© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Die Grundlagen und Aufgaben der paläoklimatischen Forschung.

Von Oberbergrat Fritz Kerner.

Einer der Hauptgründe des noch immer unbefriedigenden Standes der Altklimakunde ist der stetige Verzicht auf eine kritische Sichtung und Überprüfung des verfügbaren Beobachtungsstoffes. Man pflegt geologische Befunde als Zeugen der Vorzeitklimate aufzurufen, ohne zu untersuchen, inwieweit ihnen auch wirklich eine Beweiskraft zukommt. Bei näherem Zublicken zeigt sich aber, daß man es hier mit sehr unzuverlässigen Zeugen zu tun hat, deren Aussagen gegenüber größte Vorsicht am Platze ist. Durch das Versäumnis der Wertprüfung des Beobachtungsstoffes begeben sich die Erforscher der Vorzeitklimate des Rechtes, ihren Namen zu führen, denn gerade in der Klimatologie spielt diese Prüfung eine sehr bedeutsame Rolle. Sie bildet da einen großen und wichtigen Teil der Gesamtarbeit und Gleiches sollte auch in der Altklimakunde der Fall sein. Hier sollte die Zeugenprüfung (Dokimasie) nach bestimmten Methoden und Regeln zu allgemeiner Einführung gelangen und sie hätte sich auf sieben Punkte zu beziehen, denn in ebensovielen Belangen haftet den Aussagen der geologischen Klimazeugen Unzuverlässigkeit an. Es kommen hier in Betracht:

1. Die Alloglossie, der Mißstand, daß die geologischen Befunde das Ergebnis des Zusammenwirkens von klimatischen und nicht klimatischen Ursachen sind und daß man erstere nicht stets für sich allein und losgelöst von den anderen erkennen kann. Wenn sich eine Erosion in Quarzphyllit als bedeutender als in Granit erweist, so wird man das nicht auf eine größere Regenmenge im Phyllitgebiet beziehen. Und wenn ein altes polygenes Flußkonglomerat in größerer Mächtigkeit als anderswo ein homogenes auftritt, so läßt sich vermuten, daß das über Gelände von verschiedener geologischer Beschaffenheit ausgebreitet gewesene Sammelgebiet des ersteren Flusses auch das räumlich ausgedehntere war. Wenn aber das sehr mächtig abgelagerte Konglomerat auch homogen ist, dünkt es zweifelhaft, ob man eine größere Ausdehnung des Quellgebietes des

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

ersteren Vorzeitflusses oder einen größeren Regenreichtum in diesem Gebiete annehmen soll. Zwei aufeinander gefolgte gleich weite Vorstöße von Gletschereis weisen noch nicht auf zwei gleichgroße Wärmeerniedrigungen hin. Der spätere Eisstrom, welcher in einem schon gebildeten Troge den diesen füllenden Interglazialschutt hinwegzuräumen hatte, fand geringere Widerstände bei seinem Vordringen als der frühere, dem die Aufgabe oblag, durch Wegschleifung festen Gesteins eine Flußrinne in ein Trogtal zu verwandeln.

Eine große Rolle spielt die Alloglossie bei den organischen Klimazeugen. Die Erkenntnis, daß die Verbreitungsweise der fossilen Pflanzen nicht allein vom Klima abhängig sei, ist alt und das Ergebnis emsiger Betrachtungen, für die der Erfahrungsschatz der Pflanzengeographie und -biologie eine wichtige Grundlage bot. Aber obgleich schon Woeikof in seiner diesbezüglichen trefflichen Schrift Vorsicht und abermals Vorsicht bei der Beurteilung des Vorzeitklimas nach den Daten der Phytopaläontologie empfahl, wurde sein Rat überhört. Vergleichende Betrachtungen der europäischen Lokalfloren des Tertiärs erschöpfen sich meist in der Gedankenfolge, daß ein größerer Prozentgehalt an Typen der heißen Zone auf wärmeres Klima und — darum! auf höheres Alter weise. Es wird versäumt, zu erwägen, ob im betreffenden Einzelfalle das Fehlen bestimmter Typen durch die Art und den Feuchtigkeitsgrad des Bodens oder durch die Exposition (Mangel an Windschutz) bedingt war, ob ihrer Verbreitung bis dahin ein Hemmnis im Wege stand oder ob sie durch das Überwuchern anderer Pflanzen ertötet waren. Freilich würde es schwer fallen, über Solches Aufschlüsse zu gewinnen; es ist aber ein großer Irrtum, zu glauben, daß man Fragen, weil man sie nicht beantworten kann, einer Beantwortung unwert halten dürfe.

2. Die Hologlossie, der Mißstand, daß sich die geologischen Befunde — soweit sie Wirkungen des Klimas sind — als Folgen des Zusammenwirkens aller Klimabildner erweisen. Es strebt allerdings auch die Neuklimaforschung danach, das Gesamtklima in seiner Beziehung zum Solarklima und zur geographischen Sachlage zu erklären; sie kann dies, da der menschliche Geist verwickelte Zusammenhänge nicht mit einem Blicke zu erfassen vermag, aber nur so erreichen, daß sie das thermische und hydrometeorische Klima getrennt

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

untersucht, wozu die meteorologischen Instrumente die Möglichkeit bieten. Es ist darum keine Vereinfachung und Abkürzung der Arbeit, sondern eine große Erschwernis derselben, wenn die verfügbaren Beobachtungen selbst schon das Gesamtklima aufzeigen. Das Gletscherklima stellt sich in rohester Form als Produkt der Wärme mit dem reziproken Werte der Feuchtigkeit dar.

Mit der Kenntnis eines Produktes ist aber noch nicht die seiner Faktoren verknüpft. Für diese kann ein großer Spielraum bestehen. Am Munko Sardyk in Sibirien lebt ein Gletscher bei großer Kälte und Lufttrockenheit. Am Westfuße des Mount Cook in Neuseeland sieht man einen Eisstrom bei milder Lufttemperatur in sehr feuchtem Klima gedeihen.

Eine alte Moräne und ein alter Gletscherschliff sagen somit über das thermische Klima der Vorzeit nur sehr unbestimmt aus. Nur wenn das vorzeitliche Erdbild insoweit bekannt ist, daß man weiß, ob jener alte Gletscher in einem kontinentalen oder rein ozeanischen Klima gedieh, schränkt sich der Spielraum der Lufttemperaturen, für die er als Zeuge geführt werden kann, erheblich ein. Solches trifft bei den Moränenwällen der letzten Eiszeit zu. Wenn man die Land- und Meerverteilung zur Zeit eines alten Gletschers aber nur sehr mangelhaft kennt, wie dies bei den altpaläozoischen Blockschichten der Fall, so sagt ein isoliertes Vorkommen solcher Schichten über das thermische Klima ihrer Entstehungszeit an ihrem Bildungsorte nur soviel aus, daß sich die mittlere Luftwärme nicht mehr als 10^0 vom Frostpunkte entfernte, denn um soviel weicht sie jetzt in den oben angeführten extremen Fällen in negativer und positiver Richtung von diesem Punkte ab.

Für das Wüstenklima kann der einfachste Ausdruck des Wechselspieles der Klimafaktoren wohl nicht das oben genannte Produkt sein, da sich hier große Spielräume der Luftwärme (Gobi und Sahara) mit nur geringen Schwankungen der Hydrometeore verknüpfen. Man fände hier in rohester Annäherung vielleicht das Produkt aus Windstärke und Wärme, da die Gesteinsauflockerung infolge von Temperaturkontrasten wohl in den heißen Wüsten gesteigert (weil Spaltenfrost in sehr ariden Klimaten zurücktritt), die Verfrachtung der gelockerten Massen aber in den sturmreichen Gebieten verstärkt ist.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Es fragt sich nun, ob die Produkte der Klimafaktoren für die einzelnen Bodenarten konstant oder selbst noch innerhalb gewisser Grenzen veränderlich sind. Die Versuche, welche Lang zur Aufstellung seines Regenfaktors geführt haben, scheinen für letzteres zu sprechen.

Bei der Eurythermie der Organismen handelt es sich wohl zum Teile sicher um die Fähigkeit, für verschiedene mittlere Werte der Klimabildner gerüstet zu sein; zum Teile liegt die Sache aber auch hier so, daß eine Einschränkung der Ansprüche über ein gewisses Maß hinab in einer klimatischen Hinsicht nur bei einer Steigerung der Genußmöglichkeiten in einer anderen klimatischen Beziehung möglich ist. Befunde, welche über einzelne Klimabildner Aufschluß geben, sind die oikologischen Merkmale der fossilen Pflanzen. Die Träufelspitzen, die Blattbehaarungen und Reduktionen der Blattspreiten weisen unabhängig von der thermischen Sachlage auf bestimmte hydrometeorische Zustände hin. Nur diese Merkmale erscheinen als Ersatz der Angaben meteorologischer Instrumente und besitzen so erhöhte Wichtigkeit.

3. Die Diglossie (Doppelzüngigkeit), der Mißstand, daß dieselben geologischen Befunde manchmal auf verschiedene Klimate weisen. Von Hettner und neuerdings von Keßler wurde gezeigt, daß Vieles von dem, was man als typische Wüstenerscheinungen ansieht, in gleicher Art auch in humiden Gebieten auftreten kann. Es gilt dies von den Kleinformen des Reliefs, den Rillen, Gitter- und Wabenstrukturen, wie von den mittelgroßen Formen, den Pilz- und Baldachinfelsen und von den Formen der Landschaft, den Blindtälern und Zeugenbergen.

Es wurde auch betont, daß Gletscherschliffe und in eisfreiem Gebiet gebildete Harnische einander ähnlich sähen und daß Tillite und Mylonite, wenn sie beide durch hohes Alter verändert sind, ein übereinstimmendes Aussehen gewännen. Lozinski hob hervor, daß sich regellose Verstreuung von Geröllen in feinem Schlamm durch den Transport im Grundeis eines Flusses und durch den in flottierendem Wurzelgeflecht erklären läßt und so das Wahrzeichen eines Klimas mit Frösten und das eines Tropenklimas sein kann.

Manchmal pflegt man auch zu sagen, daß sich Wirkungen des nicht nivalen und nivalen Klimas und solche des ariden und humiden Klimas schwer oder gar nicht unterscheiden lassen.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Dies scheint nur eine andere Ausdrucksweise zu sein, bedeutet aber schon eine Verschiebung des grundsätzlichen Standpunktes, denn es beinhaltet das Zugeständnis, daß man es hier nicht mit objektiver Identität, sondern nur mit menschlichem Unvermögen der Erkennung eines bestehenden Unterschiedes zu tun hat. Es handelt sich dann bei der Diglossie nicht um eine wirkliche Doppelzüngigkeit, sondern darum, daß der Untersuchungsrichter die Sprache und Ausdrucksweise dieser Zeugen nicht so gut versteht, daß sich für ihn ein Mißverständnis ihrer Angaben ausschlösse. Es wäre wohl bedenklich, der Auffassung, daß verschiedene Ursachen objektiv identische Wirkungen haben könnten, in der Altklimaforschung Zutritt zu gewähren; das liefe schließlich auf eine Verneinung der Daseinsberechtigung dieser Wissenschaft hinaus.

In der Lehre von den salzigen Verbindungen sieht man die Kennzeichnung: „feines weißes, ganz geruchloses und geschmackloses Pulver" oftmals wiederkehren, und doch handelt es sich um Stoffe von verschiedener Art. So möchte es wohl scheinen, daß doch auch die Reliefformen in der Libyschen Wüste und in der Sächsischen Schweiz — auch soweit sie sich gleichen — nicht dieselben seien. Man hat da einen Fall, in welchem jene Mittel, die sonst zur Unterscheidung äußerlich sich gleichender Dinge dienlich sind, die chemische und mikroskopische Prüfung versagen. Dieser Umstand ist noch kein Gegenbeweis ihrer Verschiedenheit.

4. Die Proglossie, der Mißstand, daß die geologischen Befunde manchmal nicht über das Klima der Zeit, aus der sie erhalten blieben, sondern über das einer früheren Zeit aussagen. Was die Böden und Landschaftsformen der Jetztzeit betrifft, so neigt man der Ansicht zu, daß sie größtenteils als Schöpfungen eines dem jetzigen vorausgegangenen Klimas zu deuten seien. Wenn das für Laterite und Inselberge der Tropen, für die Roterden der Mittelmeerländer, für den pluvialzeitlichen Formenschatz der Wüsten, für den eiszeitlichen der Hochgebirge, für den Löß und für die Blockmeere der nicht vereist gewesenen Gebiete zutrifft, und wenn endlich auch das Inlandeis von Grönland und der Eisschild der Antarktis Bildungen sind, die, wenn sie nicht schon bestünden, sich bei dem heutigen Klima nicht mehr in ihrer heutigen Ausdehnung bilden würden — wie auch manchmal vermutet wird — so muß man wohl

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

sagen, daß in der Jetztzeit diskrepante Formen und Reliktenböden die Regel und Oberflächengebilde, die ein Spiegelbild des heutigen Klimas darstellen, die Ausnahme sind. Dann liegt wohl der Gedanke nahe, daß es sich in der Vergangenheit ähnlich verhalten habe, daß terrigene Gesteine oft nicht jene Vorzeitböden sind, welche dem Klima der Zeit, aus der sie sich erhielten, entsprächen.

Eine geringere Rolle spielt die Rückständigkeit bei den Faunen und Floren, doch kann sie auch hier zu Trugschlüssen führen. So würde man in einer künftigen Zeit das heutige Klima Mitteleuropas nach den Resten der Flora unrichtig beurteilen, da diese betreffs der Artenarmut an Waldbäumen als eine noch unter Nachwirkungen der Eiszeit stehende erscheint.

Man könnte einwenden, daß die heutige reichliche Vertretung diskrepanter Formen und Böden auf der Erdoberfläche noch nicht eine wichtige Rollenspielung der Proglossie in der Altklimakunde erweise. Es handle sich da um eine so geringfügige Vorausdatierung der klimatischen Angaben, wie sie in der geologischen Zeitrechnung gar nicht bemerkbar würde. Pflanzen der Ottweiler Schichten könnten, wenn sie über das Klima einer hinter der Zeit ihrer Einbettung um fünfundzwanzig- oder fünfzigtausend Jahre zurückliegenden Zeit Kunde brächten, immer noch über das Klima der Ottweiler Stufe aussagen.

Man könnte auch betonen, daß sich bei in Schichtlücken erscheinenden Befunden kraft ihres Erscheinungsortes eine Vorausdatierung der durch sie gelieferten klimatischen Angaben schon ausschließe. Die im Protozän Dalmatiens vertretenen Bauxite können gar nicht auf ein Roterdeklima in der dieser Stufe vorausgegangenen Zeit hinweisen, da diese dort noch eine Zeit der Meeresbedeckung war. Terrigene Gesteine sind aber oft nicht an kurzdauernde Emersionen, sondern an ein sich über ganze geologische Perioden erstreckendes Fernbleiben des Meeres geknüpft. Für die paläoklimatische Bedeutung des Reliktenphänomens sehr wichtig ist es, ob alle aus einer Zeitstufe erhaltenen Klimawerte eine gleiche Zeitspanne vorauszudatieren sind oder nicht. In einer Zeit, die von der jetzigen so weit wie diese von der Triaszeit absteht, entfernt sein wird, könnten sich die Altersunterschiede zwischen den eiszeitlichen und den heutigen Moränen wohl schon verwischt haben. Man

© Österreichische Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

würde es dann nicht zu erkennen vermögen, ob eine Blockmoräne, die in der Gegend des heutigen Alpensüdrandes zusammen mit Lorbeer- und Oleanderblättern (Locarno und Garda) getroffen würde, für die Einbettungszeit dieser Blätter eine rezente oder schon eine Reliktenbildung war. Und man würde so zu falschen Schlüssen über das Klima gelangen, da ein Gedeihen von Laurineen und Apocyneen am Rande von Gletscherzungen auf rein ozeanische Verhältnisse wiese. Bemerkt sei noch, daß der Ausdruck „fossiler Boden" statt Reliktenboden zu meiden ist; er würde nach Analogie zur Bezeichnung der Reliktenfloren als fossile Floren führen, was Begriffsverwirrung mit sich brächte.

5. Die Paraglossie, der Mißstand, daß die geologischen Befunde oft geradewegs zu irrtümlichen Meinungen über die Vorzeitklimate Anlaß geben. Unter der eben genannten Bezeichnung verbirgt sich im Rahmen des hier unternommenen Wortbildungsversuches das schon am längsten als solches erkannte Hindernis einer erfolgreichen Verwertung der Fossilien zur Beurteilung der Vorzeitklimate.

Die stets gegebene Möglichkeit, daß Pflanzen und Tiere der Vorzeit einem anderen Klima angepaßt waren als ihre nächsten jetzt lebenden Verwandten, dieses Thema ist ein viel erörtertes und die Ansichten schwankten zwischen der Anerkennung der Zulässigkeit enger thermischer Analogieschlüsse und der völligen Leugnung der Statthaftigkeit solcher Schlüsse hin und her Eine Übereinstimmung der Meinungen herrschte im allgemeinen nur darüber, daß diese Schlüsse um so mehr an Berechtigung einbüßen, je mehr sich die vorzeitlichen Formen von den jetzigen entfernen und daß sich ihre Zulässigkeit mit wachsendem zeitlichen Abstande von der Gegenwart mindert. Häufig, aber nicht immer, laufen diese beiden Änderungen einander parallel.

Aus der Eurythermie der Organismen erwächst aber auch bei Anerkennung eines Rechtes zu Analogieschlüssen manche Schwierigkeit. So ist man aus solchen Gründen zu sehr verschiedenen Ansichten über das Klima der Karbonzeit gelangt. Man konnte sich bemühen, das Höchstmaß von klimatischer Ungunst festzustellen, bei dem irgendwo in den patagonischen Anden noch ein verkrüppelter Baumfarn sein Leben zu fristen vermag, und daraus folgern, daß das Klima der Karbonzeit ein relativ kühles gewesen sei. Man konnte aber auch betonen, daß

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

die Baumfarne doch vorwiegend Charakterpflanzen der Tropen seien und daraufhin das Klima der Steinkohlenperiode für ein feuchtheißes erklären.

Bei den anorganischen Klimazeugen spielt die Paraglossie keine Rolle. Man könnte so diese Zeugen als in einer Hinsicht weniger unverläßlich als die Fossilien bezeichnen. Es ist noch niemandem eingefallen, es für möglich zu halten, daß das Süßwasser im Paläozoikum schon bei 283° absoluter Temperatur (= + 10°) gefroren wäre und daß man so die weite Verbreitung von alten Gletscherspuren im Tropengürtel dem Verständnisse näherrücken könnte. Bei der Bildung mancher oft nicht als organogen bezeichneter Gesteine spielen Bakterien eine wichtige Rolle.

Würde man annehmen, daß diese tiefsten Lebewesen in der Vorzeit so wie die höheren Organismen anderen klimatischen Verhältnissen angepaßt sein konnten als den heutigen, so wäre dann allerdings auch mit der Möglichkeit zu rechnen, daß nicht bloß die Korallenriffe keinen Rückschluß auf das thermische Klima zur Entstehungszeit der Korallenkalke, sondern auch die Sumpf- und See-Erze keinen Schluß auf das Klima, unter dem sich terrigene Eisenerzflöze bildeten, gestatten würden.

6. Die Asaphoglossie (ἀσαφής = unbestimmt), der Umstand, daß die geologischen Befunde über die Zeit, der sie entstammen, nur sehr unbestimmt aussagen. Soweit es sich um einzelne paläoklimatische Werte handelt, wird man sich dieses Umstandes nicht bewußt, da ja die geologische Zeitzählung nach den Floren und Faunen erfolgt. Aus vorweltlichen Floren erschlossene Klimawerte erscheinen dann zeitlich so genau, als dies überhaupt erreichbar ist, bestimmt. Anders liegen die Dinge, wenn man das Paläoklima eines größeren Landes betrachten will.

Es konnte sein, daß eine Flora in ein Land erst eindrang und zur Blüte kam, als sie andernorts bereits erlosch. Anderseits wurde in Gebieten, in denen zur geologischen Zeitbestimmung andere Mittel als fossile Floren verfügbar sind, erkannt, daß fossile Floren von gleichem Alter ein verschiedenes Gepräge zeigen können. Nun konnten es gerade Klimadifferenzen sein, die diese Unterschiede bedingten. Auch das spätere Erscheinen und frühere Erlöschen einer Flora konnte in Klimawechseln seinen Grund haben.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Wenn man nun aber zwecks Beurteilung des Paläoklimas eines größeren Landstriches weit zerstreute Floren, deren Gleichaltrigkeit sich nicht beweisen und nur schätzen läßt, betrachtet und sich bei dieser Schätzung schon klimatologische Gesichtspunkte einschleichen, so wird die Sachlage verwirrt. Ein Beispiel dafür bietet eines der bekanntesten paläothermalen Probleme, das des nordatlantischen Klimas im mittleren Tertiär. Manche sahen sich da durch die bioklimatologische Überlegung, daß gleichzeitige Floren der Arktis und Subarktis ungleichartig sein müßten, dazu gedrängt, die den europäischen Miozänfloren ähnlichen arktischen Floren für eozän zu halten.

Besonders nachteilig macht sich der Mangel einer genauen Datierung der geologischen Urkunden fühlbar, wenn man die Rolle, welche astronomische Zyklen in der Klimageschichte gespielt haben, erforschen will. Abgesehen von der jüngsten Vergangenheit ist es unmöglich, extreme Werte der Ekliptikschiefe und der Bahnexzentrizität in die geologische Zeitrechnung einzuordnen.

Sehr viel seltener als mit zeitlicher hat man es mit örtlicher Unbestimmtheit der Aussagen geologischer Klimazeugen zu tun. Mächtige Flußkonglomerate lassen über die Lage des Gebietes mit reichlichem Regenfall, dem sie entstammen, im unklaren, sofern nicht ihre Beschaffenheit auf Herkunft aus der Nähe weist. Außerdem könnten auch Überschiebungen größten Stiles paläoklimatische Werte fälschen. Eine mit Pflanzen vom Südrande der Alpen erfüllte Schicht würde — an den Alpennordrand verschoben — wenn die Tektonik noch unerklärt ist, für diesen Rand eine vorzeitliche Wärmeinsel vortäuschen. In geringerem Maße täte dies auch eine von der Küste Norwegens nach Schweden verschobene pflanzenführende Schicht.

7. Die Oligoglossie, der Umstand, daß die geologischen Befunde viel zu spärlich sind, um als ausreichende Grundlagen für eine Rekonstruktion der Paläoklimate in Betracht zu kommen. Eine solche Behauptung wäre früher, als man zumeist nur fossile Pflanzen zu Schlüssen über die Vorzeitklimate heranzog, als vollbegründet erschienen; jetzt, wo man in jedem terrigenen Gestein einen Klimazeugen erkennt oder wittert und wo man findet, daß selbst Absätze der Tiefsee indirekte

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Aufschlüsse über die Klimate vermitteln, dünkt obige Behauptung vielleicht als unzeitgemäß.

Man muß aber bedenken, daß sich da eine sehr große Fülle von klimatologischen Nachrichten auf eine ungeheuer lange Zeit verteilt, so daß die Zahl der zur Lösung einzelner Fragen verfügbaren thermischen und hydrometeorischen Angaben doch nur eine sehr geringe bleibt. Bedenkt man, daß fast drei Vierteile des Erdkreises meerbedeckt sind, vom Felsgerüste des Landes ein großer Teil durch junge Gebilde (Eis, Wüstensand, Laterit, Alluvionen usw.) verhüllt und ein anderer großer Teil durch das Pflanzenkleid dem Blicke entrückt ist, so muß man zugeben, daß die Gebiete, aus denen paläoklimatische Nachrichten zu erhalten sind, in ihrer Gesamtheit erst einen sehr kleinen Teil der Erdoberfläche ausmachen. Dann muß man sagen, daß ein Großteil der dem Blicke zugänglichen Schichten, die Gneis- und Phyllitmassen, die Grauwacken und alten Schiefer doch nur dürftige Nachrichten über das Klima der Vorzeit vermitteln. Die bedeutsamen Klimazeugen, als welche man die in den Lücken mariner Schichtfolgen erscheinenden festlandbürtigen Gesteine, wie Kohlen und Kaoline, Beauxite und Limonite sowie die teils in Mulden des Festlandes, teils in küstennahen Pfannen entstandenen Salz- und Gipslager erkennt, sind als besondere Seltenheiten zu bezeichnen, wenn man die Größe der Fläche, über die sie zerstreut sind, und die Dauer der Zeit, über welche sie sich verteilen, erwägt.

Überblickt man das Gesagte, das sich noch in mehrfacher Hinsicht ergänzen ließe, so erkennt man, daß es mit der Zeugenschaft für die geologischen Klimate äußerst schlimm bestellt ist. Es ist den geologischen Klimazeugen vorzuwerfen, daß sie ihre Aussagen mit nicht zur Sache Gehörigem vermengen (1), daß sie in einer die Feststellung von Einzelheiten ausschließenden Form reden (2), daß sie doppelzüngig sind (3), daß sie über Vorgänge, die jenen, über welche sie gefragt werden, vorausgingen, erzählen (4), und daß sie geradewegs zu Irrtümern führende Angaben machen (5). Dann ist noch zu beklagen, daß diese Zeugen zu unbestimmt aussagen (6), und in viel zu geringer Zahl aufrufbar sind (7). Es unterliegt keinem Zweifel, daß ein Untersuchungsrichter eine solche Zeugensippschaft als zur Aufhellung eines sehr verwickelten Falles gänzlich unzureichend erklären würde.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Bei Punkt 6 und 7 handelt es sich wohl nicht um „Mißstände", sondern um Mängel. Man könnte es einem Manne nicht zum Vorwurf machen, daß er im Augenblicke, als er Zeuge eines Vorfalles wurde, vergaß, auf die Uhr zu sehen, wenn auch im gegebenen Falle eine genaue Zeitangabe für die Beurteilung entscheidend wäre, und man könnte es auch niemandem vorwerfen, daß er der einzige Zeuge eines Geschehnisses war, wenn er auch als solcher zur Aufklärung des Falles unvermögend wäre. Wenn dagegen die Punkte 1 bis 5 als „Mißstände" bei der geologischen Zeugenaussage, die zu Vorwürfen gegen die Einvernommenen berechtigen, bezeichnet wurden, so ist damit natürlich nur gemeint, daß den Paläoklimatologen Vorwürfe zu machen sind, wenn sie aus geologischen Befunden sichere Schlüsse auf das Vorzeitklima ziehen.

Sofern man in diesen Befunden vorzeitliche Analoga der meteorologischen Instrumente sieht, wäre die Alloglossie mit der Fälschung von Beobachtungen durch gegen Strahlung ungeschützte Aufstellung von Thermometern, die Proglossie mit der sehr langsamen Reaktion eines Thermometers auf Wärmeänderungen und die Paraglossie mit allmählicher Standänderung zu vergleichen, wie sie besonders bei Instrumenten mit Zeigern vorkommt. Vergliche man die geologische Urkunde, das „Buch der Natur" mit meteorologischen Dokumenten, so wäre es keinem von Tabellen strotzenden meteorologischen Jahrbuche zu vergleichen, sondern einem alten Buche, in dem sich nur verstreute dürftige Aufzeichnungen über Witterungsvorgänge, höchst selten vereinzelte Zahlenangaben fänden, einem Buche, in dem schon viele Blätter herausgerissen und die noch erhaltenen vermodert und vergilbt sind, so daß die Schrift auf ihnen ganz verblaßt und großenteils schon unleserlich geworden ist.

Betrachtet man dann noch die Arbeitsweise der geologischen Klimaforscher — ohne im einzelnen Vergleichspunkte zu suchen — in klimatologischem Lichte, so wäre sie dem Vorgehen eines Mannes gleichzustellen, der — mit dem Entwurfe einer Isothermenkarte betraut — es unterließe, sich zu vergewissern, daß die benützten Instrumente richtig zeigten, beziehungsweise, wenn dies nicht der Fall, daß entsprechende Instrumentalkorrektionen angebracht wurden, daß die Ablesungen sorgfältig und mit genauer Einhaltung der Termine geschahen, daß diese Termine zur Ableitung richtiger Mittelwerte

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

führten oder — wenn sie ungünstig waren — eine Reduktion auf wahre Mittel erfolgte, daß die benutzten Reihen homogen waren, daß die Beobachtungen denselben Jahrgängen entstammten und — wenn nicht — daß sie auf die gleiche Periode bezogen wurden, und endlich, daß ihre Reduktion auf das Meeresniveau stattfand.

Es ist klar, daß ein solcher Mann nicht wert schiene, Klimatologe zu heißen, und daß das von ihm entworfene Isothermenbild ein wertloses Machwerk wäre.

Aus dem Gesagten erhellt, daß nur vier Arten von Menschen auf den Gedanken verfallen konnten oder noch verfallen können, Klimahypothesen zu schmieden: 1. Naive Gemüter, die keine blasse Ahnung von der Größe der sich ihrem Unternehmen entgegenstellenden Hemmnisse haben. 2. Optimisten, die zwar eine verschwommene Vorstellung von jenen Hemmnissen haben mögen, die aber glauben, ein gütiges Geschick werde zu deren Überwindung verhelfen. 3. Taschenspieler, die die sich auftürmenden Schwierigkeiten unsichtbar zu machen wissen und für die fest verschlungenen Knoten geistvolle Lösungen vorzutäuschen verstehen. 4. Gewaltmenschen, die die Knoten statt zu lösen mit dem Schwerte zu durchhauen versuchen und an die Stelle sorgfältig erbrachter Beweise bloße Behauptungen setzen.

Wenn ich mich betreffs der Zulässigkeit der Aufstellung geologischer Klimahypothesen nun zu völliger Negation durchrang, so bedeutet dies aber keinen Verzicht auf weitere Forschung, sondern ein neues Ringen nach Erkenntnis von höherer, freierer Warte aus. Lassen sich keine wahrscheinlichen und nur mögliche Beziehungen aufzeigen, so muß man letzteres zu erreichen streben. Ich möchte die Aufzeigungen solcher möglicher Zusammenhänge im Hinblick auf ihre sachliche Verwandtschaft mit diophantischen Gleichungen als Diophanten bezeichnen und als solche den Theorien und Hypothesen, den Darstellungen sicherer und wahrscheinlicher Beziehungen, gegenüberstellen.

Als Vorbild und Musterbeispiel einer paläoklimatologischen Diophante kann Sempers erste Arbeit über das paläoklimatische Problem gelten; nicht bloß inhaltlich, sondern auch der Form nach. Sempers Forschungsergebnis lautete: Wenn das tertiäre Polarmeer sehr eingeengt war und wenn die arktischen

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Tertiärpflanzen tiefere Wintertemperaturen ertrugen, als Heer annahm, konnten sie bei einem mit dem heutigen übereinstimmenden Solarklima wachsen (dem entsprechend der anderen Landverteilung naturgemäß ein vom heutigen abweichendes physisches Klima entsprach). Nach mathematischer Ausdrucksweise war das die Aufstellung und Auflösung einer diophantischen Gleichung, die Gewinnung eines Wertes für eine Unbekannte durch Einsetzung von bestimmten möglichen Werten für zwei andere unbekannte Größen. In ähnlicher Weise waren auch meine Untersuchungen über die arktischen und europäischen Tertiärklimate, über die permische Eiszeit Indiens und über die Eiszeiten Süd- und Innerafrikas paläoklimatische Diophanten. Jene über Indien lautete: Wenn das Erdbild am Ende der Karbonzeit dem hiefür von Frech entworfenen Erdbilde entsprach, und wenn die Fusulinenentwicklung im hohen Norden mit der Geltung jenes Bildes zeitlich nicht zusammenfiel, konnten bei einem mit dem heutigen übereinstimmenden Solarklima am Nordabfalle eines indischen Tafellandes bis ans Meer reichende Gletscher bestehen.

Das klang vorsichtiger als Kokens Hypothese, die da lautete: Es sei wahrscheinlich, daß Indien im Perm ein Hochland war und daß sich dieses bei der damaligen Land- und Meerverteilung mit einer Inlandeisdecke überzog, deren Ränder bis zum Meer hinabglitten.

Die paläoklimatische Hypothese ist das kühne, der rings lauernden Fallstricke nicht achtende Vorstürmen zu einem fernen Ziel mit der Gewißheit, es nicht zu erreichen und sich in den Netzen zu verfangen. Die Diophante ist das umsichtige Sichvortasten zu einem nahen Ziele mit der Aussicht, es zu erreichen und es behaupten zu können. Der Schmerzensschrei: ja ist es denn noch nicht genug dieses Hexensabbats kühnster Hypothesen, sollen nun gar schon Gedanken über bloße altklimatische Möglichkeiten als Wissenschaft gewertet werden! Dieser Schrei des Schreckens könnte sich nur Dem entringen, der das Vorige ganz ohne Verständnis las. Nicht darum handelt es sich hier, die Last des Ungewissen noch durch den Ballast des ganz Zweifelhaften zu vermehren, sondern darum, zu betonen und zu bezeugen, daß man in der geologischen Klimakunde überhaupt keine wahrscheinlichen und nur mögliche Beziehungen aufzeigen kann.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Eine paläoklimatische Diophante wird stets eine morphologische Bedingung und meist eine biologische Zusatzbedingung enthalten. Die morphologische kann auch eine hypsologische sein. Auch ein solarklimatischer Bedingungssatz kann hinzutreten, sofern er sich auf eine der drei sicher als solche erkannten Variablen des Sonnenklimas bezieht. (Ekliptikschiefe, Exzentrizität und Perihelstellung.)

Bezüglich der Ekliptikschiefe und Bahnexzentrizität war die Fragestellung meist eine verfehlte. Sie lautete: Reichten die Schwankungen dieser Größen dazu aus, große Klimawechsel zu bedingen? Sie sollte aber lauten: Welche Rolle können die Schwankungen jener Größen in der Klimageschichte gespielt haben? Mit Ausnahme des jüngsten Falles (Koinzidenz des letzten Maximums der Ekliptikschiefe mit dem prähistorischen Hochstande der Baumgrenzen in Skandinavien) lassen sich die astronomische und absolute geologische Zeitrechnung nicht aufeinander beziehen. Es bleibt ganz ungewiß, ob etwa die Zone des *Protrachyceras Archelai* oder die Zone des *Amaltheus spinatus* — als Zeitspanne gedacht — mit einem Maximum oder mit einem Minimum der Exzentrizität zusammenfiel.

Nun mögen wohl selbst kurze geologische Zeitabschnitte länger gedauert haben als die Zeit, in welcher der Frühlingspunkt die Erdbahn durchmißt; dagegen mag der Zeitraum von Pflanzenwachstum, der sich in einer einzelnen fossilen Lokalflora ausdrückt, vielleicht nur einigen Jahrtausenden entsprechen.

Dann ist bei einer Lokalflora, zum Beispiel der Grestener oder Lunzer Schichten, mit den beiden gleichen Möglichkeiten zu rechnen, daß sie zu einer Zeit größter Sonnenferne, bei längstem Winter, oder zur Zeit größter Sonnennähe, bei längstem Sommer, gedieh, und es kann jeder dieser gleich möglichen Fälle als Bedingungssatz in eine Diophante eintreten.

Das Aufstellen von Diophanten hat in der Altklimakunde gegenüber der Hypothesenschmiedung einen wichtigen Vorzug. Wer geradewegs darauf ausgeht, Verhältnisse der Vorzeit zu ermitteln, kann den Erfahrungsschatz über die alten Klimate und Erdbilder nur in jener Unbestimmtheit, in der er uns vorliegt, verwerten. Er kann nur von Floren, die auf ein wärmeres

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

oder kühleres Klima hinweisen, und von Erdbildern, die ein mehr kontinentales oder mehr ozeanisches Klima andeuten, sprechen. Er vermag nur Klimaunterschiede, von denen er gar nicht weiß, wie groß sie sind, und Änderungen des Erdbildes, von denen er auch nicht weiß, welche Größe sie haben, nebeneinanderzustellen. Er kann aber erstere nicht in ihrer Abhängigkeit von den letzteren erkennen, da dies einen Größenvergleich zur Voraussetzung hat.

Faßt man aber nur Möglichkeiten der vorzeitlichen Sachlagen ins Auge, so darf man sich bei der klimatischen Beurteilung fossiler Floren auf Grund thermischer Analogieschlüsse bis zur Annahme bestimmter Temperaturen vorwagen und darf auf Bestentwürfen paläogeographischer Karten bis zu Abmessungen schreiten und kann so zu einem zahlenmäßigen Vergleich kommen, durch den allein eine Klarlegung der Abhängigkeit der Vorzeitklimate von den Erdbildern der Vorzeit ermöglicht wird. Und es ist das dann keine bloße Rechenübung, sondern die Untersuchung möglicher Fälle der Vergangenheit.

Darüber, daß das Suchen nach solarklimatischen Hilfsfaktoren nicht nur keinen Erfolg haben kann, sondern nicht einmal einen Sinn und Zweck hat, solange nicht klarliegt, inwieweit die Klimawechsel durch Änderungen des Erdbildes bedingt waren, darüber soll hier nicht gesprochen werden, da dieser Sachverhalt von mir unter Beibringung triftiger Gründe schon wiederholt eingehend erörtert wurde.

In der Aufstellung von Diophanten sollte die geologische Klimaforschung ihre nächste Aufgabe sehen. Es ist einer der Mißstände in der Altklimatologie, daß man vermeint, jede Beschäftigung mit ihr müsse schon zu einer Lösung des Gesamtproblems führen. Es ist doch nicht der Brauch, jede Arbeit über den geologischen Bau einer Gegend in eine zusammenfassende Betrachtung über die letzten Ursachen der Gebirgsbildung ausklingen zu lassen, und auch nicht der Brauch, jeder petrographischen Arbeit über Massengesteine eine Heerschau über alle Theorien des Vulkanismus anzureihen. Bei paläoklimatologischen Arbeiten ist es aber eine Seltenheit, daß der Autor der Versuchung widersteht, zum Beispiel den doch schon zum Überdrusse oft betonten Tatbestand, daß Änderungen in der Schiefe der Ekliptik keine großen Klimawechsel zeitigen können, ganz überflüssigerweise neuerdings zu betonen, um so

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

überflüssigererweise, als es sich dabei meist nicht um das Ergebnis einer eigenen neuerlichen Nachprüfung und nur um ein bloßes kritikloses Nachsagen der Untersuchungsergebnisse Anderer über jenes Thema handelt.

An Gesamtdarstellungen der Klimarätsel haben wir nachgerade schon übergenug. Detailarbeit ist es, was nottut. Man würde bei ihrer Pflege dieselben Erfahrungen machen wie in anderen Forschungsgebieten. Es würden sich bei der vergleichenden Behandlung einzelner Probleme — zunächst noch durch Unstimmigkeiten verschleiert — Gesetzmäßigkeiten erster Ordnung erkennen lassen und im weiteren Verlaufe würden sich die vermeintlichen Unstimmigkeiten als gesetzmäßige Folgen von Einflüssen zweiter und dritter Ordnung entpuppen. Wohl werden auch die Diophanten noch nicht die Lösung der Klimarätsel erbringen, sie werden sie aber vorbereiten.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Austrian Journal of Earth Sciences

Jahr/Year: 1920

Band/Volume: 13

Autor(en)/Author(s): Kerner von Marilaun Fritz (Friedrich)

Artikel/Article: Die Grundlagen und Aufgaben der paläoklimatischen Forschung. 96-111