© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Ueber die permische Eiszeit.

Von **E. Philippi** in Jena.

Im Jubiläumsbande des N. Jahrb. f. Min. etc. ist von E. Koken eine umfangreiche Arbeit über „Indisches Perm und die permische Eiszeit" erschienen. Der Verfasser geht dabei von den ihm durch eine längere Reise wohlbekannten Glazialablagerungen in der Salt Range aus, bespricht die gleichalterigen Bildungen der indischen Peninsula, Australiens und Südafrikas und gelangt schließlich zu dem Schlusse, daß die permische Eiszeit nur auf morphologischer Grundlage zu erklären sei, daß hingegen kosmische oder allgemein tellurische Faktoren (Polverschiebung, Veränderung der Atmosphäre) nicht herangezogen werden dürften.

Das Erscheinen der Koken'schen Arbeit ist für mich eine willkommene Veranlassung, auch zu einigen der dort erörterten Fragen das Wort zu ergreifen. Ich tue dies um so lieber, als ich in einer früheren Arbeit über das Dwyka-Konglomerat[1] mich lediglich auf Südafrika beschränkt und die Diskussion allgemeinerer Fragen dort vermieden habe.

Nicht in allen Punkten kann ich Koken's Anschauungen beipflichten. Desto erfreulicher scheint es mir, daß ich in der Hauptfrage mit ihm und heute wohl mit allen Beobachtern, welche die Verhältnisse mit eigenen Augen gesehen haben, übereinstimme: nämlich darin, daß wir das Vorhandensein einer jungpaläozoischen Vereisung für Indien, Südafrika und Australien als bewiesen ansehen. Der letzte Zweifel daran ist m. E. dadurch beseitigt worden, daß sich nunmehr auch Facetten-Geschiebe vielfach in diluvialem Geschiebemergel der Nordhemisphäre und in antarktischen Eisbergen gefunden haben.

1. Facettengeschiebe.

Nach Koken's Auffassung hätte allerdings schon Oldham 1886 und 1887 auf ähnliche Geschiebe aus englischem Geschiebe-

[1] Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1904. p. 304.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mergel hingewiesen, „die Konkurrenz der letzten Jahre, wer zuerst entsprechende Geschiebe im europäischen Diluvium erkannt habe, ist auch über diese älteste Anmeldung hinweggegangen." Oldham sagt nun an der von Koken zitierten[1] Stelle nach genauer Beschreibung der Facettengeschiebe aus der Salt Range: „Something similar to this is known in the Boulderclay of England; instances were quoted at the British Association and I have my self seen a pebble from the Boulderclay of the Midland counties so striated on three faces; but these surfaces did not meet in a sharp edge, like those so commonly met with in the Salt Range specimens." Oldham spricht also lediglich von einer Ähnlichkeit der permischen Facettengeschiebe mit gewissen diluvialen Typen; ähnlich sind aber nach Penck auch manche Gerölle, deren Kritzung durch Bewegungen innerhalb von Schottermassen, ohne glaziale Beeinflussung, entsteht. Daß aber die Übereinstimmung permischer Facettengeschiebe mit diluvialen oder rezenten keineswegs allgemein anerkannt worden ist, geht wohl aus den Worten hervor, die Penck[2] noch im Jahre 1900 schrieb: „Ich muß Noetling darin beipflichten, ‚daß derartig facettierte Geschiebe weder aus den Diluvialablagerungen Europas, noch aus denen moderner Gletscher bekannt sind.'"

Übrigens erscheint mir von größerer Bedeutung nur die Tatsache, daß in den letzten Jahren in Eisbergen und im diluvialen Geschiebemergel echte Facettengeschiebe gefunden und allseitig als solche anerkannt worden sind. Wem das Verdienst gebührt, zuerst auf sie aufmerksam gemacht zu haben, ist eine Personenfrage von geringerer Wichtigkeit. Tatsächlich hat wohl zuerst Dubois[3] im Jahre 1903 diluviale Facettengeschiebe aus der Provinz Friesland beschrieben. Seine Mitteilung, die in den Sitzungsberichten der Kgl. Akademie zu Amsterdam erschien, war aber in Norddeutschland augenscheinlich nur wenig bekannt geworden. So hatte ich keine Kenntnis von ihr, als ich die Facettengeschiebe aus dem Diluvium von Jasmund beschrieb, und ebenso ging es den norddeutschen Glazialgeologen, die in der Sitzung der deutschen geologischen Gesellschaft vom 6. Dezember 1905 zugegen waren. Daß aber schon vor den Publikationen von Dubois und mir diluviale Facettengeschiebe wegen ihrer eigentümlichen Form, wenn auch wahrscheinlich nicht im Hinblick auf die permische Vereisung, gesammelt worden waren, bezeugen die Ausführungen von van Calker[4] und die Mitteilungen, die P. G. Krause[5] und Wahnschaffe im Anschluß an meinen Vortrag machten.

[1] Geolog. Mag. 1887. p. 33.
[2] Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. 35. 1900. p. 267.
[3] Vergl. dies. Centralb. 1906. p. 15.
[4] Ebenda, p. 425.
[5] Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1905. p. 460.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Alle Beobachter stimmen wohl darin überein, daß die Facettengeschiebe jeweilig dann eine Schlifffläche erhielten, wenn sie für längere Zeit unter dem Inlandeise in der gleichen Lage festgehalten wurden; es bildete sich also in jedem Falle ein Geschiebepflaster mit einheitlicher Schrammung (striated pavement). Nur darüber gehen die Ansichten noch etwas auseinander, wodurch die zeitweilige Fixierung des Geschiebes erfolgte. Koken und Noetling sprechen für das Geschiebepflaster von Makratsch in der Salt Range die Ansicht aus, daß die Grundmoräne während eines kurzen Rückzuges des Eisrandes gefror und in diesem Zustande später von dem wieder vordringenden Eise wie älteres anstehendes Gestein einheitlich geschliffen wurde. Ich will nicht leugnen, daß dieser Vorgang durchaus möglich ist und vielleicht in der Natur gar nicht selten sich ereignet. Fraglich ist mir nur, ob gerade in dem speziellen Falle von Makratsch die von Koken und Noetling gegebene Erklärung das Richtige trifft. Stutzig muß es machen, daß hier nicht nur die Geschiebe, sondern auch die Matrix geschliffen ist; wäre sie aber gefroren gewesen, so hätten sich die Schliffe wohl sicher beim späteren Auftauen verwischt. Noch etwas anderes spricht gegen die Auffassung von Koken und Noetling. Nach Koken markierte die Salt Range den Nordrand des permischen Inlandeises, das hier unmittelbar an das Meer grenzte. Wenn man nun mit diesem Forscher die Mächtigkeit des Inlandeises auf 200—250 m, das Gefälle auf 4—5 m pro Kilometer annimmt, so gelangt man zu dem Schlusse, daß das Inlandeis sich hier weit ins Meer hinausschob, und daß die wahre Küstenlinie weit im Süden des Inlandeisrandes lag. Dieser Annahme entsprechen auch die geologischen Tatsachen. Koken sagt selbst: „Dem schwindenden Eise folgte das Meer unmittelbar, das lehren die Conularien und Eurydesmen in den tiefsten Schichten der Olivesandsteine. Es scheint aber auch das mit dem ungeschichteten Boulder bed wechselnde geschichtete Material, das vollkommen dem Sand und Sandstein der Oliveserie gleicht, im Meere abgelagert zu sein.“ Ein Rückzug des permischen Inlandeises gewährte also im Gebiete der Salt Range dem Meere Zutritt, und der vom Eise befreite Untergrund konnte nicht gefrieren, da er sofort nach Rückzug des Eises vom Meere bedeckt wurde.

Koken meint, daß man nur noch an eine kalkige Bindung des Geschiebemergels denken könnte, wenn man das zeitweilige Gefrieren desselben ablehnt. Dem möchte ich entgegenhalten, daß auch durch bloßes Austrocknen aus dem Geschiebemergel ein sehr festes Gestein entstehen kann, das bei Eisenbahnbauten gesprengt werden muß und z. B. auf Rügen den Meereswogen stärkeren Widerstand entgegensetzt, als die Schreibkreide.

Wir lernen die rezente Grundmoräne am Rande unserer Gletscher nur als weiche, breiähnliche Masse kennen, weil wir sie

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

in der Abschmelzzone beobachten, wo sie naturgemäß mit Wasser durchtränkt ist. Welche Konsistenz sie am Boden der inneren und oberen Teile eines Gletschers besitzt, wissen wir nicht. Wir können uns doch aber vielleicht vorstellen, daß das Schmelzwasser, das durch den Druck auch bei unter 0^0 liegenden Temperaturen produziert wird, unter bestimmten Verhältnissen aus der Grundmoräne wie aus einem Schwamme ausgepreßt und gierig in Spalten der überlagernden Eismasse eingesaugt wird, wo es bald wieder erstarrt. Ist dies an der einen oder anderen Stelle der Fall, so muß der Geschiebemergel dort sehr kohärent und wohl befähigt sein, ein Geschiebe längere Zeit am gleichen Orte zurückzuhalten.

2. Das südafrikanische Dwyka-Konglomerat.

Koken bespricht in seiner Arbeit auch das südafrikanische Dwyka-Konglomerat und gibt mir damit erwünschte Gelegenheit, meine früheren Ausführungen mit einigen Zusätzen zu versehen. Man hat im Dwyka-Konglomerat jetzt allgemein eine nördliche und südliche Fazies unterschieden, deren Grenze nach den neueren Anschauungen der südafrikanischen Geologen etwa mit dem $33.^0$ s. Br. zusammenfällt. Im Norden ruht das Dwyka-Konglomerat diskordant auf der oft geschrammten Oberfläche sehr viel älterer Gesteine, im Süden konkordant auf dem obersten Gliede der Kap-Formation, dem Witteberg-Sandstein, ohne auf ihm Schrammen hervorzurufen. Während die nördliche Fazies einen typischen, ungeschichteten Geschiebemergel mit verhärteter Matrix darstellt, zeigt sich in der südlichen eine mehr oder weniger deutliche Bankung.

Nach der Ansicht der meisten südafrikanischen Geologen, der sich auch Koken anschließt, wurde die südliche Fazies des Dwyka-Konglomerates in riesigen Seen vor dem Inlandeisrande abgelagert, während die nördliche typischen Geschiebemergel darstellt. Ich bin dieser Auffassung seinerzeit entgegengetreten und habe es als sehr wahrscheinlich angesehen, daß die südliche Fazies eine marine Driftbildung ist. Auch heute halte ich es nicht für ganz ausgeschlossen, daß es sich in diesem Falle tatsächlich um eine Driftbildung handelt, kann aber doch nicht verhehlen, daß mir gegen meine frühere Auffassung starke Bedenken aufgetaucht sind.

Durch über 30 Lotungen, welche die deutsche Südpolar-Expedition am Rande des antarktischen Kontinents ausführte, wissen wir über die Beschaffenheit der Sedimente, die sich vor einem ausgedehnten Inlandeise innerhalb der Packeiszone niederschlagen, ziemlich genau Bescheid. Es hat sich nun herausgestellt, daß durch eine Wasserbewegung, die teils auf Gezeiten-, teils auf Schmelzwasserströmen beruht, dauernd Material vom Festlande weg ins offene Meer getragen wird. Diese Strömung verhindert vor allen Dingen das Niedersinken der feineren Planktonreste, besonders der Diato-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

meen-Panzer, innerhalb des Packeisgürtels, sie sortiert aber auch das klastische Gesteinsmaterial, das von Eisbergen zugeführt wird. Die gröberen Bestandteile werden daher in den inneren, dem Inlandeisrande nahen Teilen der Packeiszone angereichert, die feineren sinken erst in der Nähe des offenen, eisfreien Meeres zu Boden. Wie ungleichartig die Sedimente sind, die unter dem schlämmenden Einfluß der Meeresströmungen in größerer oder geringerer Entfernung vom Inlandeise entstehen, zeigt am besten ein Vergleich zweier Grundproben, die von der deutschen Südpolar-Expedition gelotet wurden.

Station 57. 65° 51′ S. 88° 25′ O. 502 m Tiefe. In etwa 20 km Abstand vom Westeis (abgestorbenem Inlandeis).

Organogene Reste fehlen fast ganz, kein Kalk.

Über 0,2 mm	37,9 %
Von 0,2—0,1 mm . . .	37,1
Von 0,1—0,05 mm . . .	10,5
Unter 0,05 mm	14,5

Station 75. 64° 29′ S. 85° 24′ O. 3603 m Tiefe. In den äußeren Teilen der Packeiszone.

Organogene Reste fehlen fast ganz, kein Kalk.

Über 0,2 mm	0,3 %
Von 0,2—0,1 mm . . .	0,4
Von 0,1—0,05 mm . . .	1,9
Unter 0,05 mm	97,4

In der Nachbarschaft des Inlandeises scheinen demnach grobe, sandige Sedimente zur Ablagerung zu gelangen, in größerer Entfernung von ihm sinkt erst das tonige Material und das feinste Gesteinsmehl zu Boden. Eine derartige Verfeinerung des klastischen Materials läßt sich nun bei den Ablagerungen der südlichen Dwyka-Fazies in der Richtung von Nord nach Süd nicht wahrnehmen, und dies spricht noch mehr als das Fehlen mariner Fossilien — auch die rezenten glazialmarinen Schlamme sind meist sehr arm an organischen Resten — gegen ihre Ablagerung im offenen Meere.

Eine noch viel größere Rolle als im Meere spielen aber Schmelzwasserströme in Binnenseen; hier findet eine besonders feine und intensive Auswaschung des Moränenmaterials statt. Ja sogar die Jahreszeiten spiegeln sich in dem auf diese Weise gebildeten Sediment wieder. Im Sommer, wo viel Schmelzwasser produziert wird, werden sandige, im Winter, wo die Transportkraft des Schmelzwassers gering ist, tonige Sedimente niedergeschlagen. Auf diesem Wege bilden sich in den stehenden Gewässern vor dem Inlandeisrande die Bändertone, die uns aus der norddeutschen Tiefebene so wohl bekannt sind. Wenn nun schon die südliche Fazies des Dwyka-Konglomerates keine Übereinstimmung

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mit glazialmarinen Sedimenten zeigt, so erinnert sie noch sehr viel weniger an die limnoglazialen Bändertone. Diese Überlegung führt also zu dem Schlusse, daß die südliche Dwyka-Fazies überhaupt nicht unter Wasser, sondern auf festem Lande abgelagert wurde.

Allerdings ist die Unterlage der südlichen Dwyka-Fazies nicht gekritzt; man muß aber dabei bedenken, daß auch in den äußeren Bezirken der nordischen Diluvialvereisung nur an wenigen Punkten Grundmoräne älterem geschrammtem Gestein aufruht. Nun sind allerdings auch in den sandigen Schichten, welche die südliche Dwyka-Fazies unterlagern, keine Faltungen oder andere Dislokationen wahrzunehmen, wie sie das nordische Inlandeis häufig auf lockerer Unterlage hervorgebracht hat. Man muß aber dabei bedenken, daß Dislokationen in lockeren Gesteinen hauptsächlich dort auftreten, wo der Untergrund der Stromrichtung des Inlandeises entgegengesetzt ansteigt; und dies war wahrscheinlich in Südafrika nicht der Fall.

Die Sandeinlagerungen, die sich in der südlichen Fazies des Dwyka-Konglomerates finden, dürften durch geringe Oszillationen des Eisrandes unschwer zu erklären sein.

Das einzige Merkmal, das keine genügende Erklärung findet, ist die grobe Bankung im südlichen Dwyka-Konglomerat. Diese Bankung ist aber immer schwer zu erklären, gleichviel wie man sich die Art der Ablagerung vorstellt. Vielleicht deutet die Bankung auf vielfache Klimaschwankungen hin, durch die der Eisrand häufiger verschoben wurde.

3. Ursachen der permischen Vereisung.

Über die diluviale Eiszeit liegt ein ungeheures Beobachtungsmaterial vor, und trotzdem wissen wir von den Faktoren, die sie hervorriefen, noch sehr wenig Sicheres. Es wäre demnach vermessen, zu hoffen, jetzt schon über die Ursachen der permischen Vereisung, von der wir doch noch nicht allzuviel wissen, völlige Klarheit zu erhalten.

Der übliche Weg, die Vereisungserscheinungen in Indien, Südafrika und Australien zu erklären, besteht darin, eine Verschiebung des Südpols bis in mittlere Teile des Indischen Ozeans anzunehmen. Ich bin jedoch gleich Koken der Ansicht, daß damit nicht viel erreicht wird. Der Nordpol kommt alsdann in Gebiete zu liegen, aus denen bisher keinerlei Glazialerscheinungen jungpaläozoischen Alters bekannt wurden, wiewohl man permische Schichten in dieser Gegend kennt. Aber auch für den supponierten Südpol im Indischen Ozean liegen die Verhältnisse keineswegs sehr günstig. Koken sagt: „Die Eisfelder Indiens, Südafrikas und Australiens lagern von ihm so weit entfernt wie Tunis und Algier vom gegenwärtigen Nordpol.“

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Schließlich bleibt noch zu bedenken, daß in der geologischen Vergangenheit Polnähe und strenges Klima keineswegs sich bedingende Begriffe sind. Wahrscheinlich waren im ganzen Mesozoikum und im größeren Teile der Tertiärperiode die Polargebiete nicht vereist. Eine Polverschiebung zur Permzeit erklärt also noch durchaus nicht die Vereisung eines zirkumpolaren Gebietes.

Angesichts dieser Schwierigkeiten liegt für Koken der Gedanke nahe, die Ursachen der permischen Eiszeit in der besonderen Ausgestaltung einzelner Teile der Erdoberfläche zu suchen und von einer Erklärung durch allgemein wirksame kosmische oder tellurische Faktoren abzusehen. Die Möglichkeit einer Vereisung ergibt sich für ihn teils aus der Richtung und Verteilung von Meeresströmungen, teils aus Lage und Gestalt der Festländer. Für ihn sind die vereisten Gebiete zugleich solche, in deren Nähe sich große Ansammlungen von Wasser befanden. „Die südozeanische Drift mußte die Festländer, an denen sie herglitt, abkühlen; wo lokale Verhältnisse es begünstigten, wo etwa große Höhenlage mit großer Feuchtigkeit der Luft zusammentraf, konnten Vereisungsherde entstehen.“ Durch Ströme, die kälteres Wasser in niedere Breiten führen, wird z. B. von Koken die permische Vereisung Südafrikas und Australiens erklärt. Nun aber zeigen die heutigen Verhältnisse, daß äquatorwärts gerichtete Meeresströmungen, auch wenn sie an sehr hohen Gebirgen entlang gleiten, keineswegs intensive Vereisungserscheinungen zur Folge haben. Sie kühlen zwar die von ihnen bestrichenen Küsten ab, aber sie teilen ihnen nur sehr wenig Feuchtigkeit mit. Das beste Beispiel bieten die Westküsten von Südamerika und Südafrika, an denen ein kalter, Nord setzender Meeresstrom direkt Wüstenerscheinungen, aber keineswegs Eisbildung hervorruft.

Das indische Vereisungsgebiet und der nördlichste Teil des australischen werden nach Koken's Darstellung von warmen Strömungen getroffen. Es mußte also die gleiche Erscheinung in dem einen Falle von einem warmen, in dem anderen von einem kalten Strome hervorgerufen werden können.

Koken glaubt die Vereisung der Salt Range erklären zu können, wenn in der Region der Aravalis ein Hochland von über 4000 m Meereshöhe bestand, das sehr starke Niederschläge erhielt. Es sei hier darauf hingewiesen, daß wir heute Gebiete kennen, die einer Vereisung noch viel günstigere Bedingungen zu liefern scheinen, so z. B. die Südseite des Himalaya. Trotzdem entwickeln sich hier nur lokale Eisströme, kein weitausgedehntes Inlandeis.

So scheint denn auch die Erklärung der permischen Vereisung durch rein morphologische Ursachen auf große Schwierigkeiten zu stoßen. Man wird auch im Auge behalten müssen, daß bei der diluvialen Vereisung, die immer zum Vergleich mit der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

permischen herangezogen werden wird, morphologische Faktoren zwar von Bedeutung sind, wohl aber sicher nicht das Phänomen ausgelöst haben. Schon die gewaltigen morphologischen Unterschiede zwischen Nord- und Südpolargebiet weisen darauf hin. Hier ein hoher, polarer Kontinent, der rings vom Meere bespült wird, dort ein Meer, das fast allseitig Landmassen umgeben, die nur an einzelnen Stellen (Norwegen, Grönland) erhebliche Meereshöhen erreichen. Trotz dieser gewaltigen Gegensätze findet gleichzeitig an beiden Polen eine Vereisung statt, die höchst wahrscheinlich zur Zeit ihrer größten Ausdehnung in beiden Hemisphären gleichen Umfang erreichte. Die Andeutungen von Klimaänderungen, die wir im Diluvium in allen Teilen der Erdoberfläche finden, lassen uns allgemein wirksame, tellurische oder kosmische Ursachen vermuten. Und das gleiche müssen wir für die permische Vereisung annehmen, falls diese nicht einen ganz anderen Charakter besessen hat, als die diluviale.

4. Die Kohlensäure-Hypothese von Arrhenius und Frech.

Unter den Erklärungsversuchen, die sich auf allgemein tellurische Faktoren stützen, erfreut sich in neuerer Zeit besonders die Hypothese von Arrhenius und Frech großer Beliebtheit, ja sie wird von mancher Seite als die „bis heute einzig brauchbare Erklärung der Eiszeiten“ angesehen. Sie beruht auf der Tatsache, daß die Kohlensäure der Atmosphäre imstande ist, einen Teil der dunklen Wärmestrahlen, welche die Erdoberfläche aussendet, zurückzuhalten. Würde die gesamte Kohlensäuremenge der Luft verschwinden, so würde die Temperatur der Erdoberfläche um etwa 21° sinken, eine Verminderung der Kohlensäure auf die Hälfte würde die Temperatur um ungefähr 4° herabsetzen, eine Verdoppelung sie um den gleichen Betrag steigern.

Bei gleichbleibender Intensität der Sonnenbestrahlung können also die Mitteltemperaturen der Erdoberfläche nur dann als konstant angesehen werden, wenn sich die Menge der in der Atmosphäre enthaltenen Kohlensäure, heute 0,03 Volumprozent, (und auch der Wasserdampf), nicht ändert.

Nun wird aber andauernd an der Erdoberfläche Kohlensäure verbraucht. Bei der Verwitterung von Massengesteinen und kristallinen Schiefern entstehen neben anderen Zersetzungsprodukten Karbonate von Kalk, Magnesia und vielleicht auch von Alkali. Stetig entnehmen die Pflanzen Kohlensäure aus der Atmosphäre; diese Kohlensäure ist in den meisten Fällen allerdings nur auf kurze Zeit geliehen, denn das meiste wird entweder durch tierische Lebensprozesse oder bei der Verwesung pflanzlicher Materie zurückgegeben. Immerhin geht aber auch hier andauernd ein Teil verloren, der als Kohle oder in Gestalt von Kohlenwasserstoffen in den Erdschichten verbleibt. Auch von der an metallische Elemente

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

(Ca, Mg, Alkalien) gebundenen Kohlensäure wird gelegentlich ein Teil durch metamorphische Prozesse, Einwirkung von Säuren etc. zurückgestattet, das meiste aber geht der Atmosphäre für immer oder doch für äußerst lange Zeiten verloren.

So sind denn für die Kohlensäure der Luft die Ausgaben stets größer als die Einnahmen, und sie müßte in absehbarer Zeit gänzlich aus der irdischen Atmosphäre verschwinden, wenn nicht in irgend welcher Weise Ersatz für die verbrauchten Mengen geschaffen würde. Als einzige Quelle, aus der sich die Kohlensäuremenge der Atmosphäre immer wieder ergänzen kann, sind die Exhalationen anzusehen, die mit vulkanischen Ereignissen in engstem Zusammenhange stehen.

Es liegt nun der von Arrhenius und Frech ausgesprochene Gedanke sehr nahe, daß die Eiszeiten solchen Perioden folgen, in denen der Verbrauch der Kohlensäure stark, ihre Zufuhr aber schwach war, während die Zeiten größerer Wärme mit einer sehr lebhaften Zufuhr der Kohlensäure, d. h. mit gesteigerter vulkanischer Tätigkeit zusammenfallen.

Bis hierher erscheint mir diese Hypothese unanfechtbar. Sie hält aber nicht Stand, wenn man mit Frech versucht, die uns bekannten geologischen Tatsachen mit ihr in Einklang zu bringen. Wahr ist allerdings, daß sowohl die permische wie die diluviale Eiszeit Perioden folgen, in denen der Kohlensäureverbrauch durch die Aufspeicherung von pflanzlichem Material (Steinkohle im Obercarbon, Braunkohle im Tertiär) ein großer war. Nicht richtig ist aber die Behauptung, daß zur Zeit der beiden Vereisungen die vulkanische Tätigkeit ihr Minimum erreichte.

Die permische Periode ist eine Zeit stärkster Vulkanausbrüche, und diese beginnen bereits im untersten Perm, an manchen Stellen sogar schon im Obercarbon. Die Temperaturerniedrigung, welche die diluviale Eiszeit zur Folge hat, stellt sich aber bereits im Tertiär ein. Wir können an den reichen Tertiärfloren Schritt für Schritt beobachten, wie sich das Klima vom Oligocän zum Miocän, vom Miocän zum Pliocän verschlechtert. Gerade im Miocän setzt aber eine äußerst lebhafte vulkanische Tätigkeit ein, welche die entgegengesetzten Folgen hätte haben müssen. So kann ich denn nur Koken beipflichten, wenn er behauptet, daß gerade der Eintritt der Vereisungen mit gesteigerter vulkanischer Tätigkeit koinzidiert.

Auf der anderen Seite gehen die hohen Temperaturen des Mesozoikums nicht mit einer erhöhten vulkanischen Tätigkeit parallel. Frech sagt selbst noch im Jahre 1903[1]: Im Mesozoikum „sind in vulkanologischer Beziehung nur räumlich und zeitlich lokalisierte Eruptionen zu verzeichnen". „Im Vergleich zu der

[1] Lethaea geognostica, II. Teil, 1. Heft, p. 1.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ausdehnung und Mächtigkeit jungpaläozoischer und tertiärer Ausbrüche ist das wenig."

Ich kann übrigens auch nicht der Ansicht von Frech beipflichten, daß sich am Schlusse des Mesozoikums eine Abkühlung bemerkbar macht, die durch die Herausbildung von Klimazonen angezeigt wird. Die Pflanzenwelt der Polargebiete scheint in der Oberkreide (Westküste von Grönland unter 70° N.) einen subtropischen, in einigen Bestandteilen sogar tropischen Habitus zu besitzen; auf alle Fälle war wohl hier das Klima noch günstiger als selbst im mittleren Tertiär. Von einer Herausbildung oder dem ersten Erscheinen von Klimazonen auf der Erde kann man aber nicht wohl reden, nachdem sich einmal die äußere Kruste abgekühlt hatte. Denn Klimazonen müssen immer vorhanden gewesen sein, weil in allen Fällen das Äquatorialgebiet mehr Sonnenwärme erhielt als die zirkumpolar gelegenen Teile der Erdoberfläche. Bei geringeren Temperaturen auf der gesamten Erdoberfläche bilden sich allerdings die immer vorhandenen Klimazonen schärfer aus, besonders deswegen, weil in höheren Breiten ein Teil der Niederschläge als Schnee fällt, zu dessen Auftauen ein großer Teil der Sommerwärme verbraucht wird.

Wenn wir in früheren Perioden der Erdgeschichte so wenig von Klimazonen wahrnehmen, so liegt das wohl in erster Linie an dem eurythermen Charakter der damaligen Organismenwelt. Wahrscheinlich hat die weitgehende Anpassung an bestimmte Temperaturen bei vielen Lebewesen sich erst verhältnismäßig spät eingestellt.

Ich kann zum Schlusse meine Ansicht noch einmal dahin zusammenfassen, daß mir die Hypothese von Arrhenius-Frech an und für sich einwandfrei erscheint. Wenn wir aber versuchen, mit ihr die uns bekannten geologischen Tatsachen erklären zu wollen, so stoßen wir auf sehr bedenkliche Widersprüche. Entweder wissen wir noch zu wenig von den vorweltlichen Klimaschwankungen und vulkanischen Ereignissen, um beide in richtige Beziehungen zueinander setzen zu können. Oder aber es beruhen die Klimaänderungen vergangener Erdperioden auf anderen Faktoren als auf dem Kohlensäuregehalt der Atmosphäre.

Zur Frage über die Stellung der Hyolithen in der Paläontologie.

Von **J. V. Želízko.**

Mit 7 Textfiguren.

Die unsichere Stellung einiger Pteropoden *(Conularia, Tentaculites, Hyolithus)* im zoologischen System ist allgemein bekannt.

Gleichfalls ist auch bekannt, daß die fossilen Formen von den

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: 1908

Autor(en)/Author(s): Philippi Emil

Artikel/Article: Ueber die permische Eiszeit. 353-362