

Kleinere Mitteilungen und Forschungsberichte

Allgemeines

Die Grundlinien einer neuen Theorie der Eiszeiten entwickelt J. F. Hoffmann in Gerlands Beiträgen zur Geophysik 1908, IV. 4. Im Gegensatz zu Arrhenius, der bekanntlich jede Eiszeit als eine Periode geringer vulkanischer Tätigkeit, also geringer Förderung von Kohlensäure erklärte, zu den Gebrüdern Sarrasin, die umgekehrt jede Eiszeit als eine Periode großer Staubanhäufung und dadurch geminderter Sonnenstrahlung ansahen, aber auch zu Marchi, der Änderungen des Wasserdampfgehaltes infolge anderer Verteilung von Wasser und Land als Ursachen der großen Klimaschwankungen bezeichnete, zieht der Verfasser die kombinierte Wirkung aller dieser Faktoren zur Erklärung heran. Während jede Vermehrung des Kohlensäuregehaltes der Atmosphäre infolge gesteigerter vulkanischer Tätigkeit zunächst eine Erwärmung, aber nach der Aufnahme durch die Organismen eine Abkühlung bedingt, wirken die dabei geförderten Staubmassen abkühlend und zugleich als Kondensationskerne für die Wasserdampfmassen, also regenbildend. Wenn also vor der Eiszeit eine rege vulkanische Tätigkeit herrschte, so muß zuerst ein schwüles Klima geherrscht haben, dann eine Steppenzeit und in weiterer Folge eine Periode großer Regengüsse eingetreten sein, die schließlich Abkühlung und Vereisung herbeiführte. — In der Anwendung dieser Bedingungen geht nun der Verfasser von der Annahme aus, daß im Erdinnern eine bedeutende Wärmequelle aufträte, die eine solche Wärmezunahme zur Folge habe, als tatsächlich bereits seit Beginn der geologischen Geschichte der Erde diese an Wärme verloren hat. Diese Wärmezunahme drängt die Geothermen, aber auch das in der Erde befindliche Wasser nach der Erdoberfläche; es bildet sich über dieser eine Wasserdampfatmosphäre, die infolge von Absorption eine Temperaturerniedrigung bedingt. Bei weiterem Fortschreiten dieses Prozesses tritt schließlich ein Minimum der Sonnenwirkung ein; es lagert sich eine so dichte Nebelmasse um die Erde, daß das Tageslicht verschwindet. Bei einem solchen Zustand wird die Erde wenig Licht, eine dünne nasse Kruste, lang andauernde Regengüsse, ziemlich gleichmäßige Temperaturen in allen Breiten und geringe Jahresschwankungen der Temperatur auch an den Polen haben.

Verfasser meint nun, daß die Gleichmäßigkeit der Pflanzenwelt im Unterkarbon mit ihrem Vorherrschen von Schattenpflanzen, Koniferen und Farnen, auf solche lichtarme Zustände hinweise. Andererseits spreche die üppige Pflanzenwelt des Tertiärs in den Polarregionen für starke Zerstreuung des Lichtes durch die damals schon dünnere Nebelhülle der Erde, so

daß auch in der finsternen Jahreszeit an den Polen ein gewisses Dämmerlicht herrschte.

Bezüglich der Zusammensetzung der Atmosphäre der Vorzeit nimmt Verfasser an, daß damals die Fähigkeit bestimmter Organismen, ohne Licht und Chlorophyll mit Hilfe des Stickstoffes die Kohlensäure der Luft zu zersetzen und für sich zu verwenden, viel verbreiteter war als heute (bei gewissen nitrifizierenden Bakterien) und daß daher auch die Vermehrung der Grüngewächse keine besondere Verringerung des Kohlensäuregehaltes zur Folge haben mußte. Andererseits bedeuteten die Massenanhäufungen von Organismen in den Meeressedimenten der Vorzeit infolge des dabei vor sich gehenden Gärungsprozesses grosse Wärmevorräte durch Selbsterwärmung, wobei große Gasmengen in die Atmosphäre gesetzt wurden, die deren Wärmedurchlässigkeit noch verringerten. Die starke Wärmeentwicklung in den Sedimenten erzeugte aber auch eine Schwächung der festen Kruste, das Auftreten von Spannungen und Aufbuchtungen in dieser und so mögen die großen Transgressionen der Erde und in weiterer Folge Gebirgsbildungen zustande gekommen sein.

All dies Material verwendet nun der Verfasser zum Aufbau seiner Eiszeittheorie, ausgehend von den Zuständen im Mesozoikum. Dieses war für große Teile der Erde eine Zeit außerordentlich mächtiger Sedimentation, damit der Wärmeerzeugung, Transgressionen und gebirgsbildender Prozesse, wie ja auch von geologischer Seite ein Zusammenhang zwischen Sedimentation und Gebirgsbildung längst angenommen wird. Mit der Gebirgs- und Spaltenbildung war auch ein sehr lebhafter Vulkanismus und große Unruhe der Meerestiefen verbunden. Nach dem Ausbruch der Gase und der Abkühlung der Sedimente zog sich das Meer zurück und hinterließ durchtränktes Land mit zahllosen Becken, auf dem sich eine üppige Flora entwickelte, die Feuchtigkeit, Wärme und infolge der bedeutenden Gasmengen reiche Nahrung zum Aufbau der Pflanzensubstanz vorfand. Die große Gasentwicklung erzeugte überdies durch Wärmeanstauung eine bedeutende Zunahme der Temperatur und damit begann der Verkohlungsprozeß, die Braunkohlenbildung. Die großen Wärmeanstauungen erzeugten aber auch rasche Verdunstung und daher, im letzten Abschnitt des Tertiärs, ein Umsichgreifen der Steppen und Wüsten. Erst jetzt waren die Gebirge emporgetaucht; die Vulkane entwickelten weiter große Wasserdampfmenngen, die Regengüsse und damit den Beginn der Abkühlung brachten. So erklärt sich die große Verbreitung von Binnen- und Süßwasserablagerungen im Pliozän und von Geröll- und Schotterablagerungen in der Diluvialzeit. Mit weiter zunehmender Abkühlung war die Eiszeit hereingebrochen; aber neu aus der Erde hervordringende Wärmemengen brachten wieder eine Erwärmung und einen Rückzug der Gletscher und dieser Wechsel erfolgte mehrmals, je nach den Verhältnissen, unter denen der Erdteil stand. Allmählich minderten sich die vulkanischen Ausbrüche, die Atmosphäre wurde klarer und das jetzige Zeitalter begann.

Ganz ähnlich denkt sich der Verfasser den Ablauf der Ereignisse vor der permischen Eiszeit; auch hier soll die ganze Zeit seit dem Kambrium hiefür vorbereitend gewirkt haben; die großen Transgressionen traten im Devon ein, dann folgte eine Zeit der Festlandsbildung, sehr üppiger Flora und

Verkohlung, dann Gebirgsbildung und Vulkanismus. Doch soll die damals geringere Starrheit der Erde die Bildung so hoher Gebirge wie im Tertiär verhindert haben. Die auffällige Erscheinung, daß während der permischen Eiszeit der Südhalbkugel auf der nördlichen noch die Flora des Karbons in vollster Blüte stand, sucht Verfasser dadurch zu erklären, daß die Südhalbkugel weniger Landmassen hatte als die nördliche und sich daher schneller abkühlte als diese. Auch für die Zukunft hat der Verfasser das Schema der Ereignisse bereit: Die heutigen Schlammablagerungen im Ozean werden die Kruste schwächen und vereint mit Schrumpfung Gebirgsbildung einleiten. Es werden sich alle früheren Vorgänge wiederholen und das Klima infolge der vulkanischen Staub- und Wasserdampfmassen in ein eiszeitliches übergehen. Die ganze Theorie läßt sich also dahin zusammenfassen: Die unmittelbarste Ursache der Eiszeiten waren dauernde Bewölkung und Niederschläge, die die Sonnenwirkung schwächten und Abkühlung erzeugten. Die Ursache der Niederschläge waren die vulkanischen Staubteilchen, die Ursache des besonders starken Vulkanismus und der großen Wasserdampfanhäufungen in der Atmosphäre waren in letzter Linie die großen Sedimentationen und die Selbsterwärmung von tierischen Organismen auf dem Meeresboden, dann die Selbsterwärmungen der angehäuften Pflanzenreste und der Süßwasserfauna auf den Kontinenten.

Man erkennt unschwer, daß diese Theorie, deren physikalische Grundlagen unanfechtbar sein mögen, mit einer Reihe geologischer Tatsachen und Erkenntnissen im Widerspruch steht. Die ganze Zeit seit dem Beginn des Mesozoikums soll die diluviale Eiszeit vorbereitet haben. Aber diese Periode der Sedimentation wurde vielfach schon in der Kreidezeit durch das Auftauchen großer Festlandsmassen und gebirgsbildende Prozesse abgeschlossen und diese, nicht erst die tertiäre Gebirgsbildung, hätte die weiteren Folgen und schließlich eine Eiszeit hervorbringen müssen. Ein Umsichgreifen der Wüstenbildungen im Pliozän ist nicht nachweisbar; wir wissen nur, daß entsprechend den klimatischen Veränderungen Verschiebungen des Wüstengürtels stattgefunden haben und daß auch in bedeutend älteren Perioden ausgedehnte Wüstenräume vorhanden gewesen sein müssen. Die Süßwasser- und Binnenablagerungen können nicht als Folge lang andauernder Regengüsse erklärt werden, sondern entstanden in Seen, die wahrscheinlich durch Verbiegungen der Kruste aus Meeren hervorgegangen sind. Ganz unberechtigt ist die Konstruktion eines periodischen Wechsels in der Intensität des Vulkanismus zum Zwecke der Erklärung des Wechsels von Glazial- und Interglazialzeiten. Noch größeren Schwierigkeiten begegnet die Theorie bei der Erklärung der permischen Eiszeit. Der ganze ungeheure Zeitraum vom Kambrium bis zum Perm wird hier dem vom Beginn des Mesozoikums bis zum Diluvium gleichgestellt, obwohl er sicher mehrmals so lang gewesen ist. Daß im Silur und Devon gleichfalls weit ausgedehnte Gebirgsbildungen erfolgt sind, übergeht der Verfasser, und daß die Gebirge der karbonischen Gebirgsbildungsperiode niedriger waren als die der tertiären, ist eine ganz unbegründete Vermutung. Auch die Beschränkung der permischen Eiszeit auf die Südhalbkugel kann nicht aus deren größerer Wasserbedeckung gefolgert werden, da damals die Verteilung von Wasser und Land eine ganz andere und der heutigen vielfach entgegen-

gesetzte war. Es war eben der Ablauf der geologischen Ereignisse nicht auf der ganzen Erde gleichartig und es kann aus ihm kaum eine so einheitliche Erscheinung wie die Eiszeiten der Erde abgeleitet werden. Gerade ihre Universalität führt dazu, ihre Ursachen außerhalb der Erde zu suchen, wenn wir uns auch damit auf noch unsichereren Boden begeben. *Machaček*

Über die Bedeutung von **Schwerebestimmungen** auf der Erdoberfläche für die **Ermittlung der Massenverteilung in der Erdkruste** sprach kürzlich der bekannte Geophysiker Oskar Hecker in einer Fachsitzung der Berliner Gesellschaft für Erdkunde (Z. Ges. f. Erdk. 1909, Nr. 6). Bekanntlich hat dieser Zweig der Geophysik erst durch die von unserem Landsmann R. v. Sterneck eingeführten kurzen und leichteren Pendel neue Anregung erfahren und ist seither so vervollkommen worden, daß gegenwärtig bereits die Schwere an mehr als 2000 über die ganze Erde verteilten Orten bekannt ist. Messungen der Schwere im Himalaya, Kaukasus und in den Tiroler Alpen führten dann Helmert zu dem Schlusse, daß im Bereich der Gebirge Massendefekte im Sinne von Dichtigkeitsminderungen von wenigen Prozenten vorhanden sind, die die Anziehung der über dem Meereshorizont gelegenen Gebirgsmassen annähernd kompensieren. Auch in Norddeutschland ergaben die relativen Schwerebestimmungen (mit wenigen Ausnahmen) eine derartige Kompensation der hochgelegenen Massen durch geringere Dichte, so daß auch hier eine isostatische Lagerung der Massen besteht. Unklar waren noch die Beziehungen der Kontinente und Ozeane in dieser Hinsicht. Im Gegensatz zu Listing, der die Hypothese von der Depression der Ozeane im Vergleich zu einer mittleren ausgleichenden Ellipsoidfläche und einer Anstauung der ozeanischen Wassermassen an den Küsten infolge der Attraktion der Kontinente aufstellte, gelangte gleichfalls Helmert schon 1884 zu der Ansicht, daß auch die Kontinente keine Störungsmassen sind, sondern zwischen Kontinenten und Ozeanen gleichfalls die isostatische Lagerung zutrefte. Eine Bestätigung dieser Lehre konnte nur durch Schweremessungen auf offenem Ozean gewonnen werden und da hierfür Pendelbeobachtungen natürlich ausgeschlossen sind, wandte Hecker hiezu ein zuerst von Mohn auf dem Lande erprobtes Verfahren an; er verglich nämlich an zwei Orten die Bestimmung des Luftdruckes durch ein Quecksilberbarometer mit der durch ein Siedethermometer. Da ersteres durch die Schwerkraft beeinflußt wird, letzteres nicht, so muß sich stets eine Differenz zwischen den beiden Angaben ergeben, wenn die Schwere an beiden Orten verschieden ist. Wo diese größer ist, zeigt das Barometer bei demselben Luftdruck einen tieferen Stand, da die Quecksilbersäule stärker nach unten gezogen wird; bei geringerer Schwerkraft ist das umgekehrte der Fall. Nachdem es gelungen war, ein gegen alle störenden Einflüsse der Schiffsbewegung gesichertes, photographisch registrierendes Quecksilberbarometer zu konstruieren, bei dem die Quecksilberhöhe mit einer Genauigkeit von $\pm \frac{1}{100}$ mm bestimmt werden kann, wurden die Beobachtungen zuerst auf dem Atlantischen Ozean zwischen Lissabon und Bahia, dann auf dem Indischen und Pazifischen Ozean auf der Fahrt Suez—Sidney—Neuseeland—Sandwich-Inseln—San Francisco und zurück nach Japan durchgeführt und ebenso auf dem Lande in China, Japan, Hinter- und Vorderindien Pendelbeobachtungen angestellt. Es ergab sich fast überall eine Be-