13. Eiszeit und Gebirgsbildung.

Von Herrn H. Quiring.

(Mit 1 Textfigur.)

Berlin, den 21. Febr. 1921.

In der geologischen Vergangenheit der Erde beanspruchen diejenigen Vorgänge unsere besondere Aufmerksamkeit, die eine rhythmische Wiederholung zu zeigen scheinen. Über die Erforschung des Auf und Nieder, des Wellenganges der einzelnen Bewegungs- und Umformungs-„Zyklen" hinweg können wir zur Erkenntnis der Prinzipien gelangen, die eine Wiederkehr des Ähnlichen vermitteln. Gelingt dies, so erschließt sich uns in gewissem Umfange die geologische Zukunft.

Es kann nicht Zweck dieser kurzen Mitteilung sein, die Erscheinungen der Erdgeschichte in ein Rhythmenschema einzuordnen, nur auf zwei Vorgänge möchte ich hinweisen, die, wie es scheint, seit archaischen Zeiten wiederkehren: die tektonischen Großbewegungen und die Eiszeiten. Über die Ursachen der ersteren habe ich mich in einem kürzlich erschienenen Aufsatz[1]) ausgesprochen. Ihr episodisches Auftreten und ihre periodische Wiederkehr stehen m. E. im Zusammenhang mit der säkularen, jedoch zeitweise unterbrochenen Verlangsamung der Achsendrehung der Erde.

Größere Schwierigkeiten ergeben sich bei Beurteilung der borealen Vorgänge, nicht nur der Ursachen der einzelnen Erscheinung, sondern auch der Gründe für die Wiederholung. Dies liegt nicht so sehr daran, daß örtliche und auch allgemeine Temperaturveränderungen ganz verschiedenen Ursprung haben können, — es mag nur an die zahlreichen verschiedenen Annahmen erinnert werden, die zur Erklärung der paläoklimatischen Schwankungen gemacht worden sind —, als vielmehr daran, daß wir über die klimatischen Verhältnisse der Vorzeit noch keine ausreichende Kenntnis haben. Insbesondere fehlt volle Klarheit über den Verlauf der Kälteperioden und

[1]) H. Quiring, Über das Problem der Krusten- und Gebirgsbildung. Die Verlangsamung der Achsendrehung der Erde im Laufe der geologischen Zeiten als Ursache tektonischer Bewegungen. Geologische Rundschau 1920, Bd. XI, S. 193 ff.

dann ist es noch nicht einmal sicher, ob z. B. die paläozoischen Glazialbildungen den diluvialen als homologe oder als analoge Erscheinungen gegenüberzustellen sind.

Drei für unsere Fragestellung wichtige Ergebnisse dürfte jedoch die bisherige Forschung erzielt haben:

1. Daß Klimazonen auf der Erde sich erst nach und nach, nachweisbar erst im Mesozoikum, herausgebildet haben;
2. daß die Oberflächentemperatur seit dem Archaikum im ganzen eine abfallende, im einzelnen jedoch durch Anstiege und starke Ausschläge unregelmäßig gestaltete Kurve durchlaufen hat;
3. daß die diluviale Vereisung nicht auf eine rein örtliche, sondern auf eine allgemeine Erniedrigung der Oberflächentemperatur der Erde zurückzuführen ist.

Die erste und zweite Folgerung können als anerkannt gelten. Die dritte wird bei denjenigen Fachgenossen, die in Polverschiebungen, örtlichen geologischen, geographischen und meteorologischen Vorgängen die Gründe für die känozoischen Klimaschwankungen sehen, auf Widerspruch stoßen; es kann aber keinem Zweifel unterliegen, daß nur mehr oder weniger gleichmäßig wirkende allgemeine tellurische, atmosphärische und kosmische Ursachen für die auf beiden Halbkugeln seit dem Pliocän eingetretene energische Temperaturherabsetzung und ebenso für die im Spätdiluvium erfolgte allgemeine Erwärmung verantwortlich zu machen sind. Selbstverständlich haben an örtlichen Schwankungen, Verstärkungen und Abschwächungen des allgemeinen klimatischen Verlaufs auch örtliche Ursachen Anteil. Bei Einzeldarstellungen dürfen sie nicht außer acht gelassen werden, die Gesamterscheinung haben sie nicht hervorgerufen.

So ist z. B., um bei dem zur Erörterung gestellten Problem zu bleiben, mehrfach darauf hingewiesen worden, daß die borealen Perioden dann eingesetzt haben, nachdem durch anastrophische Gebirgsbewegungen sich in großem Umfange Massen umgelagert hatten, ausgedehnte Rindenteile eingesunken, hohe Faltengebirge aufgetürmt waren. Die Folgen (Polwanderung, gesteigerter Vulkanismus, Sinken des Meeresspiegels, Hebungen weiter Landgebiete) mit ihren Begleiterscheinungen waren leicht zu übersehen. Es lag nahe, sie zur Erklärung der darauffolgenden Eiszeiten heranzuziehen. Zwischen tektonischen Großbewegungen und klimatischen Schwankungen bestehen zweifellos zahlreiche unmittelbare kausale Zusammenhänge, die für den örtlichen und zeitlichen

Verlauf des glazialen Vorganges von fundamentaler Bedeutung sein können, ich mache jedoch darauf aufmerksam, daß neben diesen unmittelbaren exogenen Beziehungen noch andere bisher unerkannte endogene vorhanden sein müssen, welche die allgemeinen Temperaturausschläge und die periodische Wiederholung verursacht haben. Es sei erwähnt, daß die hohen Oberflächentemperaturen in höheren Breiten, die kurz vor den beiden letzten tektonischen und vulkanischen Großbewegungen nachgewiesen sind, und ebenso der allgemeine Temperaturanstieg nach den glazialen Episoden nicht durch die genannten exogenen Folgen der Gebirgsbildung gedeutet werden können.

Bevor ich diesen Gedanken weiterführe, will ich die Frage streifen, ob wir nicht vielleicht auf dem falschen Wege sind, wenn wir für die allgemeinen Schwankungen nach einer einzigen sich wiederholenden oder ständig wirksamen Ursache suchen. Diese Frage dürfte sich zurzeit nicht sicher beantworten lassen. Es ist jedoch sehr wohl möglich, ja wahrscheinlich, daß ebenso wie für örtliche Schwankungen auch für die Gesamterscheinung mehrere verschiedene, nicht nur endogene, sondern auch selbständige atmosphärische, ja selbst kosmische in Konvergenz verlaufende Ursachen verantwortlich gemacht werden können. Von vornherein getrennte Vorgänge laufen vielfach in enger Verkettung ab und bringen ähnliche Wirkungen hervor.

Ihr Anteil an einer Gesamterscheinung ist daher wechselnd und sowohl im einzelnen als auch im ganzen schwer feststellbar. Es sei daran erinnert, daß an dem Abfall der Oberflächentemperatur der Erde seit dem Archaikum z. B. nicht nur die Abnahme der Eigenwärme des Planeten, sondern auch eine Verminderung der Sonnenstrahlung und endlich auch Veränderungen in der Zusammensetzung der Atmosphäre als genetische Faktoren nebeneinander beteiligt sein können.

Wenn es nun auch sehr schwierig sein mag, den Einfluß der verschiedenen kosmischen und irdischen Ursachen für die Temperaturveränderung zu ermitteln, so gibt uns doch die oben erwähnte Tatsache von dem wechselnden Verlauf der Abfallkurve der Oberflächentemperatur eine Handhabe zur Bestimmung derjenigen Ursache, welcher der Hauptanteil an den klimatischen Schwankungen zukommt. Es muß befremden, daß bisher unter diesem Gesichtspunkt ein Versuch zur Bestimmung der Hauptursache noch nicht

gemacht worden ist, legt doch die Form der Kurve den Gedanken nahe, andere, ähnlich ablaufende Zustandsänderungen zum Vergleich heranzuziehen. Stellt sich hierbei eine ähnliche Periodizität heraus, so wird eine kausale oder genetische Verknüpfung wahrscheinlich. Es ergeben sich neue Beziehungen, die uns der Lösung des Problems näherbringen.

Nicht nur die Oberflächenwärme, auch die Innenwärme der Erde zeigt einen säkularen Temperaturabfall. Diese Übereinstimmung ließ sehr bald die Anschauung aufkommen, daß der Abfall der Oberflächenwärme durch den Abfall der Innenwärme bedingt sei. Werner und Hutton behaupteten, daß früher die Erdwärme höher gewesen sei als im Pleistocän, und daß infolge der einst geringeren Dicke der Erdkruste der Erdoberfläche ein größerer Anteil der Innenwärme vermittelt worden sei. Zur Deutung der diluvialen Eiszeit, die gewissermaßen als Vorbote des Eistodes der Erde betrachtet wurde, konnte diese Erklärung genügen. Doch die wissenschaftliche Anerkennung wurde ihr versagt, als vor etwa 50 Jahren Berechnungen ergaben, daß die Wärmeleitfähigkeit der Gesteine sehr gering, und daß in der Gegenwart die Oberflächentemperatur nur zu einem Bruchteil eines Grades von der Tiefentemperatur beeinflußt ist. Noch mehr jedoch stand der Erklärung Werners die erst später erkannte Tatsache der permischen Eiszeit und der mesozoischen und tertiären Temperaturschwankungen entgegen. Die durch die Erdgeschichte belegte Kurve des Abfalles der Oberflächentemperatur zeigte keine gleichmäßige, sondern eine unregelmäßige Linie; die Kurve des Abfalles der Tiefentemperatur war nicht anders als regelmäßig anzunehmen. Es klaffte ein Widerspruch und brachte die Theorie Werners endgültig zu Fall.

Doch hier hat die Kritik einzusetzen; vielleicht weist sie in eine neue Richtung. Um es vorwegzunehmen:

Auch die Innentemperatur der Erde zeigt keinen gleichmäßigen Abfall seit dem Archaikum. Auch sie durchläuft eine schwankende Kurve. Dies ergibt eine einfache Überlegung:

Die Temperatur des Erdinnern bzw. der magmatischen Zwischenzone wird beeinflußt vom Druck der auf ihr lastenden Erdrinde bzw. dem hierdurch dem Magma erteilten Innendruck. Steigt der Rindendruck, so wird sich nach den Prinzipien der Thermodynamik unter Zusammenpressung des Magmas die Temperatur erhöhen, vermindert sich der

Rindendruck, so wird das Magma sich ausdehnen, die Temperatur sich erniedrigen. Ich habe auf diese Beziehungen bereits in dem oben erwähnten Aufsatz hingewiesen und dabei hervorgehoben, daß auch die Fluidität des Magmas in ähnlicher Abhängigkeit vom Rindendruck steht[2]).

Nun ist der Rindendruck abhängig von den tektonischen Bewegungen.

Die zonaren Faltengebirge sind randliche Wülste sinkender Erdkalotten. Die Senkung und Aufstauchung erfolgt episodisch in rhythmischer Wiederholung. Jeder orogenetischen Phase (Komplikationsperiode) geht eine lange Zeitspanne (Oszillationsperiode) voraus, in der sich die Umformungen und Umlagerungen vorbereiten, der Druck der Rinde im äquatorialen Gürtel durch horizontale Gewölbespannungen z. T. aufgehoben ist und das Magma sich unter Temperaturverminderung ausdehnt[3]).

Gegensätzliche Vorgänge erzeugt die orogenetische Phase: die kritischen Zonen (Geosynklinalen) sinken ein, Faltengebirge erheben sich in ihnen, der Rindendruck, in den epirogenetischen Zeiten abgeschwächt, kommt in voller Stärke zur Wirkung, die Temperatur der magmatischen Unterlage steigt[4]).

Kurz nach dem Zusammenbruch der Rinde tritt wegen der Verkleinerung der großen Halbachse und damit des Trägheitsmomentes der Erde eine Beschleunigung der Achsendrehung ein. Die Erde sucht sich in der Weise umzuformen, daß sie die Polarachse zu verkürzen strebt. Es treten damit unter den Polkalotten ähnliche Verhältnisse ein, wie sie in der Oszillationsperiode im Aequatorialgebiete bestanden haben.

Das Magma hat über 35° geographischer Breite das Bestreben, sich von der Rinde abzulösen, gleicht jedoch die eintretende Druckverminderung durch Ausdehnung unter rascher Temperaturabnahme aus.

Erst nach einiger Zeit ist die Beschleunigung der Achsendrehung wieder ausgeglichen, die Temperaturverminderung durch Wärmezufuhr aus dem tieferen Erdinnern beseitigt.

Bei Einordnung dieser Vorgangsfolge in die geologische Zeitrechnung ergibt sich für die Polkalotten über 35° geographischer Breite nachstehendes Schema:

---

[2]) a. a. O., S. 223.
[3]) a. a. O., S. 222.
[4]) a. a. O., S. 224.

Zeit	Stärke der Gebirgsbewegungen	Rindendruck	Temperatur in der magmatischen Zwischenzone
Oberdevon	gering	gleichmäßig langsam abnehmend	langsam abnehmend
Karbon	beträchtlich	steigend bis zum Abschluß der Gebirgsbildung	steigend
Perm	rasch abnehmend	rasch abnehmend	rasch abnehmend
Trias	gering	nach Anstieg gleichmäßig	nach Anstieg langsam abnehmend
Jura, Kreide	gering	gleichmäßig langsam abnehmend	langsam abnehmend
Paläocän bis Miocän	im Jungtertiär beträchtlich	steigend bis zum Abschluß der Gebirgsbildung	steigend
Pliocän, Diluvium	rasch abnehmend	rasch abnehmend	rasch abnehmend
Alluvium	gering	nach Anstieg gleichmäßig	nach Anstieg langsam abnehmend

Hierbei ist es in gewissem Grade gleichgültig, ob die tektonischen Großbewegungen als Folgen der Kontraktion, der Verlangsamung der Achsendrehung oder irgendwelcher örtlicher Vorgänge angesehen werden.

Diese rhythmischen Schwankungen der Temperatur der magmatischen Zwischenschicht zeigen, daß die Erdwärme keinesfalls einen regelmäßigen Temperaturabfall aufweist, wie er bisher allen Spekulationen zugrundegelegt worden ist. Das Bild erinnert vielmehr an die Temperaturschwankungen, die der Oberflächenwärme in den gemäßigten und polaren Zonen seit dem Paläozoikum eigentümlich sind. Die beiden Kurven[5]) mögen untereinander gesetzt werden.

Der ähnliche Verlauf der beiden Kurven ist bemerkenswert und zweifellos nicht zufällig. Vielmehr dürfte der Innenwärme der Erde doch eine nicht zu unterschätzende Einwirkung auf die Oberflächenwärme zukommen.

Wie die Berechnungen Sartorius' von Waltershausen über die Wärmeleitfähigkeit der Gesteine damit in Ein-

[5]) Für den äquatorialen Gürtel ergeben sich theoretisch ähnliche Kurven, sie besitzen aber keine so erheblichen Ausschläge.

klang zu bringen sind, möchte ich dahingestellt sein lassen. Von Interesse wäre es, die Grenzen kennen zu lernen, in denen sich die Temperaturschwankungen in der Magmazone bewegen. Können Temperaturschwankungen von einigen hundert Graden vorausgesetzt werden, so würden sie auch von Bedeutung für die Oberflächenwärme sein.

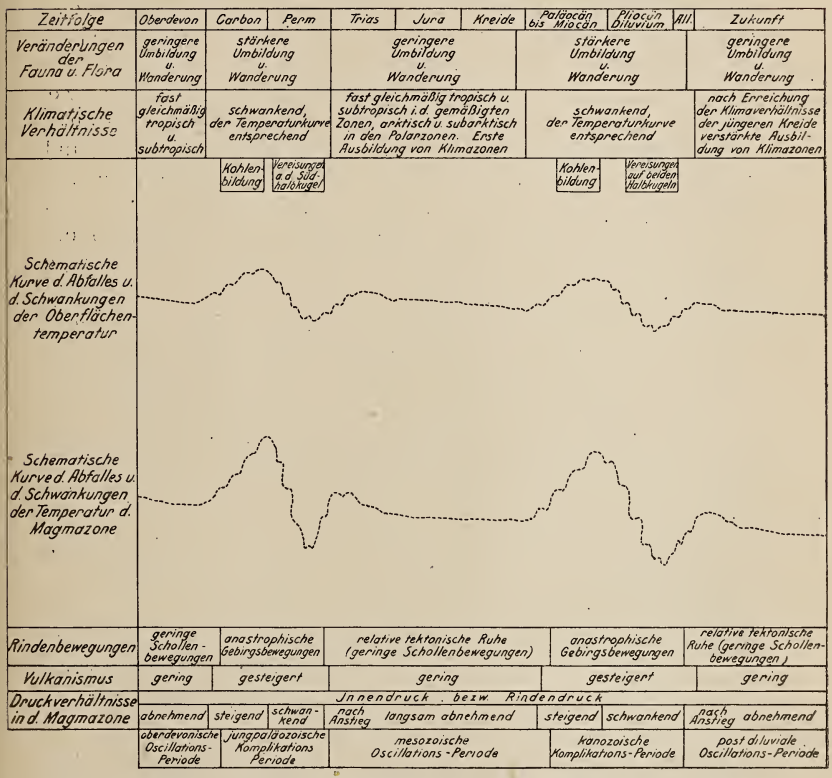

Fig. 1. Abfall und Schwankungen der Oberflächen- und Innentemperatur der Erde mit ihren geologischen Begleiterscheinungen.

Bemerkenswert ist es, daß nicht nur die tektonischen Großbewegungen, sondern auch die Zeiten gesteigerten Vulkanismus an die großen Temperaturausschläge geknüpft sind. Auf diese Beziehungen bin ich bereits in dem mehrfach erwähnten Aufsatz eingegangen[6]).

[6]) Vgl. auch H. Quiring, Gebirgsbau der Ostkarpathen, Deckenlehre und Vulkanismus. Diese Zeitschrift 1921, Monatsberichte.

Anastrophische Gebirgsentstehung, Vulkanismus, Schwankungen der Oberflächenwärme mit ihren Begleitphänomen wie verstärkter Kohlenbildung, Eiszeiten, Unregelmäßigkeiten im Werden und Vergehen, in der Umformung und Wanderung der Lebewesen, reihen sich nicht nur in kausaler Verknüpfung aneinander. Es sind vor allem Symptome zeitlich auf die Komplikationsperioden beschränkter, aber einschneidender Ausschläge der im allgemeinen gleichmäßig abfallenden Temperaturkurve der Erde. Ausschläge und deren periodische Wiederkehr sind bedingt durch die episodisch auftretenden und rhythmisch wiederholten Unterbrechungen der säkularen Verlangsamung der Erdrotation.

Auf diesen Folgerungen aufzubauen sei der Zukunft überlassen. Welche Ausblicke sich auftun, zeigt die vorseitige graphische Darstellung, fallen doch tatsächlich die einschneidenden Veränderungen und Wanderungen der Fauna und Flora in die Komplikationsperioden, in die Zeiten der Temperaturausschläge, der tektonischen und vulkanischen Großbewegungen. Erwähnt sei das erste Auftreten der Landwirbeltiere in der jungpaläozoischen, das Sterben der großen Reptilien und das Überhandnehmen der Warmblüter, nicht zuletzt auch die Menschwerdung, in der känozoischen Komplikationsperiode.

Als Prognose für die nähere geologische Zukunft ließe sich stellen:

Relative tektonische und vulkanische Ruhe.

Weiteranstieg der Oberflächentemperatur bis zur Erreichung der klimatischen Verhältnisse der jüngeren Kreide, danach langsamer Temperaturabfall bis zur nächsten Komplikationsperiode.

Geringes Vordringen der tropischen Fauna und Flora in die gemäßigten Zonen, danach langsame rückläufige Bewegung.

Geringe Verschiebung der Kulturzentren zu den Polargebieten, danach ebenfalls rückläufige Bewegung zum Äquator hin.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1921

Band/Volume: 73

Autor(en)/Author(s): Quiring Heinrich

Artikel/Article: 13. Eiszeit und Gebirgsbildung. 261-268