

Derartige künstliche Luftspiegelungen sind sogar schon, wie in dem erwähnten Buche weiter ausgeführt wird, mit gutem Erfolge photographirt worden.

Geologie.

Ueber die Eiszeiten der Erde. (Schluss.) In allen Theilen der Erde, in denen zur Diluvialzeit die Gletscher eine grössere Ausdehnung gehabt haben, als jetzt, hat die Schneegrenze damals tiefer gelegen als sie gegenwärtig liegt. Die Höhe der diluvialen Schneegrenze lässt sich nun ziemlich genau bestimmen. Berge, die Gletscher trugen, müssen mit ihrer Spitze über der Schneegrenze gelegen haben, Berge die nicht vergletschert waren, können die Schneegrenze nicht erreicht haben, sofern sie wenigstens ihrer Form nach geeignet waren Gletscher zu tragen. Zahlreiche diesbezügliche Beobachtungen ergeben als übereinstimmendes Resultat, dass im allgemeinen die Schneegrenze zur Diluvialzeit ungefähr 1000 m tiefer gelegen hat als jetzt. Zu demselben Resultat führt noch ein anderer Schluss. Die Schneegrenze muss gelegen haben zwischen der Spitze des Berges und der Gletscherzunge. Sie liegt im allgemeinen bei den jetzigen Gletschern in der mittleren Gletscherhöhe und ebenso wird auch bei den eiszeitlichen Gletschern ihre Lage gewesen sein.

Dieses Resultat gilt sowohl für die nördliche als die südliche Halbkugel. Allerdings nur im Durchschnitt. Lokale Verschiedenheiten finden sich wiederholt, so beträgt z. B. in den Pyrenäen die Differenz zwischen der eiszeitlichen und der heutigen Schneegrenze 800 m, während sie im Osten grösser als 1000 m gewesen zu sein scheint.

Gegenwärtig liegt auf der nördlichen Halbkugel die Schneegrenze unter dem 50. Breitengrade auf etwa 2000 m, zur Eiszeit finden wir die Schneegrenze von 2000 m unter dem 40. Breitengrade. Eine entsprechende Verschiebung finden wir auf der südlichen Halbkugel. Dort liegt die gegenwärtige Schneegrenze von 2000 m unter dem 40. Breitengrade, die eiszeitliche unter dem 30. Breitengrade. Man kann hiernach sagen, es waren auf der ganzen Erde zeitweise die Schneegrenzen um 10° nach dem Aequator zu verschoben.

Die Ursachen der tieferen Lage der Schneegrenze können sein entweder grössere Niederschlagsmengen oder ein kälteres Klima. Man könnte annehmen, dass zeitweise soviel Schnee

gefallen wäre, dass die Sommerwärme nicht ausreichte, den Schnee zu schmelzen, und dass infolgedessen Gletscherbildung eingetreten wäre. Hierzu verführt das Beispiel von Patagonien, wo, wie früher erwähnt, unter einer Breite von Genf die Gletscher bis ins Meer reichen. Doch ist die tiefe Lage der Gletscherzungen an der Südspitze von Amerika nicht allein eine Folge der grösseren Niederschläge, sie ist wesentlich mit hervorgerufen durch die einem weiten Vorrücken der Gletscher besonders günstige Formation der Berge. Es müsste, wenn allein reichlichere Niederschläge die Ausdehnung der Gletscher erklären sollten, während der Eiszeit drei bis viermal soviel Schnee gefallen sein als jetzt und dieses ist nicht wohl anzunehmen. Ausserdem ist das Klima Patagoniens gegenwärtig ein wesentlich anderes, als unser Klima zur Eiszeit. In Patagonien herrscht jetzt kein polares Klima, es fällt die Schneegrenze ungefähr mit der Baumgrenze zusammen, während in den Alpen die letztere im allgemeinen 800 m tiefer liegt, als die erstere. Wir hatten zur Eiszeit auch ein nordisches Klima, wie zahlreiche Funde aus der Fauna und Flora jener Zeit beweisen, erinnert sei nur an den Lemming, das Rennthier, den Moschusochsen, den Polarfuchs, die Polarweide. Auch hat die gesamte Flora unserer Hochgebirge Aehnlichkeit mit der nordischen, es finden sich ferner die gleichen Pflanzen in derselben Meereshöhe auf Bergen, die durch weite Ebenen getrennt sind, so die allen Besuchern des Riesengebirges benannte *Anemone alpina* (Teufelsbart) auf dem Kamme des Riesengebirges, auf dem Brocken, in den Vogesen, den Alpen u. s. w. Diese Erscheinung ist am einfachsten so zu erklären, dass diese Pflanzen zur Diluvialzeit in tieferen Regionen gelebt haben und sich bei zunehmender Erwärmung auf die Berge und nach dem hohen Norden zurückgezogen haben.

Die Grösse der Klimaschwankungen lässt sich annähernd berechnen. Im allgemeinen nimmt bei 200 m Erhebung die mittlere Jahrestemperatur um 1° C ab. Da die Schneegrenze um etwa 1000 m gegen jetzt verschoben war, so wäre hiernach das Klima während der Eiszeit 5° kälter gewesen als jetzt. Vielleicht war die Temperaturenniedrigung noch geringer. Denn jede Eisfläche wirkt condensierend auf die in der Luft enthaltene Feuchtigkeit und der Gletscher, wenn er einmal in Folge einer Abnahme der Temperatur zu wachsen beginnt, trägt hiernach einen Quell seiner Vergrösserung in sich. Grössere Nieder-

schläge zur Eiszeit sind wahrscheinlich, wenn sie auch allein nicht im Stande sind, alle Erscheinungen zu erklären. Sie sind von wesentlichem Einfluss auf das Anwachsen der Gletscher und die Differenz zwischen dem jetzigen und dem eiszeitlichen Klima ist demnach geringer als 5° anzusetzen.

Doch finden sich Anzeichen dafür, dass die Klimaschwankungen während der Diluvialzeit, der Unterschied zwischen dem glacialen und dem interglacialen Klima, wesentlich grösser waren, dass das Klima der Interglacialzeit höher war als das gegenwärtige. In den Ablagerungen, die zwischen zwei Moränen liegen, finden sich wiederholte Reste von Pflanzen und Thieren, die jetzt in einem wärmeren Klima vorkommen. So fand man z. B. bei Innsbruck in einer Höhe von 1200 m, wie schon erwähnt, 50 Pflanzen, die jetzt im Südosten von Europa leben, darunter das grossblättrige grossblühende pontische Rhododendron. Ferner kommen vor von Thieren der wärmeren Länder Flusspferd, Ziesel, Springmaus. Die meisten dieser Funde entstammen dem Löss, einem ausserordentlich fein zerriebenen kalkhaltigen Quarzstaub, der an vielen Orten grosse Ablagerungen bildet und eine sehr fruchtbare Ackererde liefert. Der Löss liegt nun niemals unter den ältesten Moränen und niemals auf den jüngsten Moränen, er ist demnach als ein Produkt der Interglacialzeit anzusehen. Er bildet z. B. den Boden der sogenannten Magdeburger Börde, die von der letzten Vereisung nicht bedeckt war, er findet sich ferner im Rheinthale, im Donauthale und an zahlreichen anderen Orten. Nach Penck ist er ein Produkt der Steppe und wesentlich durch den Wind abgelagert, so dass hiernach während der Interglacialzeit ein Steppenklima in Deutschland geherrscht hatte. Hierfür sprechen auch verschiedene Beobachtungen in den Hochgebirgen, aus denen zu schliessen ist, dass die Gletscher zeitweise weiter zurückgegangen gewesen sind als jetzt, ferner das schon erwähnte vollständige Austrocknen der Seen in Nordamerika.

Die Diluvialperiode wäre demnach anzusehen als eine Periode grosser Klimaschwankungen, das Klima hätte geschwankt vom Steppenklima zum nordischen Klima, vielleicht wiederholt. Zwischen beiden liegt die Region des Baumwuchses und dass das nördliche Europa während der Diluvialperiode zeitweise Wälder getragen hat, glaubt Penck aus verschiedenen Beobachtungen schliessen zu können. Es hätten demnach wiederholt Verschiebungen der Zonen stattgefunden, die Zonen wären

während der Zeit der grössten Ausdehnung des Eises gegen jetzt um 10° nach Süden verschoben gewesen und in der Zwischenzeit vielleicht um ebensoviel nach Norden. Gegenwärtig befänden wir uns im Uebergang von dem nordischen Klima zum Steppenklima.

Die Dauer der Diluvialperiode hat man zu berechnen versucht aus der Stärke der während derselben gebildeten Ablagerungen. Die Poebene ist durch die Alpenflüsse um etwa 100 m aufgehöhht, die Theissniederung um 200 m. Legt man die gegenwärtige Sedimentführung der Flüsse zu Grunde, so würden im ersten Falle 600 000, im letzteren 480 000 Jahre hierzu erforderlich gewesen sein. Nimmt man an, dass seit Beginn der Diluvialperiode die betreffenden Flüsse im Durchschnitt etwa die doppelte Menge fester Stoffe geführt haben als jetzt, so führen die Berechnungen zu dem Resultat, dass die Dauer der Diluvialzeit etwa gleich 240 000—300 000 Jahren zu setzen ist. Die Interglacialzeiten scheinen länger gewesen zu sein als die Postglacialzeit. Man schliesst dies daraus, dass die Verwitterungslehme, die zwischen zwei Glacialablagerungen liegen, stärker sind als die seit der letzten Eisbedeckung gebildeten.

Auch der Mensch war schon ein Zeuge wenigstens der letzten Vereisung. Spuren von dem Menschen der älteren Steinzeit finden sich nie in dem von der letzten Vereisung bedeckt gewesenem Gebiete, alle hier entdeckten Funde gehören der Periode der jüngeren Steinzeit oder höheren Culturstufen an. Hieraus ist noch nicht zu schliessen, dass vor der letzten Vereisung der Mensch Deutschland noch nicht bewohnt hat, denn durch die Eisbedeckung werden die Spuren des Menschen zum grössten Theil verwischt sein. Menschenspuren in Gesellschaft von Thieren des nordischen Klimas finden sich an zahlreichen Orten in den vom Eis frei gebliebenen Gebieten, namentlich bei Schussenried in Schwaben, aber es scheint auch nach einem Funde bei Weimar, dass der Mensch schon zur letzten Interglacialzeit in Gesellschaft von Thieren eines gemässigten Klimas gelebt hat. Auch in den Theilen von Europa, die nicht vergletschert waren, finden sich Spuren der Eiszeit in den schon früher besprochenen verstärkten Flussschotterablagerungen. In diesen finden sich ebenfalls Spuren des paläolithischen Menschen, dem Menschen der älteren Steinzeit. Mit dem Aufhören der letzten Vereisung verschwindet der paläolithische Mensch, vielleicht verdrängte beim Eintritt wärmeren Klimas eine Ein-

wanderung von Süden die ältere Culturstufe. Der Mensch der älteren Steinzeit macht Platz dem der jüngeren Steinzeit, dem Pfahlbauern, dessen Spuren wir in den Schweizer Seen finden.

Ueber die Ursachen der diluvialen Eiszeiten sind sehr zahlreiche Hypothesen aufgestellt, die hier nicht sämmtlich Erwähnung finden können. Auszuscheiden sind zunächst die sogenannten Lokalhypothesen, die davon ausgehen, dass das Glacialphänomen nur ein lokales ist. Denn es ist, wie wir gesehen haben, eine die ganze Erde umfassende Steigerung des jetzigen, überall, wo die nöthigen Existenzbedingungen für Gletscher vorhanden sind, d. h. Berge, die in die Schneegrenze ragen und grössere Niederschlagsmengen, haben sich ausgedehnte Gletscher gebildet, wo diese Bedingungen nicht oder in geringem Masse gegeben waren, wie z. B. in Sibirien, finden wir so gut wie gar keine Spuren. Es war die Gletschergrenze überall gleichmässig verschoben, zeitweise nach dem Aequator hin, zeitweise auch nach den Polen.

Es müssen allgemein wirkende klimatische Ursachen gewesen sein, welche diese allgemeine Wirkung hervorgebracht haben. Unser Klima wird beeinflusst durch die Ausstrahlung der Sonne. Es muss jedenfalls eine andere Einwirkung der Sonne auf die einzelnen Theile der Erde stattgefunden haben. Mehrere Forscher haben eine zeitweise geringere Ausstrahlung der Sonne angenommen. Diese Hypothese wird durch keine Beobachtungen gestützt, auch ist zu beachten, dass der Gletscher zu seiner Entstehung nicht nur Kälte, sondern auch Wärme braucht, er kann sich nur bilden, wenn die Sonne grosse Wassermassen verdunstet.

Es bleibt hiernach nur die Annahme möglich, dass eine veränderte Stellung der Erde zur Sonne die Klimaschwankungen der Eiszeiten hervorgerufen hat. Hier sind drei Möglichkeiten gegeben.

Einmal wäre denkbar, dass die Lage der Erdachse in der Erde periodischen Schwankungen unterworfen gewesen wäre. Durch neuere Beobachtungen ist erwiesen, dass die Breite der Orte nicht constant ist, dass die Pole ihre Lage ändern. Allerdings sind die beobachteten Schwankungen sehr gering, aber die Möglichkeit, dass im Laufe der Jahrhunderte stärkere Veränderungen stattgefunden haben, ist nicht ganz von der Hand zu weisen. Es müsste dann die Vergletscherung von Nordamerika nicht gleichzeitig mit der von Nordeuropa stattgefunden

haben. Penck glaubt aus der gleichmässigen Verschiebung der Gletschergrenze den Schluss ziehen zu müssen, dass die grösste Ausdehnung der Gletscher auf der ganzen Erde gleichzeitig stattgefunden habe. Doch könnte bei einer allmählichen Lagenänderung der Erdaxe und einem Wandern der Eiszeiten diese Gleichmässigkeit auch eingetreten sein.

Eine zweite Möglichkeit wäre, dass die Veränderung der Ekliptik, das ist der Abweichung der Erdachse von der auf der Ebene ihrer Bahn errichteten Senkrechten, die Klimaschwankungen hervorgerufen habe. Die Ekliptik, bekanntlich die Ursache der Jahreszeiten, ist nicht constant, sie schwankt von 20° — 27° und beträgt gegenwärtig über 23° . Doch sind die Einflüsse der veränderten Grösse der Ekliptik auf das Klima äusserst schwer zu übersehen.

Eine Anzahl Forscher sehen die Ursachen der Eiszeiten in den Veränderungen der Excentricität und dem Vorrücken der Tag- und Nachtgleichen. Die Erde bewegt sich bekanntlich um die Sonne in einer Ellipse, sie ist deshalb nicht immer von der Sonne gleich weit entfernt. Gegenwärtig haben wir im Januar Sonnennähe, im Juli Sonnenferne und auf der nördlichen Halbkugel ist der Sommer länger wie der Winter, auf der südlichen der Winter länger wie der Sommer. Allmählich ändert sich dieser Zustand und in 10500 Jahren wird es umgekehrt sein, dann hat die südliche Halbkugel einen längeren Sommer und einen kürzeren Winter. Die Differenz zwischen Sommer und Winter beträgt gegenwärtig 7 Tage, sie ist aber nicht constant und kann bis auf 33 Tage anwachsen. Doch ist stets der Sommer, wenn er kürzer ist, heisser, da die Erde sich dann in Sonnennähe befindet, es empfängt, wie mathematische Berechnungen erweisen, die Erde in dem kürzeren warmen Sommer von der Sonne genau soviel Wärme wie in dem langen kühlen. Ob lange kühle oder kurze heisse Sommer die Gletscherbildung begünstigen, lässt nicht sicher entscheiden. Wir können deshalb bei den Aenderungen der Excentricität ebenso wie bei den Aenderungen der Ekliptik nicht mit Bestimmtheit angeben, welchen Einfluss sie auf das Vorrücken der Gletscher haben können. Zu beachten bleibt auch noch, dass das Klima nicht nur direkt, sondern auch indirekt von der Sonne beeinflusst wird. Eine Veränderung der Sonnenbestrahlung hat Aenderungen der Passatwinde und der von ihnen abhängigen Meeresströmungen zur Folge. Diese sind von sehr wesentlichem

Einfluss auf das Klima, es wird durch die Strömungen gegenwärtig der südlichen Erdhälfte fortwährend Wärme entzogen. In welcher Weise nun sich der Einfluss der Aenderungen der Ekliptik oder Excentricität auf die Strömungen äussert, lässt sich gar nicht absehen. Wir stehen also in Betreff der Ursachen der diluvialen Klimaschwankungen noch vor einem ungelösten Räthsel.

Noch schwieriger wird die Beantwortung der Frage nach den Ursachen der Eiszeiten, wenn es sich bestätigt, dass schon in einer weit früheren Periode der Erde, im carbonischen Zeitalter die Erde Gletscher getragen hat. Man glaubt im obern Carbon, in Brasilien, Australien, Afrika, Centralindien, also gerade in tropischen Ländern, Spuren einer Eiszeit, Moränenwälle u. dgl. gefunden zu haben und zugleich sind dort Pflanzen aufgetreten, die auf ein kälteres Klima schliessen lassen, während bei uns noch die steinkohlenbildenden Gefässkryptogamen in grosser Ueppigkeit wuchsen. Erst später, zur Zeit der Dyas oder permischen Formation, der das Rothliegende angehört, scheint eine Kälteperiode im Norden aufgetreten zu sein, es finden sich die bekannten Merkmale der Gletscherbedeckung im Rothliegenden in England und Nordamerika. Sollten sich diese Beobachtungen bestätigen, sollten sich wirklich schon in den älteren geologischen Epochen mit Sicherheit Eiszeiten nachgewiesen werden, so würde damit die Frage nach den Ursachen der Temperaturschwankungen in ein anderes Stadium treten. Die berechneten Veränderungen der Ekliptik oder der Excentricität können unmöglich in tropischen Gegenden Gletscherbildungen hervorrufen und es bliebe als einzige Erklärung eine bedenkliche Schwankung der Erdachse. Doch müssen noch weitere Untersuchungen über die älteren Eiszeiten abgewartet werden.

Bücherschau.

Koehne, Prof. Dr. E. Deutsche Dendrologie. Kurze Beschreibung der in Deutschland im Freien aushaltenden Nadel- und Laubholzgewächse zur schnellen und sicheren Bestimmung der Gattungen, der Arten und einiger wichtigen Abarten und Formen. Stuttgart, 1893. Ferdinand Enke. X. und 602 Seiten. Preis 14 Mark.

Es ist zweifellos eine sehr schwierige, aber deshalb um so dankenswerthere Aufgabe, die sich der Verfasser gestellt hat und

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Helios - Abhandlungen und Mitteilungen aus dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: [11](#)

Autor(en)/Author(s): Redaktion von Helios Frankfurt/Oder

Artikel/Article: [Über die Eiszeiten der Erde. 163-169](#)