

Das „Gondwana-Land“ Eduard SUESS 1885 Der Gondwanakontinent in erd- und biowissenschaftlicher Sicht

Von Erich THENIUS*

Mit 11 Abbildungen

Zusammenfassung

Nach einem historischen Überblick (Gondwanasystem MEDLICOTT 1872 als Manuskriptname; FEISTMANTEL 1876; Lemuria SCLATER 1874; Indo-Oceania BLANFORD 1875; „Gondwána-Land“ E. SUESS 1885; Archhelenis IHERING 1907; Pangaea WEGENER 1920) werden die neuen erdwissenschaftlichen Befunde, die von der Geophysik bis zur Paläontologie (Paläomagnetismus, Seismik, Umpolungen, Paßform der Kontinente, Ozeanbodenalter usw.) reichen, besprochen. Sie belegen die Existenz eines einstigen Gondwanakontinentes im Paläozoikum und seinen Zerfall im Mesozoikum.

Dieser Gondwanakontinent umfaßte sämtliche heutige Südkontinente (Südamerika, Afrika, Australien, Antarktis), ferner Vorderindien und Madagaskar und war somit kein Brückenkontinent, wie E. SUESS für das Gondwanaland annahm.

Die Bedeutung biowissenschaftlicher Befunde wird kritisch analysiert und aufgezeigt, daß sich wohl zahlreiche biogeographische Fragen und Probleme durch die Existenz eines Gondwanakontinentes und seines im Mesozoikum einsetzenden Zerfalls lösen lassen (z. B. Verbreitung der AS-Gruppen und andere Disjunktionen, Transantarktikroute), daß jedoch manche Beispiele einer heutigen Gondwana-Verbreitung nur plesiochore Schrumpfareale ohne paläogeographische Aussagekraft darstellen.

Im Kapitel Diskussion wird auf die noch bestehenden Probleme, vor allem in paläogeographischer Hinsicht hingewiesen.

Summary

After a short historical review (from SCLATER to WEGENER) a discussion of the new facts from the geophysics to the palaeontology (palaeomagnetism, seismic activity, palaeomagnetic reversals, fit of the continents, ocean-floor dating etc.) is given. They are the results of the Deep-Sea-Drilling-Project since 1968 and confirm the “sea-floor spreading” – and the “plate tectonics”-concept as the new basis of the continental drift.

South America, Africa, Madagascar, India, Antarctica and Australia were parts of a former supercontinent, named “Gondwána-land” by SUESS (1885) in the Palaeozoic and Mesozoic (Triassic and Jurassic) time. But the position of Madagascar

* Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Erich THENIUS, Institut für Paläontologie der Universität, Universitätsstraße 7/II, A-1010 Wien

and India is problematical, just so the mutual position from Afro-America and Antarcto-Australia.

The biological evidence for palaeogeographical conclusions (a former land-connection by land-organisms) is only possible under the following assumptions: 1) Monophyletic origin of the taxonomic units (e. g. sister-groups by apomorphic characters), 2) apochorous distribution pattern, 3) no active or passive spreading.

Einleitung

Der Name Gondwana oder Gondwanakontinent ist ein bei Erdwissenschaftlern und Biogeographen gebräuchlicher, wenn auch keineswegs allgemein anerkannter Begriff (vgl. MILLOT 1952). Im folgenden soll – im Rahmen des Gedenkbandes anlässlich der 150. Wiederkehr des Geburtstages von E. SUSS – ein Überblick über den gegenwärtigen Wissensstand des einstigen Südkontinentes gegeben werden, den Eduard Suess erstmals als Gondwana-Land bezeichnet hat.

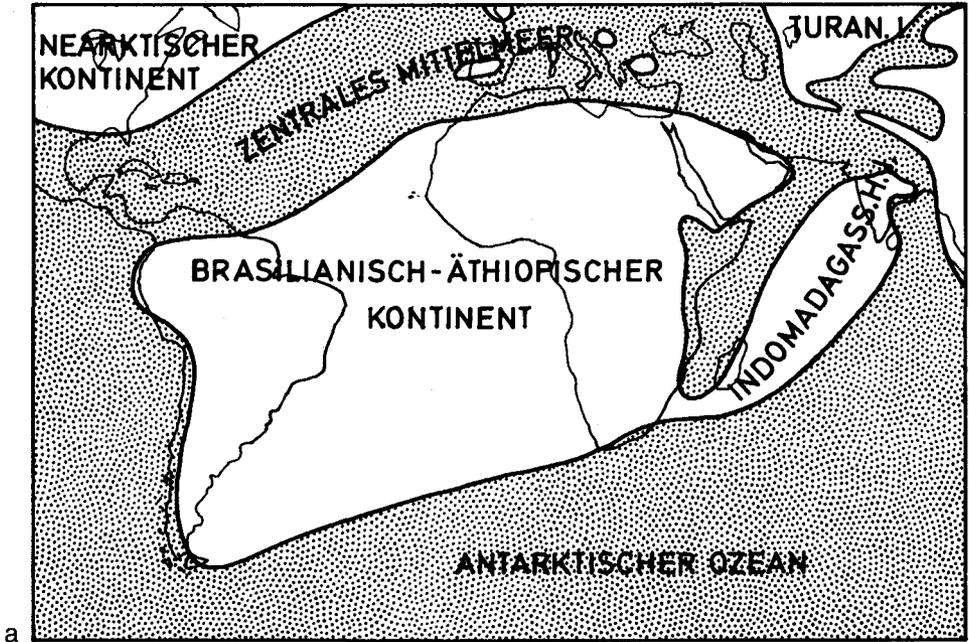
Die Bedeutung dieses Begriffes geht schon aus den wiederholt abgehaltenen Gondwana-Symposien (Buenos Aires 1967, s. BIGARELLA & al. 1967; Pretoria 1970, s. HAUGHTON 1970; Canberra 1973; Calcutta 1977, s. LASKAR & RAJA RAO 1979; Wellington 1980) der I.U.G.S. hervor, nachdem bereits vorher z. T. im Rahmen der Internationalen Geologen-Kongresse ähnliche Veranstaltungen abgehalten worden waren (TEICHERT 1952, Carey 1958, MEHTA & AHMAD 1964). Er führte durch das „sea-floor spreading“-Konzept zur allgemeinen Anerkennung einer Kontinentalverschiebung auch von seiten der Erdwissenschaften.

Historischer Überblick

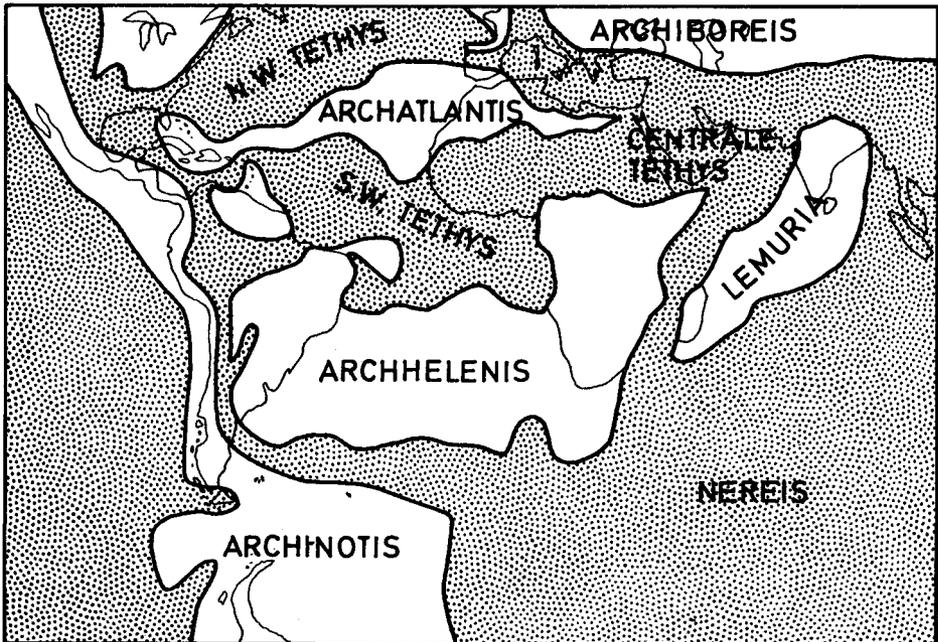
Die ersten Befunde, die später zum Begriff Gondwanakontinent führen sollten, gehen auf A. BRONGNIART zurück, der im Jahr 1828 Blätter von *Glossopteris*, einem Farnsamer aus Indien (*Gl. indica*) und Australien (*Gl. browniana*) beschrieb. 1859 wurde *Glossopteris* auch aus Südafrika, 1895 aus Südamerika bekannt.

Der Begriff Gondwana wurde erstmals 1872 von H. B. MEDLICOTT, Superintendent des Geological Survey of India, in einem internen Report für nichtmarine Ablagerungen unterhalb des Dekkan-Trapp in Vorderindien gebraucht. Der Name leitet sich von einem indischen Volksstamm, den Gonds ab, deren Reich im 15. Jahrhundert in Madhya Pradesh lag. Gondwana bedeutet – worauf M. SCHWARZBACH wiederholt hingewiesen hat – soviel wie Land der Gonds.

Der Name Gondwana wurde im Druck erstmals von dem im Dienst des Geological Survey of India stehenden Paläobotaniker O. FEISTMANTEL (1876: 28) als „Gondwana series“ oder „system“ erwähnt (vgl. FOX 1931, METHA 1971). Er soll jedoch bereits von H. F. BLANFORD, gleichfalls Mitarbeiter des Geological Survey, in seiner physischen Geographie Indiens genannt worden sein, was leider nicht überprüft werden konnte (vgl. FEISTMANTEL 1876, GUPTA 1973). Auffällig ist und dagegen spricht jedoch, daß H. F. BLANFORD noch 1875 von „plant-bearing series“ anstelle von „Gondwana series“ spricht. Diese Gondwana-Serie setzt sich aus fluviatilen und lakustrischen Sedimenten zusammen, die verschiedentlich



a



b

Abb. 1: Brückenkontinente der Südhemisphäre. a – brasilianisch-äthiopischer Kontinent mit indomadagassischer Halbinsel im Jura nach NEUMAYR (1887), b – Archhelenis, Lemuria und Archinotis als einstige Kontinente nach VON IHERING (1927). Verändert umgezeichnet.

Pflanzenreste (z. B. *Glossopteris*, *Gangamopteris*, *Schizoneura*, *Ptilophyllum*) enthalten. Bereits FEISTMANTEL unterscheidet 1876 eine Lower Gondwana-Serie (Talchir, Damuda und Panchet) mit der *Glossopteris*-Flora und eine Upper Gondwana-Serie (Rajmahal, Jabalpur und Kuchh [= Cutch]) mit der *Ptilophyllum*-Flora.

H. F. BLANFORD (1875) war es übrigens, der – wenn man von den Vermutungen von J. MARCOU (1860) (erwähnt von MEHTA 1971) und W. STOW (1871) über einen ehemaligen einheitlichen Südkontinent absieht – einen Indo-Oceania-Kontinent postulierte und damit eine kontinentale Verbindung zwischen Indien und Südafrika sowie auch Australien annahm. BLANFORD stützte seine Auffassung auf die Ähnlichkeiten der fossilen Faunen und Floren (v. a. *Glossopteris*-Flora) sowie auf die von Tiergeographen angenommene einstige Landverbindung zwischen der Äthiopis und Indien (Lemuria). “The affinities between the fossils both animals and plants, of the Beaufort group of Africa and those of the Indian Panchéts and Kámthis are such as to suggest the former existence of a land connexion between the two areas” (BLANFORD 1875: 534). Da für dieses mesozoische Land ein Name wünschenswert erscheint, schreibt BLANFORD (1875: 536): “I would propose that of Indo-Oceania”. “This Indo-Oceanic land appears to have existed from at least early Permian time, probably (as Prof. HUXLEY has pointed out) up to the close of the Miocene epoch; and South Africa and Peninsular India are the existing remnants of that ancient land” (BLANFORD 1875: 538).

Eduard SUESS war es jedoch, der in seinem umfassenden Werk „Das Antlitz der Erde“ erstmalig den Begriff *Gondwana-Land* (1885: 768) schuf (wegen der gemeinsamen Gondwana-Flora), das Afrika, die Arabische Halbinsel, Madagaskar, (Ost-)Indien und Ceylon in Form eines Brückenkontinentes umfaßt haben soll. SUESS spricht (1885: 768, 773) auch von Indo-Afrika und erweitert erst später (1909) den Begriff Gondwana auch auf Südamerika. SUESS wies auf die Ähnlichkeiten und Übereinstimmungen in der Abfolge der nichtmarinen Serien und ihrer fossilen Flora in Afrika und Indien hin, an deren Basis überdies glaziale Bildungen (Dwyka-Konglomerat bzw. Talchir-beds) auftreten und stützte sich dabei besonders auf die Arbeiten von W. T. BLANFORD (in BLANFORD & THEOBALD 1856), H. F. BLANFORD (1875) und O. FEISTMANTEL (1876, 1877, 1878) in Vorderindien bzw. P. S. SUTHERLAND in Südafrika. Australien wird von E. SUESS auch später in den folgenden Bänden vom „Antlitz der Erde“ (II/1888, III1/1901, III2/1909) nicht ausdrücklich als Teil des „Goldwanalandes“ erwähnt.

E. SUESS hat zwar nicht ausdrücklich von einem Brückenkontinent gesprochen, doch geht aus dem Text (diesbezügliche Abbildungen sind kaum vorhanden) eindeutig hervor, daß Südamerika, (Süd-)Afrika und Indien von ihm als Reste (Horste) eines einstigen Großkontinentes angesehen wurden, die nunmehr durch die abgesunkenen ozeanischen Becken (Atlantik und Indik) getrennt werden. Damit ist eindeutig erwiesen, daß E. SUESS, wie auch nach ihm etwa M. NEUMAYR (1887), einen Brückenkontinent (Abb. 1a) annahm, d. h. eine Verbindung der Kontinente auf einstige Landbrücken und nicht auf einen direkten Kontakt zurückführte. Auch nach E. SUESS soll dieses „Gondwana-Land“ zum großen Teil dem einstigen Lemuria der Tiergeographen entsprochen haben. Lemuria wurde 1874 von P. L. SCLATER als hypothetischer Kontinent zwischen Madagaskar und Indien wegen der Verbreitung von Halbaffen angenommen.

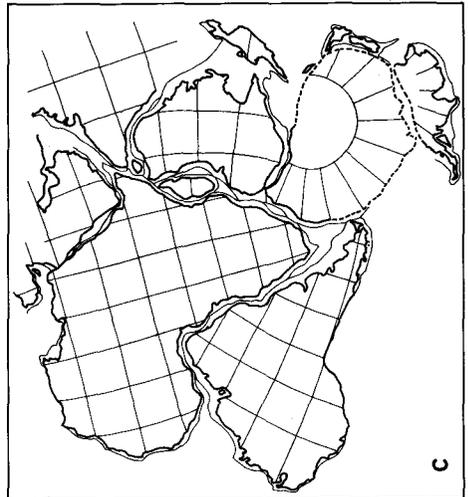
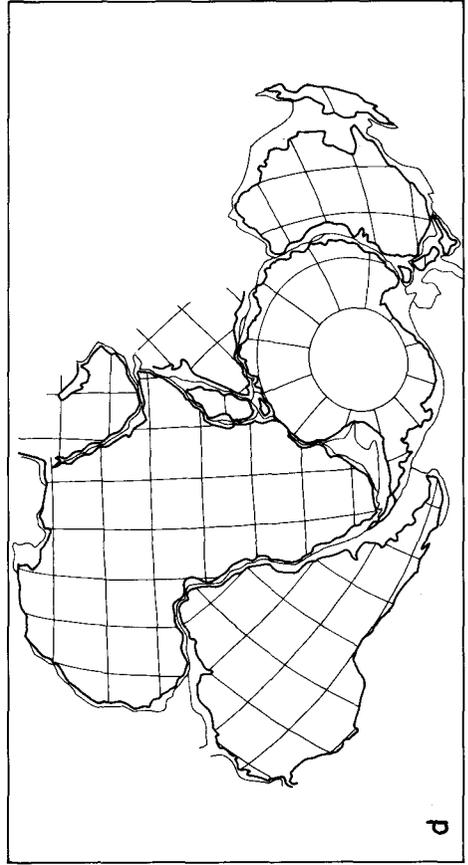
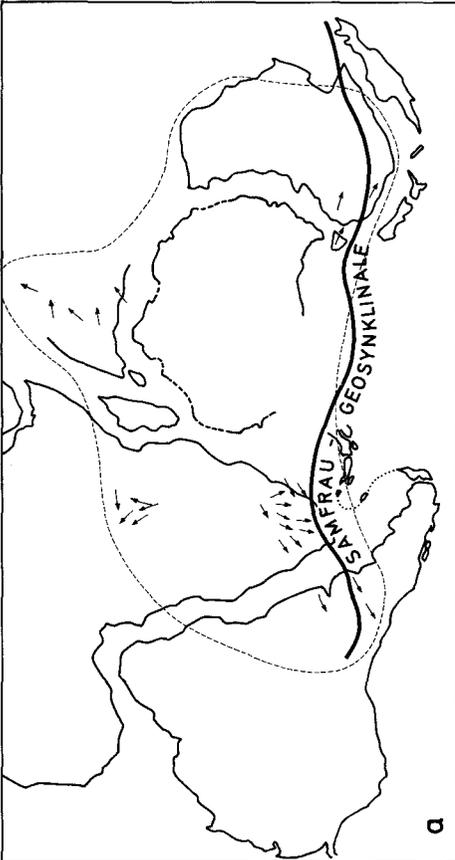
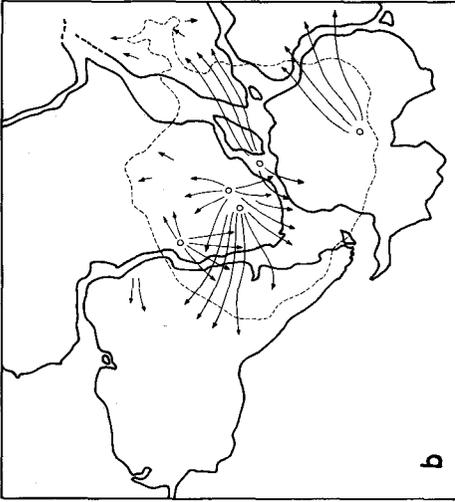
Im letzten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts erfolgte nicht nur der Nachweis der *Glossopteris*-Flora auch in Südamerika (HETTNER 1891)*, sondern es wurde von Tiergeographen eine einstige Landbrücke über den Südatlantik angenommen. Dieser von IHERING als Archhelenis bezeichnete Brückenkontinent soll einst die alten Schilde von Südamerika und Afrika (Archibrasilia und Archafrika) verbunden haben (v. IHERING [1890] 1907) (Abb. 1b). Entscheidend war für VON IHERING die Verbreitung von Süßwassertieren, wie Flußmuscheln, Fischen und Schildkröten. Keine dieser Vorstellungen von Brückenkontinenten (Lemuria, Gondwana, Archhelenis) wurde jedoch allgemein anerkannt.

Das Konzept eines Gondwana-Kontinentes wurde erst wieder 1912 durch A. WEGENER aufgegriffen und im Rahmen seiner Kontinentalverschiebungstheorie einer neuen Deutung zugeführt. WEGENER nahm einen einheitlichen Urkontinent an, den er Pangaea nannte und der im Jung-Paläozoikum aus dem einstigen Nord-(Laurasia) und Südkontinent (Gondwana) bestanden haben soll (WEGENER 1920). Der Gondwanakontinent umfaßte nach WEGENER Südamerika, Afrika, Antarktis, Madagaskar, Vorderindien und Australien. Die heute getrennten (Teil-)Kontinente von Gondwana bildeten damals eine einheitliche Landmasse, die seither zerfiel. Da die von WEGENER angenommenen Ursachen zur Erklärung der Kontinentaldrift (Polfluchtkraft, Polwanderungen) nicht ausreichten, wurden seine Vorstellungen von den Geophysikern nicht anerkannt. Auch die meisten Geologen lehnten die Kontinentalverschiebungstheorie ab. Lediglich Biowissenschaftler griffen die Wegener'sche Hypothese auf, um vor allem disjunkte Verbreitungsbilder zu erklären (vgl. IRMSCHER 1922, 1929).

Inzwischen war die *Glossopteris*-Flora durch SEWARD (1914) aus der Antarktis nachgewiesen worden. Dennoch blieb der Kontinentalverschiebungstheorie die Anerkennung versagt, wenn man von vereinzelt Ausnahmen, wie etwa dem südafrikanischen Geologen A. DU TOIT (1937) absieht. A. DU TOIT brachte u. a. die schon seinerzeit herangezogenen Spuren von einer einstigen jungpaläozoischen Vereisung in Südamerika, Süd- und Zentralafrika, Vorderindien und Australien erneut ins Gespräch und stützte seine Auffassungen durch den übereinstimmenden geologischen Bau Südamerikas und des westlichen Afrikas und durch den einstigen Verlauf eines Geosynklinalsystems, welches sich über das südliche Südamerika, Südafrika, Tasmanien und Ostaustralien erstreckte (Abb. 2a). Damit war auch die Paläoklimatologie in die Diskussion um den Gondwanakontinent einbezogen worden, wobei zunächst nicht entschieden werden konnte, ob es sich nur um Polwanderungen oder um Kontinentalverschiebungen bzw. beides handelte.

Erst in den 50-er Jahren begann sich ein Umschwung abzuzeichnen, der – wie bereits erwähnt – von der Geophysik seinen Ausgang nahm. Dieser Umschwung wurde durch den Paläomagnetismus eingeleitet. Untersuchungen des Gesteinsmagnetismus unter der Leitung von P. M. S. BLACKETT in England und später auch durch RUNCORN in Indien und anderen Kontinenten seit Mitte der 50er Jahre führten zu dem Ergebnis, daß die Lage der Kontinente zueinander während der Erdgeschichte keineswegs konstant war (vgl. BLACKETT & al. 1965, CREER & al.

* Bereits 1869 wurden Reste von *Gangamopteris* aus Brasilien beschrieben.



1957, RUNCORN 1955, 1962, 1970). Dies bedeutet, daß einst Kontinentalverschiebungen stattgefunden haben müssen.

Einen Schritt weiter ging das auf ozeanographischen Befunden beruhende „sea-floor spreading“-Konzept von H. H. HESS, das soviel wie Meeresbodenverbreiterung bedeutet (s. DIETZ 1961). Nach diesem Konzept bildeten sich die heutigen Ozeane (Atlantik, Pazifik, Indik) durch Neubildung des Ozeanbodens im Bereich des sog. „rift valley“ (Zentralgraben) der mittelozeanischen Rücken. Dieses Konzept wurde zwar bereits 1941 durch den österreichischen Geologen O. AMPFERER für den Atlantik (den einzigen Ozean, von dem damals ein mittelozeanischer Rücken durch die Untersuchungen des deutschen Forschungsschiffes „Meteor“ bekannt war) vorweggenommen, doch blieben seine Vorstellungen selbst in Kreisen der Erdwissenschaftler unbekannt und wurden erst kürzlich der Vergessenheit entrissen (THENIUS 1980a). O. AMPFERER und H. H. HESS nahmen Konvektionsströmungen im Erdmantel an, die zur Entstehung des (basaltischen) Ozeanbodens und damit zur Verschiebung der Kontinente geführt haben sollen. Im Jahr 1963 entwickelten die Geophysiker VINE & MATTHEWS eine Hypothese, wonach es in der Vorzeit wiederholt zu Umpolungen des erdmagnetischen Feldes gekommen sei. Sie versuchten damit das damals erst vereinzelt nachgewiesene, zweiseitig symmetrische Muster beiderseits des „rift valley“ zu erklären, eine Deutung, die zugleich das „sea-floor spreading“ beweisen sollte.

Die Bestätigung dieser Auffassungen erbrachten die seit 1968 im Rahmen des DSDP systematisch in allen Weltmeeren durchgeführten Tiefseebohrungsprogramme durch das US-Forschungsschiff „Glomar Challenger“. Diese geophysikalischen, petrologischen, geologischen und paläontologischen Untersuchungen zeigten, daß in sämtlichen Ozeanen mittelozeanische Rücken in Form eines erdumspannenden Systems auftreten und daß der Ozeanboden (basaltisches „basement“ und Meeressedimente) vom Zentralgraben der mittelozeanischen Rücken bis zum Kontinentalsockel an Alter zunimmt und die ältesten Böden der heutigen Ozeane zur Jurazeit entstanden sind.

In den Jahren 1967/68 war überdies von den Geophysikern DAN MC KENZIE & R. L. PARKER aus Cambridge sowie J. MORGAN von der Princeton-Universität in New Jersey das „plate tectonics“-Konzept entwickelt worden. Nach diesem Konzept besteht die Erdkruste (Lithosphäre) aus mehreren, sphärisch gekrümmten Platten, die sowohl Kontinente als auch Ozeane umfassen können. Damit war neuerlich im Prinzip die Kontinentalverschiebung von Seiten der Geophysik anerkannt worden, wenn auch unter anderen Voraussetzungen als WEGENER annahm. Gegenseitiges Verschieben dieser Platten führt zu Gebirgsbildungen, zum Vulkanismus und zur Entstehung vulkanischer Inselbögen. Da diesem Konzept weltweite Gültigkeit zukommt, spricht man auch von der globalen Tektonik. Freilich bestehen auch gegenwärtig noch zahlreiche Probleme, vor allem über Umfang,

Abb. 2: Der Gondwanakontinent in vier verschiedenen Rekonstruktionen. a – nach DU TOIT (1937), b – nach MAACK (1969), c – nach AHMAD (1961), d – nach SMITH & HALLAM (1970). Beachte die unterschiedliche Position der Antarktis, Madagaskars und Vorderindiens. Anordnung der „Kontinente“ nach dem Verlauf der Samfrau-Geosynklinale und den Spuren der jungpaläozoischen Eiszeit (a, b), nach der einstigen Verteilung von Meer und Land (c) sowie nach der Paßform der Kontinentalsockelränder. Pfeile = Eisrichtung, Kreise = Vereisungszentren. Sämtliche Vorlagen meist etwas vereinfacht umgezeichnet.

Zahl und Position der einzelnen Platten, worauf an Hand des Gondwanakontinentes noch konkret zurückgekommen sei. Jene Stellen der Lithosphäre, an denen Ozeanplatten als spezifisch schwerere Schollen in den oberen Erdmantel einsinken (sog. Benioff-Zonen), sind durch Tiefseegräben gekennzeichnet. In größerer Tiefe kommt es zur Aufschmelzung der Ozeanplatten. Diese Tiefseegräben sind echte Verschluckungs- oder Subduktionszonen. Sie bilden zusammen mit den Faltengebirgen richtige Einengungszonen der Erdkruste und dokumentieren zugleich, daß das „Sea-floor spreading“-Konzept nicht unbedingt mit einer Expansion der Erde verbunden sein muß (vgl. THENIUS 1977).

Nach diesem historischen Überblick wollen wir uns nun den erd- und biowissenschaftlichen Befunden zuwenden, die für einen Gondwanakontinent sprechen. Da nach den Ergebnissen der Ozeanographie und Meeresgeologie die *Ozeane* Neubildungen sind und keinen abgesunkenen Kontinentalteilen entsprechen, erübrigt sich die Diskussion der Frage direkte Landverbindung oder Brückenkontinent? Einstige Landbrücken sind praktisch nur im Bereich des Kontinentalschelfes anzunehmen, wie sie etwa der heutigen Nord- und Sundasee oder der Bering- und der Torresstraße entsprechen.

Erdwissenschaftliche Befunde

Die erdwissenschaftlichen Befunde für die einstige Existenz eines Gondwanakontinentes reichen von der Geophysik über die Mineralogie, Petrologie und Geologie bis zur Paläontologie und Ozeanographie. Von einigen war bereits die Rede (z. B. Alter des Ozeanbodens, Paläomagnetismus und wiederholte Umpolungen) (vgl. dazu TARLING & RUNCORN 1973, THENIUS 1977).

Die Teile des Gondwanakontinentes bestehen größtenteils aus alten, präkambrischen Kernen (z. B. Guyana- und Brasilianischer Schild, Alt-Afrika, Madagaskar, Vorderindien, Ost-Antarktis, Australien). Übereinstimmungen ergeben sich nicht nur in der Zusammensetzung und im Alter der präkambrischen Kerne von Afrika und Südamerika, sondern auch nach ihren Strukturen durch eine gemeinsame geologische Geschichte, die vor allem durch den Pan-Afrikanisch-Brasilianischen Gebirgsbildungszyklus im Jung-Präkambrium samt Metamorphose (vor 700–450 Millionen Jahren) deutlich wird (BEURLIN 1974, CAREY 1958, HURLEY & RAND 1969, KING 1958, 1965, MAACK 1964, 1969, DU TOIT 1937, WEGENER 1929). Dementsprechend lassen sich auch gemeinsame Erz- und Mineralprovinzen in den Küstenländern des Südatlantik beobachten (Abb. 3). Ähnliches wird für Vorderindien und Westaustralien angenommen (vgl. DERRY 1980, GROVER 1978, LEUBE 1978, PETRASCHECK 1973, STRUNZ 1980).

Auch die erdgeschichtlich jüngeren (paläo- und mesozoischen) Ablagerungsräume zeigen eine gleichartige Geschichte (CASTER 1952). Dazu kommen die Faltengebirgszonen Argentiniens, der Falkland-Inseln, des Kaplandes und der West-Antarktis sowie Tasmaniens und des östlichen Australien. Sie sprechen für eine einst durchlaufende Geosynklinale, die DU TOIT (1937) als Samfrau-Geosynklinale bezeichnet hat. Die Samfrau-Orogenese ist im wesentlichen auf das Paläozoikum beschränkt. Allerdings reichen die letzteren Befunde nicht zu einer endgültigen Beurteilung der gegenseitigen Position (vgl. Abb. 2) der Einzelkontinente

zueinander aus (vgl. TESSENHORN 1980). Schließlich ist noch der Vulkanismus als Begleiterscheinung des Zerfalles des Gondwanakontinentes besonders im Bereich von Afro-Amerika zu erwähnen.

Bei der Beurteilung der einstigen Position der Einzelkontinente hat die Paßform („fit“) der Kontinentalschollenränder weitergeholfen. Für Südamerika und Afrika

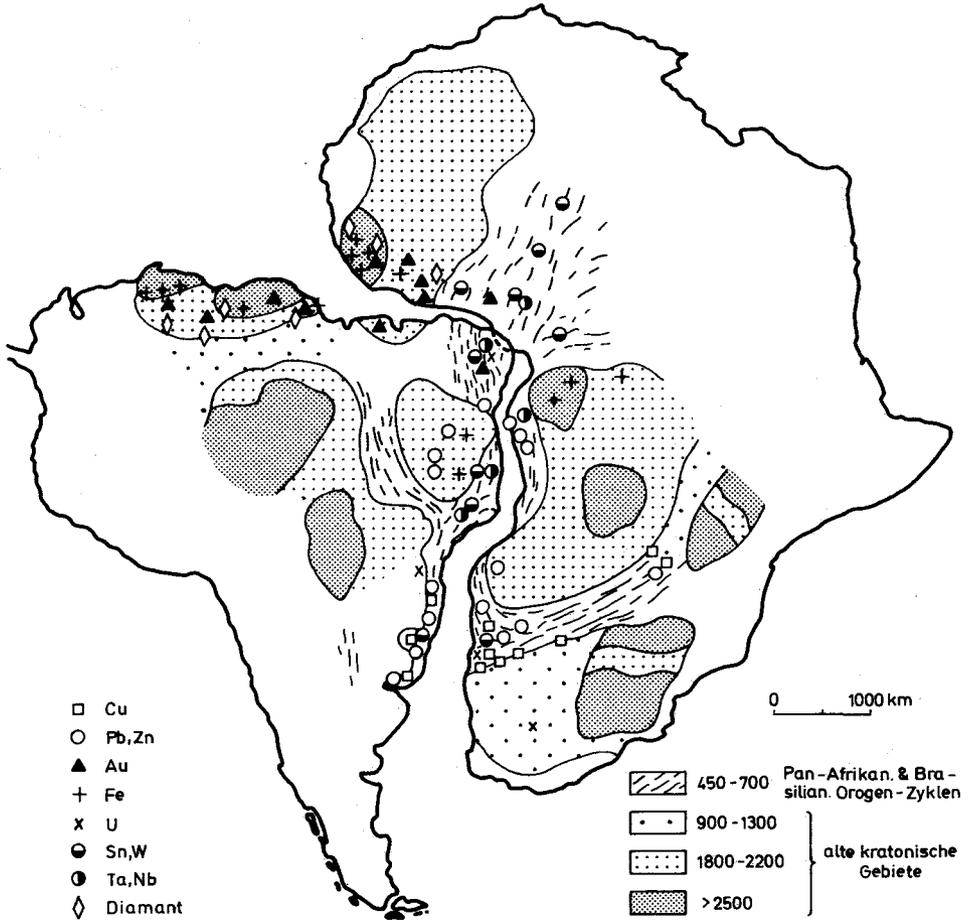


Abb. 3: Die Verteilung der Erzprovinzen im Präkambrium Afrikas und Südamerikas und der Verlauf der pan-afrikanischen und brasilianischen Orogen-Zyklen. Zahlen = Jahrmmillionen. Nach LEUBE (1978). Umgezeichnet.

zeigte sich die beste Paßform nicht, wie WEGENER annahm, bei der 200 m Tiefenlinie, sondern bei der 2000 m-Tiefenlinie (s. CAREY 1958). Auch für die Ostantarkt und Südastralien konnte durch die Paßform die einstige Position dieser beiden Kontinente zueinander festgelegt werden (s. SPROLL & DIETZ 1969, SMITH & HALLAM 1970) (Abb. 2d). Nicht eindeutig geklärt ist nach wie vor die einstige Position dieses Doppelkontinentes zu Afro-Amerika sowie die Lage von Mada-

gaskar und von Indien innerhalb des Gondwanakontinentes (vgl. dazu Abb. 2 a-d).

Ein weiterer Befundkomplex, nämlich Spuren jungpaläozoischer Vereisungen wie U-Täler, Gletscherschliffe, Tillite und fluvioglaziale Sedimente, bestätigt zwar die Existenz des Gondwanakontinentes, doch gibt die Richtung der Eisströme keine näheren Hinweise auf die einstige gegenseitige Lage der Kontinente, ganz abgesehen davon, daß die exakte Gleichsetzung der Ereignisse trotz beachtlicher Fortschritte bei der Altersdatierung nicht immer gewährleistet ist bzw. auch die

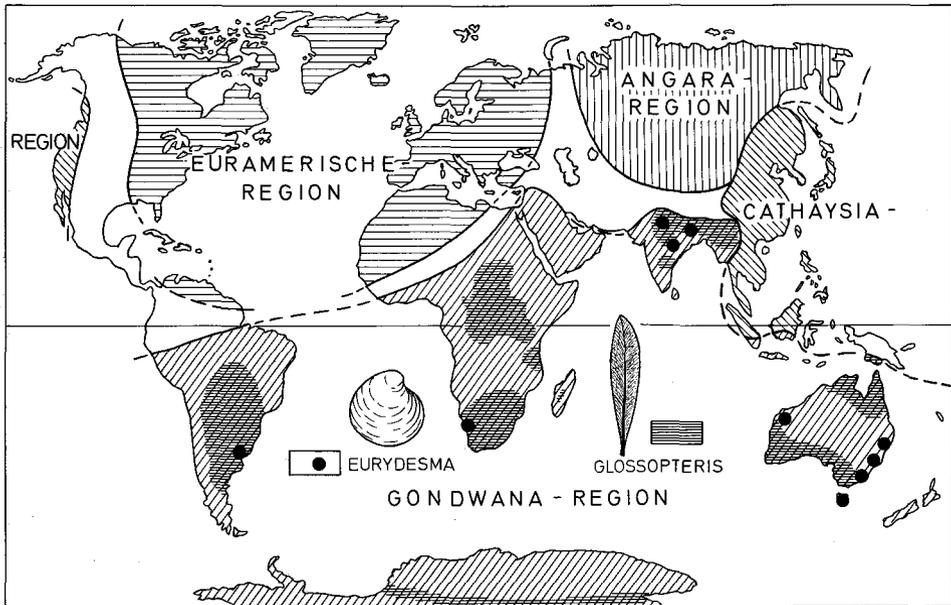


Abb. 4. Die Verbreitung der *Glossopteris*-Flora und der *Eurydesma*-Kaltwasserfauna im Unter-Perm sowie die Florenregionen zur Zeit des Ober-Karbon/Unter-Perm. Die einstige Verbreitung der *Glossopteris*-Flora ist am einfachsten durch einen Gondwana-Kontinent zu erklären. Nach PLUMSTEAD (1973) verändert und ergänzt umgezeichnet. Die *Glossopteris*-Flora ist neuerdings auch aus Südtibet nachgewiesen worden (HSU 1976).

rein glaziale Entstehung mancher Diamiktite (Tillite und Tillioide) keineswegs sicher ist. Wie PLUMSTEAD (1964) betont, war die jungpaläozoische Vereisung des Gondwana-Kontinentes zwar kein einmaliges Ereignis, dennoch löst die Annahme einer einheitlichen Landmasse am besten die paläoklimatologische Problematik. So ist etwa das Karroo-System im Kaokoveld als Randfazies der Gondwana-Schichten des Parana-Beckens anzusehen (AHMAD 1966, AHMAD & AHMAD 1962, BOWEN 1964, CROWELL & FRAKES 1970, FRAKES & CROWELL 1970, FRAKES, KEMP & CROWELL 1975, KING 1962, MARTIN 1961).

Zu diesen Fakten kommen zahlreiche paläontologische Befunde, die nicht nur die einstige direkte Landverbindung zwischen Südamerika und Afrika bestätigen, sondern auch die Möglichkeit eines Austausches von Landtieren bzw. -pflanzen zwischen Südamerika und Afrika einerseits, der Antarktis und Australien anderer-

seits erkennen lassen. Dazu kommt, daß durch Fossilien der Zeitpunkt des Auseinanderbrechens einzelner Kontinentalerschollen besser eingengt bzw. erfaßt werden kann.

Das wohl bekannteste Beispiel ist die schon erwähnte *Glossopteris*-Flora, die eigentlich der Anlaß für die Annahme eines einstigen Südkontinentes war. Die

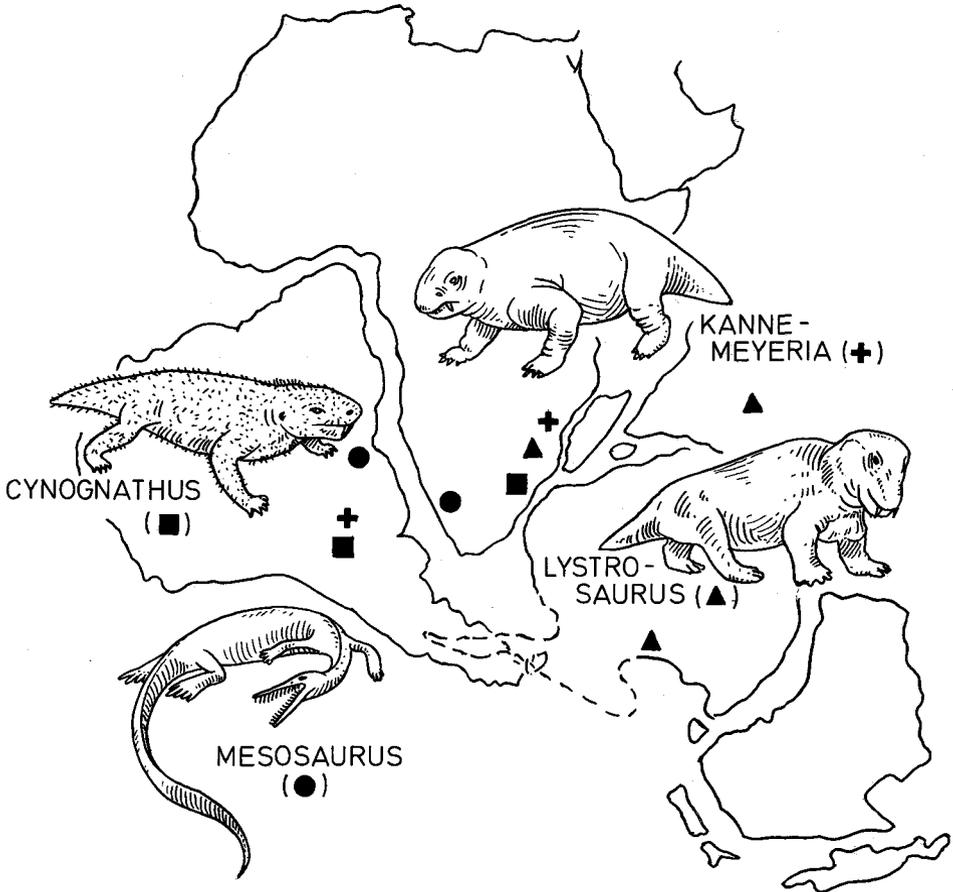


Abb. 5: Der Gondwana-Kontinent und die Verbreitung nichtmariner Reptilien im Unter-Perm (*Mesosaurus*) und zur U-Trias (*Lyttosaurus*, *Kannemeyeria*, *Cynognathus*). *Mesosaurus* = Seebewohner. Aus THIENUS (1976).

Glossopteris-Flora des (älteren) Perm unterscheidet sich nach der Zusammensetzung wesentlich von den Floren der damaligen Nordhemisphäre (euramerische Flora, Angara- und Cathaysia-Flora), was mit der Paläogeographie und dem Klima von einst erklärt werden kann (s. MEYER 1970; vgl. HART 1974). Die *Glossopteris*-Flora, die durch zahlreiche Farnsamer (z. B. *Glossopteris*, *Gangamopteris* und *Palaeovittaria* als Blatt-, sowie *Vertebraria* als Rhizomgattung; *Scutum*, *Hirsutum*, *Ottokaria*, *Lanceolatus* und *Pluma* als Fruktifikationen; vgl. PLUMSTEAD 1964, 1973) charakterisiert ist, wird als Flora der gemäßigten Zone angesehen und

ist aus Südamerika, von den Falkland-Inseln, Afrika, Madagaskar, der Antarktis, Indien, Tibet (HSU 1976) und Australien nachgewiesen (Abb. 4). Lepidophyten treten weitgehend zurück und sind nach EDWARDS (1952) überdies mit Arten der nördlichen Hemisphäre nicht identisch. Auch aus der Antarktis konnte durch neuere Untersuchungen die ganze Abfolge der Gondwana-Serie mit Floren nachgewiesen werden (PLUMSTEAD 1962). *Glossopteris* selbst ist zweifellos eine Formgattung, die nach CHANDRA & SURANGE (1979) mehreren Genera und Familien zuzuordnen ist.

Eine ähnlich begrenzte räumliche Verbreitung wie die *Glossopteris*-Flora zeigt die damalige *Eurydesma*-Fauna (benannt nach einer Muschel) als Meeresfauna. Die *Eurydesma*-Fauna war als Kaltwasserfauna auf die Ränder des damaligen Gondwanakontinentes beschränkt und ist aus Südamerika, Südafrika, Indien und Australien bekannt. Die *Eurydesma*-Schichten verzahnen sich entweder mit glazialen Sedimenten oder überlagern diese. Verbreitung und Begleitfauna unterscheiden diese Marinfrauna stark von den damaligen Warmwasserfaunen mit Fusuliniden und Tethys-Korallen (s. GOBETT 1973, LEED 1952) (Abb. 4).

Im älteren Perm von Südbrasilien und Südafrika ist *Mesosaurus* (= *Stereosternum*), ein aquatisches Reptil, verbreitet. Es war ein Bewohner des einstigen Binnengewässers, das Teile Südafrikas und des südlichen Südamerikas bedeckte. Weitere fossile Wirbeltiere, welche den einstigen Kontakt zwischen Afrika und Südamerika bzw. der Antarktis bestätigen, sind *Lystrosaurus* und *Thrinaxodon* als Therapsiden, ferner *Procolophon* als Anapside aus der älteren Trias (Abb. 5) sowie *Araripesuchus* und *Sarcosuchus* als Crocodyliden in der älteren Kreide. *Lystrosaurus* als Leitform der *Lystrosaurus*-Zone von Südafrika konnte von COLBERT (1969) in der Antarktis (Fremouw Formation) nachgewiesen werden. *Lystrosaurus* ist auch aus Indien und Südwestchina bekannt (COLBERT 1970, 1972, 1973). Der Nachweis von *Lystrosaurus*, *Procolophon* und *Thrinaxodon* bestätigt, daß die Antarktis zur älteren Trias ein Teil des Gondwanakontinentes war. *Araripesuchus* und *Sarcosuchus* sind Süßwasserkrokodile, die erst kürzlich durch BUFFETAUT (1979) aus dem Apt von Nigerien und Brasilien beschrieben wurden. Auch dieser Nachweis setzt einen landfesten Kontakt und zwar zwischen Südamerika und Westafrika noch zur Unter-Kreide voraus.

Dies wird durch nichtmarine Ostracodenfaunen aus dem „Wealden“ von Nordostbrasilien (Prov. Sergipe) und Westafrika (Gabun, Angola) bestätigt (vgl. GREKOFF 1953, GREKOFF & KRÖMMELBEIN 1967, KRÖMMELBEIN 1965, 1966, KRÖMMELBEIN & WEBER 1971). Durch Erdölbohrungen sind Profile in der Bahia-Serie (Brasilien) und der Cocobeach-Serie (Gabun) mit übereinstimmenden nichtmarinen Ostracodenfaunen nachgewiesen, die den einstigen landfesten Kontakt zwischen Südamerika und Afrika dokumentieren (Abb. 6). Auch Evaporite, die einem proto-atlantischen Stadium entsprechen, können als Belege dafür angesehen werden, daß Afrika und Südamerika noch zur älteren Kreidezeit einen einheitlichen Kontinent bilden.

Wann entstand nun der Südatlantik bzw. wann war die erste durchgehende Meeresverbindung vorhanden? Verschiedentlich ist die Trennung zwischen Südamerika und Afrika bereits für das Perm angenommen worden. Andere Autoren verlegen dieses Ereignis in die Jurazeit. Auch hier geben Fossilien und zwar Am-

moniten-Faunen nähere Hinweise, doch differieren die Altersangaben etwas. Während nach KENNEDY & COOPER (1975) sowie FÖRSTER (1978) eine offene marine Zirkulation erstmalig im Ober-Alb, also bereits zur jüngsten Unter-Kreidezeit existierte, war dies nach REYMENT & TAIT (1972) erst im jüngeren Unter-Turon, also zur älteren Ober-Kreidezeit der Fall (Abb. 7). Ungeachtet dieser Diffe-

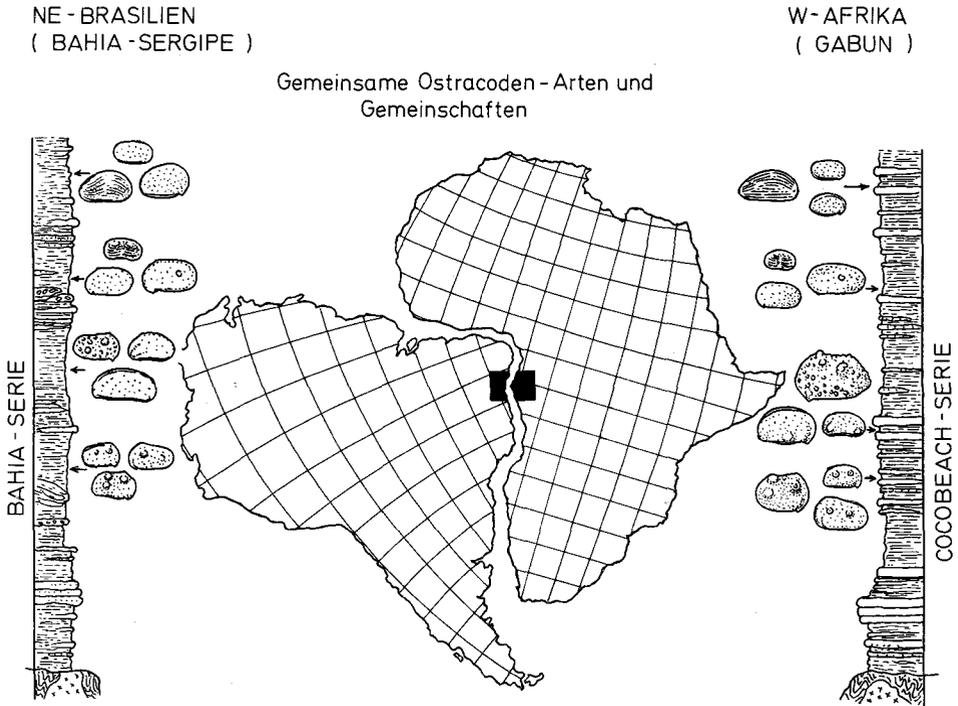


Abb. 6: Paläogeographie und Paläontologie. Übereinstimmende Profile mit nichtmariner Ostracoden-fauna im „Wealden“ (Ober-Jura – Unter-Kreide) NE-Brasiliens und W-Afrikas (Gabun) als Beweis für die Existenz eines afro-amerikanischen Doppelkontinentes noch zur älteren Kreidezeit. Nach Vorlagen von KRÖMMELBEIN (1966, 1971) kombiniert zusammengestellt.

renzen kann angenommen werden, daß die Trennung von Südamerika und Afrika erst zur „mittleren“ Kreidezeit erfolgte, eine für Biogeographen außerordentlich wichtige Feststellung, zumal von geophysikalischer Seite auf Grund von Tiefseebohrungen eine bereits zur frühen Kreidezeit erfolgte Aufspaltung vertreten wird (was lediglich für den südlichen Südatlantik zutrifft) (vgl. MAXWELL & al. 1970).

Zunächst aber noch zu weiteren paläontologischen Befunden. So sind aus dem Paleozän Brasiliens sowohl eine *Xenopus*-Art (*X. romeri*) als auch eine Blindwühle (Gymnophione: *Apodops*) bekannt geworden, welche den heutigen westafrikanischen Formen (*Xenopus tropicalis* als Anure, *Geotrypetes* als Gymnophio-

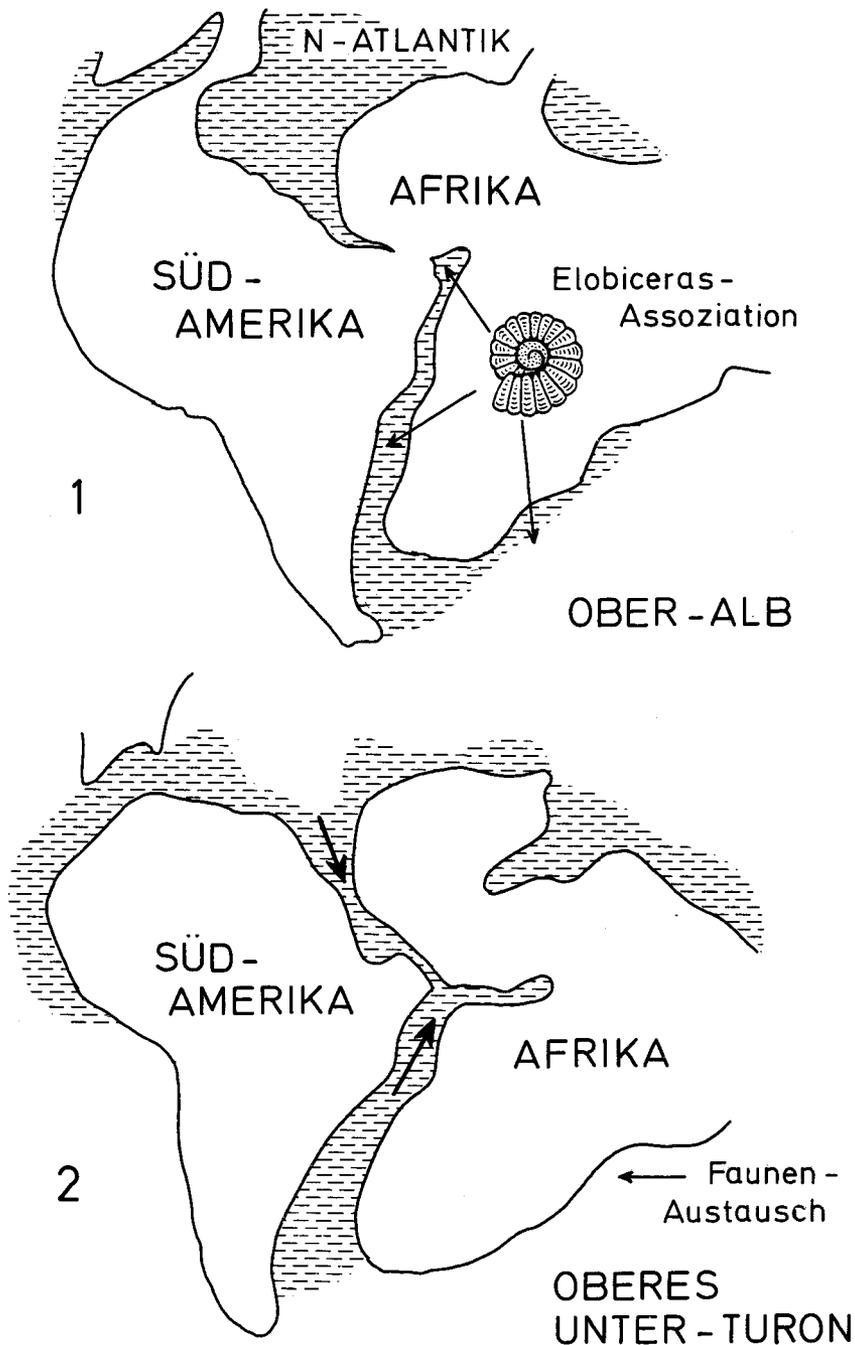


Abb. 7: Paläogeographie und Paläontologie. Erste durchgehende Meeresverbindung zwischen Südamerika und Afrika nach (marinen) Ammonitenfaunen zur älteren Ober-Kreidezeit (oberes Unter-Turon). Nach REYMENT & TAIT (1972) verändert umgezeichnet.

ne) näherstehen als den neotropischen (ESTES 1975, ESTES & WAKE 1972). Sind diese Amphibien durch Meeresströmungen (etwa durch Bauminselfen) nach Südamerika gelangt oder sind die bereits zur Kreidezeit entstandenen Formen lediglich in Südamerika seither wieder ausgestorben?

Nach diesen Hinweisen wollen wir uns den biowissenschaftlichen Befunden zuwenden.

Biowissenschaftliche Hinweise

Zahlreiche Befunde aus dem Bereich der Biowissenschaften sind im Laufe der Zeit zusammengetragen und für die Existenz eines einstigen Südkontinentes herangezogen worden. Dies geht bereits aus den eingangs erwähnten Begriffen wie Lemuria und Archhelenis hervor, die sich jedoch als rein hypothetische Gebilde erwiesen haben. Wie im folgenden Kapitel noch erläutert werden soll, kommt nämlich nur den wenigsten Befunden und zwar nur den apochoren Verbreitungsbildern (im Sinne von KRAUS 1978; vgl. MÜLLER 1974) eine echte Beweiskraft zu. Anlässlich des 1949 in New York abgehaltenen Symposiums über "the role of the South Atlantic basin in biogeography and evolution" wurde zwar auch auf grundsätzliche Fragen hingewiesen, ohne daß jedoch auf Grund der biogeographischen Befunde eindeutige Schlußfolgerungen möglich waren (MAYR 1952; vgl. ferner MEGGERS & al. 1973 und MILLOT 1952).

Die bekanntesten Beispiele liefern die gegenwärtig disjunkten Verbreitungsbilder von Knochenfischen (z. B. Lungenfische, Knochenzüngler und Characoidei), Amphibien (Pipiden), Schildkröten (Pelomedusiden) und Straußenvögeln, zu denen Land- und Süßwassermollusken (z. B. Unionacea = Najaden), Oligochaeten (Acanthodrilidae: Benhaminae), Süßwasserkrebse (z. B. Bathynellaceen), verschiedene Insekten (z. B. Chironomidae, Peloridiidae) und andere Arthropoden (z. B. Spirostreptiden) unter den Tieren sowie diverse Pflanzen zu zählen sind (Abb. 8). Eine eingehende Analyse der rezenten Verbreitung der Landwirbeltiere der Südhemisphäre gibt CRACRAFT (1975) an Hand der Fossildokumentation und unter Berücksichtigung der phyletischen Systematik.

Zunächst zur Verbreitung der Lungenfische (Dipnoi) als klassisches Beispiel für eine sog. Gondwana-Verbreitung primärer Süßwasserfische. Sie sind gegenwärtig mit drei Gattungen in Südamerika (*Lepidosiren*), Afrika (*Protopterus*) und Australien (*Neoceratodus*) heimisch. Da die Lungenfische einst – wie Fossilfunde dokumentieren – weltweit (also auch Nordhemisphäre, Antarktis) verbreitet waren, ist das heutige Verbreitungsbild nur als plesiochores oder Schumpfareal zu bezeichnen. Dennoch belegen die Lungenfische durch das apochore Verbreitungsmuster der Lepidosirenidae (mit *Lepidosiren* und *Protopterus* als Schwestergattungen im Sinne der phyletischen Systematik von HENNIG 1966) die einstige und erdgeschichtlich lang andauernde Verbindung zwischen Südamerika und Afrika, ohne jedoch eine konkrete Aussage über die Art dieser Verbindung zu ermöglichen. Analoge Beispiele bilden die Salmier (Unterordnung Characoidei, die in der Neotropis und in Afrika heimisch sind, fossil jedoch auch von der Nordhemisphäre

nachgewiesen sind) (Abb. 8) und die zungenlosen Frösche (Pipidae mit *Pipa* in Südamerika und *Xenopus* in Afrika), von denen bereits oben die Rede war. Auch die Pipiden waren einst viel weiter verbreitet.

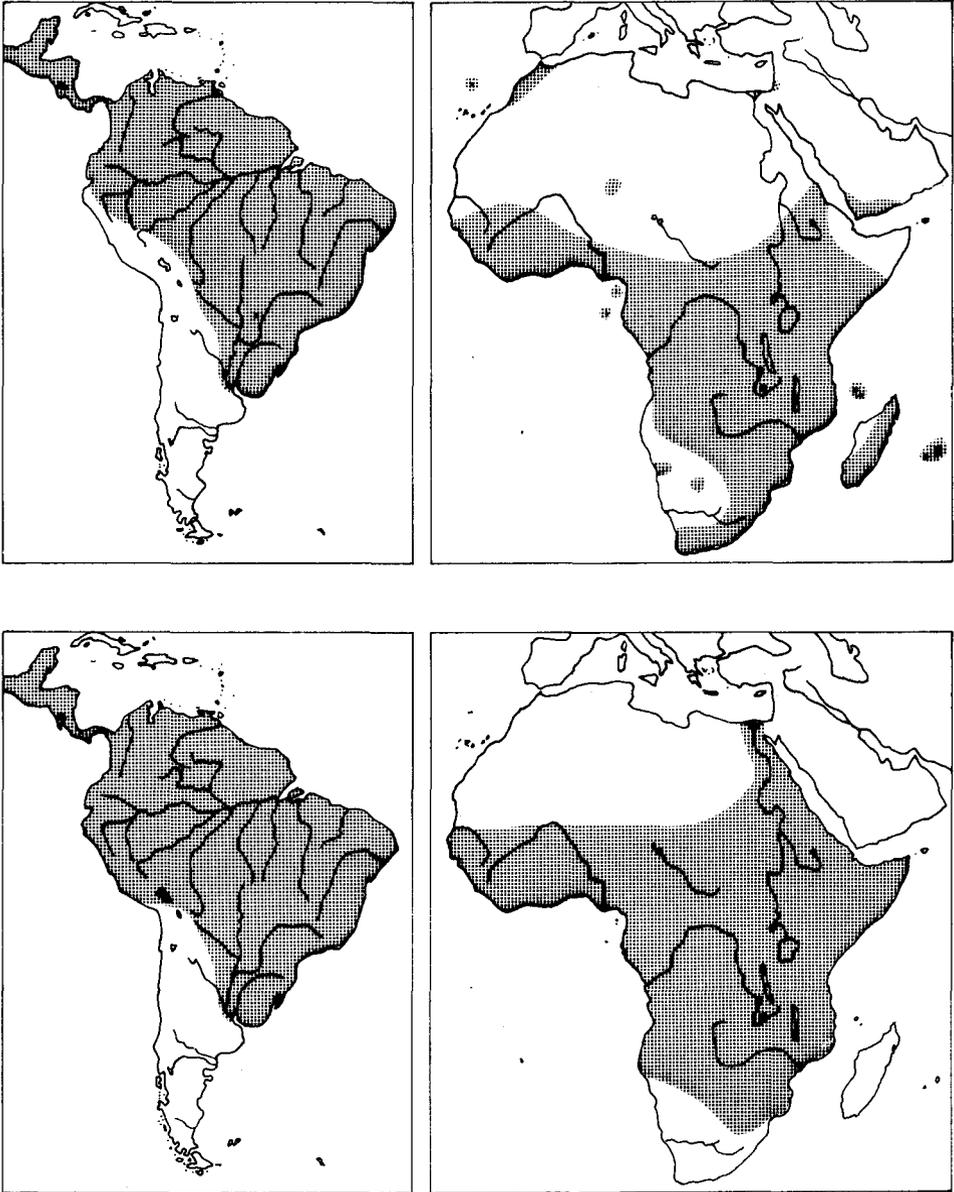


Abb. 8: Zoogeographie: Heutige „Transatlantische“ Verbreitung (oben) der Spirostreptidae (Diplopo-da) nach KRAUS (1978) und (unten) der Characoidei (Osteichthyes) nach KLAUSEWITZ (1980). Umgezeichnet.



Abb. 9: Tiergeographie und Paläontologie. Erdgeschichtlich alte Tiergruppen (weiß) durch nah verwandte Formen (meist als Schwestergruppen, wie z. B. *Lepidosiren*: *Protopterus*, *Arapaima*: *Heterotis*, *Pipa*: *Xenopus*, *Podocnemis*: *Pelomedusa*, *Rhea*: *Struthio*), geologisch junge Stämme (schwarz) in Südamerika und Afrika durch konvergent entstandene Elemente (z. B. Kolibris: Nektarvögel; Leguane: Agamen) vertreten. Für die Caviomorpha – Hystricomorpha (*Coendou*: *Hystrix*) und Platyrrhini – Catarrhini (*Saimiri*: *Cercopithecus*) Diskussion noch nicht abgeschlossen. Nach THENIUS (1977).

Unter den Knochenzünglern (Osteoglossidae), die ähnlich den Lungenfischen gleichfalls eine Art Gondwana-Verbreitung zeigen, jedoch einst auch weiter verbreitet waren, bilden nach NELSON (1969) einerseits *Osteoglossum* (Südamerika) und *Scleropages* (Australien, Südostasien), andererseits *Arapaima* (Südamerika) und *Heterotis* (= *Clupisudis*; Afrika) Schwestergattungen. Allerdings stehen *Arapaima* und *Heterotis* (= Heterotinae) einander viel näher als *Osteoglossum* und *Scleropages* (= Osteoglossinae). Erstere dokumentieren die nahen Beziehungen zwischen Südamerika und Afrika.

Weitere Angaben über südamerikanisch-afrikanische Tiergruppen finden sich bei KLAUSEWITZ (1980), KRAUS (1966, 1978), PILSBRY (1911), PILSBRY & BEQUAERT (1927), SCHMINKE (1974) und THENIUS (1977a). Wichtig erscheint, daß nahe verwandtschaftliche Beziehungen nur bei erdgeschichtlich älteren Formen vorhanden sind, während geologisch junge Elemente große Verschiedenheiten zeigen (Abb. 9). Deren Ähnlichkeiten sind Konvergenzerscheinungen (z. B. Kolibris: Nektarvögel; Iguanidae: Agamidae). Diskutiert werden allerdings die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen Alt- und Neuweltaffen sowie zwischen den alt- und neuweltlichen Stachelschweinartigen (Hystricomorpha: Caviomorpha), auf die unten noch zurückgekommen sei.

Tiergeographisch interessant ist die Fauna von Madagaskar. Nach MILLOT (1952) ist sie die interessanteste der Erde überhaupt. Ursprünglich wurden sowohl die Halbaffen als auch die Schleichkatzen als nahe Verwandte der südasiatischen Formen angesehen. Wie jedoch neuere Untersuchungen gezeigt haben, sind die angeblichen verwandtschaftlichen Beziehungen durch Konvergenz- bzw. Parallelerscheinungen vorgetäuscht, was bei den Säugetieren als erdgeschichtlich jungen Wirbeltieren verständlich erscheint (vgl. STARCK 1974). Die Säugetiere haben Madagaskar durchwegs per Drift vom afrikanischen Festland erreicht, was durch die frühe Trennung verständlich wird.

Demgegenüber sind unter den erdgeschichtlich älteren Reptilien mit der madagassischen Hundskopfboa (*Sanzinia madagascariensis*) als Angehörige der Boinae und mit den Madagaskarleguanen (*Oplurus*, *Chalarodon*) Formen nachgewiesen, deren nächste Verwandte in Südamerika heimisch sind. Bemerkenswert ist das Fehlen von Pythonschlagen und Agamen in Madagaskar. Angaben über die weitere Reptilfauna finden sich bei BLANC (1972) und PAULIAN (1961). Von pflanzengeographischer Seite ist – abgesehen vom hohen Grad an Endemismen, wie etwa den eigenartigen Didiereaceen (z. B. *Didierea*, *Alluaudia*), die von manchen Autoren als nächste Verwandte der fast ausschließlich neuweltlich verbreiteten Cactaceen angesehen werden – das Vorkommen von *Adansonia* und *Nepenthes* bemerkenswert (s. KOEHLIN 1972). Die Gattung *Adansonia* (Affenbrotbaum) als Angehörige der Bombaceen ist in Afrika, Madagaskar und Australien heimisch. Die madagassischen *Nepenthes*-Arten gehören zur primitiven, auf Madagaskar, den Seychellen und Ceylon heimischen Untergruppe, während die südostasiatischen Formen spezialisierter sind (vgl. WEBER 1980).

Eines der ältesten Probleme der Biogeographie ist die Existenz der sogenannten AS-Gruppen (benannt nach ihrer disjunkten Verbreitung in Australien und Südamerika) und damit die Frage der transantarktischen Verbreitung. Besonders be-

kannt ist das gegenwärtige Verbreitungsbild der Beuteltiere (*Marsupialia*) und der Südbuchen (*Nothofagus*).

Die Beuteltiere sind auf die Neotropis (nur *Didelphis* besiedelt als junger [eiszeitlicher] Einwanderer auch weite Teile der Nearktis) und die australische Region (sowie Celebes) beschränkt. Zur Erklärung dieser disjunkten Verbreitung sind im wesentlichen zwei Deutungen herangezogen worden. Die Ostasien-Route, wie sie etwa G. G. SIMPSON vertritt, und die Antarktis-Route, zu deren Anhängern u. a. C. B. COX, R. HOFFSTETTER und E. THENIUS zählen. Eine Diskussion der Befunde und ihre Deutung erfolgt im nächsten Kapitel.

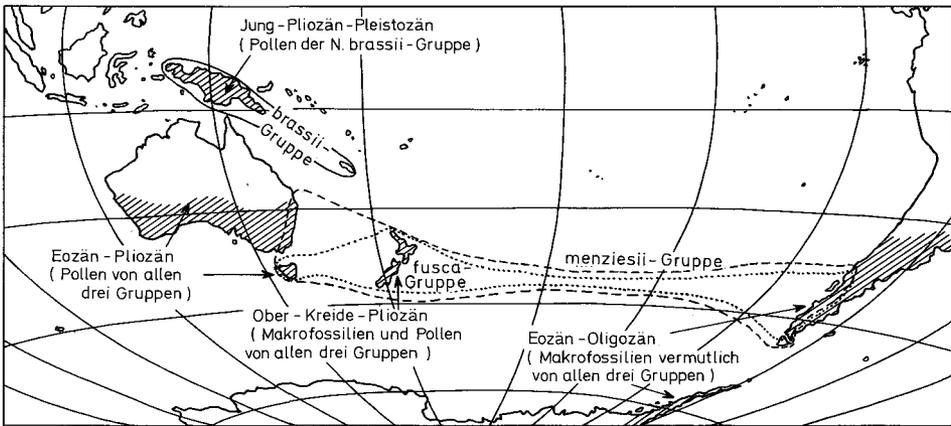


Abb. 10: Einstige und jetzige Verbreitung der Südbuchen (*Nothofagus*) als Beispiel einer AS-Gruppe. Beachte nähere verwandtschaftliche Beziehungen der neuseeländischen Arten (*fusca*- und *menziesii*-Gruppe) zu südamerikanischen als zu jenen von Neuguinea (*brassii*-Gruppe). Nach MÜLLER (1974) umgezeichnet.

Ähnlich ist das gegenwärtige Verbreitungsbild von *Nothofagus*. Diese strauch- oder baumförmigen immer- oder sommergrünen Gewächse sind in ungefähr 50 Arten in Neuguinea, Australien, Tasmanien, Neuseeland und im südlichen Südamerika (Chile) verbreitet. Interessant ist, daß sowohl die *menziesii*- als auch die *fusca*-Artengruppe mit nah verwandten Arten in Tasmanien, Neuseeland und Südamerika vorkommen. D. h., daß die australisch-neuseeländischen Arten den chilenischen Arten näherstehen als jenen aus Neuguinea (*N. brassii*-Gruppe) (Abb. 10). Auf weitere Beispiele aus der Pflanzengeographie sei hier nicht eingegangen, da es sich meist um plesiochore Verbreitungsbilder handelt und überdies die Fossildokumentation nicht ausreichend ist (vgl. EHRENDORFER 1981, SCHUSTER 1969, 1976).

Ähnliche Verbreitungsbilder finden sich unter Insekten (z. B. Peloridiidae, Chironomidae [Podonominae], Austroperlidae, Nannochoristidae), Süßwasserkrebsen (Bathynellidae und Parabathynellidae) und Süßwassermuscheln (Unionacea).

Hier sei stellvertretend nur das Verbreitungsbild der Podonominae (Zuckmücken) besprochen, das BRUNDIN (1972, 1975) unter Berücksichtigung der stammesgeschichtlichen Beziehungen untersucht hat. Die Podonominae zeigen eine zir-

kumantarktische Verbreitung, mit den beiden Schwestergruppen Boreochlini (Südafrika) und Podonomini (Australien – Tasmanien, Neuseeland und südliches Südamerika). Unter den letzteren bilden die südamerikanischen und australisch-tasmanischen Arten echte Schwestergruppen, während direkte Beziehungen zu den neuseeländischen Arten nicht vorhanden sind (Abb. 11). Nach BRUNDIN ist die Annahme von zwei getrennten Antarktis-Routen, eine zwischen Neuseeland und Südamerika (über die Westantarktis), die andere zwischen Südamerika und Australien (über die Ostantarktis) notwendig. Ein Ausbreitungsmuster, das vor An-

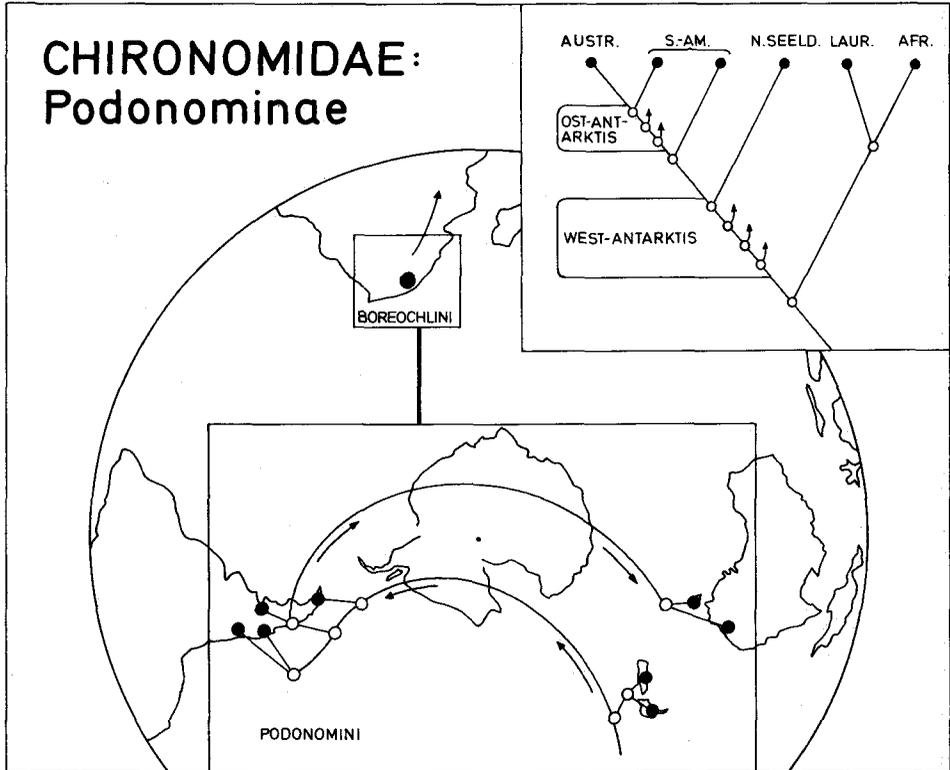


Abb. 11: Zoogeographie: Die heutige Verbreitung der kühl-adaptierten Chironomiden nach BRUNDIN (1972). Nach den stammesgeschichtlichen Zusammenhängen (s. Kladogramm mit Schwestergruppen) Annahme einer transantarktischen Verbreitung der Podonomini notwendig. Austr. = Australien, S.-Am. = Südamerika, N-Seeld. = Neuseeland, Laur. = Laurasia, Afr. = Afrika.

nahme einer Kontinentalverschiebung und damit der Antarktisroute einfach nicht erklärt werden konnte. BRUNDIN stützte sich bei seinen Untersuchungen über Schwestergruppen ausdrücklich auf apomorphe Merkmale.

Diskussion

Wie bereits eingangs des vorigen Kapitels vermerkt, lassen biogeographische Befunde nur beschränkt Aussagen über die paläogeographischen Situationen zu. Ab-

gesehen vom „Nachweis“ direkter verwandtschaftlicher Beziehungen (monophyletische Entstehung der jeweiligen taxonomischen Einheit) spielen die Ausbreitungsmöglichkeiten der Organismen eine entscheidende Rolle. Landpflanzen, Landschnecken, Insekten und Kleinwirbeltiere sind wegen der Möglichkeit passiver Ausbreitung in der Regel weniger gut geeignet, Aussagen über einstige Landverbindungen zu machen, als etwa (primäre) Süßwasserfische, Amphibien, Süßwassermuscheln und Großsäugetiere.

Unter diesen Voraussetzungen müssen die biogeographischen Befunde gesehen und ausgewertet werden. Zunächst zu den Beuteltieren und ihrer Verbreitungsgeschichte (vgl. THENIUS 1980).

Wie bereits oben erwähnt, stehen die Ostasien- und die Antarktisroute zur Erklärung des gegenwärtigen Verbreitungsbildes der Beuteltiere zur Diskussion. Erstere ist nicht nur durch das völlige Fehlen fossiler und rezenter Beuteltiere in Asien äußerst unwahrscheinlich, sondern auch nach der gegenwärtigen Verbreitung der Beuteltiere abzulehnen. Die am weitesten nach Westen hin zur orientalischen „Region“ verbreiteten Beuteltiere sind artlich kaum von Neuguinea-Beutlern zu unterscheiden. Sie haben sich erst in erdgeschichtlich jüngster Zeit von Australien her dorthin ausgebreitet, sie sind also keine altertümlichen Beuteltiere, wie dies zu erwarten wäre, wenn die Einwanderung nach Australien über Südostasien erfolgt wäre.

Die Fossildokumentation spricht übrigens eher für die Antarktisroute. Die ältesten Beutler sind aus der Ober-Kreide Nordamerikas bekannt. Vermutlich haben sie sich zur Oberkreidezeit nach Südamerika und von dort über (?) Inselketten auf die (West-)Antarktis und dann auch nach Australien ausgebreitet. Die Antarktis war damals noch nicht vereist und mit Australien bestand – wie neuere meeresgeologische Untersuchungen zeigen – bis in das Alttertiär (Alt-Eozän) ein direkter Landkontakt. Neuweltliche Beuteltiere (Didelphoidea der Ober-Kreide) bilden die Stammgruppe aller australischen Beutler, sofern man von den Thylacinen (mit *Thylacinus*, dem australischen Beutelwolf) absieht, die möglicherweise aus Raubbeutlern (Borhyaenidae) des südamerikanischen Tertiärs hervorgegangen sind. Eine Frage, die noch nicht endgültig geklärt ist. Die (übrigen) australischen Raubbeutler (Dasyuridae) stammen zweifellos nicht von Borhyaeniden ab. Mit der Annahme einer erst zur Ober-Kreidezeit erfolgten Besiedlung Südamerikas durch die Beutler läßt sich übrigens auch die Tatsache erklären, daß bisher keine Beuteltiere aus Afrika bekannt wurden.

Für Madagaskar wurde oben das Vorkommen neuweltlicher Reptilien (Boinae und Leguane) lediglich registriert, ohne daß dafür eine Erklärung gegeben wurde. Madagaskar wurde bereits frühzeitig (? Perm, Jura) von Afrika getrennt (vgl. FORSTER 1975), war jedoch noch länger Teil des Gondwanakontinentes. Die Entstehung der Schlangen fällt in die Ober-Kreide (vgl. HOFFSTETTER 1961), so daß auch hier eine Ausbreitung von Südamerika über die (West-)Antarktis nach Madagaskar angenommen werden kann und zwar zu einem Zeitpunkt, wo Afrika sowohl von Madagaskar als auch von Südamerika getrennt war. Ob Beuteltiere Madagaskar jemals erreicht haben, können erst Fossilfunde klären. Madagaskar ist – entsprechend der langen Isolation und trotz zahlreicher Affinitäten mit der Fauna Afrikas – jedenfalls ein Refugium für erdgeschichtlich ältere Elemente.

Die Antarktis-Route erklärt außerdem auch die Verbreitung von *Nothofagus*. Die ältesten Fossilfunde von *Nothofagus* stammen aus der Ober-Kreide von Neuseeland. Entsprechend ihres erdgeschichtlichen Alters erscheint das disjunkte Verbreitungsbild der *menziesii*- und der *fusca*-Artengruppe durchaus verständlich, zumal eine Ausbreitung über das offene Meer für *Nothofagus* nicht anzunehmen ist.

Auch für die Verbreitung der Podonominae (Chironomidae) bildet die Existenz des einstigen Gondwana-Kontinentes die Voraussetzung. Bemerkenswert sind auch hier die Affinitäten zwischen neuseeländischen und chilenischen Formen einerseits und chilenischen und australischen Formen andererseits. Sie stehen mit der frühzeitigen Trennung Neuseelands vom australischen Festland in Zusammenhang. Allerdings sind hier noch einige paläogeographische Fragen offen, die nicht nur die einstige Lage Neuseelands, sondern die paläogeographische Geschichte dieser Doppelinsel selbst betreffen.

Bei den Knochenzünglern (Osteoglossidae) bilden die Verbreitung von *Scleropages* in Indonesien und Australien ein Problem. Durch Fossilfunde ist *Scleropages* bereits im Alttertiär (Eozän) von Sumatra nachgewiesen, was bedeutet, daß diese Gattung in Indonesien nicht als erdgeschichtlich junger Einwanderer (aus Australien) angesehen werden kann, sondern vermutlich über Indien, das damals noch Teil des Gondwanakontinentes war, nach Südostasien gelangt ist. Gegen eine derartige Annahme sprechen allerdings die nahen verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen *S. formosus* (Südost-Asien) und *S. leichhardti* bzw. *S. Güntheri* (Australien).

Nun noch zu Affen und den Stachelschweinartigen Nagetieren (Hystricomorpha und Caviomorpha), deren gegenwärtige Verbreitung seit langem diskutiert wird. Wie neuere morphologisch-anatomische Untersuchungen gezeigt haben (GORGAS 1967), bilden die alt- und neuweltlichen hystricomorphen Nager durch Spezialhomologien eine einheitliche Gruppe. Sie haben sich demnach nicht, wie etwa WOOD & PATTERSON (1959) annehmen, getrennt aus eozänen Paramyiden entwickelt, sondern können von afrikanischen Phiomyiden abgeleitet werden (LAVOCAT 1969; HOFFSTETTER 1970). Somit bildet die Herkunft der neuweltlichen Caviomorpha ein verbreitungsgeschichtliches Problem. Die ältesten Caviomorphen sind aus dem Deseadense Südamerikas (= älteres Oligozän) bekannt. Demnach ist anzunehmen, daß ihre Stammformen spätestens im jüngsten Eozän nach Südamerika gelangt sind. Der Südatlantik hatte damals etwas mehr als ein Drittel seiner heutigen Breite erreicht, also etwa 1.600 km. Eine Entfernung, die auch für driftfähige Kleinsäugetiere, wie es Nagetiere sind, zu groß ist. Nach dem besonderen Verlauf beider Atlantikküsten und auf Grund der Tatsache, daß Afrika keine reine Ostdrift, sondern eine leichte Rotation gegen den Uhrzeigersinn erfahren hat, erscheint die Annahme einer Drift nicht völlig unwahrscheinlich, zumal die damaligen Meeresströmungen von Westafrika gegen Südamerika verliefen und der Minimalabstand der Küsten 400 bis 500 km betragen haben dürfte. Erwähnenswert erscheinen in diesem Zusammenhang die nahen faunistischen Beziehungen der Benthos-Mollusken des nördlichen Südamerika (z. B. Venezuela, Peru) im Paleozän und Eozän mit jenen von Nord- und Westafrika (Ägypten, Nigeria), worauf RUTSCH (1939) hingewiesen hat. Auch wenn hier mit planktotrophen Larvensta-

dien dieser Mollusken gerechnet werden muß, so sind sie doch ein Hinweis auf Meeresströmungen.

Für die Altwelt-(Catarrhini) und Neuweltaffen (Platyrrhini) ist die Situation hinsichtlich der Verbreitung und des ältesten Auftretens der Platyrrhinen in Südamerika (im Deseadense) die gleiche wie bei den Nagern. Allerdings ist die monophyletische Entstehung der Affen (Simiæ) nicht völlig gesichert, obzwar serologische Daten keinen Zweifel über ihre stammesgeschichtliche Einheit lassen. Auch die Fossildokumentation steht mit diesen Befunden in Einklang, indem die ältesten Catarrhinen Afrikas (Parapithecidae sowie Pliopithecidae) zahlreiche platyrrhine Merkmale besitzen, die auf eine gemeinsame altweltliche Stammgruppe hinweisen. Demnach wären auch die Stammformen der Platyrrhinen per Drift nach Südamerika gelangt und nicht aus nordamerikanischen alttertiären Halbaffen (Omomyidae) völlig unabhängig von den Catarrhinen entstanden.

Erscheint somit die Frage der Entstehung und Herkunft der Platyrrhinen noch nicht endgültig geklärt, so ist das Vorkommen verschiedener chiropterophiler Angiospermen in Südamerika und Afrika (z. B. *Parkia*) von BAKER (1973) als Beweis für die Existenz der Flughunde (Megachiroptera) bereits vor Entstehung des Südatlantik auf Grund des Fehlens jeglicher Fossildokumentation mit Sicherheit abzulehnen. Überdies ist bei diesen Angiospermen durchaus ein Wechsel von der Entomophilie zur Chiropterophilie möglich (vgl. PAULUS 1978).

Nun aber zu den erdwissenschaftlichen Befunden, denen zweifellos der Vorrang bei der Beurteilung der einstigen paläogeographischen Situation zukommt. Ozeanographische Befunde (einschließlich der Paßform der Kontinentalsockelränder) belegen eindeutig die Existenz eines Gondwanakontinentes im Paläozoikum und älteren Mesozoikum. Damit ist das von E. SUESS angenommene „Gondwana-Land“ – wenn auch in anderem Umfang und Form – aber doch als Realität belegt.

Allerdings gibt es noch zahlreiche Probleme, wie etwa die gegenseitige Position der einzelnen (Teil-)Kontinente zueinander oder der Zeitpunkt ihrer jeweiligen Trennung. Ein Vergleich der Rekonstruktionen bei AHMAD (1961), DIETZ & HOLDEN (1970), SMITH & HALLAM (1970) und PETRASCHECK (1973) läßt die Problematik deutlich werden. Während über die gegenseitige Position von Südamerika zu Afrika und der Ostantarktis zu Australien Einhelligkeit herrscht, wird nicht nur die Lage der beiden Doppelkontinente zueinander verschieden beurteilt, sondern auch die einstige Position von Madagaskar und Indien. Während SMITH & HALLAM nach der Paßform die Ostküste Indiens an die Ostantarktis anlehnen, grenzt nach PETRASCHECK auf Grund der Erzprovinzen Indiens an Westaustralien. Auch die einstige Position von Madagaskar (vor Mozambique oder vor Kenya) läßt sich nicht definitiv beurteilen, da die Meeresgeologie (Paläomagnetik) bisher keine eindeutigen Befunde geliefert hat. Ein Problem für sich bilden die Seychellen, die einer alten Kontinentalscholle entsprechen. Weitere Probleme ergeben sich durch die einstige Lage von Neuseeland und der Entstehung dieser Doppelinsel und bei der Westantarktis, die im Gegensatz zur Ostantarktis keinen starren präkambrischen Schild bildet, sondern erst durch seitherige Gebirgsbildungen geformt wurde und damit auch die endgültige Position zur Ostantarktis erhielt.

Für die Beurteilung des Zeitpunktes des Zerfalls ist nicht nur das Alter der

Ozeanbodensedimente wichtig, sondern auch das Einsetzen von Meeresströmungen, wie etwa der zirkumantarktischen Strömung. Für diese ist der Zeitpunkt der Trennung Australiens von der Antarktis und die Entstehung der Drake-Passage entscheidend (vgl. KENNETT 1980, KNOX 1980). Auch hier bestehen noch deutliche Meinungsverschiedenheiten, auf die hier nur hingewiesen sei. Eine endgültige Klärung muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Ergebnisse

Ein einheitlicher, heute als Gondwana-Kontinent (nach dem Gondwana-Land E. SUESS 1885) bezeichneter Südkontinent hat im Paläozoikum und auch noch im Mesozoikum tatsächlich bestanden. Dies wird durch zahlreiche geowissenschaftliche Befunde, die von der Geophysik bis zur Paläontologie reichen, bestätigt. Allerdings entspricht dieser Gondwanakontinent weder nach dem Umfang noch nach der Art und der Dauer des Zusammenhanges von Vorstellungen von E. SUESS, die jenen ähnlich waren, wie sie bereits von H. F. BLANFORD (1875) vertreten worden waren.

Die präkambrischen Kerne und paläozoische Serien von Südamerika, Afrika, Madagaskar, Vorderindien, der Antarktis und von Australien bildeten einst diesen Superkontinent. Die Lage von Afro-Amerika und Antarkto-Australien zueinander ist allerdings ebensowenig eindeutig geklärt, wie die ursprüngliche Position von Madagaskar und Vorderindien.

Erst ein einheitlicher Gondwanakontinent und seine Lage machen die Klimageschichte im Paläo- und Mesozoikum verständlich, indem der Gondwana-Pol durch die Kontinentalverschiebung vom Ordovizium bis zum Perm über den damaligen Kontinent „wanderte“ und Ursache für paläozoische Eiszeiten war. Erst mit der weiteren „Drift“ und damit dem Übergang des Gondwana-Poles in das offene Meer kam es zu der für das Mesozoikum kennzeichnenden akryogenen Ära (da auch der damalige „Nord“-Pol [= Pazifik-Pol] im Ozean lag).

Der Zeitpunkt des Zerfalls des Gondwanakontinentes wird im einzelnen noch diskutiert. Die Trennung von Südamerika und Afrika erfolgte zweifellos erst während der Kreidezeit, jene von Australien und der Antarktis sogar erst im Alttertiär. Madagaskar war schon frühzeitig (? Perm, Jura) von Afrika getrennt, der indische Subkontinent dürfte sich vermutlich erst zur Kreidezeit vom übrigen Gondwanakontinent gelöst haben und wurde im Alttertiär Teil des asiatischen Kontinentes.

Die einstige Existenz des Gondwanakontinentes löst zahlreiche biogeographische Probleme, von denen nur das Verbreitungsbild der AS-Gruppen und die afro-amerikanischen Disjunktionen sowie die Zusammensetzung der madagassischen Tierwelt genannt seien. Die neuen erdwissenschaftlichen Befunde dokumentieren, daß die Antarktis-Route eine Realität war, die überdies durch das Fehlen einer Eiskappe verständlich wird. Landbrückenkontinente, wie sie als Lemuria oder Archhelenis einst von den Tiergeographen angenommen wurden, waren ebensowenig existent, wie Landbrücken über den heutigen Pazifik, wie sie noch in jüngster Zeit von Botanikern (VAN STEENIS 1963) vertreten wurden.

Danksagung

Für die Mithilfe bei der Literatursuche und -beschaffung sei auch an dieser Stelle Herrn Staatsbibliothekar Dr. H. KRÖLL und Herrn Ing. K. RAUSCHER, für die Umzeichnung der Abbildungsvorlagen Herrn N. FROTZLER, alle Institut für Paläontologie, bestens gedankt.

Literatur

- AHMAD, F.: Palaeogeography of the Gondwana period in Gondwanaland, with special reference to India and Australia and its bearing on the theory of continental drift. – Mem. Geol. Surv. India 90, 77–80, Calcutta 1961.
- AHMAD, F.: An estimate of the rate of continental drift in the Permian period. – Nature 210, 81–83, London 1966.
- AHMAD, F. & AHMAD, N.: The age of the Gondwana glaciation. – Proc. Nation. Inst. Sci. India (A) 28 (1), 16–56, New Delhi 1962.
- AMPFERER, O.: Gedanken über das Bewegungsbild des atlantischen Raumes. – Sitz. Ber. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl. I, 150, 19–35, Wien 1941.
- BAKER, H. G.: Evolutionary relationships between flowering plants and animals in American and African tropical forests. – In: MEGGERS, B. J. & al. (eds.): Tropical forest ecosystems in Africa and South America: A comparative review. 145–159, Washington (Smiths. Instn. Press) 1973.
- BEURLEN, K.: Die geologische Entwicklung des Atlantischen Ozeans. – Geotekton. Forschg. 46, 1–69, Stuttgart 1974.
- BIGARELLA, J. J., R. D. BECKER & I. D. PINTO (eds.): Problems in Brazilian Gondwana geology. – I.U.G.S. Symp. Gondw. Strat. 1–344. Buenos Aires 1967.
- BLACKETT, P. M. S., E. BULLARD & S. K. RUNCORN (eds.): A symposium on continental drift. – Philos. Trans. R. Soc. (A) 258 (1088), X + 323, London 1965.
- BLANC, Ch. P.: Les reptiles de Madagascar et des îles voisines. – In: BATTISTINI, R. & G. RICHARD-VINDARD (eds.): Biogeography and Écologie in Madagascar. – 501–614, The Hague (Junk) 1972.
- BLANFORD, H. F.: The rudiments of physical geography for the use of Indian schools. – 1–169, London (Thacker Spink & Co.) 1873.
- BLANFORD, W. T. & W. THEOBALD: On the geological structure and relations of the Talchir coalfield in the district of Suttack. – Mem. Geol. Surv. India 1 (1), Calcutta 1856.
- BOWEN, R. L.: Isolation of Late Paleozoic glaciations of Eastern Australia. – Intern. Geol. Congr.; Rept. 22nd Sess. India 1964, Pt. IX (Gondwanas), 73–86, New Delhi 1964 (1969).
- BRONGNIART, A.: Histoire des végétaux fossiles. Paris 1828–1838.
- BRUNDIN, L.: Phylogenetics and biogeography. (A reply to Darlington's „practical criticism“ of Hennig-Brundin). – System. Zool. 21, 69–79, New York 1972.
- BRUNDIN, L.: Circum-Antarctic distribution patterns and continental drift. – Mém. Mus. Nation. Hist. natur. (A) 88, 19–27, Paris 1975.
- BUFFETAUT, E.: The Evolution of the Crocodylians. – Scientific American 241 (4), 124–132, USA 1979.
- CAREY, S. W. (ed.): Continental Drift – a Symposium. – 1–375, Hobart (Univ. Tasmania) [1956] 1958.
- CAREY, S. W.: A tectonic approach to continental drift. – In: CAREY, S. W. (ed.): Continental drift – a symposium. – 177–355, Hobart (Univ. Tasmania) 1958.
- CASTER, K. E.: Stratigraphic and paleontologic data relevant to the problem of Afro-American ligation during the Paleozoic and Mesozoic. – Bull. Amer. Mus. Natur. Hist. 99 (3), 105–152, New York 1952.
- CHANDRA, Sh. & K. R. SURANGE: Revision of the Indian species of Glossopteris. – Birbal Sahni Inst. Palaeobotany, Monogr. No. 2, 1–291, Lucknow 1979.
- COLBERT, E. H.: Antarctic Gondwana tetrapods. – 2nd Gondwana Symp., S-Africa 1970, 659–664, Pretoria 1970.
- COLBERT, E. H.: Early Triassic tetrapods and Gondwanaland. – XVII^e Congr. Intern. Zool., Thème 1, 1–27, Monte Carlo 1972.
- COLBERT, E. H.: Wandering lands and animals. – XXI + 323, London (Hutchinson) 1973.
- COX, C. B.: Vertebrate palaeodistributional patterns and continental drift. – J. Biogeogr. 1, 75–94, Oxford 1974.
- CRACRAFT, J.: Mesozoic dispersal of terrestrial faunas around the Southern end of the World. – Mém. Mus. nation. Hist. natur. (A) 88, 29–52, Paris 1975.

- CREER, K. J., E. IRVING & S. K. RUNCORN: Geophysical interpretation of palaeomagnetic directions of Great Britain. – *Philos. Trans. R. Soc. (A)* 250, 144–156, London 1957.
- CROWELL, J. C. & L. A. FRAKES: Phanerozoic glaciations and the causes of ice ages. – *Amer. J. Sci.* 268, 193–224, New Haven 1970.
- DERRY, D. R.: *World Atlas of Geology and mineral deposits*. – 1–110, London (J. Wiley) 1980.
- DIETZ, R. S.: Continental and ocean basin evolution by spreading of the sea floor. – *Nature* 190, 854–857, London 1961.
- DIETZ, R. S. & J. C. HOLDEN: The breakup of Pangaea. – *Scientific American* 223 No. 4, 30–41, New York 1970.
- EDWARDS, W. N.: Lycopodiopsis, a Southern-hemisphere Lepidophyte. – *Palaeobotanist* 1, 159–164, Lucknow 1952.
- EHRENDORFER, F.: Gibt es Zusammenhänge zwischen der Verbreitung tropischer Holzpflanzen und der Kontinentaldrift? – Vortrag Symp. Geol. & Botan. Linz, 4. April 1981.
- ESTES, R.: Xenopus from the Palaeocene of Brasil and its zoogeographical importance. – *Nature* 254 (5495), 48–50, London 1975.
- ESTES, R. & M. H. WAKE: The first fossil record of Caecilian amphibians. – *Nature* 239 (5369), 228–231, London 1976.
- FEISTMANTEL, O.: Notes on the age of some fossil floras of India I–II. – *Rec. Geol. Surv. India* 9, 28–42, Calcutta 1876.
- FEISTMANTEL, O.: Palaeontologische Beiträge II. Über die Gattung Williamsonia Carr. in Indien, nebst Bemerkungen über die Flora, mit der sie in den Schichten vergesellschaftet vorkommt. – *Palaeontographica*, Suppl. 3, 25–51, Cassel 1877.
- FEISTMANTEL, O.: Palaeontologische Beiträge III. Palaeozoische und mesozoische Flora des östlichen Australien. – *Palaeontographica*, Suppl. 3, 53–130, Cassel 1878.
- FÖRSTER, R.: The geological history of the sedimentary basin of Southern Mozambique, and some aspects of the origin of the Mozambique channel. – *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.* 17, 267–287, Amsterdam 1975.
- FÖRSTER, R.: Evidence for an open seaway between northern and southern Proto-Atlantic in Albian times. – *Nature* 272 (5649), 158–159, London 1978.
- FOX, C. S.: The Gondwana system and related formations. – *Mem. Geol. Surv. India* 58, V + 241, Calcutta (1931).
- FRAKES, L. A. & J. C. CROWELL: Late Paleozoic glaciation: Part II, Africa exclusive of the Karroo Basin. – *Bull. Geol. Soc. Amer.* 81, 2261–2284, Boulder 1970.
- FRAKES, L. A., E. M. KEMP & J. C. CROWELL: Late Paleozoic glaciation: Part VI, Asia. – *Bull. Geol. Soc. Amer.* 86, 454–464, Boulder 1975.
- GOBBETT, D. J.: Permian Fusulinacea. – In: HALLAM, A. (ed.): *Atlas of Palaeobiogeography*. 151–158, Amsterdam (Elsevier) 1973.
- GORGAS, M.: Vergleichend-anatomische Untersuchungen am Magen-Darm-Kanal der Sciuromorpha, Hystricomorpha und Caviomorpha (Rodentia). – *Z. wiss. Zool.* 175, 237–404, Leipzig 1967.
- GREKOFF, N.: Sur l'utilisation des microfaunes d'Ostracodes dans la stratigraphie précise du passage Jurassique-Crétacée (Faciès continentaux). – *Rev. Inst. franç. Petrol.* 8, 362–379, Paris 1953.
- GREKOFF, N. & K. KRÖMMELBEIN: Etude comparée des ostracodes mésozoïques continentaux des bassins atlantiques: Série de Cocabeach, Gabon, et série de Bahia, Brésil. – *Rev. Inst. franç. Petrole* 22, 1007–1353, Paris 1967.
- GROVER, B.: Similarities between the banded ironformations of West-Africa and South-Africa – an aspect of continental drift. – *Schr. R. erdwiss. Kommiss. Österr. Akad. Wiss.* 3, 25–35, Wien 1978.
- GUPTA, V. J.: Indian Palaeozoic stratigraphy. – IX + 207, Jawahar Nagar (Hindustan Publ. corpor.) 1973.
- HART, G. F.: Permian palynofloras and their bearing on continental drift. – In: ROSS, A. (ed.): *Palaeogeographic provinces and provinciality*. 148–164, Tulsa 1974.
- HAUGHTON, S. H. (Org.): Second Gondwana symposium South Africa 1970. – *Proc. & Pap.*, V + 689, Pretoria 1970.
- HENNIG, W.: *Phylogenetic systematics*. – Urbana (Illinois Press) 1966.
- HETTNER, A.: Das südlichste Brasilien. – *Z. Ges. f. Erdkunde* 26, 85–144, Berlin 1891.
- HOFFSTETTER, R.: Nouveaux restes d'un serpent boidé (*Madtsoia madagascariensis* n. sp.) dans le Crétacé supérieur de Madagascar. – *Bull. Mus. Nation. Hist. natur.* (2) 33 (2), 152–160, Paris 1961.
- HOFFSTETTER, R.: L'histoire biogéographique des marsupiaux et la dichotomie marsupiaux-placentaires. – *C. R. Acad. Sci. (D)* 271, 388–391, Paris 1970.
- HSU, J.: On the discovery of a *Glossopteris* flora in southern Xizang and its significance in geology and paleogeography. – *Scientia Geol. Sinica* 4, 323–352, (chin.) China 1976.
- HURLEY, P. M. & J. R. RAND: Pre-Drift continental nuclei. – *Science* 164, 1229–1242, Washington 1969.

- IHERING, H. v.: The geological distribution of the fresh-water mussels. – *The New Zealand J. Sci.* 1, 151–154, Dunedin 1891.
- IHERING, H. v.: Archhelenis und Archinotis. *Ges. Beitr. z. Gesch. d. neotropischen Region.* – 1–350, Leipzig (Engelmann) 1907.
- IHERING, H. v.: Die Geschichte des Atlantischen Ozeans. – IX + 237, Jena (Fischer) 1927.
- IHERING, H. v.: Land-Bridges across the Atlantic and Pacific Oceans during the Cainozoic Era. – *Quart. J. geol. Soc.* 87, 376–391, London 1931.
- IRMSCHER, E.: Pflanzenverbreitung und Entwicklung der Kontinente. *Studien zur genetischen Pflanzengeographie.* – *Mitt. Inst. allg. Botanik* 5, 1–235, Hamburg 1922.
- IRMSCHER, E.: Pflanzenverbreitung und Entwicklung der Kontinente II. Weitere Beiträge zur genetischen Pflanzengeographie mit besonderer Berücksichtigung der Laubmoose. – *Mitt. Inst. allg. Botanik* 8, 173–374, Hamburg 1929.
- KENNEDY, W. J. & M. COOPER: Cretaceous ammonite distributions and the opening of the South Atlantic. – *J. Geol. Soc.* 131 (3), 283–288, London 1975.
- KENNETT, J. P.: Paleocceanographic and biogeographic evolution of the southern ocean during the Cenozoic, and Cenozoic microfossil datums. – *Palaeogeogr., Palaeoclimat. & Palaeoecol.* 31, 123–152, Amsterdam 1980.
- KING, L. C.: Basic palaeogeography of Gondwanaland during the late Palaeozoic and Mesozoic eras. – *Quart. J. Geol. Soc.* 114, 47–78, London 1958.
- KING, L. C.: Morphology of the Earth. – 1–699, Edingburgh-London (Oliver & Boyd) 1962.
- KING, L. C.: Geological relationship between South Africa and Antarctica. – *Geol. Soc. S-Africa Du Toit Memor. Lect. No. 9*, 1–32, Johannesburg 1965.
- KLAUSEWITZ, W.: Die Zoogeographie und die Kontinentalverschiebungs-Theorie. – *Natur & Museum* 110 (11), 332–341, Frankfurt/M. 1980.
- KNOX, G. A.: Plate tectonics and the evolution of intertidal and shallow-water benthic biotic distribution patterns of the southwest Pacific. – *Palaeogeogr., Palaeoclimat. & Palaeoecol.* 31, 267–297, Amsterdam 1980.
- KOECHLIN, J.: Flora and Vegetation of Madagascar. – In: BATTISTINI, R. & G. RICHARD-VINDARD (eds.): *Biogeography and Ecology in Madagascar.* 145–190, The Hague (Junk) 1972.
- KRAUS, O.: Phylogenie, Chorologie und Systematik der Odontopygoideen (Diplopoda, Spirostreptomorpha). – *Abh. Senckenbg. naturf. Ges.* 512, 143 S. Frankfurt/M. 1966.
- KRAUS, O.: Zoogeography and Plate tectonics. Introduction to a general discussion. – *Abh. Verh. naturw. Ver. Hamburg n. F.* 21/22, 33–41, Hamburg 1978.
- KRÖMMELBEIN, K.: Neue, für Vergleiche mit West-Afrika wichtige Ostracoden-Arten der brasilianischen Bahia-Serie (Ober-Jura?/Unter-Kreide in Wealden-Fazies). – *Senckenbergiana leth.* 46a, 177–213, Frankfurt/M. 1965.
- KRÖMMELBEIN, K.: Probleme des Gondwanalandes. – *Zool. Anz.* 177, 1–39, Leipzig 1966.
- KRÖMMELBEIN, K. & R. WEBER: Ostracoden des „Nordost-Brasilianischen Wealden“. – *Beih. Geol. Jb.* 115, 1–93, Hannover 1971.
- LASKAR, B. & C. S. RAJA RAO: Fourth Intern. Gondwana Symposium. Calcutta 1977. – XIII + 944 S. Delhi (Hindustan Press) 1979.
- LAVOCAT, R.: La systématique des rongeurs hystricomorphes et la dérivée des continents. – *C. R. Acad. Sci. (D)* 269, 1496–1497, Paris 1969.
- LEED, H.: Permian corals of the New Zealand. – XIX^e Congr. géol. internat. Alger Symp. *Séries de Gondwana*, 26–27, Alger 1952.
- LEUBE, A.: A review of African and South American ore provinces separated by continental drift. – *Schr. R. erdwiss. Kommiss. Österr. Akad. Wiss.* 3, 9–23, Wien 1978.
- MAACK, R.: Probleme des Gondwanalandes im Sinne tangentialer Krustenverschiebungen. – Intern. Geol. Congr., Rept. 22nd Sess. India 1964, 243–264, New Delhi 1964 (1969).
- MAACK, R.: Kontinentaldrift und Geologie des Südatlantischen Ozeans. – 1–164, Berlin (de Gruyter) 1969.
- MARCOU, J.: Lettres sur les roches du Jura et leur distribution géographique dans les deux hémisphères. – XXIV + 364, Paris (Klincksieck Libr.) 1857–1860.
- MARTIN, H.: The hypothesis of Continental-Drift in the light of recent advances of geological knowledge in Brazil and in South West Africa. – *Alex. L. du Toit Memor. Lect. No. 7, Annex 10, Trans. Geol. Soc. S-Afr.* 64, 1–47, Johannesburg 1961.
- MAXWELL, A. E., R. P. VON HERZEN, K. J. HSÜ, J. E. ANDREWS, T. SAITO, St. F. PERCIVAL, E. D. MILOW & R. E. BOYCE: Deep sea drilling in the South Atlantic. – *Science* 168, 1047–1059, Washington 1970.
- MAYR, E. (ed.): The problem of land connections across the South Atlantic, with special references to the Mesozoic. – *Bull. Amer. Mus. Natur. Hist.* 99, 85–258, New York 1952.
- McKENZIE, D. P. & R. L. PARKER: The North Pacific: an example of tectonics on a sphere. – *Nature* 216, 1276–1280, London 1967.

- MEGGERS, B. J., E. S. AYENSU & W. D. DUCKWORTH (eds.): Tropical forest ecosystems in Africa and South America: A comparative review. - VIII + 350, Washington (Smiths. Inst. Press) 1973.
- MEHTA, D. R. S.: Geschichte des Gondwana-Systems und der daran gebundenen Kohlenlagerstätten in Indien. - *Geologie* 20 (6/7), 691-702, Berlin 1971.
- MEHTA, D. R. S. & F. AHMAD (eds.): Gondwanas. - Intern. geol. Congr., Rept. 22nd. Session India 1964, Pt. IX, 1-340, New Delhi 1964.
- MEYEN, S. V.: Permian floras. - In: VAKHRAMEYEV, V. A. & al. (eds.): Paleozoic and Mesozoic floras and phytogeography of Eurasia. *Trudy Akad. Nauk SSSR, Geol. Inst.* 208, 111-157, Moskau 1970.
- MILLOT, J.: La faune malgache et le mythe gondwanien. - *Mém. Inst. Scient. Madagascar (A)* 7 (1), 1-36, Tananarive 1952.
- MORGAN, W. J.: Rises, trenches, great faults, and crustal blocks. - *J. geophys. Res.* 73, 1959-1982, Richmond 1968.
- MÜLLER, P.: Aspects of Zoogeography. - VII + 208, The Hague (Junk Publ.) 1974.
- NELSON, G. J.: Infraorbital bones and their bearing on the phylogeny and geography of osteoglossomorph fishes. - *Amer. Mus. Novitates* 2394, 1-37, New York 1969.
- NEUMAYR, M.: Erdgeschichte II. Beschreibende Geologie. - XII + 880, Leipzig (Bibl. Inst.) 1887.
- PAULIAN, R.: La zoogéographie de Madagascar et des îles voisines. - *Publ. Inst. Rech. scient.* 1-483, Tananarive 1961.
- PAULUS, H. F.: Co-Evolution zwischen Blüten und ihren tierischen Bestäubern. - *Sd. Bd. naturwiss. Ver. Hamburg* 2, 51-81, Hamburg 1978.
- PETRASCHECK, W. E.: Some aspects of the relation between continental drift and metallogenic provinces. - In: TARLING, D. H. & S. K. RUNCORN: Implications of continental drift to the Earth Sciences I. 567-573, London (Acad. Press) 1973.
- PILSBRY, H. A.: Non-marine mollusca of Patagonia. - In: W. B. SCOTT (ed.): Reports on the Princeton University expeditions to Patagonia, 1896-1899. 3 (2) *Zool.*, Pt. 5, 513-633, Princeton 1911.
- PILSBRY, H. A. & J. BEQUAERT: The aquatic molluscs of the Belgian Congo, with a geographical and ecological account of Congo malacology. - *Bull. Amer. Mus. Natur. Hist.* 53, 69-602, New York 1927.
- PLUMSTEAD, E. P.: Fossil floras of Antarctica. *Trans-Antarctic Exped. 1955-1958.* - *Scient. Rept. No.* 9, 1-154, London 1962.
- PLUMSTEAD, E. P.: Gondwana floras, geochronology and glaciation in South Africa. - Intern. geol. Congr., Rept. 22nd Sess. India 1964, 303-318, New Delhi 1964 (1969).
- PLUMSTEAD, E. P.: The late Palaeozoic Glossopteris flora. - In: HALLAM, A. (ed.): Atlas of Palaeobiogeography, 187-205, Amsterdam (Elsevier) 1973.
- REYMENT, R. A. & E. A. TAIT: Biostratigraphical dating of the early history of the South Atlantic ocean. - *Philos. Trans. R. Soc. London (B)* 264 (858), 55-95, London 1972.
- RUNCORN, S. K.: Rock magnetism - geophysical aspects. - *Advances in Physics* 4, 244-291, 1955.
- RUNCORN, S. K. (ed.): Continental drift. - Intern. geophys. Ser. 3, 1-338, New York (Acad. Press) 1962.
- RUNCORN, S. K. (ed.): Palaeogeophysics. - XV + 518, London & New York (Acad. Press) 1970.
- RUTSCH, R.: Entwicklung tropisch-amerikanischer Tertiärfaunen und Kontinentalverschiebungs-Hypothese. - *Geol. Rundschau* 30, 362-372, Stuttgart 1939.
- SCHMINKE, H. K.: Mesozoic intercontinental relationships as evidenced by Bathynellid crustacea (Syn-carida: Malacostraca). - *Syst. Zool.* 23 (2)- 157-164, USA 1974.
- SCHUSTER, R. M.: Problems of antipodal distribution in lower landplants. - *Taxon* 18, 46-91, Utrecht 1969.
- SCHUSTER, R. M.: Plate tectonics and its bearing on the geographical origin and dispersal of Angiosperms. - In: BECK, Ch. B. (ed.): Origin and early evolution of angiosperms. 48-138, New York & London (Columbia Univ. Press) 1976.
- SCHWARZBACH, M.: Das Klima der Vorzeit. Eine Einführung in die Paläoklimatologie. - 3., neubearb. Aufl. VIII + 380 S. Stuttgart (Enke) 1974.
- SCHWARZBACH, M.: Alfred Wegener und die Drift der Kontinente. - *Große Naturforscher Bd.* 42, 1-160 S. Stuttgart (Wiss. Verlagsges.) 1980.
- SCLATER, P. L.: The geographical distribution of mammals. - *Manchester Sci. Lect.* 5 & 6, 202-219, Manchester 1874.
- SEWARD, A. C.: Antarctic fossil plants. - *Brit. Antarct. Terra Nova Exped. (Geol.)* 1, 1-49, London 1914.
- SMITH, A. G. & A. HALLAM: The fit of the Southern Continents. - *Nature* 225 (5228), 139-144, London 1970.
- SPROLL, W. P. & R. S. DIETZ: Morphological Continental drift fit of Australia and Antarctica. - *Nature* 222, 345-348, London 1969.
- STARCK, D.: Die Säugetiere Madagaskars, ihre Lebensräume und ihre Geschichte. - *Sitz. Ber. wiss. Ges. Goethe-Univ.* 11, 65-124, Frankfurt/M. 1974.

- STEENIS, C. G. G. J. VAN: Transpacific floristic affinities, particularly in the tropical zone. – In: GRESSITT, J. L. (ed.): Pacific Basin Biogeography. 219–231, Honolulu (Bishop Mus. Press) 1963.
- STOW, W.: On the probable existence of an ancient Southern Continent. Appendix to: On some points in South-African geology 497–546. – Quart. J. Geol. Soc. 27, 546–548, London 1871.
- STRUNZ, H.: Plattentektonik, Pegmatite und Edelsteine in Ost und West des Südatlantik. – Nova Acta Leopold. n. F. 51 (237), 107–112, Halle (Saale) 1980.
- SUESS, E.: Das Antlitz der Erde I–III/2. – Prag & Leipzig (Tempusky & Freytag) 1885–1909.
- TARLING, D. H. & S. K. RUNCORN: Implications of Continental drift to the Earth Sciences I–II. – XVI + 1134 S. London & New York (Acad. Press) 1973.
- TEICHERT, C. (Red.): Symposium sur les séries de Gondwana. – XIXe Congr. géol. internat., 1–399, Alger 1952.
- TEICHERT, C.: A brief history of the Gondwanaland concept and of the International Gondwana Commission. – 19. Intern. geol. Congr. (Symp. Sér. Gondwana), 7–12, Alger 1952.
- TESSENSOHN, F.: Geologie des Südens: Gondwanaland und Ur-Pazifik. – Umschau 81 (2), 35–38, Frankfurt/M. 1981.
- THENIUS, E.: Allgemeine Paläontologie. – Univ. Lehr- u. Studienbücher, 1–157, Wien–Eisenstadt (Prugg) 1976.
- THENIUS, E.: Meere und Länder im Wechsel der Zeiten. – Verstdl. Wiss. 114, X + 200 S. Berlin–New York (Springer) 1977.
- THENIUS, E.: Biogeographie auf „neuen“ Wegen. Ergebnisse der Paläogeographie und ihre Bedeutung für die Verbreitung von Pflanzen und Tieren. – Schr. Ver. Verbr. naturwiss. Kenntn. 116, 69–110, Wien 1977a.
- THENIUS, E.: Grundzüge der Faunen- und Verbreitungsgeschichte der Säugetiere. – 2. Aufl. 1–375 S. Stuttgart & New York (Fischer) 1980.
- THENIUS, E.: Der Beitrag österreichischer Geowissenschaftler zum „sea-floor spreading“- und „plate tectonics“-Konzept. – Verh. Geol. B.-Anst., Jg. 1979, 407–414, Wien 1980 (1980a).
- TOIT, A. L. DU: Our wandering continents. An hypothesis of continental drifting. – XIII + 366 S. Edinburgh & London (Oliver & Boyd) 1937.
- VINE, F. J. & D. H. MATTHEWS: Magnetic anomalies over oceanic ridges. – Nature 199, 947–949, London 1963.
- WEBER, A.: Grundzüge der Vegetation Madagaskars. Vortrag Zool.-Botan. Ges. 14. Nov. 1980. – Wien 1980.
- WEGENER, A.: Die Entstehung der Kontinente. – Petermanns Mitt. 58, 185–195, 253–256 u. 305–309, Gotha 1912.
- WEGENER, A.: Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. – 2. Aufl. Die Wissenschaft 66, 1–135, Braunschweig (Vieweg) 1920.
- WEGENER, A.: Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. – Die Wissenschaft 66, 4. Aufl., X + 231, Braunschweig (Vieweg) 1929.
- WOOD, A. E. & B. PATTERSON: The rodents of the Deseadense Oligocene of Patagonia and the Beginnings of South America rodent evolution. – Bull. Mus. Compar. Zool. 120, 279–428, Cambridge 1959.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 9. April 1981.