansicht aller neueren Autoren nur fazielle Einlagerungen in der Molasse darstellen, so muß die Erhaltung der Unterlage des Flysches eine sehr wechselnde sein. Und zwar müssen wir das auch ohne die Annahme einer der Überschiebung vorausgegangenen Abrasion voraussetzen.

Erkennt man diese Argumente HEIMS für das Vorhandensein einer der Überschiebung vorausgegangenen Erosion der Molasse nicht an, so besteht auch kein Grund, an einem so außerordentlich jungen Alter der letzten Überschiebungen festzuhalten. Die Faltung der Molasse, die Querverschiebungen in der Flyschzone und die Überschiebung der letzteren auf die erstere könnten sodann alle in das oberste Miozän zurückversetzt werden, während die Überschiebung der Kreide auf den Flysch älter wäre.

Es würde also das folgende von ARNOLD HEIM entworfene Bild hinfällig: »Ich stelle mir vor, daß zu Beginn des Pliozäns vor der ersten Vergletscherung das jetzt subalpin genannte Nagelfluhgebirge damals freistand und im Süden von einer tiefen Zone, vielleicht einem Wasserstreifen, begrenzt war, ähnlich wie heute das Juragebirge gegen das flache Molasseland südlich abfällt. In dieser Zeit fand Denudation am Südrande des Nagelfluhgebirges statt. Dann rückten die alpinen Überfaltungsdecken vor, glitten erleichtert in die Senkungszone hinein und brandeten an das rauhe angefressene Molassegebirge hinauf. So wurde der Flysch an der Stirn zunächst in die Unebenheiten hineingepreßt, und die Kreide glitt auf Flysch weiter.«

An Stelle dieses Bildes würde das folgende treten: Im Oligozän hatte sich die Kreidezone aus den alpinen Decken auf die Flyschzone geschoben, und diese letztere war durch den Schub in viele steile Falten gelegt, wodurch sich hier aus dem Meeresgrund eine neue, dem schon bestehenden Alpengebirge vorgelagerte Festlandskette anschloß. An dieser neuen Küste lagerten sich die Küstenbildungen der Molasse ab. Unterbrochen wurde die Bildung der Molasse im Obermiozän dadurch, daß nun die gesamte Flysch-Kreide-Decke weiter nach N vorgestoßen wurde, zunächst die eben erst gebildeten und zum Teil wenig gehärteten Molassebänke in Falten legte und sich dann zugleich über diese hinüberschob, indem die weniger festen Bildungen dort, wo sie eine geringere Mächtigkeit besaßen, über den festeren Nagelfluhbänken zerstört wurden. Zugleich traten in dem geschobenen Gebirgsstücke quere Blattverschiebungen auf. Diese ganze Bildung war längst vor dem Beginne des Pliozäns zum Stillstand gekommen.

Bei dieser Ausführung ist vollständig Abstand genommen von einer Beantwortung der Frage, woher die Kreidezone stammt, auch konnte die Erklärung für die Bildung des Flysches und seiner ihm fremden Einschlüsse, sowohl der Jurakluppen als auch der Ablagerungen von kristallinen Breccien, Geröllen und Blöcken, hier keinen Platz finden.

Erklärlicherweise hat sich meine Untersuchung im Algäu in erster Linie auf diese Erscheinungen erstreckt, und ich möchte daher im Anschluß an die eben gemachten Ausführungen ~~hier~~ hierauf/ganz kurz eingehen, indem ich die ausführlichen Beweise meiner mit Karten, Profilen und Photographien versehenen, ausführlichen Arbeit vorbehalten muß.

Die Jurakluppen der Flyschzone sind nicht, wie sich aus der bisherigen Darstellung ergab, isolierte Schollen; sie bilden vielmehr eine lange Zone, welche aber durch die oben besprochenen Querverschiebungen in der Flyschzone in einzelne, nicht zusammenhängende Teile zerrissen ist. Diese auf beiden Seiten der bayerisch-vorarlbergischen Grenze zu verfolgende Zone taucht unter die Kreidedecke im O im Tale der Schönberger Ach unter, muß also vor der Überschiebung der Kreide in den Flysch hineingepreßt sein. Ich leite den Ursprung dieser Scholle aus der Höhe der Algäuer Schubmasse ab und habe Beweise, daß dieser Oberjura durch die über die Algäuer Schubmasse wiederum aufgeschobene Lechtaler Schubmasse von ihrer Lage auf den Liasmergeln der Algäuer Schubmasse abgeschoben, über den Stirnrand der Algäuer Schubmasse herübergestürzt und so in den Flysch eingefallen ist. Der heute durch die Erosion weiter nach S zurückgewichene Stirnrand der Algäuer Scholle reichte ursprünglich um so viel nördlicher. Diese Kluppenzone stellt nicht, wie STEINMANN will, die Reste einer älteren Klippenscholle dar, ist auch nicht der aufgeschürfte Untergrund einer alpinen Decke, sondern die durch die zweite alpine Decke von der Höhe der ersten Decke auf den weichen Liasmergeln abgeschobene Gipfelpartie der letzteren.

Ich erkannte ferner in den kristallinischen Konglomeraten und Breccien und in den in den Flysch eingebetteten Blöcken wirkliche Einlagerungen des Flysches, sie stellen keine eingeschobene Schollen dar. Auch sie sind in einer mit der Juraschollenzone ein wenig divergierenden Zone über weite Erstreckung zu verfolgen. Auch in ihnen kann ich nicht die an der Basis einer alpinen Schubmasse mitgeschürften basalen Gebirgsstücke erkennen, sondern nur die Reste von Oberflächengeröllen, welche ursprünglich die intakte Algäuer Schubmasse in Form von Schottermassen bedeckten und nun noch vor dem Abschube der Juramassen über den Stirnrand zum Teil durch

Abspülung hinübertransportiert wurden und in den Flysch hineingelangten. Ich schließe mich da der von Schweizer Autoren schon wiederholt geäußerten Ansicht an, daß die Ablagerung des Flysches gleichzeitig mit dem Beginne der ersten Deckenschübe erfolgte. Wollte ich die näheren Beweise für diese Anschauungen über den Ursprung der exotischen Blöcke und der kristallinen Konglomerate im Flysch geben, so müßte ich für diese vorläufige Mitteilung viel zu ausführlich werden. Ich muß mich auf die bloße Anführung meiner Anschauungen beschränken.

ARNOLD HEIM hat nun in einer zweiten, im Eingange dieser Mitteilung angeführten Arbeit auch eine neue Anschauung über den Ursprung der exotischen, im Flysch befindlichen Blöcke gegeben, welche in ihrem Endresultat von der meinigen wohl grundsätzlich verschieden ist, deren Begründung aber auf Beobachtungen und Auffassungen beruht, welche den meinigen durchaus entsprechen.

Auch ARNOLD HEIM kommt auf Grund seiner Beobachtungen zu dem Schlusse, daß ein mechanisches Hineinkneten der exotischen Blöcke in den Flysch nicht stattgefunden hat, sondern, daß diese Blöcke dem Flysch eingelagert sind, also während des Absatzes des Flysches in das Sediment hineingerieten; sie sind »eine stratigraphische Erscheinung«. Die Blöcke sind in und mit dem Flysch »passiv von den Decken nach Norden getragen worden«. Auf die Frage, wie nun diese Blöcke in den Flysch hineinkamen, wirft ARNOLD HEIM die Frage auf, ob sie »im Schmelzgebiete von Treibeis abgelagert worden« seien. Das isolirte Vorkommen der Blöcke erscheint dem Autor nur durch die Wirkung von Treibeis erklärlich.

Ohne zu dieser durch sonstige Vorstellungen wohl sicher eher zu widerlegenden als zu bekräftigenden Ansicht hier ausführlich Stellung zu nehmen, weil es sich nur um eine mehr oder weniger spekulative Diskussion handeln könnte, möchte ich doch meine oben vorgetragene Anschauung, daß die Blöcke und die vorwiegend oder rein kristallinen Flyschkonglomerate die in den Flysch zur Zeit seiner Bildung hineingestürzten Oberflächenbedeckungen bestimmter alpiner Decken darstellen, für entschieden wahrscheinlicher halten. Erstens sind diese Exotika nachweislich in ganz bestimmten Zonen der Flyschsedimente eingelagert, welche jeweils dem äußersten Stirnrande der höheren Decken entsprechen würden, und zweitens sind außer der isolierten Einlagerung der größeren Blöcke niemals irgendwelche Glazialerscheinungen auf oder in Verbindung mit den Blöcken beobachtet worden. Darüber aber, wo nun die Herkunft der auf den Decken vorhanden gewesenen Schotterablagerungen herzuleiten wäre, können wir uns heute wohl kaum eine bestimmte Vorstellung bilden; jedenfalls würde die von verschiedenen

Autoren — auch von ARNOLD HEIM — vertretene Ansicht, daß dieses exotische Material des Flysches also der ursprünglichen Schotterablagerungen der Decken aus dem Süden stammt und mit Gesteinen der Südalpen zu identifizieren ist, mit der hier gegebenen Erklärung von der Herkunft der Einlagerungen im Flysch in Einklang zu bringen sein.

Die exotischen Blöcke des Flysches liegen also mit anderen Worten nicht mehr an der Stelle ihrer primären Ablagerung; sie stammen aus jungtertiären Schuttmassen, welche auf den später vorgeschobenen alpinen Decken ursprünglich zur Ablagerung gekommen waren und bei der Bewegung dieser Decken von diesen herunter in die Flyschsedimente verschleppt wurden.

Ausgegeben am 27. Juni.
