

Aeltere und neuere Ansichten über Verlegungen der Erdachse.

Vortrag gehalten in der Versammlung vom 2. Mai 1908 von Professor Dr. R. Hoernes (Graz).

Schon sehr früh, gegen das Ende des 15. Jahrhunderts, ist zum erstenmal die Meinung ausgesprochen worden, daß die Erdachse keineswegs konstant sei, sondern ihre Lage im Erdkörper ändere. Der Lehrer des Kopernikus, Domenico Maria, behauptete, daß seit Ptolemäus eine unaufhörliche Vergrößerung der Polhöhen eingetreten sei,¹⁾ und seine Ansicht wurde in der Folge vielfach und in verschiedener Richtung erörtert, von manchen — so von Magini — angenommen, von anderen aber abgelehnt. Es wurde auch im Gegensatze zu Domenico behauptet, daß die Polhöhen abnehmen. Gilbert bemerkt darüber 1600: „Ita juxta has Domenici Mariae observationes polus boreus altius elevatur et latitudines regionum majores existunt, quam olim; unde mutationem arguit latitudinum. Jam vero Stadius contraria prorsus opinione decrevisse latitudines per observationes probat.“²⁾ Wie S. Günther angibt, wurden aber auch die Beobachtungen des Stadius von seinen Zeitgenossen nicht für besonders zuverlässig erachtet.³⁾ Später behaupteten die Astronomen gegenüber jenen Hypothesen, welche geologische Vorgänge durch Aenderungen der Achsenlage erklären wollen, die Konstanz derselben. So kommt Bode Ende des 18. Jahrhunderts auf Grund einer Prüfung solcher Hypothesen zu dem Schlusse, daß dieselben abzuweisen seien, die Erdpole vielmehr so, wie wir sie jetzt kennen, „ihre schicklichste Lage“ innehätten.⁴⁾ In ganz ähn-

¹⁾ S. Günther zitiert in seinem Handbuch der Geophysik, 1897, 2. Auflage, Bd. 1, S. 287 hiefür als Quelle: Curtze: Ueber einige bis jetzt unbekannt gedruckte Schriften des Domenico Novora de Ferrara, Alt-preußische Monatschrift (2), VII, S. 516 ff. sowie Prowe, Nik. Kopernikus I, 1, S. 240 ff.

²⁾ W. Gilbert, De magnete, magneticisque corporibus et de magno magnete tellure physiologia nova, London 1600, S. 212 ff.

³⁾ S. Günther, zitiert hiefür Riccioli Almagestum novum I, S. 12.

⁴⁾ Bode, Gedanken über vermutete Veränderungen der Erdpole und -Achse. Neue Schriften der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin, II, S. 303.

licher Weise polemisiert später Mädler in seinem Aufsätze „Die Erdachse“ gegen die bequeme Methode, deren man sich in der Lehre von der Erdbildung bedienen zu dürfen glaubte.⁵⁾ Die ablehnende Haltung der älteren Astronomen und Geophysiker ist erstlich aus den ungenügenden Beobachtungen zu erklären, über welche man damals verfügte, anderseits aber auch aus den gewagten Hypothesen, welche über die Verlegung der Erdachse aufgestellt wurden. So hat — ganz abgesehen von den abenteuerlichen Vorstellungen, die seinerzeit auf dem Boden der Katastrophenlehre sich entwickelten — noch 1875 Stark, um ein Beispiel in dieser Richtung zu nennen, das Anschlagen des das Innere unseres Planeten vermeintlich erfüllenden, glutflüssigen Erdkernes an die Innenseite der starren Kugelschale für die Ursache der Veränderungen der Achsenlage erklärt,⁶⁾ eine Hypothese, die in ihrer Grundlage mit den Perreyschen Ansichten über die Ursachen der Erdbeben viel Gemeinsames hat.

Es kann selbstverständlich nicht meine Aufgabe sein, bis ins einzelne die später eingetretene Aenderung der Meinung der Physiker und Astronomen über die Achsenschwankung der Erde zu verfolgen. Sie mußten sich allmählich dann bequemen, aus theoretischen Gründen und auf Grund tatsächlicher Beobachtungen Veränderungen in der Lage der Erdachse zunächst allerdings nur in bescheidenem Maße zuzugestehen. Günthers Geophysik, der auch die bisher angeführten Daten entnommen sind, gibt einen guten Ueberblick der Entwicklung der Frage bis zum Erscheinen der zweiten Auflage (1897) seines Handbuches. Nur das wesentlichste soll hier angedeutet werden.⁷⁾

Euler⁸⁾ und Legendre hatten die theoretische Vorfrage einem tiefgreifenden Studium unterzogen. Eine übersichtliche Erörterung der Punkte, auf die es dabei ankommt,

⁵⁾ Mädler, Reden und Abhandlungen über Gegenstände der Himmelskunde, Berlin 1870, S. 133 ff.

⁶⁾ Stark, Ueber die Möglichkeit einer Achsenänderung der Erde. München 1875.

⁷⁾ S. Günther, Handbuch der Geophysik, 2. Auflage, I, S. 276—280.

⁸⁾ L. Euler, Theoria motus corporum solidorum seu rigidorum. Rostock-Greifswald 1765, S. 317 ff.; deutsch von Wolfers, III. Greifswald 1853, S. 462 ff.

hat Gravelius⁹⁾ gegeben. Wird auf einer in Rotation befindlichen, aus homogenen Schichten bestehenden Kugel die Massenverteilung erheblich geändert, so bleibt zwar die ursprüngliche Drehungsachse in der nämlichen absoluten Lage, aber die wirkliche Achse, um welche sich die Kugel in einem gegebenen Punkte dreht, beschreibt einen Kegelmantel um die ursprüngliche. Man kann sagen, der instantane Drehungspol beschreibt einen Kreis um den stets dem nämlichen Punkte der Himmelskugel gegenüberliegenden geometrischen Pol. Dieser „Eulerische Kreis“ muß sich, wenn ihm ein hinlänglich großer Halbmesser zukommt, durch tatsächlich zu beobachtende Aenderungen der Polhöhen manifestieren. Es haben denn auch die Beobachtungen zunächst an der Sternwarte von Pulkowa, wie Nyrén zeigte,¹⁰⁾ wirklich solche Aenderungen ergeben. Hall hat sodann Beobachtungen von verschiedenen Orten zusammengestellt und den von Fergola aus anderen Gründen gemachten Vorschlag erneuert, es möchten Breitenbestimmungen an zwei ungefähr gleichweit vom Pole entfernten, aber um 180° in der Länge auseinander liegenden Erdorten vorgenommen werden.¹¹⁾ Küstner hat dann den unwiderleglichen Nachweis der fraglichen kontinuierlichen Verlegung der Erdachse im Erdkörper erbracht und einen eigenen Ueberwachungsdienst zur genaueren Feststellung der Erscheinungen empfohlen,¹²⁾ der später tatsächlich durch Helmert¹³⁾ ins Leben gerufen wurde. Durch Helmert und W. Förster wurde das Studium der Achsenverlegung auch zu einem integrierenden Bestandteile im Arbeitsprogramme der europäischen, bzw. internationalen Gradmessung erhoben, deren Verhandlungen seither über die erzielten Fortschritte Nachricht geben. Durch längere Zeit wurde

⁹⁾ Gravelius, Die Veränderlichkeit der Polhöhen. Naturwissenschaftliche Rundschau, VI, S. 1 ff.

¹⁰⁾ Nyrén, Die Polhöhe von Pulkowa. St. Petersburg 1873.

¹¹⁾ Hall, Variations of Latitude. Astronomical Journal 1885, S. 223 ff.

¹²⁾ Küstner, Neue Methoden zur Bestimmung der Aberrationskonstante nebst Untersuchungen über die Veränderlichkeit der Polhöhen. Berlin 1888, S. 50 ff. — Ueber Aenderungen in der Lage der Erdachse, Görlitz 1893.

¹³⁾ Helmert, Mitteilung über die beabsichtigte Kooperation mehrerer deutscher Sternwarten in bezug auf die Untersuchung kleiner Bewegungen der Erdachse. Astronomische Nachrichten CXX, S. 225 ff.

die Polhöhe in Honolulu durch Marcuse und Preston gemessen und die erhaltenen Resultate mit den Korrespondenzmessungen in Europa verglichen. Es ergab sich, was von vorneherein erwartet werden mußte: Die Polhöheveränderungen an zwei Periökenpunkten sind dem Absolutwerte nach gleich, dem Vorzeichen nach verschieden. Marcuse hat die Sachlage eingehend erörtert.¹⁴⁾ Stellt man die Winkelveränderungen, wie sie sich einerseits im Stillen Ozean, andererseits an den drei kooperierenden Observatorien in Berlin, Potsdam und Straßburg bemerkbar machten, geometrisch dar, so nimmt man wahr, daß beide Kurven sich gegenseitig als symmetrische (Spiegel-) Bilder entsprechen.

S. Günther faßt 1897 die bis dahin erhaltenen Resultate der Untersuchungen über die Verlegung der Erdachse mit folgenden Worten zusammen: „Die augenblickliche Drehungsachse der Erde bewegt sich um die polare Hauptträgheitsachse, indem sie einen Kegelmantel beschreibt, dessen Zeitlinie eine zyklische Kurve ist. Perioden sind verschiedene vorhanden, unter denen jedoch eine solche von angenähert fünf Jahren den Vorrang behauptet, und es kann während dieses Zeitraumes die Polhöhenveränderung sehr wohl einen — natürlich nur scheinbaren — Stillstand erleiden; geologische Umwandlungen erhalten den Prozeß im Gange, der bei völliger gegenseitiger Unveränderlichkeit aller Massenteile an und nahe der Erdoberfläche dadurch zum Aufhören gebracht werden würde, daß die Momentachse der Drehung wieder dauernd mit der ihr benachbarten Hauptträgheitsachse zur Koinzidenz käme.“¹⁵⁾

Seither hat sich herausgestellt, daß die Bewegung des instantanen Drehungspoles eine sehr unregelmäßige Linie ist, welche allerdings einer zyklodischen oder trochoidischen Bahn sich nähert, aber manche Ablenkungen und sogar

¹⁴⁾ Marcuse, Die Veränderlichkeit der geographischen Breiten. Naturwissenschaftl. Rundschau VIII, S. 1 ff.

¹⁵⁾ S. Günther, Handbuch der Geophysik, 2. Auflage, S. 280. Die hier gesperrt wiedergegebenen Worte sind auch dort in gleicher Weise hervorgehoben.

Knickungen aufweist. Der offenbare Zusammenhang dieser Unregelmäßigkeiten mit den katastrophalen Erdbeben, der in den letzten Jahren festgestellt werden konnte und immer deutlicher werden wird, je genauere Anhaltspunkte der internationale Erdbebenbeobachtungsdienst liefert, lehrt, daß die Hauptursachen bei der Verlegung der Erdachse auf Krustenbewegungen zurückzuführen sind. Das Problem der Erdachsenverlegung ist damit auf einen ganz neuen Boden gestellt worden, zumal da sich in den letzten Jahrzehnten auch die ungeheuren tangentialen Verschiebungen, welche größere Teile der Erdrinde erlitten haben und noch erleiden, immer deutlicher erwiesen.

Früher dachte man bei der Diskussion des Problems der Erdachsenverlegung zumeist an den Abtransport von Gesteinsteilen vom Festlande und Ablagerung derselben im Meere, an die Verschiedenheit der Menge atmosphärischer Niederschläge, an die Anhäufung von Eiskalotten während der Eiszeit und ähnliche Vorgänge. Vielfach hat man sich bemüht, rechnerisch den Effekt solcher Umlagerungen auf die Erdachsenverlegung festzustellen.

Es kann nicht meine Aufgabe sein, der mathematischen Erörterung des Problems in allen Einzelheiten zu folgen, um so mehr, als eine Kritik der angewandten Methoden über meine Kraft geht. Ich möchte bloß erwähnen, daß Bessel¹⁶⁾ und Hädenkamp¹⁷⁾ zunächst zu dem Resultate kamen, daß selbst bei Bewegung sehr bedeutender oberflächlicher Massenstücke eine Aenderung der Drehungsachse nur um einen so geringen Betrag erfolge, daß man auf solche Vorkommnisse keine Rücksicht zu nehmen brauche. Lord Kelvin (W. Thomson) hingegen äußerte sich dahin, daß schon die Verschiedenheit der Menge atmosphärischer Niederschläge in Verbindung mit der Eisbildung Achsenschwankungen bis zu $\frac{1}{2}''$ zu verursachen imstande wäre.¹⁸⁾ G. H. Darwin, Gylden,

¹⁶⁾ Bessel, Ueber den Einfluß der Veränderungen des Erdkörpers auf die Polhöhen. Zeitschr. f. Astronomie u. verw. Wissensch. V, S. 25 ff.

¹⁷⁾ Hädenkamp, Ueber die Veränderungen der Rotationsachse der Erde durch Veränderungen auf der Erdoberfläche. Annalen der Physik und Chemie, XC, S. 342 ff.

¹⁸⁾ W. Thomson, Review of Evidence regarding the Physical Condition of the Earth etc. Astronomical Journal, 3 Ser., XII, S. 329 ff.

Schwahn, Schiaparelli, Hergesell u. a. haben sich später eingehend mit dem Problem beschäftigt und die Möglichkeit von Polverlegungen durch geologische Vorgänge ist durch ihre Untersuchungen zur Genüge dargetan worden. Zumal Schiaparelli, auf dessen Darlegungen ich noch später zurückkommen muß, hat die Möglichkeit selbst größerer Verlegungen der Erdachse, allerdings unter teilweise nicht ganz zutreffenden Annahmen über die Beschaffenheit des Erdinnern, dargetan.¹⁹⁾ Ich möchte aber zunächst bei den Zusammenstellungen von Schwahn verweilen, welche eine Reihe bestimmter Fälle erörtern.²⁰⁾ Die große nordeuropäische Vereisung verschob den Nordpol unter 150° W. Gr. um 2670 m nach Süden, während die nordamerikanische Vereisung ihn unter 120° E. Gr. 7810 m südwärts bewegte. Unter dem Zusammenwirken beider Ursachen wurde der Pol unter 139° E. Gr. um 8260 m nach Süden verschoben. Sinkt das Mittelmeer um 500 m, so rückt der Pol 580 m ($19''$) südwärts. Der ungeheure Schuttransport, welchen die Flüsse Indiens nach dem Golfe von Bengalen bewirken, verrückt dadurch den Nordpol jährlich um 1.2 m nach Asien hin. Ist diese Wirkung auch anscheinend sehr gering, so konnten sie doch im Laufe langer Zeiten zu einem merklichen Effekte kommen, nach einer Million Jahre wäre der Nordpol bereits um 1.2 km Zentralasien genähert. Wie man sieht, handelt es sich in allen diesen Fällen um nicht sehr bedeutende Verlegungen der Erdachse und noch weit geringer ist nach Schwahns Darstellung der Effekt radiärer Massenverschiebungen. Es müßte zum Beispiel das ganze Gebiet von England und Wales um 7 m oder ganz Irland um 20 m oder Finnland und die Ostseeprovinzen um 2 m, die iberische Halbinsel um 2.5 m gehoben werden, um eine Polverschiebung von 1 m hervorzubringen.

Es ist daher begreiflich, daß A. Penck 1894 mit Rücksicht auf diese Darlegungen zu folgendem Ausspruche gelangte: „Das Eintreten beträchtlicher Ortsveränderungen der Erdpole beruht daher auf sehr bedeutenden Massenverschiebungen in

¹⁹⁾ Schiaparelli, De la rotation de terre sous l'influence des actions géologiques. St. Petersburg 1889.

²⁰⁾ Schwahn, Ueber Aenderungen der Lage, der Figur und Rotationsachse der Erde. Berlin 1887.

und auf der Erde. Nun aber zeigt sich, daß die großen Züge in der Oberflächengestaltung der Erde sehr alt und bis zu einem gewissen Grade permanent sind. Es haben sohin jene oberflächlichen, wahrnehmbaren Vorgänge, welche die Erdachse verschieben könnten, nur in sehr geringem Umfange gespielt und ihre Wirkung auf die Pole muß daher als eine geringe veranschlagt werden. Die Lage derselben kann sich aus diesen Ursachen nur in engen Grenzen verändert haben.“²¹⁾ Es ist wohl zweifelhaft, ob Penck an diesen Sätzen auch heute noch festhalten würde. Er macht übrigens eine einschränkende Bemerkung, indem er auf die Möglichkeit hinweist, daß Massenverschiebungen im Erdinnern die Lage der Erdachse beeinflussen. Inwieferne dies der Fall sei, entziehe sich allerdings der Schätzung, doch glaubt Penck, daß an dem Vorhandensein solcher Bewegungen nicht zu zweifeln sei: „Der Wärmeverlust, den der Erdkern erleidet, muß in dessen gasförmiger Masse Strömungen hervorrufen, die sowohl radiär als auch horizontal verlaufen können, z. B. zwischen den Gebieten größeren und kleineren Wärmeverlustes. Ebenso sind Strömungen innerhalb des Magmas wohl denkbar. Aber Art und Umfang aller dieser Bewegungen sind gänzlich unbekannt und es kann nur gesagt werden, daß, falls sie dauernde Massenumlagerungen zur Folge haben, dies auch die Lage der Erdpole beeinflussen muß, ebenso wie auch die Niveauverhältnisse der hängenden Kruste.“

Gegen diese letzteren Bemerkungen Pencks möchte ich, ohne auf das schwierige Problem der Beschaffenheit des Erdinnern, das ja vor kurzem von maßgebender Seite erörtert wurde, weiter einzugehen, lediglich den Einwand erheben, daß ich mir wohl einen Wärmeaustausch zwischen Gebieten ungleichen Wärmeverlustes, nicht aber hiedurch hervorgerufene „Strömungen“ innerhalb des Erdkernes vorstellen kann, gleichgültig, ob wir uns ein gasförmiges oder magmatisches Erdinnere denken. Penck erörtert sodann, daß die durch Gestaltsveränderungen der Erde hervorgerufenen Krustenbewegungen anderer Art sind als die durch die Kontraktion bedingten und bemerkt dabei: „Liegt die Kruste auf einem Erdkerne auf, welcher nicht fest ist und mit welchem sie

²¹⁾ A. Penck, Morphologie der Erdoberfläche, 1894, I, S. 465.

also nicht fest verbunden ist, so ist wohl denkbar, daß die Kruste über dem Kerne selbständige Bewegungen beschreibt, wie solche oft schon angenommen, aber noch nicht genauer analysiert worden sind.“²²⁾

Wir werden in der Folge noch wiederholt darauf zurückzukommen haben, daß sehr erhebliche Aenderungen in den Breitegraden und den klimatischen Verhältnissen zustande kommen können, wenn nach der von Evans vertretenen Ansicht selbst ohne wesentliche Aenderung der Rotationsachse größere Aenderungen der geographischen Breite dadurch möglich wären, daß die feste Erdkruste bei eintretender Störung des Gleichgewichtes imstande wäre, bis zur Herstellung desselben über den Erdkern hinweg zu gleiten. Es mag vorläufig nur erwähnt sein, daß z. B. D. Kreichgauer bei der von ihm angenommenen Verlegung der Pole, die seiner Meinung nach im Laufe der geologischen Epochen in einer vollständigen Wanderung der Pole um die ganze Erde bestand, ähnlichen Anschauungen huldigt. Auf eine Kritik dieser Hypothese wollen wir uns vorläufig nicht einlassen, da wir uns noch ein wenig mit den Resultaten der rechnerischen Behandlung der Frage der Polverlegungen durch die Astronomen und Physiker beschäftigen müssen. G. H. Darwin, der zuerst sich eingehend mit diesem Problem beschäftigte, hat zunächst dargelegt, daß bei völliger Starrheit des Erdkörpers eine wenn auch noch so große Massenverschiebung durch Bildung neuer Kontinente die Pole nicht um mehr als höchstens 3° aus ihrer Lage zu bringen vermöchte. Wenn aber der Grad der Starrheit eine zeitweilige Anpassung an einen neuen Gleichgewichtszustand zulassen würde, könnten die Pole ihre Lage zeitweilig um 10° bis 15° geändert haben. Zu einer solchen Wirkung wäre aber notwendig, daß die neuen Kontinente unter dem 45. Breitegrade liegen und ihnen diametral gegenüber Depressionen von gleichen Dimensionen entstanden wären. Aber auch in diesem günstigsten Falle würde eine Hebung von einem Zehntel der ganzen Erdoberfläche um 3000 m die Polhöhe nur um $3^{\circ} 17'$ zu

²²⁾ A. Penck, Morphologie, I, S. 465 zitiert hiezu: Folie, Sur la cause probable des variations de la latitude et du magnétisme terrestre. Bull. Acad. Bruxelles, 1881 (3), II.

ändern vermögen.²³⁾ Schiaparelli ist bei seinen bereits oben erwähnten Untersuchungen zu ähnlichen Resultaten gekommen, Er findet ebenfalls, daß die größten geologischen Veränderungen bei völliger Starrheit des Erdkörpers die Pole nur um geringe Beträge zu verlegen imstande sind, untersucht aber das Problem erstlich unter der Annahme, daß die fast ganz zähflüssige Erde lediglich von einer dünnen, festen Haut bedeckt sei, wie das ja doch lange Zeit von vielen Geologen angenommen wurde, dann aber unter derjenigen einer relativen Plastizität des Erdkörpers. Es kommt dann alles darauf an, wie groß der Starrheitsgrad ist. Bei einer gewissen Plastizität der Erde würden die uns bekannten geologischen Veränderungen ausreichen, um ziemlich beträchtliche Bewegungen der Pole zu veranlassen, bei einem mehr oder minder flüssigen Zustande des Erdinnern würden derartige Bewegungen aber in noch weit höherem Maße eintreten können. Schiaparelli vertritt die Ansicht, daß die Beständigkeit der geographischen Erdpole nicht einmal für die Gegenwart, geschweige denn für die geologische Vorzeit erwiesen sei. In einer früheren Abhandlung spricht er sich über die Frage mit folgenden Worten aus: „Wenn die Geologen durch Prüfung der Tatsachen auf ihrem Gebiete dahin geführt werden, großartige Aenderungen der geographischen Breiten auf der Erde vorauszusetzen, so ist die Astronomie weit davon entfernt, ein absolutes Veto einzulegen.“

Diesen Ausspruch Schiaparellis hat denn auch Neumayr in seiner eingangs erwähnten Darstellung als wesentlichste Begründung der Zulässigkeit einer Polverschiebungshypothese verwertet.²⁴⁾ Ausgangspunkt für die von Neumayr ausführlich begründete andere Lage des Nordpales zur Miozänzeit war der durch O. Heer in seiner *Flora fossilis arctica* geführte Nachweis von dem auf einstiges wärmeres Klima hinweisenden Charakter der zirkumpolaren Miozänflora. Heer selbst hat in seiner „Urwelt der Schweiz“ sich gegen die Annahme einer anderen Lage der Pole zur Erklärung der einstigen klimatischen Verhältnisse ausgesprochen. Er sagt:

²³⁾ G. H. Darwin, *Philosophical Transactions*, N. 187.

²⁴⁾ M. Neumayr, *Erdgeschichte* 1887, II, S. 513.

„Vielfach wurde, und in neuerer Zeit besonders von englischen Naturforschern, die Aenderung der Erdachse und die dadurch bewirkte Verschiebung der geographischen Lage der Pole besprochen.“ (Heer verweist in einer bezüglichen Note auf die Arbeiten von J. Evans, J. F. Twisden und G. H. Darwin.) „Abgesehen davon, daß die Abplattung der Erde an den Polen und ihre Anschwellung am Aequator einer solchen Hypothese große Hindernisse in den Weg legt, widerspricht ihr die früher ausführlicher erörterte Verbreitung der Pflanzen und Tiere in den verschiedenen Weltaltern. Wir haben ja gesehen, daß in den früheren Perioden gar kein Zonenunterschied bestand, daß dieser erst in der oberen Kreide sich kundgibt und daß in der miozänen Zeit die merkwürdige Waldflora in Grönland, Grinnell-Land, Spitzbergen, Nordkanada, Alaska, Kamtschatka und auf der Insel Sachalin uns in einer Weise entgegentritt, die jede Poländerung ausschließt. Es ist nicht möglich, die Pole so zu legen, daß dadurch diese tatsächlichen Verhältnisse, welche für jeden Biologen eine unwiderstehliche Beweiskraft haben müssen, erklärt werden können und alle ihnen widersprechenden Hypothesen, so fein sie auch ausgesponnen sein mögen, haben keinen Wert.“²⁵⁾ Den anderweitigen Erklärungsversuchen für die Klimaänderungen der Erde, welche Heer sodann erörtert und seiner Geneigtheit, hiefür kosmische Verhältnisse verantwortlich zu machen, wollen wir hier nicht weiter folgen. Gegen die oben angeführten Worte mag zunächst eingewendet werden, daß Neumayr ähnliche Klimazonen, wie sie vordem schon für die Kreide und die jüngeren Formationen nachgewiesen waren, auch für die Juraperiode festgestellt hat.

Die ringförmige Umgebung des Nordpols durch die Reste wärmeres Klima andeutender Pflanzen bildet allerdings eine Schwierigkeit. Neumayr selbst hat derselben Erwähnung getan und hervorgehoben, daß an eine sehr bedeutende Verlegung der Pole gar nicht gedacht werden kann, weil die Pflanzenfundorte einen Kranz um den Pol bilden. Er zitiert die Worte Houghtons: „Der Pol ist von einem Ringe derselben umgeben, aus dem er ebensowenig entkommen kann wie eine

²⁵⁾ O. Heer, Die Urwelt der Schweiz, 1879, 2. Auflage, S. 664—665.

Ratte aus einer Falle, welche rings von Dachshunden umstellt ist.“

Neumayr betont die auffallende Tatsache, daß fast alle sehr hoch im Norden gelegenen Fundorte, Grinnell-Land, König-Karl-Land, Spitzbergen und Grönland nach einer Richtung vom Pole in dem Raume zwischen 30° östlich und 70° westlich von Greenwich liegen; der einzige Punkt, nördlich von 70° nördlicher Breite, der nicht in diesen Abschnitt fällt, derjenige von Banks-Land, stelle eine Anhäufung tertiärer Treibhölzer dar, die vermutlich nicht an der Stelle gewachsen wären, wo sie heute liegen, sondern durch Meeresströmungen dorthin verschwemmt seien. Betrachte man dagegen die Flora der unter weniger als 60° nördlicher Breite gelegenen Vorkommnisse auf Alaska, welche in einer jener ersten ungefähr entgegengesetzten Richtung liegen, so finde man, daß sie ebenso nordisches Gepräge tragen wie die in Grönland unter 70° , ja fast in demselben Grade wie die auf Spitzbergen unter 78° . Neumayr findet, daß eine weniger abnorme Gruppierung erzielt würde, wenn wir uns den Nordpol im Meridian von Ferro um 10° gegen das nordöstliche Asien hin verschoben denken. Bei einer solchen Lage des Poles würde keine der Pflanzenfundstätten nördlicher als 73° liegen, es würde sich erklären, warum die Fundorte in Alaska, Sachalin etc. verhältnismäßig entschieden nordischeres Gepräge tragen als diejenigen auf Spitzbergen und Grönland. Ebenso würde sich damit gut in Einklang bringen lassen, daß im Pliozän Japans die Pflanzen einem kühleren Klima entsprechen als heute.

A. G. Nathorst, der sich selbst auf das eingehendste mit der Untersuchung fossiler Floren beschäftigte und dessen Urteil in der vorliegenden Frage daher von besonderem Belang ist, schließt sich der Neumayrschen Erklärung an, erachtet aber eine Verlegung des Poles um nur 10° für ungenügend, um die Tatsachen zu erklären. In seiner 1888 veröffentlichten Abhandlung: „Zur fossilen Flora Japans“,²⁶⁾ erörtert er am Schlusse die geologische Altersbestimmung der pflanzenführenden Ablagerungen und zieht Schlüsse auf die klimatischen

²⁶⁾ A. G. Nathorst, Zur fossilen Flora Japans. Paläontologische Abhandlungen, herausgegeben von W. Dames und E. Kayser, Bd. IV, 1888 bis 1889, S. 197.

Verhältnisse der Floren. Er sagt, daß ihn die Beobachtung der fossilen Flora Japans schon längst zur Vermutung einer Polverlegung gebracht habe, und es sei ihm daher eine besondere Genugtuung gewesen, bei einem so hervorragenden Forscher wie M. Neumayr ungefähr denselben Gedankengang wiederzufinden. „Als Neumayr seine Ansicht entwickelte, wußte man noch nicht, welche Resultate sich aus der Untersuchung der vorpliozänen Flora Japans ergeben würden. Nachdem wir dieselben aber kennen gelernt haben, dürfte es richtiger sein, die gedachte Verschiebung etwas mehr in die Nähe des japanisch-grönländischen Meridians zu verlegen, da Japan für das relativ kälteste, Grönland für das relativ wärmste Klima spricht. Auch dürfte es am besten sein, die Senkung der Isothermen im östlichen Asien ganz außer Betracht zu lassen, da die Verteilung von Land und Meer in der Tertiärzeit eine ganz andere gewesen ist als in der Jetztzeit. Eine Verschiebung von 10^0 scheint daher nicht hinzureichen, und wir nehmen versuchsweise eine solche von 20^0 an, d. h., wir denken uns, daß der tertiäre, vorpliozäne Pol seine Lage im nördlichen Asien etwa unter dem jetzigen 70^0 nördlicher Breite und 120^0 östlicher Länge von Greenwich, gehabt hat.“²⁷⁾

Mit dieser Annahme würde vor allem der Umstand gut übereinstimmen, daß der von Heer im fünften Bande der „Flora fossilis arctica“ erörterte Pflanzenfundort der Tschirimikaja an der Lena, der unter 85^0 zu liegen käme, eine Kleinheit der Blätter aufweist, die vielleicht durch die Nähe des angenommenen Poles erklärt werden könnte. Aber Nathorst zeigt, daß auch sonst die Beschaffenheit der fossilen Floren in vollstem Einklange mit ihrer Lage zu dem angenommenen Pole stehe. Alle Floren mit immergrünen Laubbäumen würden außerhalb des miozänen Polarkreises zu liegen kommen.

Neumayr hatte bereits auf die Tatsache hingewiesen, daß auch in der Region des Südpoles Anzeichen einer früheren anderen Lage derselben vorhanden sind.²⁸⁾ Nach Philippis Untersuchungen enthalten die miozänen und eozänen Mollusken Chiles unter etwa 35^0 südlicher Breite keine Formen, welche

²⁷⁾ Nathorst, a. a. O. S. 247.

²⁸⁾ Neumayr, Erdgeschichte, II, S. 511.

den Schluß auf ein wärmeres Klima als das heutige zulassen. Nathorst bemerkt hiezu: „Es ist aber gewiß sehr eigentümlich, daß diese Tatsache in vollständigem Einklange mit der oben angenommenen Lage des Poles zu stehen scheint, denn dieselbe würde den Südpol unter dem 60. Meridian westlicher Länge von Greenwich Chile um 20 Breitengrade näherbringen und die Fundstätte der erwähnten Mollusken würde dementsprechend während der Tertiärzeit etwa unter dem 55⁰ südlicher Breite gelegen haben.“

In der zweiten Auflage der Neumayrschen Erdgeschichte hat V. Uhlig 1895 gegen die Hypothese der Polverlegung zur Erklärung der klimatischen Verhältnisse der Tertiärzeit gewichtige Bedenken vorgebracht.²⁹⁾ In Beziehung auf den Charakter der tertiären Konchylienfauna Chiles verweist er darauf, daß die in Chile unter 37⁰, in Potosi unter 19⁰ 21' gesammelten und von Engelhard bearbeiteten Tertiärpflanzen die für die Neumayr-Nathorstsche Hypothese ungünstigste Tatsache enthüllen, daß in diesen Gegenden zu jener Zeit ein tropisches Klima geherrscht haben müsse. Auch aus dem hohen Norden aber seien in neuerer Zeit Tatsachen bekannt geworden, welche gegen die Hypothese der Polverlegung sprechen: „Bei der an interessanten Ergebnissen so reichen Durchforschung der Neusibirischen Inseln durch E. v. Toll ist in den früher für eine Treibholzanhäufung gehaltenen ‚Holzbergen‘ ein tertiäres Braunkohlenlager erkannt worden. Unter den dort gesammelten Pflanzenresten erkannte Schmalhausen Pappeln, Sequoien, Blütenstände der Sumpfyzypresse (*Taxodium distichum miocaenicum*), verschiedene reife Früchte, im ganzen eine Vegetation, die ein gemäßigtes Klima, nicht aber die Nähe des Poles verrät. Die Pflanzen des Tschirimikajafelsens sind, wie v. Toll zeigt, auf demselben Festlande gewachsen, wie die der Neusibirischen Inseln, die erst sehr spät vom Festlande abgetrennt wurden. Somit verliert auch die Verkümmerng der Tschirimikajapflanzen ihre Beweiskraft; der Zufall tritt an ihre Stelle.“

„Da wir also“ — fährt Uhlig fort — „auch mit der Annahme der Polverschiebung zu keinem befriedigenden Er-

²⁹⁾ Neumayr-Uhlig, Erdgeschichte, 1895, 2. Auflage, II, S. 385.

gebnisse kommen, rückt die alte, durch E. Koken warm und geschickt verteidigte Ansicht in den Vordergrund, daß Aenderungen in der Verteilung von Wasser und Land die Ursache der besprochenen Erscheinungen waren.“ Den von Uhlig zitierten Sätzen, welche eine Erklärung der tertiären Polarflora geben sollen, stehen freilich manche Bedenken entgegen: „Die Wärmezufuhr (in den Polargegenden) ist an und für sich nicht so gering, daß sie die Vereisung notwendig nach sich zieht, aber die Ausstrahlung während der monatelangen Polarnächte muß allerdings gehemmt werden, wenn sie nicht zu bleibender Eisbildung führen soll. Die Nacht, die außerdem nicht ganz lichtlos ist, könnte möglicherweise selbst von immergrünen Bäumen überstanden werden, denn man trifft ja auch Nadelbäume und Erikazeen mit immergrünen Blättern in diesen hohen Breiten, aber des Wärmeschutzes können sie nicht entbehren. Es muß eine Aufspeicherung der am Tage oder im Sommer zugeführten Sonnenwärme eintreten, es müssen Bedingungen vorhanden sein, welche die Ausstrahlung heruntersetzen; dann kann in bestimmten Gegenden selbst den Pflanzen der wärmeren gemäßigten Zone die Existenz gesichert bleiben, während sie im anderen Falle in den Zustand der Vereisung versinken.“ Diesen Sätzen gegenüber soll auf die in letzter Zeit von E. Kayser ausgesprochene Ansicht hingewiesen werden, daß die Vorstellung von einer Polverschiebung in der Tertiärzeit trotz aller dagegen geäußerten Bedenken an Boden gewinne: „Wir möchten glauben, daß sie schon deshalb schwer zu umgehen sein wird, weil ohne sie die monatelange Polarnacht mit ihrer ungeheuren Wärmeausstrahlung ein nahezu unüberwindliches Hindernis für die Entwicklung solcher Baumflora sein würde, wie wir sie im Tertiär Grönlands und Spitzbergens antreffen.“³⁰⁾ Nun hat man allerdings den Versuch gemacht, die besseren oder schlechteren klimatischen Verhältnisse früherer Epochen der Erdgeschichte durch einen größeren oder geringeren Gehalt an Kohlensäure zu erklären. Arrhenius geht von der Annahme aus, daß eine Zunahme der Kohlensäure die Absorptionsfähigkeit der Atmosphäre für die

³⁰⁾ E. Kayser, Lehrbuch der allgemeinen Geologie, 1905, 2. Auflage, S. 76.

Sonnenstrahlen steigern und zugleich die Wärmestrahlung des Bodens erschwere. Höherer Kohlensäuregehalt der Atmosphäre müsse daher die Temperatur der Erdoberfläche steigern, eine Abnahme der Kohlensäure aber erniedrigen. Das warme Klima während der Tertiärzeit führt Arrhenius auf die Kohlensäuremengen zurück, welche die tertiären Vulkanausbrüche lieferten. Den Verbrauch der Kohlensäure durch die üppige Vegetation der Tertiärperiode und die gesteigerte Karbonatbildung betrachtet er als Hauptgrund für die Vereisung der Diluvialperiode.³¹⁾ Frech hat diesen Gedanken noch weiter ausgesponnen und auch auf die Karbonzeit angewendet, die ihr warmes Klima und ihre Treibhausvegetation den Kohlensäuremengen zu danken hätte, welche durch eine Periode gesteigerter vulkanischer Tätigkeit geliefert worden seien. Der Aufzehrung des Kohlensäureüberschusses sei auch damals eine Eiszeit gefolgt.³²⁾ Die physikalische Grundlage der Arrheniusschen Hypothese ist indes durch Angström widerlegt worden. Dieser führt — worauf hier nicht weiter eingegangen werden soll — den Nachweis, daß die heutige Kohlensäuremenge der Atmosphäre vollständig genügt, um diejenigen Strahlen zu absorbieren, welche überhaupt absorbiert werden können. Ein Mehr an Kohlensäure könne gar nichts nützen. Nach Angströms Berechnungen würde sogar ein Fünftel der heute vorhandenen Kohlensäure zur nahezu völligen Absorption genügen und erst dann, wenn der Kohlensäuregehalt unter ein Fünftel des jetzigen sinken würde, könnte sich ein Einfluß auf das Klima geltend machen.³³⁾

Aber auch die klimatischen Verhältnisse der Diluvialperiode sprechen entschieden gegen die Erklärung der Vereisung durch wechselnden Kohlensäuregehalt der Atmosphäre. Eine einmalige große Eiszeit, wie sie der Arrheniusschen

³¹⁾ S. Arrhenius, Ueber den Einfluß des atmosphärischen Kohlensäuregehaltes auf die Temperatur der Erdoberfläche, Bihang Svenska-Vetensk. Akad. Handlingar, 1896, Bd. 22, I, 1.

³²⁾ Zeitschrift d. Ges. f. Erdkunde. Berlin 1902, S. 611—671.

³³⁾ Angström, Ueber die Bedeutung des Wasserdampfes und der Kohlensäure bei der Absorption der Erdatmosphäre, Ann. Phys. 1900 N. F. Bd. 3 und andere Veröffentlichungen über diesen Gegenstand. Vergleiche Kayser, Lehrb. d. Geologie, 2. Auflage, S. 86 ff.

Annahme entsprechen würde, existierte nicht; an ihrer Stelle haben wir mindestens vier Eiszeiten mit drei Interglazialepochen, in welchen teilweise wärmeres Klima herrschte, als es heute an den betreffenden Stellen der Fall ist. Es ist unmöglich, die wiederholten, durch warme Interglazialzeiten getrennten diluvialen Vereisungen durch Abnahme der Kohlensäure seit der Tertiärzeit zu erklären, ebenso wie es unmöglich ist, das warme Klima der letzteren auf einen damaligen höheren, durch die tertiären Vulkane gelieferten Kohlensäuregehalt zurückzuführen, und damit schwindet auch die in den oben zitierten Sätzen angedeutete Möglichkeit, die Existenz einer auf wärmeres Klima deutenden Tertiärflora in höheren Breiten durch Herabsetzung der Ausstrahlung während der Polarnacht zu erklären.

Max Semper hat 1896 in einer eingehenden Untersuchung über die klimatischen Verhältnisse des Eozän in Europa und im Polargebiete³⁴⁾ die Ansicht ausgesprochen, daß die früheren Versuche, klimatische Aenderungen auf Schwankungen der Sonnenwärme zurückzuführen, die sich auf die Veränderlichkeit der Exzentrizität der Erdbahn und der Entfernung der Sonne in den einzelnen Jahreszeiten, auf die Abkühlung der Sonne, oder die Annahme einer verschiedenen Lage der Erdachse stützten, überflüssig seien. Am Schlusse sehr eingehender Darlegungen über die klimatischen Verhältnisse zur Eozänzeit äußerte er sich mit folgenden Worten: „Das klimatische Problem bedarf demnach weder in Beziehung auf das Polargebiet, noch auf Europa für das Eozän einer Lösung durch hypothetische Hilfsfaktoren:

1. Wenn das tertiäre Polarmeer so eingeengt war, daß es die Standorte der fossilen Polarflora klimatisch nicht beeinflusste und durch den zufließenden warmen Strom auf einer relativ hohen Temperatur erhalten wurde;

2. wenn die Polarflora beträchtlich niedrigere Wintertemperaturen ertrug, als Heer annahm.

³⁴⁾ Max Semper, Das paläothermale Problem, speziell die klimatischen Verhältnisse des Eozän in Europa und im Polargebiete. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1896, Bd. 48, S. 261—349.

Als gesichertes Resultat dieser Darlegungen kann man betrachten, daß der Einfluß von Veränderungen in der horizontalen Konfiguration der Erdoberfläche auf das Klima ein viel größerer ist, als bisher angenommen wurde, und daß ohne Berücksichtigung dieses Einflusses eine zutreffende Lösung des paläothermalen Problems nicht möglich ist.“³⁵⁾

Nur ganz flüchtig berührt Semper in der Einleitung seiner Abhandlung unter den von ihm zurückgewiesenen Erklärungsversuchen die von Neumayr in seiner Erdgeschichte „trotz des Widerspruches der Geophysiker“ ausgesprochene Ansicht, daß die Ursache der klimatischen Aenderungen in einer verschiedenen Lage der Erdachse zu suchen sei. Aber schon im folgenden Jahre kommt Max Semper abermals auf das paläothermale Problem zurück, er berichtigt in vielen Punkten die Darlegungen seiner ersten Abhandlung und gelangt dazu, selbst für die Eozänzeit eine beträchtliche Verschiebung des Nordpoles — um etwa 30^0 gegen Alaska zu — anzunehmen. Seine Ausführungen sind in mehr als einer Hinsicht bemerkenswert, zunächst was die Einwände anlangt, die gegen Neumayrs Ansicht erhoben worden sind und die Semper nunmehr als nicht stichhältig bezeichnet.³⁶⁾ Doch meint Semper, daß es dafür, daß der Pol in einer vergangenen Periode eine andere Lage gehabt hätte als gegenwärtig, eines kräftigeren Beweises bedürfe als der, daß mit dieser Annahme die Existenz der Polarflora zu erklären sei u. dgl. Wohl aber könnten nach Sempers Meinung die gleichzeitigen Meeresströmungen in diesem Sinne verwendet werden, denn sie seien wenigstens im offenen Ozean abhängig von der Lage des Aequators. Ließen sich Veränderungen in ihrer Lage und Richtung nachweisen, so müßten sich unter Umständen ähnliche Bewegungen des Aequators, resp. des Poles daraus ableiten lassen. Semper sucht dann aus der Verbreitung der alt-

³⁵⁾ a. a. O., S. 320. Die dort gesperrt gedruckten Stellen wurden auch hier so wiedergegeben.

³⁶⁾ M. Semper, Das paläothermale Problem. II. Berichtigungen und Zusätze über die klimatischen Verhältnisse des Eozäns. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1899, Bd. 51, S. 185—206.

tertiären Pflanzen und der Richtung der eozänen Meeresströme den Nachweis für eine Polverlegung zu erbringen. Er sucht diesen Nachweis auch zu stützen durch die Oszillationen des Meeres zur Eozänzeit. Er geht von der Erwägung aus, daß das Wasser am Aequator sich aufstaut, es folge daraus, daß, wenn der Aequator seine Lage ändert, diese Wassergürtel ihm folgen müssen. In den niederen Breiten zugeführten Gebieten müsse sich eine Neigung zu Transgressionen, in den übrigen die umgekehrte Tendenz bemerkbar machen: „Wanderte also im Eozän der Aequator über Afrika langsam nordwärts, so mußte das Meer zuerst in südlicheren Gebieten vordringen und sich allmählich nach Norden ausdehnen. Sobald der Aequator seinen Kulminationspunkt überschritten hatte und rückwärts wanderte, mußten auch die Meere sich erst aus den nördlicheren, dann aus den südlicheren Gebieten zurückziehen.“ Semper findet nun, daß die Veränderungen der eozänen Meere in ihren großen Grundzügen in der Tat an eine solche Oszillation erinnern. Wenn auch nicht alle Einzelheiten übereinstimmen können, da lokale Ursachen neben einem mehr universell wirkenden Faktor von großer, im einzelnen Falle ausschlaggebender Bedeutung sein müssen, so gelangt er doch zu dem Ausspruche: „Aber in diesen Grundzügen läßt sich die Geschichte der eozänen Meere in Einklang bringen etwa mit einer Wanderung des Poles im 20^o östlich von Greenwich, so zwar, daß man ihn gegen Ende der Kreidezeit ungefähr in seiner gegenwärtigen Lage, im Mitteleozän am weitesten, etwa um 30^o gegen Alaska verschoben, suchen würde und ihn im Oligozän wieder zurückwandernd denkt.“

Eine weitaus größere Verlegung der Pole, als sie von Neumayr, Nathorst und Semper angenommen wurde, hat in neuerer Zeit D. Kreichgauer behauptet.³⁷⁾ Er läßt nämlich die Pole um die ganze Erde herumwandern, so daß der Nordpol jetzt geradezu in die Gegend zu liegen käme, wo einst, in grauester Vorzeit der Erdgeschichte, der Südpol lag. Kreichgauer geht dabei von der Ansicht aus, daß die Erdrinde auf dem flüssigen Inneren sich zu verschieben vermöge. Die durch Schrumpfung des Erdkernes infolge der Abkühlung

³⁷⁾ D. Kreichgauer, Die Aequatorfrage in der Geologie. Steyr 1902.

verursachte Faltung der Rinde erfolge nicht regellos, sondern in zwei bestimmten Richtungen. „Wenn die Schrumpfung allein vorhanden wäre, dann gäbe es wohl auf der Erde weder für die Gebirgsfaltung einer bestimmten Periode eine vorherrschende Richtung noch für die zeitlich aufeinander folgenden Systeme eine geregelte Abwechslung.“ In Wirklichkeit finde sich ein ganz anderes, sehr charakteristisches und völlig einheitliches Verhalten der Erdrinde. Jedesmal, wenn die Zeit des großen Zusammenschubes gekommen sei, nehme dieser im großen und ganzen zwei nahe auf einander senkrechte Richtungen an, eine äquatoriale und eine meridionale; — es entstehe ein „Aequatorgebirgsring“ und meridionale „Gebirgstriche“.³⁸⁾ Kreichgauer sucht nun die Lage des jeweiligen Aequatorringes und der meridionalen Gebirgstriche für die einzelnen Faltungsphasen festzustellen. Das achte Kapitel seines Buches, welches den Kern der Gesamtdarlegungen bildet, führt den Titel: „Wege des Aequators, erkannt aus den Gebirgsystemen der Vorzeit“;³⁹⁾ in demselben gibt er eine Reihe von kartographischen Darstellungen, zunächst der Gebirgszonen der Tertiärzeit, dann der laurentinischen Gebirgszonen aus frühhazoischer Zeit, der arvalischen Gebirgszonen aus spät-azoischer Zeit, des präkambrischen Gebirgsystems, des silurischen Gebirgsystems, des karbonischen Gebirgsystems, auf welchen Karten die — zumal hinsichtlich der älteren Phasen der Faltung auf sehr unsicheren Anhaltspunkten rekonstruierten — Gebirgszüge stets in einen „Aequatorialring“ und meridionale Gebirgstriche“ gegliedert und in Abhängigkeit von dem supponierten laurentinischen, arvalischen, präkambrischen, silurischen und karbonischen Aequator gebracht werden.

Die folgenden Kapitel 9 bis 12 führen die Titel: „Wege des Aequators, erkannt aus der Richtung der schiebenden Kraft — Aus den Ueberflutungen und Senkungen — Aus der Verbreitung des roten Sandsteines — Aus den Organismen und den Eiszeiten.“ Auf ihren Inhalt soll hier nicht näher eingegangen werden, so beachtenswert manche der Ausführungen Kreichgauers auch sind. Im letzten Kapitel finden wir auf Seite 321 eine Figur, welche die supponierte Bahn des Süd-

³⁸⁾ a. a. O., S. 72 ff.

³⁹⁾ a. a. O., S. 194 ff.

poles, auf Seite 333 eine weitere, welche jene des Nordpoles zur Anschauung bringt. Sie zeigen am besten, welche weitgehende Wanderungen der festen Erdrinde auf dem flüssigen, seine Rotationsachse bewahrenden Kern angenommen werden.

E. Kayser, welcher, wie wir oben sahen, den durch Neumayr und Nathorst geäußerten Ansichten über eine beschränkte Verlegung der Pole zuzustimmen geneigt ist, meint, daß selbst die Vorstellung von noch beträchtlicheren Polverschiebungen mit den heutigen Anschauungen durchaus nicht unvereinbar sei, bemerkt aber: „Damit soll freilich einer so weitgehenden Anwendung dieser Hypothese, wie sie Kreichgauer versucht hat, der die Pole um die ganze Erde herumwandern läßt, keineswegs das Wort geredet werden.“⁴⁰⁾ Und an anderer Stelle gibt er folgende Kritik der Kreichgauerschen Ansichten: „Wäre die Erde eine vollkommene Kugel, so wären solche Vorstellungen einigermaßen verständlich; mit ihrer Polabplattung aber erscheinen sie kaum vereinbar. Denn da infolge der Abplattung jeder Aequatorialpunkt die Pole um mehr als 20 km überragt, so wäre eine Verschiebung der Pole gegen den Aequator nicht ohne die allergrößten Dehnungen und Emportreibungen der Kruste, jede Verlegung des Aequators gegen die Pole nicht ohne die gewaltigsten Pressungen, Zerquetschungen und Einsenkungen denkbar. Die Wege, die die Pole auf der Erdoberfläche zurücklegten, müßten gekennzeichnet sein durch zusammenhängende Zonen von ungeheuren, alle sonstigen Störungen weit hinter sich lassenden Dislokationen, deren Spuren wohl keine nachfolgende Abtragung ganz auszutilgen vermocht hätte. Der Nachweis derartiger Dislokationszonen ist aber bisher in keiner Weise geführt, ja nicht einmal versucht worden.“⁴¹⁾

Neumayr, Nathorst und Semper sind durch klimatische Verhältnisse, die sich in Flora und Fauna tertiärer Zeiträume erkennen lassen, zur Annahme kleinerer oder größerer Polverschiebungen veranlaßt worden; Kreichgauer hingegen durch geologische Tatsachen, u. zw. zunächst durch die angeblich in verschiedenen Epochen anderer Anordnung folgenden und dadurch abweichende Lage des Aequators verratenden

⁴⁰⁾ E. Kayser, Lehrbuch der allgem. Geologie, 2. Aufl., S. 76.

⁴¹⁾ E. Kayser, a. a. O., S. 12 in Note.

Kettengebirge. Die drei erstgenannten Autoren haben zwar ein ziemlich verschiedenes Ausmaß der Polverlegung angenommen, doch bewegen sich ihre Hypothesen insgesamt in Grenzen, welche nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse nicht über das Maß des Zulässigen hinauszugehen scheinen. Anders liegt die Sache bei Kreichgauer, der ja geradezu die Pole um die ganze Erde herumwandern läßt. Die von ihm vertretene Ansicht wird, so wie sie von seiten der Geologen Widerspruch erfahren hat, auch von seiten der Geophysiker kaum gebilligt werden. Wahrscheinlich wird dies auch einer weiteren, auf geologischer Grundlage ausgebildeten Hypothese widerfahren, die zwar nicht eine einmalige, sehr weitgehende Verlegung der Pole, wohl aber ein wiederholtes Schwanken der Rotationspole auf einem größten Kreise behauptet: der „Pendulationstheorie“ von P. Reibisch.

Diese Theorie wurde von ihrem Autor 1901⁴²⁾ zum erstenmal dargelegt und vier Jahre später weiter entwickelt⁴³⁾ auf Grund geologischer Erscheinungen, welche gewöhnlich als Anzeichen von Hebungen oder Senkungen des Landes bezeichnet werden. Aus der räumlichen Verteilung der betreffenden Vorgänge schloß Reibisch auf eine pendelartige Bewegung der Rotationspole auf einem „Schwingungskreise“, während zwei, auch heute näher dem Aequator liegende Punkte, die „Schwingpole“, von welchen der eine in Ecuador, der andere in Sumatra liegt, ihre Lage unter dem Aequator allezeit behaupten sollen.

Der „Schwingungskreis“ ist der Meridian 10^0 östlicher Länge von Greenwich; er ist 90^0 von einem anderen Meridian entfernt, der durch die Rotations- und Schwingpole geht und „Kulminationskreis“ genannt wird, der seinen Namen deshalb erhalten hat, weil jeder Punkt seine größte Polhöhe erlangt, wenn er diesen Kreis schneidet. Der Kulminationskreis zerlegt die Erde in eine pazifische und eine atlantisch-indische Hemisphäre und jede Hemisphäre wird durch den Aequator in einen nördlichen und südlichen Quadranten geteilt. Der Quadrant, in welchem Europa liegt, befände sich jetzt in äqua-

⁴²⁾ Paul Reibisch, Ein Gestaltungsprinzip der Erde. 27. Jahresbericht des Vereines für Erdkunde zu Dresden, 1901.

⁴³⁾ Ebendasselbst, 1905.

torialer Pendulation, er nähert sich dem Aequator. Früher, während der Glazialzeit, lag Europa nördlicher, zur Jura- und Kreidezeit aber noch weiter südlich als jetzt.

Ihre Hauptstütze fand die Theorie in dem Auf- und Untertauchen des Landes, für welches die Form des Geoids verantwortlich gemacht wird. Die Differenz zwischen der Rotationsachse und dem äquatorialen Durchmesser beträgt über 40 km. Nun nimmt das Meer bei jeder Lage der Rotationsachse die abgeplattete Geoidform an, während die Erdkruste zunächst starr bleibt, bei polarer Schwingungsphase muß also jeder Punkt, wenn er sich dem Pole nähert, aus dem Wasser herausgehoben werden, umgekehrt bei äquatorialer Phase bei Annäherung an den Aequator untertauchen. Die Verschiebungen werden am stärksten unter dem Schwingungskreise und nehmen kontinuierlich gegen die Schwingpole ab, wo sie gleich Null sind. Ein Punkt, der unter dem Schwingungskreise am Aequator 10.000 m unter dem Meeresspiegel läge, würde nach dem Pole verschoben mehr als 10.000 m über dem Meeresspiegel liegen, ebenso natürlich umgekehrt. Die bekannten Fälle von Niveauschwankungen sollen sich nun ohne Schwierigkeit durch die Pendulation erklären lassen. Namentlich wird dies von den Beobachtungen an den Korallenriffen behauptet, welche sich im nordpazifischen Quadranten in polarer Schwingungsphase befänden und sich daher, wie die Hawaiinseln, aus dem Wasser herausheben, während sie im südpazifischen untertauchen. Im Indischen Ozean läge die Sache bei entgegengesetzter Bewegung umgekehrt, wodurch sich das entgegengesetzte Verhalten der Malediven und der südlich benachbarten Kokosinseln ohne Schwierigkeit aufkläre. Auffällig verhalte sich Florida, das gerade vom Kulminationskreise geschnitten wird, weshalb seine Westhälfte in polarer Bewegung begriffen sei und steige, während die Osthälfte in äquatorialer Bewegung sinke.

Florida gäbe aber noch in anderer Hinsicht ein gutes Beispiel. Infolge der Lage nahe dem Schwingpole hätte die Halbinsel nie allzu tief untertauchen können, daher die Korallen nur bis 50' hinabreichen. Umgekehrt liege die Sache bei Funafuti in der Ellicegruppe, nahezu unter dem Schwingungskreise, wo die Bohrungen über 600' mächtige Korallenbildungen

ergaben. Als ein ähnliches Beispiel wie Florida mit entgegengesetzten Beziehungen nahe benachbarter Regionen nennt Reibisch die großen nordamerikanischen Seen. Der Kulminationskreis trennt die beiden östlichen, den Ontario- und Eriesee, von den westlichen, dem Huron-, Michigan- und Oberen See. Jene sind in die äquatoriale Phase übergetreten, diese haben noch ein Stück in polarer zurückzulegen, ehe sie ihre Kulmination erreichen und in die entgegengesetzte Bewegung übergehen. Dem entsprechen die Resultate von Gilberts Untersuchungen über die Strandverschiebungen, welche letztere sich in beiden Gruppen entgegengesetzt verhalten.

Die Galapagosinseln wurden erst kürzlich untergetaucht, sind daher erst vor kurzem in die einzelnen Inseln zerfallen. Bei der Nähe von Ecuador, dem westlichen Schwingungspole, ging die Bewegung sehr langsam vor sich; dem entspricht der Zerfall der Lebewelt in einzelne, nach den Inseln gesonderte Arten.

Die Schwingpolgebiete, welche immer näher den Tropen verbleiben, ermöglichten die Persistenz altertümlicher Lebewesen.

Reibisch erörtert ferner die geologischen Vorgänge, welche die Pendulation der Pole dadurch hervorrufen mußte, daß auch die Lithosphäre nicht als absolut starr zu betrachten ist, sondern unter dem Einflusse der Zentrifugalkraft bestrebt sein muß, bei jeder Lage der Pole die Form des Geoids anzunehmen, nur daß ihre Umgestaltung langsamer und unregelmäßiger erfolgt. Durch die Zentrifugalkraft werde das in äquatorialer Schwingungsphase befindliche Land ausgeweitet, gestreckt, wie denn auch die immer unter dem Aequator verharrende Schwingungsachse: Ecuador—Sumatra, die den Einwirkungen der Zentrifugalkraft dauernd und gleichmäßig unterlag, den längsten Durchmesser darstelle, den die Erde besitzt.

In den Quadranten mit äquatorialer Schwingungsphase finden sich als Anzeichen der Dehnung Depressionen, die um so stärker werden, je mehr wir uns dem Aequator nähern: so im indo-atlantischen Nordquadranten der Kaspisee, das Tote Meer, die Einsenkungen in Ostafrika und entsprechende Erscheinungen im pazifischen Südquadranten, in Australien,

der die gleiche äquatoriale Schwingungsphase aufweist. Dabei folgt der afrikanische Graben ebenso der meridionalen Richtung, wie die Tuscarrora- und die Tongatiefe auf dem Boden des Stillen Weltmeeres.

In den Quadranten mit polarer Schwingungsphase findet ein entgegengesetztes Verhalten statt. Das Land hebe sich immer stärker aus dem Meere, es entstünden dadurch Druckdifferenzen und Gebirgstauchungen. Die Gebirge wären also eine Folge der polaren Pendulation. Dabei würden mannigfache Verschiedenheiten bedingt durch die Verschiedenheit des im Meere abgelagerten und nun aufgestauten Materiales, ferner durch die Stauungen, welche besonders widerstandsfähige Massen verursachen.

Reibisch findet ferner die Gleichartigkeit der Sedimente auf der ostasiatischen und westamerikanischen Seite sehr bezeichnend für den nordpazifischen, in Bildung begriffenen Quadranten, dessen Sedimente als synchronisch bezeichnet werden müssen.

Die stärkste Abplattung des Landes muß an den Polen erfolgen, sie verursacht eigenartige Erscheinungen. In den arktischen Gegenden läßt sich nach Reibisch der Einbruch eines jungen Meeres verfolgen. Dabei fand eine Aufstauchung gegen das Land statt, so daß dieses rings an den Küsten von Nordamerika, Europa und Asien sich hebt, auch dort, wo es eigentlich unter dem bloßen Einflusse der Pendulation sinken sollte, wie in Skandinavien. Besonders deutlich aber zeige sich die Wirkung der Pendulation in dem Einbruche des Wassers unter dem Schwingungskreise in der Beringstraße auf der einen Seite, am westlichen Norwegen auf der anderen. Umgekehrt dringe unter dem Kulminationskreise das Land am weitesten gegen den Nordpol vor: Taimyrhalbinsel auf der asiatischen, Grantland und Nordgrönland auf der amerikanischen Hälfte.

Der Südpol stelle gewissermaßen das Negativ zum Nordpol dar, die Arktis sei landumgürtetes Meer, die Antarktis meerumgürtetes Land — aber auch die letztere lasse das gleiche Vordringen des Meeres unter dem Schwingungskreise erkennen.

Ich bin leider nicht in der Lage, die Pendulationstheorie hinsichtlich ihrer physikalischen Möglichkeit zu erörtern,

möchte aber der Vermutung Ausdruck geben, daß die Geophysik sich ihr gegenüber in vielleicht noch höherem Grade ablehnend verhalten wird, als dies hinsichtlich anderen Polverlegungshypothesen bereits der Fall war. Rein theoretisch scheint mir sogar die weitgehende Hypothese Kreichgauers unter der Voraussetzung einer Wanderung der Erdkruste auf dem Kerne eher annehmbar, als die von Reibisch behauptete Pendulation der Rotationspole. Doch dies zu prüfen ist Sache der Geophysiker.

Hingegen möchte ich eingehen auf den von H. Simroth unternommenen Versuch, die Entwicklung und Verbreitung des organischen Lebens auf der Erde als durch die Pendulation bedingt zu erklären. Simroth hat seit 1902 in zahlreichen Veröffentlichungen auf die Pendulationstheorie hingewiesen und dieselbe durch Anführung biologischer Tatsachen zu stützen versucht,⁴⁴⁾ in einem eigenen größeren Werke hat er schließlich alles zusammengefaßt, was er dermalen in dieser Hinsicht vorbringen konnte.⁴⁵⁾ In der Einleitung dieses umfangreichen Buches erörtert Simroth zunächst die Bedeutung von Wasser und Land für die Entwicklung der Organismen und behauptet, daß die Differenzierung sowohl der Pflanzen- als auch der Tierwelt fast ausschließlich auf dem Lande erfolgt sei. Dann bespricht er die Pendulationstheorie und liefert mannigfache Ergänzungen zu den Darlegungen von Reibisch. Bemerkenswert scheint hier vor allem der Hinweis auf eine gewisse Uebereinstimmung zwischen den Annahmen von Kreichgauer und Reibisch. Simroth betont, daß in der Grundanschauung die beiden Autoren weit auseinander gehen, da Reibisch die Drehpole keineswegs bis zur Vertauschung umkippen, sondern nur hin- und herpendeln läßt, daß aber trotzdem das Hauptergebnis beider Forscher eine merkwürdige Uebereinstimmung zeigt: „Denn wenn man die Schleife, auf der Kreichgauer

⁴⁴⁾ H. Simroth, Ueber die wahre Bedeutung der Erde in der Biologie. Ostwalds Ann. d. Naturphil. 1902; — Ueber Gebiete kontinuierlichen Lebens und über die Entstehung der Gasteropoden. Biolog. Zentralbl. 1902, Bd. 22; — Ueber das natürliche System der Erde. Verhandl. d. D. Zoolog. Ges. 1902; — Neue Gesichtspunkte zur Beurteilung niederer Wirbeltiere. Verhandl. d. D. Zool. Ges. 1905.

⁴⁵⁾ H. Simroth, Die Pendulationstheorie, Leipzig 1907.

die Drehpole wandern läßt, auf eine mittlere Gerade zurückführt, so ist diese nichts anderes als unser Schwingungskreis, wenigstens annähernd. Die Erde wird also auch nach der Kreichgauerschen Konstruktion in eine westliche und eine östliche Hälfte zerlegt, und was das wichtigste sein dürfte, bei der Verschiebung des Aequators bleiben auch hier zwei Gebiete, die ewige Tropen haben, weil an ihnen der Gleicher immer annähernd dieselbe Lage behält, und das sind die Gebiete im Umkreise derselben Punkte, die Reibisch als Schwingpole bezeichnet. Man mag sich zu der Frage stellen, wie man will, sicherlich wird man sich der Wucht des Eindruckes nicht entziehen können, daß zwei von ganz verschiedenen Fundamenten ausgeführte Untersuchungen zu dem gleichen Ergebnis geführt haben, daß nämlich Ecuador und Sumatra allein Gebiete ewiger Tropen darstellen, während alle übrigen Teile unseres Erdballes ihre Stellung zur Sonne fortwährend veränderten.“

Simroth erörtert dann die Frage, wieviel Pendelbewegungen die Erde seit der Zeit, von welcher uns Spuren organischen Lebens in Gestalt von Versteinerungen erhalten blieben, durchgemacht hat. Er beantwortet sie dahin, daß ebenso viele Pendelbewegungen stattfanden, als die Geologie große Perioden unterscheidet. Da die Grundlagen der Geologie im nordatlantisch-indischen Quadranten, in Europa und dem östlichen Nordamerika gewonnen wurden, habe die Rechnung von diesem Quadranten auszugehen: „Wir Europäer befinden uns also“ — sagt Simroth, „während des Paläozoikums in polarer Schwingungsphase, während des Mesozoikums in äquatorialer Schwingungsphase, während der Tertiärzeit in polarer Schwingungsphase“.

„Jetzt im Quartär, schwanken wir wieder dem Aequator zu. Der Umschlag von einer Bewegung in die andere fällt mit dem Wechsel der Perioden zusammen. Zweimal haben wir mindestens eine Eiszeit durchgemacht, im Perm und an der Grenze zwischen Tertiär und Quartär, wobei der geringere Wechsel von Glazial- und Interglazialzeiten zunächst vernachlässigt wird.“⁴⁶⁾

⁴⁶⁾ H. Simroth, a. a. O., S. 16.

Hiezu wäre nun zu bemerken, daß Schwingungen von so außerordentlich langer Zeitdauer, deren einzelne Phasen geradezu Millionen von Jahren umfassen müßten, physikalisch schwer verständlich sind, ganz abgesehen davon, daß die geologischen Tatsachen, auf welche sich Reibisch bei Aufstellung seiner Theorie stützt, denn doch einem vergleichsweise sehr kurzen Zeitraume angehören, dem jenen Perioden gegenüber eine geradezu verschwindend geringe Dauer zuerkannt werden muß.

Die nächste Frage, nach der Stärke des Ausschlages, beantwortet Simroth dahin, daß es vorläufig vollauf genügen werde, dafür etwa 30 bis 40° anzusetzen. „Wir würden“ — meint er — „bei einer solchen Verlagerung um etwa 10° nach Norden und reichlich 20° nach Süden, vollkommen die klimatischen Schwankungen zwischen dem tropischen Eozän und der Eiszeit erklären können, wenn wir dazurechnen, daß bei der Schwankung nach Norden das Land zugleich aus dem Meere sich heraushob, bei je einem Grade unter dem Schwingungskreise um durchschnittlich ca. 200 m, womit die Erniedrigung der Temperatur aus der größeren Höhenlage von selbst sich ergibt, selbst unter der Annahme, daß eine gewisse Abflachung unter dem Einflusse der Zentrifugalkraft bereits eingetreten sein möchte.“ Und in seiner Anmerkung zu diesen Ausführungen gibt Simroth an: „Reibisch hat neuerdings in einem dritten, noch ungedruckten Vortrage die Verlagerung nach Norden, während der Eiszeit, auf nur 3·5° berechnet.“⁴⁷⁾

Hiezu soll vorgreifend späteren Ausführungen in Kürze bemerkt sein, daß auch die Pendulation die klimatischen Verhältnisse während der Eiszeit nicht zu erklären vermag, schon deshalb nicht, weil neueren Erfahrungen gemäß die Vereisung Nord- und Südamerikas gleichzeitig war — es erscheint daher überflüssig, darauf einzugehen, daß die Verlagerung des Poles um nur 3·5° gänzlich ungeeignet erscheint, die weitgehende Vereisung Europas und Nordamerikas zu erklären.

Nach Erörterung der früheren Veränderungen in der Konfiguration des Festlandes bespricht Simroth die Bedeutung der Pendulation für die Verbreitung und Umbildung der Orga-

⁴⁷⁾ H. Simroth, a. a. O., S. 18.

nismen. Das Hauptgewicht liegt hier in der Annahme, daß ein unter dem Schwingungskreise entstandenes Lebewesen rein mechanisch durch die Pendulation aus der ihm zusagenden klimatischen Lage entführt würde, wenn es nicht rechts und links auf seinem Breitengrade ausweichen würde. Dadurch aber würde sein Wohngebiet in zwei Teile zerrissen, die zu beiden Teilen des Schwingungskreises in symmetrischer Lage sich befinden. Die kartographische Darstellung der Verbreitung von Lebewesen, die sich schließlich in als „identische Punkte“ von Simroth bezeichnete Regionen zurückzogen, welche zu den Schwingpolen gleiche Lage und gleichen Abstand haben, eine Darstellung, welche das heutige Vorkommen von *Alligator*, *Scaphirhynchus*, *Spatularia*, *Cryptobranchus*, *Limulus*, *Pleurrotomaria*, *Lepidosiren* und *Ceratodus* zum Gegenstande hat,⁴⁸⁾ ist wohl unter allen Ausführungen Simroths am meisten geeignet, für die Pendulationstheorie einzunehmen.

Von den weiteren Ausführungen erregt vor allem der Ausspruch Zweifel, daß zufolge dem oben ausgesprochenen Grundsatz, nach welchem die Schöpfung stets auf dem Lande den Höhepunkt erreicht habe, der atlantisch-indischen Erdhälfte das Uebergewicht in der Entwicklung der Lebewesen zuerkant werden müsse. Simroth meint, daß vor allem in Europa, einschließlich Nordafrikas, der Herd zu suchen sei, von dem die ganze Schöpfung ausging, da hier der Wechsel der Umriss des Landes und der dadurch bedingte Uebertritt und Rückgang des Meeres die größte Anregung zur Entwicklung der Lebewesen gegeben habe. Noch bedenklicher aber scheint die Stellung, welche Simroth gegen die gegenwärtig übliche geologische Chronologie einnimmt und seine Behauptung, daß die Zonenscheidung in bestimmten Epochen der Vorzeit auf keinen Fall mehr Berechtigung habe als die Katastrophenlehre der älteren Geologen.⁴⁹⁾ Simroth behauptet, daß der jetzt herrschende Begriff einer geologischen Formation, soweit er sich auf das Vorkommen der gleichen Fossilien stützt, der Korrektur bedürfe; er bedeute nicht mehr die gleichzeitige Ablagerung der betreffenden Schichte, sondern man müsse an seine Stelle die Vorstellung einer Welle setzen, die vom Schwin-

⁴⁸⁾ H. Simroth, a. a. O., S. 27 (Karte 5).

⁴⁹⁾ H. Simroth, a. a. O., S. 37.

gungskreise ausgeht und sich nach beiden Seiten ausbreitet. Wenn eine solche Welle im pazifischen Südquadranten ausklinge, habe sich bei uns längst eine neue gebildet. Es scheint wohl überflüssig, gegen diese Auffassung, auf die sich Simroth vielfach stützt, wenn die paläontologischen Tatsachen mit seinen Ansichten über die Verbreitung der Tierwelt nicht recht stimmen wollen, eingehende Verwahrung zu erheben. Auch gegen die Konsequenzen, welche Simroth aus der Pendulationstheorie für die Deszendenzlehre ableitet, wie gegen seine Erörterung der üblichen Einteilung der Erde von seiten der Biogeographie, lassen sich manche Einwendungen vorbringen.

Im „systematischen Teile“ seines Werkes erörtert Simroth sehr eingehend verschiedene Gruppen des Tierreiches, die nach seiner Auffassung in ihrer heutigen Verbreitung ausgezeichnete Belege für die Pendulationstheorie darbieten. Die Schöpfung der Protozoen liegt seiner Meinung nach zu weit zurück, um schon jetzt ein klares Bild zu ermöglichen, von vielen Metazoen und Mesozoen habe er sich den genügenden geographischen Ueberblick nicht verschaffen können, er wendet sich daher zunächst den Mollusken, dann den Arthropoden, endlich den Wirbeltieren, und erst nachher dem Menschen und den von ihm abhängigen Haustieren zu. Es ist ein ungeheures Material, das Simroth hier vorbringt und das jedenfalls eine sehr eingehende Besprechung erheischen würde, wenn es bis in jede Einzelheit auf seine Beweiskraft geprüft werden sollte. Hier können ohne nähere Begründung nur mehr oder minder einschneidende Bedenken geltend gemacht werden. Ich bin mir wohl bewußt, daß die Aeüßerung derselben gerade hinsichtlich der Beziehungen der gegenwärtig lebenden Tierwelt, deren Verbreitung und Organisation Simroth so genau kennt (bekanntlich rührt auch die neue Bearbeitung der Mollusken in Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches von ihm her), vielleicht gewagt erscheinen mag, demungeachtet kann ich nicht umhin, sie geltend zu machen.

Simroth erörtert zunächst die geographische Verbreitung der Gasteropoden und findet, daß die Neurobranchier, das heißt jene Landdeckelschnecken, die zu den Vorderkiemern gehören, aber an Stelle der Kiemen Lungen aufweisen, die

auffallendste Bestätigung der Pendulationstheorie darbieten,⁵⁰⁾ dann bespricht er die aquatilen Vorderkiemer, von welchen er, gewiß mit Unrecht, behauptet, daß auch sie von Landtieren abstammen. Gerade hinsichtlich der Gasteropoden läßt sich meines Erachtens sowohl aus der Entwicklungsgeschichte, wie aus der paläontologischen Ueberlieferung nachweisen, daß die Umbildung den umgekehrten Weg gegangen ist und nicht, wie Simroth behauptet, die aquatilen von den terrestren Formen abstammen. Simroth führt zahlreiche Beispiele von symmetrischen Vorkommen der Prosobranchierformen an identischen Punkten an und zieht für ihre angebliche Entstehung unter dem Schwingungskreise auch die Beziehungen zwischen den rezenten und fossilen Prosobranchiern heran; doch lassen die an sich gewiß sehr beachtenswerten Darlegungen über das Vorkommen mancher Gasteropodengeschlechter in europäischen Tertiär- und Kreideablagerungen, sowie in den heutigen Meeren, gewiß auch ganz andere Erklärungen zu. Für die Lungenschnecken werden aus ihrer heutigen Verbreitung zahlreiche angebliche Beweise für die Pendulationstheorie angeführt, von welchen allerdings manche recht auffallende und sehr zugunsten dieser Theorie sprechende Tatsachen betreffen. Bei den Lamellibranchiaten beschränkt sich Simroth nur auf wenige Beispiele: Perlmuscheln, Trigonien, Hippuriten, Najaden, wobei er besonders auf den Parallelismus der letzteren und der Paludinen aufmerksam macht. Beide seien bei uns entstanden, um dann nach Ost und West auszuweichen. Die Cephalopoden werden sehr kurz erörtert, auch sie werden von Landtieren abgeleitet, wobei Simroth sich auf die phantastischen Vorstellungen Jäckels von der Organisation der Belemniten und Ammoniten stützt. Er leitet daraus den Schluß ab, daß auch die Tintenfische von Landtieren abstammen. Alle Ammoniten seien unter dem Schwingungskreise bei uns entstanden und hätten sich dann nach anderen Gebieten verbreitet, wofür das europäische Vorkommen der Clymenien und des *Ceratites nodosus* (den Simroth für einen der ältesten Ammoniten hält) als Beweis geführt werden. Würde man dagegen das von ihm ignorierte häufige Vorkommen

⁵⁰⁾ H. Simroth, a. a. O., S. 47 (Karte 7).

von Bindegliedern zwischen Goniatiten und Ammoniten in den jüngeren, außereuropäischen paläozoischen Ablagerungen betonen, so würde er gewiß behaupten, daß diese Ablagerungen eben viel jünger seien, als wofür sie die Geologen dermalen irrtümlich erachten.

An die Spitze der Erörterung der Gliedertiere stellt Simroth die gewagte Behauptung, daß auch sie ihre Herkunft insgesamt vom Lande herzuleiten haben, dann wird für alle Gruppen der Versuch gemacht, ihr heutiges, vielfach auch ihr vorzeitliches Vorkommen auf die Wirkungen der Pendulation zurückzuführen. Für die Art, wie sich Simroth die Tatsachen zurechtlegt, mag ein charakteristisches Beispiel sprechen. Bei Erörterung der Holz- und Bücherläuse (Psociden) führt er folgendes aus: „Die primitivste Form ist *Archipsocus* im baltischen Bernstein, dazu fand Enderlein zunächst eine lebende Art in Hinterindien und nach mehreren Jahren noch eine zweite in Brasilien, also in typischer Verteilung:

Archipsocus puber Hagen

(ostpreußischer Bernstein)

<i>A. brasilianus</i> Enderlein 1906	<i>A. recens</i> Enderlein 1903
Westpol	Ostpol.“

Anscheinend eine der glänzendsten Bestätigungen der Pendulationstheorie; aber sowohl das vereinzelt Vorkommen im Tertiär Europas wie die zwei einzig bekannten lebenden Formen in Hinterindien einer-, in Brasilien andererseits weisen vielleicht mehr auf gewaltige Lücken in unserer Kenntnis über das fossile und heutige Vorkommen der Gattung hin.

Weitaus der größte Teil der Darstellungen Simroths bezieht sich auf die Wirbeltiere. Ihnen ist der größte Teil seines Werkes⁵¹⁾ gewidmet; bei allen Gruppen wird auf das ausführlichste erörtert, daß ihre Urheimat bei uns unter dem Schwingungskreise gelegen sei und daß sie dann nach Ost und West oder nach dem Süden gedrängt worden seien.

Von den Fischen behauptet Simroth in folgerichtiger Weise zu seinen Aeüßerungen über die Landheimat der Meeresschnecken, der Tintenfische und der Krebse, daß auch sie

⁵¹⁾ H. Simroth, Pendulationstheorie, S. 159—411.

von Landtieren abstammen. Er beruft sich diesbezüglich darauf, daß auch Jäckel, der diese Auffassung anfangs bekämpft habe, 1905 auf der Versammlung der Deutschen Zoologischen Gesellschaft in Breslau einen Vortrag gehalten habe, worin er zu beweisen versuchte, daß die Fische in einer Anzahl von getrennten Kolonnen vom Lande in das Wasser eingewandert seien. „Leider ist der Vortrag nicht in Druck erschienen.“ bemerkt Simroth und fügt bei, daß es ihm ferne liege, die Frage hier von neuem aufzurollen. In einer Anmerkung aber betont er, daß man für die altertümlichsten Fische die Arbeit von W. Haack über Mundhöhlendrüsen bei Petromyzonten heranziehen könne und meint, daß die Mundhöhlendrüsen bei Petromyzonten, Myxinoiden, Chimaera und Selachiern nur als Reste von terrestrischen Vorfahren aus erklärt werden dürfen.⁵²⁾ Diese Auffassung bedarf jedenfalls noch sehr der Beleuchtung, jedenfalls kann das Vorhandensein solcher Drüsen nicht als vollgültiger Beweis für die Landheimat der Fische gelten — ebensowenig wie der an anderer Stelle⁵³⁾ von Simroth hervorgehobene Umstand, daß *Myxine* zumeist in etwa 100 m Tiefe lebt, die Eier aber in 10 bis 20 m Tiefe ablegt und ein Exemplar einen ganzen Tag außerhalb des Wassers ohne Schaden zu brachte. Durch mehrere Karten, von welchen sich eine auf die wichtigsten Cyklostomen, eine auf die Ganoiden, drei auf einzelne Gruppen der Teleostier beziehen, sucht Simroth die von ihm auf Grund der Pendulationstheorie angenommenen Wanderungen und die heutige Verbreitung zu erklären.

Von den Amphibien nimmt Simroth an, daß eine vollkommen getrennte, zweimalige Schöpfung stattfand, weil den rezenten, die an das ältere Tertiär anknüpfen, eine ältere Gruppe gegenübersteht, die im Karbon auftaucht und in der Trias ausstirbt. Die Coecilien freilich rechnet er zur älteren Gruppe, die sie bis zur Gegenwart fortführen, meint aber, daß es ganz ausgeschlossen sei, daß sie die Wurzel für die tertiäre Neuschöpfung abgegeben haben. Simroth betont, „daß die ältere und die jüngere Schöpfung in unserem Quadranten bei uns in Mitteleuropa unter dem Schwingungskreise einsetzte in der gleichen polaren Schwingungsphase. Das

⁵²⁾ H. Simroth, a. a. O., S. 159, in Note.

⁵³⁾ H. Simroth, a. a. O., S. 164, in Note.

Miozän mag geradeso dem Karbon entsprechen, die permische Eiszeit der diluvialen. Wir erlebten zwei Parallelschöpfungen verwandter Tiere unter der gleichen Sonnenstellung, jedesmal nördlich der Sahara entstanden.“ Wie unwahrscheinlich eine solche Annahme ist, braucht wohl nicht eingehend erörtert zu werden. Das anscheinende Fehlen von Amphibienresten in den jüngeren mesozoischen Formationen ist doch höchst wahrscheinlich nur auf Lücken in unserer Kenntnis zurückzuführen, übrigens sind ja einzelne Formen, wie *Hylaeobatrachus* im Wealden Belgiens, *Scapherpeton* und *Hemitrypus Cope* aus der amerikanischen Kreide bekannt, die auf den Zusammenhang der angeblich erst im Tertiär von neuem entstandenen jüngeren Amphibien und der paläozoischen Stegocephalen hinweisen.

Credner und mit ihm wohl die meisten Paläontologen leiten die Reptilien und die aus ihnen hervorgegangenen höheren Wirbeltiere von den Stegocephalen, den „*Eotetrapoda*“, wie sie Credner bezeichnend nennt, ab. Simroth, dem es offenbar darum zu tun ist, auch die Amphibien als vom Lande her stammend zu erweisen, betrachtet umgekehrt die Urodelen als Nachkommen von Reptilien, wofür die Zehenbewaffnung des japanischen Krallenmolches, *Onychodactylus* angezogen wird, die als „Reptilrest“ zu deuten wäre.⁵⁴⁾ „Derselbe Gesichtspunkt spricht“ — nach Simroth — „dafür, daß die Salamander den Wassermolchen vorhergehen, wie ja jetzt glücklicherweise allgemein angenommen wird. Man vergleiche die Uebereinstimmung des paläontologischen Beweises, die Salamander treten im Eozän, die Wassermolche im Oligo- und Miozän auf!“ All' das wird jedoch hinfällig, sobald der Zusammenhang der jüngeren Amphibien und der Stegocephalen zugegeben wird. Auffallend, und mit den nach Simroth vertretenen Anschauungen schwer vereinbar scheint es, daß dieser im Gegensatze zu anderen Zoologen annimmt, daß die lungenlosen Schwanzlurche ihre Lunge nicht wieder verloren hätten, sondern daß sie bei ihnen noch gar nicht vorhanden gewesen sei.⁵⁵⁾

Sehr eingehend hat Simroth bei den Reptilien die fossilen Formen mitberücksichtigt. Sechs Karten erörtern die

⁵⁴⁾ H. Simroth, a. a. O., S. 222.

⁵⁵⁾ H. Simroth, a. a. O., S. 231 und 232.

Verbreitung von Gruppen, die in der Vorwelt eine wichtige Rolle spielen: *Ichthyosauria*, *Sauropterygia*, *Theromorpha*, *Rhynchocephala*, *Pythonomorpha*, *Dinosauria*. Auch sie sollen insgesamt bei uns unter dem Schwingungskreise entstanden sein und dann in ähnlicher Weise sich verbreitet haben, wie dies auf Grund der Pendulationstheorie für die Fische und Amphibien behauptet wurde. Es ist nötig, hier einerseits daran zu erinnern, daß das heute bekannte paläontologische Material viel zu lückenhaft ist, um eine sichere Grundlage für derartige Untersuchungen über die Herkunft und Verbreitung abzugeben, andererseits aber auch zu betonen, daß doch zahlreiche Tatsachen mit Sicherheit festgestellt sind, welche gegen die Verbreitungshypothesen Simroths sprechen. In den meisten Fällen hilft sich dieser mit der Annahme, daß die geologischen Altersbestimmungen einer Korrektur bedürfen. So erklärt er die *Ichthyosaurus*-Vorkommnisse auf Spitzbergen einfach deshalb für jünger, als die Geologen annehmen, „denn dieser Teil des Schwingungskreises kam erst später in die niedrigeren Breiten, die den Echsen zusagten“; die Vorkommen von *Plesiosaurus* in der Kreide von Kansas und Montana regen ihn zu einem ähnlichen Gedanken an: „Hier liegt der Gedanke nahe, daß die Schichten zu alt angesetzt sind, daß es sich nicht um Kreide, sondern um Tertiär handelt. Dann würde in der Tat Montana sich in äquatorialer Phase befunden haben und das Aussterben wäre dort erst erfolgt während unseres Pliozäns. Dem würde es ganz gut entsprechen, daß die dortigen Formen als weiter umgebildete Aeste des Hauptstammes anzusehen sind. Dort wäre der letzte Zufluchtsort gewesen, wo die Tiere auf ihrem Wege ein letztes tropisches Meer fanden und ausharrten, bis auch dieses sich abkühlte. So verführerisch die Auffassung ist, so geht es doch kaum so ohne weiteres an, eine derartige Korrektur vorzunehmen; und es bleibt nicht ausgeschlossen, daß die Lösung des Rätsels in einer sekundären Bewegung der Schwingpole zu suchen ist.⁵⁶⁾ Ähnliche Bedenken haben Simroth nicht gehindert, die von Marsh und Cope der Permformation zugerechneten Ablagerungen von Illinois, Texas und Neu-Mexiko für geologisch jünger zu erklären,

⁵⁶⁾ H. Simroth, a. a. O., S. 252—253.

weil sich sonst die Verbreitung der *Theromorpha* kaum in Uebereinstimmung mit den Anforderungen der Pendulationstheorie bringen ließ: „Die Verhältnisse liegen klar“ — sagt er — „sobald man wieder die westamerikanischen Schichten als zu spät angesetzt gelten läßt“. Ueber andere Schwierigkeiten, welche z. B. das Vorkommen der *Anchisauridae* in der nordamerikanischen Trias für die Pendulationstheorie darbietet, setzt sich Simroth noch viel leichteren Herzens hinweg.

Bezüglich der Vögel macht Simroth die zweifellos zutreffende Annahme, daß ihre Wanderzüge mit ihren früher innegehabten Wohnsitzen zusammenhängen. Man wird wohl zugeben müssen, daß es hauptsächlich klimatische Veränderungen sind, welche den Wanderzug der Vögel bedingen, doch können diese Veränderungen auch auf andere Weise als durch die Pendulation verursacht worden sein.

Bei Erörterung der Säugetiere findet Simroth zumeist Bestätigung der Pendulationstheorie durch die Verbreitung im Tertiär und in der Gegenwart. Manche weniger übereinstimmende Verhältnisse, z. B. der Edentaten, der Pferde, der Kamele, werden sehr kurz durch die Bemerkung abgetan, daß die Entwicklung noch unklar sei oder die paläontologischen Daten der Korrektur bedürfen.

Der Besprechung der Wirbeltiere folgt eine kürzere Erörterung der „übrigen Wirbellosen“, zunächst der Echinodermen, dann der Brachiopoden, der Bryozoen, Tunikaten, Würmer und Coelenteraten, bezüglich welcher Simroth zumeist nur Einzelheiten vorbringt, die für die Pendulationstheorie zu sprechen scheinen.

Auch die Abstammung des Menschen wird vom Schwingungskreise, von Europa, abgeleitet, wo sich alle fossilen Menschenaffen und ebenso der *Homo primigenius* vom Neandertal und von Krapina finden. Der Hergang war nach Simroth folgender: „Alle soliden Beobachter stimmen darin überein, daß die Menschenaffen mit ihrer Existenz an den Urwald gebunden sind. Das Baumleben, ihre künstlichen Wohnungen und Nester in den Zweigen, ist ihr Element, trotzdem sie zu aufrechtem Gange auf dem Boden befähigt sind. Durch die Pendulation wurden sie aus ihrer äthiopischen Heimat in die Wüste nach Norden emporgehoben; die Folge war eine doppelte. Ent-

weder sie wichen auf den durch die Pendulation vorgezeichneten Linien aus, Schimpanse und Gorilla, nach der alten Stätte, wo wir sie jetzt noch finden, der Orang-Utan mit *Hylobates* zum Ostpol, oder sie paßten sich den veränderten Verhältnissen an, lernten auf dem Boden gehen und wurden zu Menschen. Der *Pithecanthropus erectus*, der in Java in ganz junger Ablagerung gefunden wurde, ist keineswegs dort entstanden, sondern eines der Glieder, die nach dem Ostpol ausgewichen sind, zuerst Orang und *Hylobates*, dann *Pithecanthropus*, dann Australneger, Zwergvölker und andere primitive Rassen, die bei uns von den sich entwickelnden höheren Rassen abgelöst wurden.“⁵⁷⁾

Dieses Beispiel zeigt wohl am besten, wie phantasievoll sich Simroth die Tatsachen zurechtzulegen weiß, so daß wohl darauf verzichtet werden kann, Analoga aus der Erörterung der Haustiere, der Wohnungen, des Ackerbaues und der Verbreitung der Menschenrassen anzuführen.

Ueber die Pflanzenwelt verbreitet sich Simroth weniger ausführlich, doch werden auch aus ihr einzelne Gruppen herausgegriffen, welche nach seiner Ansicht besonders deutliche Beweise für die Pendulationstheorie liefern sollen; so die Coniferen, deren Verbreitung auf drei Karten dargestellt wird, ferner die gleichfalls sehr eingehend behandelten Campanulaceen.

Simroths Bemerkungen zur Geologie sollen nicht eingehend besprochen werden, sie sind keineswegs geeignet, die biogeographischen Argumente, welche er zugunsten der Pendulationstheorie vorgebracht hat; zu unterstützen, sie diskreditieren sie vielmehr durch allzu gewagte und mit sicher begründeten Erfahrungen in Widerspruch stehende Annahmen. Manche Behauptungen Simroths können unmöglich ernst genommen werden, so die Erörterung des Vorkommens von Graphit, Diamant und Edelopal als Beweis für die Pendulationstheorie,⁵⁸⁾ oder gar die Annahme, daß Afrika ein abgestürzter Mond sei, der durch seinen schrägen Aufprall die Pendulation verursacht habe.⁵⁹⁾

⁵⁷⁾ H. Simroth, a. a. O., S. 444.

⁵⁸⁾ H. Simroth, a. a. O., S. 521.

⁵⁹⁾ H. Simroth, a. a. O., S. 544.

Die Schlußbetrachtungen Simroths lassen seine allzu sanguinische Auffassung der ganzen Frage, deren Erörterung er so viele, höchst aner kennenswerte Mühe gewidmet hat, deutlich erkennen. Alles muß sich seiner Meinung nach der Pendulation unterordnen und ist nur durch sie zu erklären. Wenn wir nun auch den Nachweis dieser Theorie keineswegs für sicher erachten dürfen, so haben Simroths Untersuchungen doch zweifellos insoferne großen Wert für die Erörterung der Polverlegung, als sie die gewaltigen Einwirkungen derselben auf die Entwicklung und Verbreitung der Lebewesen ins volle Licht setzen. Ein guter Teil der von ihm dargelegten Tatsachen wird wahrscheinlich auf Rechnung von klimatischen Aenderungen zu setzen sein, die tatsächlich durch Polverlegungen bedingt wurden, wenn auch freilich nicht in jener Weise, wie dies nach der Pendulationstheorie der Fall sein sollte.

Aehnlich wie Semper und Simroth hat auch H. Douvillé schon vor einiger Zeit den Einfluß der klimatischen Aenderungen auf die Entwicklung und Wanderung des organischen Lebens dargelegt,⁶⁰⁾ während erstere aber auf die Verlegung der Pole als Ursache hinweisen, läßt letzterer es unentschieden, ob diese oder eine Aenderung der Lage der Achse gegen die Ekliptik anzunehmen sei: „Déplacements de l'axe des pôles suivant l'hypothèse hardie de M. Marcel Bertrand, ou simples oscillations de cet axe par rapport à l'écliptique.“ Simroth meint, daß infolge der Präzession die Schwingpole Kreisbewegungen im Laufe von etwa 28.000 Jahren ausführen und die Rotationspole sich demgemäß auf einer Schraubenlinie bewegen, deren Achse der Schwingungskreis ist; das bedinge die kleineren klimatischen Oszillationen während der größeren Perioden.⁶¹⁾

Nach der Ansicht Simroths wäre auch die diluviale Vereisung durch die Pendulation der Pole zu erklären, und, wie bereits erwähnt, meint Reibisch, daß die damaligen klimatischen Verhältnisse schon bei einer geringfügigen Verlagerung des Poles (um nur 3.5^0 !?) hätten zustande kommen können.

⁶⁰⁾ H. Douvillé, Sur une cause de variation des faunes fossiles. Compt. rend. sc. Paris CXXXVI. 1903, p. 1212—1214 (zitiert nach Simroth).

⁶¹⁾ H. Simroth, Der mutmaßliche wahre Verlauf der Pendulation, — a. a. O., S. 533—540, vgl. zumal die Karte 26 auf S. 535.

Nun bieten aber die klimatischen Aenderungen der Diluvialperiode ein heute noch nicht durch eine allseitig zufriedenstellende Erklärung zu lösendes Problem dar, das erstlich durch die allseitig auf dem ganzen Erdballe zu beobachtenden Spuren kälteren Klimas, dann aber insbesondere durch den wiederholten Wechsel von Eiszeiten und interglazialen Zeiträumen die größten Schwierigkeiten für alle Hypothesen darbietet, die einesteils von der Aenderung irdischer Verhältnisse, andern-teils von der Einwirkung kosmischer Vorgänge ausgingen.

Bei jedem Versuche, die klimatischen Verhältnisse der Diluvialperiode zu erklären, muß vor allem auf die Verbreitung der Vereisungen und auf ihr gleichzeitiges oder alternierendes Vorkommen auf der Nord- und Südhemisphäre Rücksicht genommen werden.

G. Steinmann hat in einem in der Sitzung der Deutschen Geologischen Gesellschaft vom 10. August 1906 gehaltenen Vortrage über Diluvium in Südamerika entgegen vielfach geäußerten früheren Ansichten über die abwechselnde Vereisung der Nord- und Südhemisphäre dargelegt, daß die diluviale Vereisung beide Erdhalbkugeln gleichzeitig und nicht, wie man früher annahm, nacheinander betroffen hat. Nach eingehender Erörterung der diluvialen Ablagerungen Südamerikas sagt er am Schlusse seines Vortrages: „So führen alle unsere bisherigen Erfahrungen über die Diluvialbildungen Südamerikas zu dem Schlusse, daß sich in erster Linie die glazialen, weiterhin aber auch die damit zusammenhängenden fluvioglazialen, limnoglazialen und äologlazialen Absätze und Erscheinungen mit denen der Nordhalbkugel ohne Zwang stratigraphisch parallelisieren lassen. Die Spuren der letzten Eiszeit leiten uns ohne Unterbrechung über den Aequator bis zum Kap Horn.“ Und nach Erörterung der Lage der Endmoränen der letzten Eiszeit an den Bergen Tacora und Tunari bemerkt er: „Gleichgültig, wie man die Schneegrenze für die letzte Eiszeit berechnet, ihre Lage differiert an beiden Bergen gegenüber heute im gleichen Sinne und ungefähr um den gleichen Betrag. Damit ist erwiesen, daß in Südamerika schon dieselben klimatischen Differenzen zur Diluvialzeit vorhanden waren wie heute; da das Gleiche für weite Gebiete Europas schon festgestellt ist, so resultiert daraus eine weitere bemerkenswerte

Konformität der Verhältnisse in weit abgelegenen Gegenden beider Hemisphären. Wir werden daher gut tun, endgültig auf alle Erklärungsversuche für die Eiszeiten zu verzichten, die nicht allgemeiner Natur sind.“⁶²⁾

Daraus geht mit zwingender Sicherheit hervor, daß weder die Verlagerung der Pole innerhalb der Erde, wie sie nach den mannigfachen, bisher erörterten Hypothesen stattgefunden haben soll, noch die wechselnde Begünstigung von Nord- und Südhemisphäre gemäß der Präzession und die Steigerung dieser Verhältnisse durch Exzentrizität der Erdbahn und der Schiefe der Ekliptik zur Erklärung der physikalischen Verhältnisse des Eiszeitalters genügen. Alle Ausführungen von Croll, Adhémar, Schmick, Pilar, Meyer-Eymar, die mit den an zweiter Stelle genannten Faktoren die abwechselnde Vereisung und die Umsetzung der Meere erklären wollten, werden hinfällig, sobald nachgewiesen werden konnte, daß die Gebirge Nord- und Südamerikas zu gleicher Zeit vereist waren. Es wird aber auch sehr zweifelhaft, ob die Polverlegungen oder jene Erscheinungen, die mit Präzession, Aenderung der Exzentrizität und der Ekliptikschiefe zusammenhängen, imstande waren, jene klimatischen Schwankungen innerhalb der großen Kälteperiode herbeizuführen, welche die Zwischeneiszeiten verursachten.

Eines erlauben aber auch die Vereisungserscheinungen der Diluvialzeit und in wohl noch höherem Grade jene früherer Kälteperioden der Erdgeschichte festzustellen: Die örtliche Ausdehnung der jeweiligen Vereisung weist auf eine verschiedene Lage des Poles hin. Für die Diluvialzeit zwingt namentlich die ausgedehnte Vereisung Nordamerikas eine solche anzunehmen. Es ist in hohem Grade unwahrscheinlich, daß eine abweichende Verteilung von Land und Meer und vertikale Höhendifferenzen daran Schuld tragen sollten, daß Nordamerika in ungleich höherem Grade vereist war als Europa. Viel wahrscheinlicher ist es, daß eine andere Lage des Poles an dieser Erscheinung Schuld trägt. Noch deutlicher tritt dies wohl, soweit unsere heutige Erfahrung uns zu einer solchen Aeußerung berechtigt, bei der permischen

⁶²⁾ G. Steinmann, Diluvium in Südamerika. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1906, Bd. 58, Monatsber. S. 215—229.

Vereisung hervor. Das Vorkommen von Glazialbildungen im Perm Australiens, Afrikas und Indiens wird nur dann erklärlich, wenn wir eine andere Lage der Erdachse als in späteren geologischen Epochen annehmen. Und auch für die älteste, präkambrische Eiszeit, deren Spuren in neuerer Zeit an verschiedenen Stellen beobachtet worden sind, wird man wohl eine andere Lage des Poles annehmen müssen.

Colemann berichtet über die Entdeckung eines mit gekritzten Geschieben erfüllten Konglomeratschiefers im Unter-Huron von Cobald und anderen Punkten im nördlichen Ontario.⁶³⁾ Er vergleicht das Vorkommen mit dem glazialen Dwykakonglomerate Südafrikas und schließt daraus auf eine weit verbreitete präkambrische Vereisung in Nord-Ontario. „Ein ähnliches Alter kommt vielleicht“ — wie E. Kayser bemerkt — „auch zwei anderen Geschiebebildungen von anscheinend glazialen Ursprunge zu. Die eine wurde schon 1891 von H. Reusch aus der Nachbarschaft des Varanger Fjordes im nördlichen Norwegen beschrieben, wo das geschiebeführende Gestein auf einer geglätteten und gestreiften Fläche aufruht, die aus Gesteinen der eozoischen Gaisaserie besteht. Das andere Vorkommen wurde bei den auf Veranlassung von Carnegie unternommenen amerikanischen Forschungsreisen am Yang-tse in China aufgefunden. Das etwa 50 m mächtige, blockführende Lager gehört hier dem allertiefsten Niveau des Paläozoikums, noch unter dem Horizonte der kambrischen Trilobiten an und trägt durchaus das Gepräge einer erhärteten Grundmoräne mit zahlreichen geglätteten und gekritzten Geschieben von eckiger Gestalt und der verschiedensten petrographischen Beschaffenheit. Eine große Reihe davon wird im Carnegiemuseum aufbewahrt.“⁶⁴⁾

Die Kälteperioden selbst können auf Grund von supponierten Polverlegungen nicht erklärt werden, ebensowenig, wie auf Grund der kürzeren Präzessions- oder der längeren Exzentrizitätsperiode; wohl aber sind manche räumliche Verschiedenheiten im Auftreten der Vereisungen nur dann ver-

⁶³⁾ Amer. Journ. Sc. 1907, 4. s. Bd. 23, S. 187, zitiert in E. Kayser, Geol. Formationskunde 1908, 3. Aufl., S. 50.

⁶⁴⁾ E. Kayser, a. a. O.

ständig, wenn eine andere Lage der Pole angenommen wird. Das Herabreichen der nordamerikanischen diluvialen Vereisung zur Zeit der größten Ausbreitung des Eises in so niedrige Breiten, das Vorkommen permischer Glazialbildungen in noch niedrigeren Breiten in Indien, sowie das Auftreten präkambrischer Vereisungspuren am Yang-tse in China deuten mit ebensolcher Entschiedenheit auf eine andere Lage der Rotationspole als jene biologischen Tatsachen, welche Neumayr, Nathorst und Semper veranlaßt haben, für die Tertiärzeit eine Verlegung derselben vorauszusetzen.

Selbstverständlich und einer weiteren Erörterung kaum bedürftig ist wohl auch der Umstand, daß manche Anomalien der von Römer und Neumayr nachgewiesenen Klimazonen der Kreide- und Juraformation durch andere Lage der Pole Erklärung finden können.

*

Es ist also erstlich, wie die Astronomen und Geophysiker gezeigt haben, nicht an der Möglichkeit von Polverlegungen zu zweifeln, es haben ferner biologische und andere Erscheinungen es in hohem Grade wahrscheinlich gemacht, daß in früheren Perioden der Erdgeschichte solche Verlegungen in ausgedehnter Weise stattgefunden haben, und wir kennen schließlich geologische Vorgänge, welche notwendig zu Aenderungen der Polhöhen führen müssen: die gewaltigen Verschiebungen, die wir in immer größerer Ausdehnung bei der genaueren Untersuchung der Erdrinde erschließen. Das Andauern dieser Bewegungen der Lithosphäre verraten uns die Erderschütterungen und die in neuerer Zeit festgestellten Unregelmäßigkeiten in der Veränderung der Polhöhen, welche mit katastrophalen Erdbeben zusammenfallen, lassen den Zusammenhang der beiden Erscheinungen klar erkennen. Dabei handelt es sich vermutlich nicht so sehr um eine Bewegung der Krustenteile auf einem flüssigen Kerne, von dem ja die Geophysik nichts wissen will, als um ausgedehnte Schollenbewegungen in der Kruste selbst. Die tangentialen, von untergeordneten Faltungerscheinungen begleiteten Verschiebungen, welche infolge der durch die geologischen Vorgänge bedingten regionären Aenderungen der Schwerkraft eintreten, mögen in

den meisten Fällen sich nicht bis hinab in den magmatischen Kern erstrecken, sondern auf die peripherischen Teile der Kruste beschränkt bleiben. Aber bei der Wanderung so ausgedehnter, in wiederholter Folge übereinander geschobener Schollen mußten auch im Laufe der Zeiten beträchtliche Verlegungen der Pole stattfinden, welche Verlegungen ihrerseits wieder einen gewaltigen Einfluß auf die Entwicklung und Verbreitung des organischen Lebens, wie auf mannigfache geologische Vorgänge haben mußten.

Zusätze während des Druckes.

M. Wilhelm Meyer knüpft an die Erörterung der an der Insel Capri zu beobachtenden Aenderungen im Stande des Meeres (Höhlen teils unter, teils über dem Meeresspiegel, Funde von Säugetierresten, welche die Verbindung der Insel mit dem Festlande zur Tertiärzeit dartun sollen) den Versuch, diese Niveauveränderungen durch Polschwankungen zu erklären.¹⁾ Die Rotationsachse bewege sich allerdings gegenwärtig im Innern der Erde nur um sehr kleine Beträge, sie bedinge aber auch die Lage des Aequators mit seiner Anschwellung, welche sich mit der Aenderung der Rotationsachse gleichfalls verschieben müsse. Die feste Erdrinde könne dies erst allmählich tun, aber die Meere folgen den Polschwankungen, müßten also durch diese Verlegung des Wasserberges am Aequator ihre Niveauhöhe gegenüber den Landmassen verändern. Der Betrag dieser Niveauschwankungen für einen gegebenen Betrag der Polschwankung lasse sich für jede geographische Breite genau berechnen. Die Bruchteile von Bogensekunden, um welche die Erdachse sich gegenwärtig im Laufe eines Jahres verschiebe, stimme mit den Zentimetern Meeresschwankung, die man heute am Serapistempel beobachte. Wenige Minuten Polschwankung würden die Niveaudifferenz von elf Metern seit der Kaiserzeit erklären und wenige Grade die 200 Meter seit dem Ende der Tertiärzeit. Meyer läßt dabei außer acht, daß die Bewegungen an den Ufern der Phlegräischen Felder nachweislich ganz anderen Charakter tragen und die an den Säulen des Serapistempels, an den als „Brücke des Caligula“ bezeichneten Resten eines alten Molo und an dem La Starza genannten Uferstreifen zwischen dem Monte nuovo und Pozzuoli ersichtliche Hebung plötzlich vor dem Ausbruch des Monte nuovo sich ereignete. Die Darstellung, welche das Problem des Serapistempels durch E. S u e s s ge-

¹⁾ Velhagen und Klassings Monatshefte, 21. Jahrg. 1907, Heft 8. Vergleiche die Besprechung in Prochaskas Illustr. Jahrb. d. Naturkunde, 6. Jahrgang 1908, S. 63—66. (B r e d o w.)

funden hat²⁾, und insbesondere ein Blick auf die zeitgenössische Abbildung des Ausbruches des Monte nuovo und des verlassenen Meeresstrandes in dem Bericht von Marco Antonio degli Falconi³⁾ hätte Meyer eines Besseren belehren können. Im übrigen deckt sich die von ihm versuchte Erklärung der Niveauveränderungen des Meeres im wesentlichen mit den Ansichten von Reibisch, der aus ganz analogen Erwägungen zu seiner Pendulationshypothese gelangte.

Wilhelm R. Eckardt spricht sich unter Erörterung der bisher über Polverlegung aufgestellten Hypothese dahin aus, daß diese Theorien doch künftighin mehr berücksichtigt werden sollten, als es bisher geschehen sei.⁴⁾ Er hält die Annahme größerer Polschwankungen aus klimatologischen Gründen für unabweislich. In gewissen Breiten des Erdballes, wo die lineare Geschwindigkeit der Luftmassen von der Rotationsgeschwindigkeit der Erde nicht abweicht, muß ein Zustand relativer Ruhe der Atmosphäre herrschen. Je weiter aber der Wind vom Aequator aus in höhere Breiten gelangt, desto größer wird seine Geschwindigkeit und endlich so groß, daß die Zentrifugalkraft die polare Anziehung überwindet. Dieser Umschwung vollzieht sich ungefähr in 30 bis 35° nördlicher und südlicher Breite. Auf diese Weise entstehen auf jeder Halbkugel gleichsam zwei große Luftwirbel, an deren Grenze sich die Luft zu Boden senkt und durch Anhäufung die Entstehung der subtropischen Maxima hervorruft. Hier haben wir die Ursprungsgebiete der Passate. Und dieses Passatsystem ist es eben, das im Laufe der Erdgeschichte seine Wanderungen über bedeutende Strecken des Erdballes gemacht zu haben scheint, u. zw. in deutlicheren Spuren, als sie etwa die Gestaltung der Länder und Meere allein zu bewirken vermochte. Nach Eckardts Ueberzeugung können jedoch höhere Beträge der Verschiebung als 30° seit dem Paläozoikum nicht stattgefunden haben. Eckardt weist sonach so weitgehende Ansichten, wie jene Reichgauers von der Wanderung der Pole über die ganze Erdoberfläche zurück, wie dieser stützt er sich aber auf die Evanssche Annahme, nach der ohne wesentliche Aenderungen in der Lage der Erdachse doch erhebliche Aenderungen der geographischen Breite dadurch möglich wären, daß die feste Erdkruste bei eintretender Störung des Gleichgewichtszustandes bis zu einem gewissen Grade die Fähigkeit besäße, über den Erdkern hinwegzuleiten.

H. Bredow erörtert die Ausführungen M. Wilhelm Meyers und Wilhelm R. Eckardts in zustimmender Weise.⁵⁾ Von seinen Ausführungen scheint mir eine Anmerkung der Erwähnung wert, in welcher er den Einwand bekämpft, der sich gegen die Neumayr-Nathorstische Hypothese der Polverlegung aus dem Vorkommen von tropischen Tertiärpflanzen in Chile (Coronel unter 37) und zu Potosi unter 19° südlicher Breite erheben ließe. Bredow bemerkt: „Dieser Einwand geht von der, wie mir scheint, erwiesenen Annahme aus, daß das, was wir im Norden und im Süden als

²⁾ E. Suess, *Anlitz der Erde*. Bd. 2, S. 463 bis 499.

³⁾ E. Suess, *a. a. O.*, S. 482.

⁴⁾ *Naturwissenschaftl. Wochenschr.* Bd. 5, Nr. 50.

⁵⁾ Prochaskas *Illustr. Jahrb. d. Naturk.* 1908.

Tertiärbildung bezeichnen (geologisch und botanisch), nun auch gleichzeitig entstanden sei.“⁶⁾ Es ist dies dieselbe Idee, mit der auch Simroth so manche geologische und paläontologische Tatsachen, welche gegen seine zugunsten der Pendulationstheorie vorgebrachten Argumente sprechen, entkräften will, eine Vorstellung, die wenigstens nach dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse entschieden zurückgewiesen werden muß.

⁶⁾ a. a. O., S. 67 in Note.