

Wechsel? der Sonnenenergie in der geologischen Vorzeit

Zusammenfassung. Es werden zwei Fälle aufgezeigt, in welchen die geologischen Klimazeugen (Pflanzen und Böden) auf eine viel höhere Wintertemperatur weisen als jene, welche sich aus dem paläogeographischen Bilde ergibt. Ob die Wärmedifferenz auf eine Zunahme der Sonnenenergie zu beziehen ist, läßt sich aber nicht sicher feststellen.

Solange es eine Altklimaforschung gibt, tobt der Kampf zwischen der Ansicht, daß die Paläoklimate nur durch frühere andere Solarklimate zu erklären seien und der Meinung, daß zum Verständnis dieser Klimate der Nachweis früherer anderer Land- und Meerverteilungen ausreiche. Die Vertreter der letzteren Meinung standen stets im Hintertreffen, doch ließen sie sich nie ganz zum Schweigen bringen. Einer der größten Klimatologen, Alexander v. Woeikof, wurde ein entschiedener Vorkämpfer der geographischen Klimahypothese. Betreffs der Vereisungen meinte er: „Wer sich Rechenschaft davon gibt, wie sehr kalte Meeresströmungen und die Eisschmelze abkühlen können und dann Wolken und Nebel die direkte Wirkung der Sonnenstrahlung mindern — der wird in der Vergletscherung Brasiliens (Serra do mar, nicht Amazonien) keine physikalische Unmöglichkeit sehen und auch zur Erklärung derselben nicht zu völlig unbewiesenen Hypothesen Zuflucht nehmen, sondern sich mit den auf der Erde jetzt wirkenden Ursachen begnügen, nur eine besondere Kombination derselben erfordernd.“ (1).

Die Wortgefechte, welche von den Anhängern der vorgenannten zwei Hypothesen geführt wurden, mußten oft ergebnislos bleiben, weil die Kämpfer von ganz verschiedenen Grundlagen ausgingen; es ist aber klar, daß es keinen Sinn hat, Vergleiche über den Wert verschiedener Klimahypothesen anzustellen, wenn man sie nicht in bezug auf ihre Leistungsfähigkeit bei ganz gleichen Fragestellungen prüft.

Nach Brockmann Jerosch weisen die europäischen Tertiärfloren nicht auf ein tropisches oder subtropisches Klima, sie erheischen nur ein thermisch ausgeglichenes ozeanisches Klima (2). Da ist es begreiflich, wenn dasselbe Paläoklima von einem Vertreter der geographischen Hypothese als ein ohne weiteres erklärbares, von einem Anhänger der Hilfsfaktorenhypothese als ein nur unter Herbeiziehung eines günstigeren Solarklimas verständliches bezeichnet wurde. Sehr verschieden sind die von den Forschern entworfenen Erdbilder der Vorzeit. Es mußten da die Vertreter der geographischen Klimahypothese die Sieghaftigkeit derselben selbst an die Voraussetzung einer bestimmten Rekonstruktion knüpfen. So sagt Woeikof: „Ich habe so sehr den enormen Einfluß selbst der jetzt bestehenden relativ unbedeutenden warmen Strömungen hervorgehoben, daß die Wirkung, d. h. das ganze Jahr über milde Witterung ohne große Hitze und Frost, in den ark-

tischen Gegenden selbstverständlich ist, wenn nur die Ursache, d. h. so mächtig warme Strömungen von den tropischen Teilen aller drei Ozeane fest steht, wie von Wallace (3) vermutet wird.“ Die Verbindung des indischen Weltmeeres mit dem arktischen Becken war nach manchen eine breite obische Meeresstraße, nach anderen ein sehr schmaler Kanal. Das europäische Nordmeer war nach Ansicht mancher Paläogeographen in der Tertiärzeit durch eine Landbrücke gesperrt. Wer dann noch eine schmale Beringstraße annimmt, wird dann freilich zur Erklärung der milden Polarklimate des Tertiärs die geographische Hypothese als unfähig bezeichnen.

Aber schon über die Grundfrage, ob Änderungen in der Verteilung von Land und Meer für die Gestaltung der Paläoklimate in der Arktis und Subarktis von Bedeutung gewesen seien, gehen die Ansichten auseinander. Von Simpson wird da ein Einfluß geleugnet. Seine Theorie vom Wechselspiel des Temperaturunterschiedes, welcher den allgemeinen Kreislauf unterhält und dem Kreislauf, der diesen Temperaturunterschied zu vernichten droht, führt da naturgemäß zu ablehnender Stellungnahme (4). Simpson kennt das Phänomen Fruholmen und Werchojansk. Er sieht darin aber nur eine „Störung“ im zonalen Wärmebilde, die ihre Kompensation findet. Man kann in diesem thermischen Phänomen aber auch das eindruckvollste Zeugnis weitestgehender Abhängigkeit des Subpolarklimas von der Land- und Meerbedeckung erblicken. Die von Simpson betonte Wechselbeziehung zwischen Stromenergie und zonalem Wärmegefälle besteht wohl für den Luftaustausch, nicht aber in gleichem Maß für die Meeresströme, welche morphologisch mitbedingt sind. Durch den Eintritt dreier mächtiger Lauwasserströme in das arktische Becken würde dort die Temperatur unbedingt sehr erhöht.

Bei Einzelfragen betreffs der Einwirkung des Erdbildes auf die Klimagestaltung gingen die Antworten auch sehr auseinander. Eine Besserung der Sachlage konnte da durch die von mir angewandte Arbeitsmethode erzielt werden. Ich habe die heutigen Klimawerte als Funktion der heutigen Land- und Meerverteilung dargestellt und durch Einsetzung der in paläogeographischen Rekonstruktionen abgemessenen Größen Klimawerte für die Vorzeit erzielt (5). Die Methode ist vielen Fehlerquellen ausgesetzt, die aufzuzählen hier zu weit führen würde; in vielen Fällen wird durch sie aber doch rechnerische Behandlung an die Stelle bloßer Vermutung gesetzt.

Das Studium der tertiären Pflanzen und Meerestiere Europas hat mit Bestimmtheit ergeben, daß sich in der Tertiärzeit in diesem Erdteile die Wintertemperaturen sehr vermindert haben. Manche suchten dieses Phänomen durch eine große Polverschiebung zu erklären. Andere durch eine Abnahme der Sonnenenergie.

Beide Gelehrtengruppen vergaßen aber vorerst die Vorfrage zu beantworten, um wieviel das Winterklima wegen der wachsenden Verlandung kälter geworden sei. Als das Klima von Europa tropisch war (Eozän und Oligozän) stand das Mittelmeer mit dem Indischen Ozean in Verbindung. Allmählich kühler wurde es, als das Mittelmeer im Laufe des Miozäns immer mehr einschrumpfte. Ihr Höchstmaß erreichte die Verlandung im Pliozän. Im Pleistozän (= Eiszeitalter) waren wieder ein Schwarzes und ein nach Norden und Süden verlängertes Kaspisches Meer vorhanden. Das Klima war aber noch im Pliozän wärmer als das von heute. Für die fossile Flora von *Schoßnitz* in Schlesien wurde eine Jahrestemperatur von 15° angenommen. Dem würde — nach den heutigen Verhältnissen bestimmt — eine Januartemperatur von 5° entsprechen. Der Wärmewert, welcher auf Grund der Wasser- und Landverteilung in der Umgebung nach dem vorerwähnten Verfahren von mir (6) berechnet wurde, ist -3.9 . Irgendwelche Erhöhungen dieses Wertes durch thermische Einflüsse, welche im Pliozän stärker gewirkt hätten als heute (anderer Verlauf von Meeresströmungen) sind nicht anzunehmen. Die Mittwinter-temperatur, welche, nach der fossilen Flora von *Schoßnitz* zu schließen, im Pliozän herrschte, war also um neun Grade höher als jene, welche sich aus dem paläogeographischen Bilde bestimmt. Für den günstigsten Perihelsommer wurde von mir (7) mit Zugrundelegung der Werte von Spitaler für $\varphi = 51$, $\lambda = 17.5$ der Wert $+0.6$ bestimmt. Da sind noch 4.4° Temperaturzuwachs zu erklären. Diesen auf eine Steigerung der Sonnenstrahlung zurückzuführen, entschliesse man sich schwer. *Schoßnitz* ist der von den tiefen morphogenen Wintertemperaturen im kontinentalen Pliozän Europa am meisten beeinflußte Fossilfundort.

Für das peninsulare Westeuropa ergeben sich noch Januartemperaturen über 0° z. B. für $\varphi = 50$, $\lambda = 5^{\circ}$ westl. v. Gr. 5° . Hier würde also auf Grund des paläogeographischen Bildes dasselbe thermische Winterklima geherrscht haben wie jenes, auf welches die Flora von *Schoßnitz* weist. Im Bereiche der subarktischen Flora wäre es nicht befremdend, wenn das paläogeographische Bild viel tiefere Wintertemperaturen ergäbe, als das paläobotanische. Letzteres zeigt von der Temperatur ab, welche auf die Unterbrechung der Vegetationstätigkeit hinweist (Laubfall), keine Änderung mehr, während ersteres weiter absinken kann.

Aus der Eozänzeit haben sich Laterite erhalten, welche dahin weisen, daß damals in Deutschland ein Savannenklima herrschend war (8). Wirft man auf das damalige Erdbild einen Blick, so muß man dies als unwahrscheinlich bezeichnen. Das peninsulare Westeuropa lag damals in der heißen Jahreszeit im Hochdruckgürtel und hatte einen regenarmen Sommer. Erst weiter im Nordosten konnten sich im Innern des paläarktischen Kontinents Sommerregen der höheren Breiten einstellen; dort war es aber für Lateritbildung zu kalt. Die Hauptregenzeit fiel in den Herbst. Es herrschte also ein mediterranes Regenregime. Die Wintertemperatur in Deutschland war wegen der größeren Ausdehnung des Mittelmeeres, wegen Bepflanzung der Westküsten Europas mit einer durch einen nicht eisführenden Labradorstrom nur wenig abgekühlten Golftrift und wegen des Eintritts von Gewässern des Indischen Ozeans in das Mittelmeer erheblich höher als heute. Für $\varphi = 50$, $\lambda = 10^{\circ}$ westl. v. Gr. bestimmte ich (9) sie zu 12° . Für die Bildung von Kaolin war dies genügend, nicht aber für ein ganz entkieseltetes Gestein, für Laterit. Die Wärmedifferenz, welche man zu diesem Werte hinzurechnen muß, um die Wintertemperatur im Savannenklima zu erreichen, wird man insofern nicht auf eine Zunahme der Sonnenenergie zurückführen wollen, als ja dann wegen des regenarmen Sommers die Lateritbildung ohnedies noch nicht zu erklären wäre. Um diese Erklärung zu ermöglichen, muß man zur Annahme greifen, daß die beiden Halbjahre die Rollen, welche sie bei der Bildung von Eluvialböden spielen, vertauschen können. Es sind dies die Rolle des Halbjahres, in welchem Regenwässer in die Gesteinsklüfte eindringen und sich dort Minerallösungen bilden und die Rolle des Halbjahres, in welchem diese Lösungen kapillar aufsteigen und verdunsten. Bei der Rotterdebildung ist da ein Rollentausch sichtbar, indem im Mittelmeergebiet die Bildung der Lösungen in der Winterregenzeit, ihr Abdunsten im Sommer erfolgt, in Kalkgebieten der Tropen aber der erstere Vorgang in der Zeit der Sommerregen, der letztere in der kühlen trockenen Jahreszeit stattfindet. So könnte es auch bei der Lateritbildung in der gemäßigten Zone der Fall gewesen sein, daß die Bildung der Minerallösungen in der kühlen nassen Jahreszeit, ihr Abdunsten in der heißen trockenen Zeit geschah.

Es wurden hier zwei Fälle aufgezeigt, welche anscheinend auf eine in der Tertiärzeit erfolgte Zunahme der Sonnenenergie weisen, ohne daß sie klar zu beweisen wäre. Man wird sich so an die von Meinardus (10) gegebene Weisung halten können: „Solange man ohne die rein hypothetische Annahme von großen Schwankungen der Solar-konstante oder anderer kosmothermischer Einflüsse auskommen kann, soll man darauf verzichten, sie zur Erklärung von Klimaschwankungen zu verwenden.“

Literatur

- 1) A. v. Woeikof, Gletscher und Eiszeiten in ihrem Verhältnis zum Klima. Z. d. Ges. f. Erdkde. 1881, 3. Heft, S. 52.
- 2) Brockmann Jerosch, Zwei Grundfragen der Paläophytogeographie. Englers Botanische Jahrbücher, 50. Bd., 1914.
- 3) Wallace, Nature 1880, 1881.
- 4) Simpson, Past climates Quart. Journ. R. Met. Soc. Juli 1927. Siehe diese Zeitschrift 1927, Heft 11, S. 424.
- 5) F. v. Kerner, Synthese der morphogenen Winterklimate Europas zur Tertiärzeit. S.-B. d. Akad. d. Wiss. in Wien, 122. Bd., Februar 1913, S. 54.
- 6) F. v. Kerner, Die klimatischen Bildungsbedingungen der deutschen Kaoline und Bauxite. S.-B. d. Akad. d. Wiss. in Wien, 137. Bd., 8. Heft, 1928, S. 41.
- 7) F. v. Kerner, Der Einfluß der variablen Erdbahnelemente auf das morphogene Wärmebild Europas im Tertiär. S.-B. d. Akad. d. Wiss. in Wien, 134. Bd., 3. u. 4. Heft, 1925, S. 135.
- 8) F. v. Kerner, Der klimatische Schwellenwert des vollständigen Lateritprofils. S.-B. d. Akad. d. Wiss. in Wien, 136. Bd., 7. Heft, 1927, S. 413.
- 9) F. v. Kerner, Die klimatischen Bildungsbedingungen. S. 575 ff.
- 10) W. Meinardus, Besprechung in Met. Z. 1925, Heft 4, S. 167.

(Anschrift: Wien 40, Keilgasse 15)