

theile vielleicht schon vor der Eiszeit oder doch während der Interglacialzeiten.“ (S. 103.)

\*

Diese scharfsinnigen, umfassenden und „äußerst anregenden“ Untersuchungen Richters eröffnen uns nicht bloß einen Einblick in das Wesen und die Entstehung der Hochgebirgsformen, sie decken auch neue Probleme auf und bieten zugleich eine Handhabe und Anweisung für weitere Beobachtungen, die zur Förderung der Eiszeitforschung im Innern der Alpen (S. 82 f.) auszuführen sind. Wichtig sind naturgemäß die Nahre. Sie sind in den niedrigeren Randgebieten und Ausläufern eine Eiszeitspur und dienen durch ihre Höhenlage zur Bestimmung der alten Schneegrenze; die Ausdehnung der aus ihnen herausgeflossenen Gletscher ist vielfach noch recht wenig untersucht. Im Innern des Gebirges, wo die Eisstromhöhe die Schneegrenze überstieg, läßt sich günstigen Falles aus dem Auftreten kleinerer und isolierter Nahre ein Schluß auf die Eisstromhöhe, aber niemals auf die Höhe der Schneegrenze ziehen. — Die Ermittlung der Eisstromhöhen in den Thälern im Innern der Alpen durch das Auffuchen der oberen Grenze der Wanderblöcke, der glacialen Rundformen und der Lage der Ursprungsfahre im allgemeinen und andererseits die Vertiefung ins einzelne durch die Untersuchung der Spuren der Localvergletscherung und vor allem der Localvergletscherung an den im einzelnen noch viel zu wenig bekannten Alpenrändern, wodurch allein eine Vorstellung der Schneegrenzhöhe und damit des Klimas der Eiszeit zu gewinnen ist: sind Aufgaben, welche die Eiszeitforschung — außer der Untersuchung der glacialen Ablagerungen auf den Vorländern — im Innern der Alpen zu lösen hat.<sup>10)</sup>

## Der Lebenslauf der Erde.

(Auszug aus zwei am 14. und 21. März gehaltenen Vorträgen.)

Das dem Menschen innewohnende Causalbedürfnis hat schon in den ältesten Zeiten, schon bei Völkern niedrigster Culturstufe die Frage

<sup>10)</sup> Ueber die Ergebnisse der in dieser Arbeit Richters veröffentlichten Untersuchungen über die eiszeitlichen Gletscher wird — soweit sie sich auf Kärnten und das angrenzende Gebiet erstrecken — im Zusammenhange mit den übrigen diesbezüglichen Beobachtungen, insbesondere von Taramelli, Seeland, Frech, Höfer, Prohaska und A. von Böhm, berichtet werden.

nach der Entstehung der Erde und ihrer Bewohner angeregt. Die uns überlieferten Schöpfungssagen der Babylonier, der Ägypter und Indier sind Beweise dafür. Die jonische Schule der griechischen Philosophie hatte über diese Frage eine Anschauung, welcher der heutigen, in den allgemeinen Umrissen wenigstens, nahe kommt. Die Bervollkommnung der naturwissenschaftlichen Untersuchungsmethoden der Jetztzeit, ermöglicht durch Untersuchungsmittel (Instrumente etc.), welche den Alten nicht zur Verfügung gestanden sind, gibt uns ein Anrecht, die heutigen Anschauungen in dieser Frage als Fortschritt gegenüber den früheren Lehren anzusehen.

Die Entstehungsgeschichte der Erde beginnt mit der des Sonnensystems. Der Stoff, welcher jetzt die Masse der Sonne, der Erde, der übrigen Planeten, Kometen und sonstigen Bestandtheile des Sonnensystems ausmacht, war einst über einen ungeheuren Theil des Welt-raumes in gasförmigem Zustande vertheilt, ein ähnlicher Zustand, wie wir ihn jetzt an den Nebelflecken im Orion oder in den Jagd-hunden beobachten können. Die gegenseitige Massenanziehung bewirkte eine Verdichtung und Temperaturerhöhung der Gasmasse. Temperatur und Dichte mußten von außen gegen einen im Innern befindlichen dichtesten und heißesten Kern zunehmen. Die früher regellose Bewegung der einzelnen Gasteilchen mußte infolge der nach dem Kern hin über-wiegenden Anziehung nach und nach in eine spiralförmige und endlich, bei gehöriger Verdichtung des Innern, in eine Wirbelbewegung (rotierende Bewegung) der ganzen glühenden Masse übergehen. Die fortdauernde Zusammenziehung führte schließlich zu einer Verflüssigung des Kernes. Das ganze Sonnensystem bestand damals wahrscheinlich aus einer ungeheuren, feurig flüssigen, in Drehung befindlichen Kugel (Ellipsoid), die von einer Hülle glühender Gase umgeben war und sich mindestens bis zur heutigen Bahn des sonnenfernsten Planeten Neptun erstreckte. Die fortschreitende Verkleinerung dieses Feuerballes hatte eine Ver-minderung der Umdrehungsdauer zur unmittelbaren Folge, da die zusammenziehenden Kräfte die Umfangsgeschwindigkeit nicht wesentlich beeinflussten, wogegen die Umdrehungsbahn mit der Verkleinerung des Kugelhalbmessers auch kleiner und kleiner wurde. Mit der Ver-minderung der Umdrehungsdauer wurden die Fliehkräfte immer wirk-samer, wodurch der rotierende Ball am Aequator sich mehr und mehr ausbauchte, bis schließlich der Zug nach außen die mittelpunktstrebende Anziehungskraft überwand und ein Theil der Masse sich löstbste, zu

einem kleineren, kugelförmlichen Ballen sich zusammenzog und den Centralkörper im Sinne der anfänglichen Drehung umkreiste. Da die Umdrehungszeit des neuentstandenen Planeten im wesentlichen mit der Umdrehungszeit des Centralkörpers vor Ablösung des Aequatorwulstes übereinstimmt, die Umdrehungszeit des Centralkörpers bei fortgesetzter Zusammenziehung, wie erwähnt, immer mehr abnimmt, so müssen die später entstandenen, dem Sonnenmittelpunkte näheren Planeten eine kürzere Umlaufzeit haben. Als sechster Planet hatte sich so die Erde abgetrennt.

Die weitere Entwicklung der Erde ist das Ergebnis der fortschreitenden Zusammenziehung und des Umstandes, daß die durch Strahlung in den kalten Weltraum abgegebene Wärme nicht mehr vollständig durch die bei Volumsverminderung frei werdende Wärme ersetzt wurde, was ein Abnehmen der Temperatur des feurig-flüssigen Erdkernes und der glühenden Gashülle bewirken mußte. Die Temperaturabnahme ermöglichte die Bildung von chemischen Verbindungen in der Gashülle, die Bildung einer schlackenartigen Kruste auf der Oberfläche des flüssigen Kernes. Diese Kruste verhinderte die rasche Abkühlung des feurig-flüssigen Innern, begünstigte aber die raschere Erkaltung der Gashülle, da sie die Strahlung vom Kerne her einschränkte. Allmählich bilden sich Wasserdämpfe in der Atmosphäre, die sich zu Wolken verdichten und als Regengüsse auf die Schlackenkruste niedersinken. Im Kampfe zwischen den Kräften des Innern und den der Atmosphäre wird die feste Rinde vielfach zerrissen, was zu gewaltigen vulcanischen Ausbrüchen Anlaß gibt. Die immer noch stattfindende Zusammenziehung des flüssigen Kernes verursacht Faltungen, Brüche und Ueberschiebungen der festen Rinde. In die gebildeten Senkungsfelder strömt das aus der Atmosphäre heruntergefallene Wasser zusammen — es bilden sich Meere. Die den Boden der Meere bildenden Rindentheile ragen tiefer in das feurig-flüssige Innere hinein, als die anderen Rindentheile. Erstere kommen dadurch mit viel heißeren Flüssigkeitsschichten in Berührung als letztere, sie werden deshalb zum Theil wieder verflüssigt, ihre Dicke wird verringert. Beim Fortschreiten der Schrumpfung werden jene Theile der festen Rinde am meisten gefaltet werden, die am wenigsten widerstandsfähig sind — aus dem Meere werden durch Faltung Gebirge aufsteigen.

Mit der Bildung der Rinde und der Erhebung der Gebirge beginnen die abtragenden Kräfte ihre Arbeit. Sie haben in der Atmosphäre ihren Sitz und suchen die durch Kräfte des Innern hervor-

gerufenen Oberflächenverschiedenheiten wieder auszugleichen. Den Hauptantheil dieser Abtragungsarbeit leistet das Wasser, indem es theils durch bloße mechanische Einwirkung das feste Gestein zerstört und mit sich zu Thal führt, theils dadurch, daß es, unterstützt durch die in ihm absorbierten und in dem Lustraume enthaltenen Säuren die Gesteine chemisch verändert, zerlegt, neue lösliche Verbindungen schafft, dieselben in gelöstem Zustande mit sich führt und unter günstigen Bedingungen wieder in fester Form abscheidet. Durch das Wasser werden so die Absatz- oder Sedimentgesteine gebildet.

Allmählich änderte sich die bereits längst abgekühlte Gashülle der Erde dadurch, daß eine Reihe von gasförmigen Stoffen Verbindungen mit den Stoffen der festen Erdrinde eingieng. Die ungeheuren Salzlager z. B. nahmen ihren Vorrath von Chlor aus der Atmosphäre, die Massen der kohlenfauren Kalke bezogen ihre Kohlensäure einzig aus dem Luftmeere. Dadurch ward an der Oberfläche der Erde nach und nach die Entstehung von Organismen ermöglicht. In den Organismen, Pflanzen, wie Thieren, hat sich die Natur äußerst erfolgreich thätige Umbildner der Erdoberfläche geschaffen. Die noch in großem Ueberflusse in der Luft vorhandene Kohlensäure förderte das Wachsthum riesiger Holzpflanzen, die den Sauerstoff wohl wieder größtentheils der Atmosphäre zurückgaben, den Kohlenstoff jedoch in den großen Kohlenlagern als einen Bestandtheil der festen Erdrinde ablagerten. Die Mehrzahl aller kalkigen Ablagerungen ist organischer, meist thierischer Natur. Das Wirken der gebirgsbildenden Thiere (Muschelthiere, Korallen) ist auch in der Gegenwart noch nicht abgeschlossen.

Mit den Veränderungen der physikalischen und chemischen Verhältnisse an der Erdoberfläche mußten auch die Organismen Umgestaltungen erleiden. Neue Gattungen entwickelten sich durch Anpassung an die geänderten Lebensbedingungen, Thier- und Pflanzengattungen, die sich nicht anpassen konnten, starben aus. Aus den vorgefundenen Versteinerungen können wir uns heute ein anschauliches Bild von der ganz eigenartigen Pflanzen- und Thierwelt machen, die in den ältesten geologischen Perioden die Erde bevölkerte, wir können oft Schritt für Schritt den allmählichen Uebergang der Formen zu noch jetzt lebenden Formen verfolgen.

In der dem jetzigen Zustande unmittelbar vorausgegangenen Diluvialperiode findet, veranlaßt durch die stärkere Abkühlung des Erdkerns, das erstmal die Bildung von Eis statt. Die Vereisung

war bedeutend stärker als heutzutage, ein großer Theil von Nord-europa z. B. war unter einer mächtigen Eisdecke begraben. Alle Alpenthäler waren mächtige Gletscher, die das Eis bis weit in das Alpenvorland hinaus schoben. Die Ursachen der Eiszeit sind noch nicht völlig aufgedeckt; eine Zahl von Erklärungsversuchen nimmt Aenderungen in den herrschenden Windrichtungen und Meeresströmungen an, welche das Klima der vereisten Gegenden reicher an Niederschlägen und etwas rauher gemacht hätten, andere Hypothesen ziehen Aenderungen der täglichen Wärmemenge, welche die Sonne der Erde zusendet, heran. Beobachtete periodische Aenderungen der Erdbahneccentricität in Verbindung mit den Aenderungen der Lage der Erdbachse können thatsächlich zur Folge haben, daß das Winter- und Sommerhalbjahr verschieden lang werden. Ein langes Winterhalbjahr vermag dann soviel Schnee und Eis aufzuspeichern, daß der kurze Sommer nicht imstande ist, alles wegzuschaffen.

Die Vereisung selbst brachte manche Aenderungen in der Gestaltung der Erdoberfläche mit sich. Die Gletscher trugen Gesteinsmaterial aus der Gegend ihres Ursprungs fort und setzten es viele Meilen weit im Vorlande in den Endmoränen ab, wodurch früher ebene Landstriche nach dem Rückgange des Eises in reizende Hügel-landschaften verwandelt worden sind. Wohl noch bedeutendere Aenderungen in den obersten Schichten der Erdkruste wurden durch die großen Ströme, die dem Abschmelzen des Eises ihre Mächtigkeit verdankten, hervorgerufen. Was für Geschiebemengen die Ströme des Diluviums befördert haben mögen, davon geben uns unsere heutigen Ströme nur ein schwaches Bild.

Alle die gebirgsbildenden, sowie die abtragenden Kräfte sind heute noch thätig. Erdbeben und Vulcanausbrüche, Senkungen und Hebungen großer Festlandsgebiete, die sich sozusagen vor unseren Augen abspielen, sind Zeugen für die Thätigkeit der ersteren; der letzteren Arbeit kann jedermann alltäglich beobachten.

Für die Weiterentwicklung unserer Erde sind zwei verschiedene Wege möglich, die zu zwei merklich von einander verschiedenen Endgestaltungen führen müssen. Analogien für beide Gestaltungen finden wir einerseits im gegenwärtigen Zustande unseres Mondes, andererseits in dem des Mars. Die auf der Erdoberfläche vorhandene Wassermenge und Luftmenge hat zweifellos während der ungeheuer langen Entwicklungszeit unserer Erde schon bedeutend abgenommen und ver-

mindert sich noch immer. Denn immer noch finden Gesteinsumbildungen durch Aufnahme von Wasser und von Gasen statt. Diese aufgenommenen und in neuen Verbindungen gebundenen Wasser- und Gasmengen kommen nicht mehr in Quellen zutage. Andererseits nimmt der Erstarrungsproceß des Erdinnern seinen Fortgang. Ist nun die Aufsaugung des Wassers früher beendet als die völlige Erstarrung des Erdkerns, so hören die abtragenden Kräfte schon zu wirken auf, während die Wirkung der gebirgsbildenden noch fort dauert. Wir würden so schließlich eine Erde mit stark zerrissener und gefurchter Oberfläche erhalten. Wäre jedoch die vollständige Erstarrung des Kerns schon vollendet, solange noch an der Erdoberfläche genügende Wasser- und Gasmengen vorhanden sind, so würden die abtragenden Kräfte an der Ausgleichung aller Höhenunterschiede arbeiten, ohne daß ihnen mehr die Kräfte des Erdinnern entgegenwirken würden. Die Erde dürfte dann etwa ein Aussehen bekommen, wie es uns der Mars zeigt.

Wie nun auch die Erde in der letzten Zeit ihrer selbständigen Existenz aussehen mag, ihre ferneren Schicksale kann man mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit voraussagen. Erde wie Sonne nehmen durch das fortwährende Hineinfallen von Meteoriten fortwährend an Masse zu, wodurch die gegenseitige Anziehung größer wird. Daraus folgt, daß die elliptische Erdbahn allmählich, in nach unseren Begriffen allerdings ungeheuer langen Zeit, immer enger wird, bis schließlich die Erde in die Sonne hineinstürzen muß. Daß durch diesen mächtigen Stoß soviel Wärme entwickelt wird, um die ganze Masse wieder in den ursprünglichen gasförmigen Zustand überzuführen, ist wahrscheinlich. Dann würde ein dem geschilderten ähnlicher Entwicklungsproceß von neuem beginnen.

Dr. Franz V a p o t i t s c h.

## Bemerkungen über einige Braunkohlenablagerungen in Kärnten.

Von Dr. Richard Canaval.

Das Braunkohlenflöz in der Liescha bei Prävali wurde, wie Rosjwall<sup>1)</sup> berichtet, von dem pensionierten Wiener Magistrats-

<sup>1)</sup> Die Eisenindustrie des Herzogthums Kärnten im Jahre 1855. Mittheilungen aus dem Gebiete der Statistik. 5. Jahrg., 3. Heft, Wien 1856, p. 71.