Die Verbindung Madagaskars mit Afrika in der geologischen Vorzeit.

Von Prof. Dr. Th. Arldt (Radeberg).

(Mit einer Karte im Text.)

Literaturverzeichnis.

1. Th. Arldt, Die Entwicklung der Kontinente und ihrer Lebewelt. Leipzig 1907.
2. Th. Arldt, Die Ausbreitung der terricolen Oligochäten im Laufe der erdgeschichtlichen Entwicklung des Erdreliefs. Zool. Jahrb. Abt. Syst. XXVI, 1908, S. 285—318.
3. Th. Arldt, Die Ausbreitung einiger Arachnidenordnungen (Mygalomorphen, Skorpione, Solifugen, Pedipalpen, Palpigraden). Arch. Naturg. LXXIV, 1908 I, S. 389—458.
4. Th. Arldt, Die Ausbreitung einiger Dekapodengruppen. Arch. Hydrobiol. u. Planktonkunde. V, 1910, S. 257—282.
5. Th. Arldt, Geologische und geographische Verbreitung der Primaten. Polit. Anthrop. Revue. XII, 1913, S. 82—96.
6. Th. Arldt, Die Stammesgeschichte der Primaten und die Entwicklung der Menschenrassen. Fortschritte der Rassenkunde. Heft 1. 1915.
7. Th. Arldt, Zur Ausbreitung der Land- und Süßwassermollusken. Arch. Naturg. LXXXI, 1915 A, S. 16—84.
8. Th. Arldt, Die Ausbreitung der Vögel. Arch. Naturg. LXXXI, 1915 A, 1916, S. 13—136.
9. Th. Arldt, Die Ausbreitung der Lurche. Arch. Naturg. LXXXII, 1916 A, 1917, S. 94—151.
10. Th. Arldt, Handbuch der Paläogeographie. I. Paläaktologie. Berlin 1917/19.
11. Th. Arldt, Zur Ausbreitungsgeschichte der Fische, besonders der Fische der knotinentalen Gewässer. Arch. Hydrobiol. u. Planktonkunde (noch nicht erschienen).
12. E. Dacqué, Der Jura im Umkreis des lemurischen Kontinentes. Geol. Rundsch. I, 1910, S. 148—168.
13. C. Diener, Die marinen Reiche der Triasperiode. Denkschr. Akad. Wiss. Wien. Math.-nat.Kl. XCII, 1915, S. 405—549.
14. F. Frech, Lethaea palaeozoica. Bd. II. Stuttgart 1897—1899.
15. F. Frech, Lethaea mesozoica. I. Trias. Stuttgart 1908.
16. M. Fritz, Paläogeographische Erdkarten. Wien 1916.
17. J. S. Gardiner, The Indian Ocean. Geogr. Journ. XXVIII, 1906, p. 313—332, 454—471.
18. J. S. Gardiner, The Seychelles Archipelago. Geogr. Journ. XXIX, 1907, p. 148—178.
19. G. Grandidier, Recherches sur les Lémuriens disparus et en particulier sur ceux qui vivaient à Madagascar. Nouv. Arch. Mus. Paris 4. s. VII, 1905, p. 1—144.
20. M. Groll, Veröff. Inst. Meereskunde. N. S. Heft 2, 1912.
21. A. Handlirsch, Beiträge zur exakten Biologie. Sitz.-Ber. Ak. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl. CXXII, Abt. I, 1913, S. 361—481.
22. E. Haug, Les géoysnclinaux et les aires continentales. Bull. Géol. Soc. France. 3. s. XXVIII, 1900, p. 617—711
23. E. Haug, Traité de Géologie. Paris 1908—1911.
24. E. Hennig, Die Entwicklungsgeschichte des afrikanischen Kontinentes. Peterm. Mitt. LXIII, 1917, S. 73—76, 113—118, 145—148.

25. J. Hewitt, A comparative Review of the Amphibian Faunas of South Africa and Madagascar, with some Suggestions regarding their former Lines of Dispersal. Ann. Transv. Mus. 1911, p. 1—11.
26. D. F. Heynemann, Die geographische Verbreitung der Nacktschnecken. Abh. Senckenb. Naturf. Ges. XXX, 1906, S. 1—92.
27. H. v. Jhering, Archhelenis und Archinotis. Leipzig 1907.
28. H. v. Jhering, Die Umwandlungen des amerikanischen Kontinentes während der Tertiärzeit. Neues Jahrb. Mineral. Beilagebd. XXXII, 1911, S. 134—176.
29. F. Katzer, Das Amazonasdevon und seine Beziehungen zu den anderen Devongebieten der Erde. Sitz.-Ber. Böhm. Ges. Wiss. Math.-nat. Kl. Prag 1897, S. 1—50.
30. F. Katzer, A Fauna devonica do Rio Maecuru. Bol. Mus. Paraense II, 1897, p. 204—246.
31. E. Koken, Die Vorwelt und ihre Entwicklungsgeschichte. Leipzig 1893.
32. E. Koken, Indisches Perm und permische Eiszeit. Neues Jahrb. Mineral. 1907, Festband, S. 446—546.
33. F. Kossmat, Paläogegraphie. Leipzig 1908, 2. Aufl. 1916.
34. K. Kraepelin, *Scorpiones* et *Pedipalpi*. Das Tierreich, Lief. 8. 1899.
35. K. Kraepelin, *Palpigradi* et *Solifugae*. Das Tierreich. Lief. 12. 1901.
36. K. Kraepelin, Die geographische Verbreitung der Skorpione. Zool. Jahrb. Syst. XXII, 1905, S. 321—364.
37. E. Lange, Die Brachiopoden, Lamellibranchiaten und Anneliden der *Trigonia Schwarzi*-Schicht nebst vergleichender Übersicht der Trigonien der gesamten Tendaguruschichten. Arch. Biontol. III, 1914, S. 193—289.
38. R. Langenbeck, Die Komoren. Peterm. Mitt. LXIII, 1917, S. 247—249.
39. A. de Lapparent, Traité de Géologie. Paris. 4. éd. 1900; 5. éd. 1906.
40. P. Lemoine, Madagaskar. Handb. region. Geol. VII, 4, 1911.
41. R. Lydekker, Die geographische Verbreitung und geologische Entwicklung der Säugetiere. 2. Aufl. 1901.
42. W. D. Matthew, Hypothetical Outlines of the Continents in Tertiary Times. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. XXII, 1906, p. 353—383.
43. P. Merian, Die Bedeutung der Spinnen für die Tiergeographie. Zürich 1910.
44. W. Michaelsen, Oligochaeta. Das Tierreich. Lief. 10. 1900.
45. W. Michaelsen, Die geographische Verbreitung der Oligochäten. Berlin 1903.
46. M. Neumayr, Die geographische Verbreitung der Juraformation. Denkschr. Ak. Wiss. Wien. Math.-nat. Kl. L, 1885, S. 57—142.
47. M. Neumayr, Erdgeschichte. Leipzig 1886/87; 2. Aufl. 1895.
48. A. E. Ortmann, The Geographical Distribution of Fresh Water Decapods and its Bearing upon Ancient Geography. Proc. Am. Phil. Soc. XLI, 1902, p. 267—400.
49. A. Pagenstecher, Die geographische Verbreitung der Schmetterlinge. 1909.
50. H. A. Pilsbry, Manual of Conchology. Pulmonata IX. Guide to the Study of *Helices*. 1895.
51. H. A. Pilsbry, Manual of Conchology. Pulmonata. XVIII. *Achatinidae: Stenogyrinae* and *Coelioxinae*. 1907.
52. H. A. Pilsbry, Manual of Conchology. XIX. *Oleacinidae, Ferrusacidae*. 1908.
53. R. J. Pocock, Scorpions and their Geographical Distribution. Nat. Sc. 1894, p. 353—364.
54. R. J. Pocock, The Geographical Distribution of the Arachnida of the *Pedipalpi* and *Solifugae*. Nat. Sc. 1899.
55. R. J. Pocock, On the Geographical Distribution of Spiders of the Order *Mygalomorphae*. Proc. Zool. Soc. London 1903, I, p. 340—368.
56. R. Ridgway, On Birds collected by Dr. W. L. Abbott in the Seychelles, Amirantes, Gloriosa, Assumption, Aldabra and adjacent Islands with Notes on Habits etc. by the Collector. Proc. U. S. Nat. Mus. XVIII, 1895, p. 509—446.

57. Ch. Schuchert, The Paleogeography of North America. Bull. Geol. Soc. Am. XX, 1910, p. 427—606.
58. Ch. Schuchert, Climates of Geologic Time. Carnegie Inst. Washington. Publ. 192, 1914, p. 263—298.
59. G. W. Tryon, Manual of Conchology. Pulmonata I. *Testacellidae, Oleacinidae, Streptaxiidae, Helicoidea, Vitrinidae, Limacidae, Arionidae.* 1885.
60. G. W. Tryon, Manual of Conchology. Pulmonata II. *Zonitidae.* 1886.
61. V. Uhlig, Die marinen Reiche des Jura und der Unterkreide. Mitt. Geol. Ges. Wien. IV, 1911, S. 329—448.
62. A. Voeltzkow, Die Komoren. Stuttgart 1914.
63. A. R. Wallace, Die geographische Verbreitung der Tiere. 1876.
64. A. R. Wallace, Island Life. 2. Ed. 1892.
65. B. Willis, A Theory of Continental Structure applied to North America. Bull. Geol. Soc. Am. XVIII, 1907, p. 389—412.
66. J. Zwierzycki, Die Cephalopodenfauna der Tendaguruschichten in Deutsch-Ostafrika. Arch. Biontol. III, 1914, S. 1—96.

Das ausgeprägteste Beispiel einer Restinsel, das wir auf der Erde kennen, ist zweifellos die große Insel Madagaskar. In ihrem Bau wie in ihrer Lebewelt steht sie dem benachbarten Festlande Afrika durchaus selbständig gegenüber und kann nicht als ein bloßes, von diesem abgelöstes Schollenstück betrachtet werden, wie Borneo und die andern Südseeinseln bei Asien, wie Neuguinea und Tasmanien bei Australien, wie Großbritannien und die großen Mittelmeerinseln bei Europa. Man betrachtet sie vielmehr als letzten Rest eines alten Festlandes Lemurien, das sich nordostwärts bis Vorderindien hinzog. Es erhebt sich aber dann die wichtige Frage, inwieweit dieses Lemurien mit den benachbarten Festländern Afrika und Asien in Verbindung getreten ist. Mußte doch dadurch die atlantisch-mediterrane Meerestierwelt von der indopazifischen scharf geschieden werden, während eine Landbrücke den Austausch asiatischer und afrikanischer, also nordischer und südlicher Landbewohner ermöglichte. Gerade was die Verbindung Lemuriens mit Afrika anlangt, so haben unsere Ansichten in den letzten Jahrzehnten eine wesentliche Klärung und Vertiefung in der Richtung erfahren, daß die Selbständigkeit von Madagaskar gegenüber Afrika immer deutlicher hervorgetreten ist. Die Rinne, die beide heute scheidet, ist nicht eine junge Bildung, wie die abyssischen Gräben am Rande des Großen Ozeans oder die Kesseleinbrüche der Mittelmeere, die mit der alpinen Gebirgsfaltung der Tertiärzeit in Beziehung stehen müssen, sondern sie reicht weit in das Mesozoikum zurück. Dies veranlaßte Haug (22, 629), die Rinne zwischen Afrika und Lemurien als Geosynklinale zu betrachten, als negatives Element im Sinne von Willis (65, 393. 398) und Schuchert (57, 447—475). Allerdings hat es nach ihm diese Rolle nicht in der ganzen Erdgeschichte gespielt (23). Diese Senke, Neumayrs (46, 132) äthiopisches Mittelmeer, können wir nach Analogie von Atlantik, Skandik u. a. kurz als Äthiopik bezeichnen (10, 300).

Werfen wir zunächst einen Blick auf die erdgeschichtlichen Beziehungen zwischen Madagaskar und Afrika, wie sie uns auf den paläogeo-

graphischen Erdkarten als Abbild der geologischen Feststellungen entgegentreten. Bei Haug (23, 613) sehen wir im Kambrium die äthiopische Synklinale als mutmaßlich ausgebildet bezeichnet Ostafrika bedecken. Dagegen lassen Frech (14), Lapparent (39, a, 793; b, 774) und Arldt (1, K. 13) Madagaskar im Unterkambrium mit Afrika zusammenhängen. Vom Oberkambrium an bis zur Trias bildet dann nach dem übereinstimmenden Urteil von Frech (14; 15), Lapparent (39), Haug (23), Arldt (1), Kossmat (33, K. 1—4), Schuchert (58, 267) und Fritz (16, K. 1. 2) das Gebiet einen zentralen Teil des großen Südkontinentes, der Gondwanis oder Holonotis. Auch die Paläogeographen, die dieses umfassende Südland verwerfen, halten doch für das Paläozoikum an der Verbindung zwischen Afrika und Madagaskar fest. So läßt Katzer (29; 30) auf seiner Devonkarte beide in breiter Verbindung miteinander stehen, ebenso Koken (32) für die permische Zeit nach der großen Vereisung. Madagaskar bildete hiernach eine afrikanische Halbinsel. Auch Diener (13) läßt Madagaskar für die Trias noch mit Afrika zusammenhängen, wenn auch in viel schmalerer Verbindung, als die andern bisher erwähnten Paläogeographen. Der Äthiopik ist schon von Südpersien bis zum Nordende der Straße von Mosambique ausgebildet und überflutet die Komoren und Aldabra, aber nicht Seychellen und Amiranten. Auch von Süden her dringt das Meer buchtenartig zwischen Afrika und Madagaskar ein. Kossmat (33, b, K. 4) zeichnet den Äthiopik in seiner neuen Auflage ebenfalls bis in die Straße von Mosambique. Auch Hennig (24) läßt das Triasmeer wenigstens bis zur Nordspitze Madagaskars reichen und auch Amiranten und Seychellen überfluten. Die Komoren sind dagegen Land und infolgedessen ist Madagaskar breit mit dem Festlande verbunden.

Im Jura ist das Vorhandensein des Äthiopik gesichert. Nur über seine Ausdehnung gehen die Ansichten etwas auseinander. Neumayr (46; 47), Haug (23, 1113), Arldt (1, K. 18) und Dacqué (12) lassen wohl den Äthiopik durch die Straße von Mosambique hindurchdringen, aber doch die Lemuris südlich davon noch mit Südafrika verbunden sein. Die gleiche Annahme machen Lapparent (39, a, 1102; b, 1124) und Fritz (16, K. 3) wenigstens für den Lias: Vom Dogger an aber lassen Lapparent (39, a, 1144. 1177. 1234; b, 1154. 1203. 1258), Uhlig (61) und Fritz (16, K. 4) den Äthiopik mit dem südlichen Meere verbunden sein und die Lemuris ganz von Afrika trennen. Die gleiche Annahme macht Hennig (24) auf seiner Karte für den ganzen Jura, eine Ansicht, der auch Kossmat (33, a, 89; b, 93) im Texte seiner Paläogeographie selbst für den Lias ausdrücklich zustimmt.

Die gleichen Unterschiede in der Auffassung gelten auch für die Kreidezeit. Koken (31, K. 1) und im Anschluß an ihn Ortmann (48, 381) und Arldt (1, K. 19) lassen die Lemuris im Süden noch mit Afrika verbunden sein, Ortmann in der Oberkreide bei Mosambique, den Komoren und Aldabra, in der Unterkreide wie die andern und die Jurapaläogeo-

graphen im Südwesten von Madagaskar. Dagegen nehmen Lapparent (39, a, 1309. 1376; b, 1297. 1352. 1385. 1427), Haug (23, 1358. 1359), Kossmat (23, K. 5), Handlirsch (21, 470), Fritz (16, K. 5) und Hennig (24) einen vollkommen durchgehenden Äthiopik an.

Auch fürs Tertiär sind die Ansichten nicht ganz gleichmäßig. Die Trennung Madagaskars von Afrika betonen für das Eozän Lapparent (39, a, 1455; b, 1514), Haug (23, 1564), Kossmat (23, K. 6) und Hennig (24), Matthew nur für das unterste Eozän (42, 356). Im oberen Eozän nimmt er eine Mosambiquebrücke zwischen Madagaskar und dem Festlande an (42, 360). Eine entsprechende schmale Landverbindung finden wir auch bei Koken (31, K. 2), Ortmann (48, 383), Arldt (1, K. 20) und Handlirsch (21, 472), bei v. Jhering (27; 28) sogar eine breite, ebenso im Oligozän bei Fritz (16, K. 6). Darüber, daß in dieser Zeit wenigstens eine schmale Brücke beide Länder verband, stimmen auch Matthew (42, 364), Arldt (1, K. 20), Kossmat (23, K. 6) und Hennig (24, 116) überein. Koken (31, K. 2), Lapparent (39, a, 1539; b, 1607), Arldt (1, K. 21), Handlirsch (21, 473) und Hennig (24, 116) lassen diese Brücke auch im Miozän noch fortbestehen, während Ortmann (48, 385) und Matthew (42, 366) in diesem die Straße von Mosambique schon bestehen lassen. Im Pliozän und Quartär sind dagegen Koken (31, K. 2), Ortmann (48, 385), Matthew (42, 367. 369) und Arldt (1, K. 22) vollkommen einig über die Isolierung Madagaskars.

Es herrscht demnach unter den Paläogeographen Übereinstimmung darüber, daß vom Oberkambrium bis zur Mitteltrias und im Oligozän Madagaskar mit Afrika verbunden, seit dem Pliozän von ihr getrennt war. Abweichungen ergaben sich dagegen für das Unterkambrium, für die Zeit vom Keuper bis zum Eozän und für das Miozän. Auf diese Formationen ist daher besonderes Augenmerk zu richten.

Für die jüngsten Perioden können die Tiefenverhältnisse des Meeres (20) einen gewissen Anhalt über den Verlauf alter Landbrücken geben, wenn es auch natürlich nicht angeht, Isobathen alten Küstenlinien gleichzusetzen, wie das zuweilen geschieht. Nun zieht sich vom Nordende von Madagaskar in nordwärts geschwungenem Bogen eine schmale untermeerische Schwelle über die Gloriosoinseln nach den Komoren und setzt sich von hier nach dem Festlande hin fort, sinkt dabei allerdings bis zu 2230 m Tiefe ab. Hier ragt aber, die tiefe Einsattelung trennend, die St. Lazarusbank bis zu nur 6 m Tiefe empor. Auf dieser Schwelle ragen nun die korallinen Gloriosoinseln und die vulkanischen Komoren (62; 38) empor, die aber doch nicht als rein ozeanische Inseln angesehen werden können, da auf der Komoreninsel Mayotte Rotkupfererz gefunden worden ist. Südlich von der Gloriososchwelle sinkt der Boden des Meeres bis zu einer Tiefe von 3525 m ab und Tiefen von 3000 m und darüber treffen wir in dem ganzen nördlichen Teile der Straße von Mosambique. Erst an der engsten Stelle der Straße, wo diese zwischen Mosambique und Kap St. André nur 400 km breit ist, springt der mada-

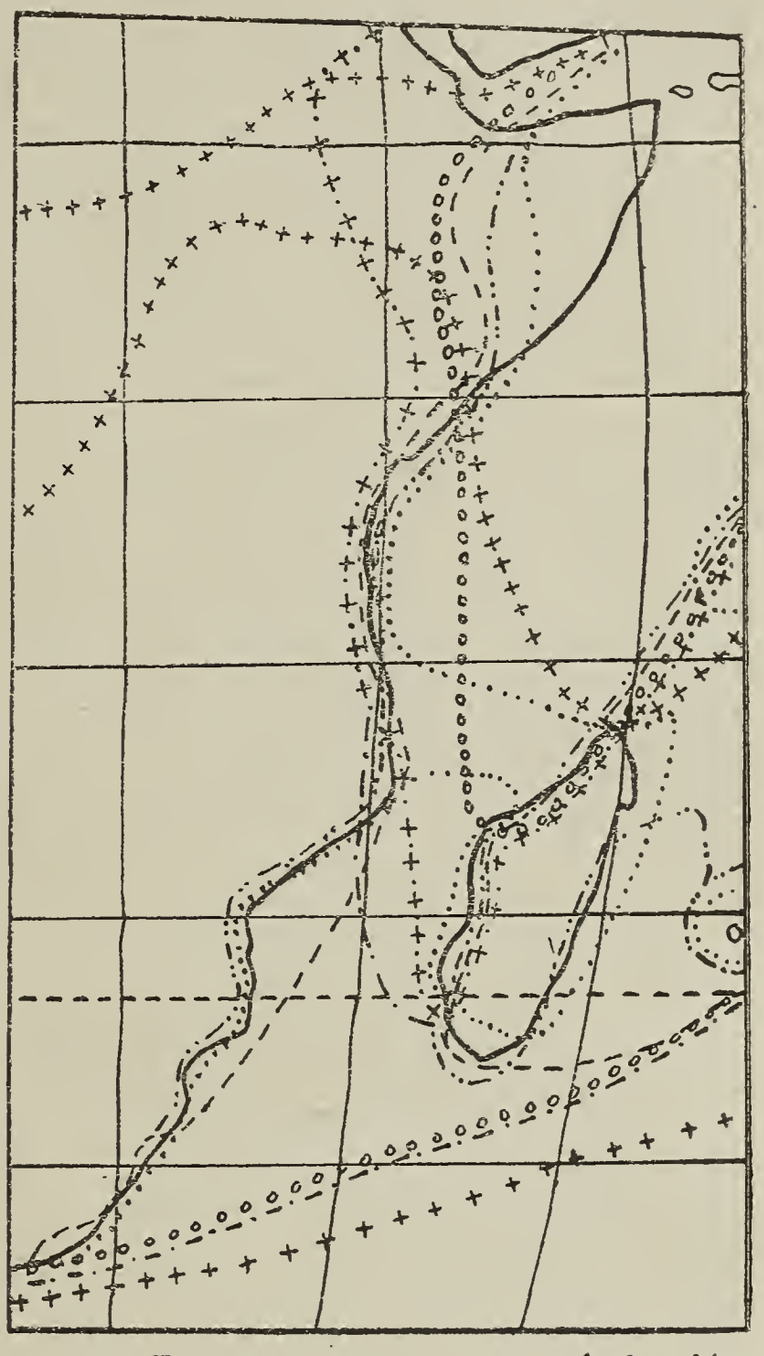
gassische Sockel wieder gegen Afrika vor und die 1000 m-Linien kommen einander auf 200 km, die 2000 m-Linien auf 150 km nahe, auf denselben Abstand, der im Norden den Lazarus- vom Komorensockel trennt. Diese Sockelannäherung erstreckt sich etwa 500 km südwestwärts. Dann senkt sich im Süden der Straße gegenüber der Sambesimündung ein zweites Tiefenbecken allmählich bis zu 3000 m herab, aus dem die kleine Europainsel und der weit größere Sockel der Bassas da India emporsteigen. Erst südlich einer die Südostecke Afrikas bei Port Elizabeth mit der Südspitze Madagaskars, bei Kap Sta. Maria, verbindenden Linie kommen Tiefen über 4000 m vor, wie im Norden nördlich der Komoren. Dagegen ist das Meer zwischen den granitischen Seychellen (17; 18) und Afrika bis 5358 m tief, gerade dort, wo die Paläogeographen seit dem Lias oder gar schon seit dem Keuper das Bestehen eines Äthiopik annehmen. Auch vom Sockel von Madagaskar ist der der Seychellen durch eine zwar nur schmale, aber doch auch bis 5349 m tiefe Rinne getrennt, die aber eher als junger Einbruch angesehen werden könnte. So passen die Tiefenverhältnisse recht gut zu den Annahmen eines alten Äthiopik nördlich von Madagaskar, einer Landbrücke nach Afrika in voller Breite der Insel oder im Norden bei den Komoren wie bei Mosambique. Dagegen findet die für Jura und Kreide angenommene Verbindung im Süden in den Tiefenverhältnissen keinen Ausdruck.

Tektonische Züge, wie sie oft große Inseln mit benachbarten Festländern verbinden wie Indonesien und die östlichen Inselgirlanden mit Asien oder die Antillen mit Südamerika, fehlen zwischen Madagaskar und Afrika ganz. Ebensowenig verrät starke seismische Tätigkeit eine junge Senkung des Bodens. Um so wichtiger ist die stratigraphische Verbreitung der einzelnen geologischen Formationen.

Paläozoische Schichten kommen weder auf Madagaskar noch in den ihm gegenüberliegenden Teilen Afrikas vor. Kambrium und Silur fehlen südlich des Äquator ganz. Devon tritt uns dagegen an der Küste des Kaplandes vom Olifantsfluß bis Port Elizabeth in den Bokkeveldschichten entgegen (24, 74), fehlt dagegen an der ganzen Ostküste. Im Karbon hat sich aber das Meer auch im Süden wieder ganz zurückgezogen und auch in Perm und Trias fehlen marine Schichten dem ganzen südlichen Afrika. Wohl aber treten solche etwas weiter im Norden auf, so in Südabessinien am Lagagimaflusse und in Italienisch-Somaliland bei Lugh am Dschub. Dazu kommen aber noch als besonders wichtig Ammoniten führende Schichten bei Ambararata an der Nordspitze Madagaskars, die der Unter- und der Obertrias angehören (24, 76). Sie zeigen mit Sicherheit an, daß der Äthiopik schon damals sich als Nebenmeer des Mediterranik ausgebildet haben muß, daß also die Gondwanis zwischen Afrika und Lemurien im Norden tief eingebuchtet war. Sie sprechen aber auch nicht gegen die Annahme, daß südlich von Ambararata geschlossenes Land vorhanden war.

Im Jura gewinnen die marinen Schichten bald an Verbreitung. Der

Lias ist an der afrikanischen Ostküste nur im äußersten Norden vertreten, im Somaliland, wo er mutmaßlich Doggerschichten unterlagert (24, 113. 114). Der jüngere Lias (Charmouth- und Touarsstufe) begegnet uns dann auf Madagaskar bei Kap St. André (39, b, 1136. 1146). Der Äthiopik muß also damals bei Madagaskar bis über 15° S vorgedrungen sein, während er auf der afrikanischen Seite anscheinend den Äquator noch nicht erreicht hatte.



Im Unterdogger (Bayeuxstufe) haben sich die Schichten auf beiden Seiten weiter ausgebreitet. In Afrika kennen wir sie aus Schoa in Südabessinien, von Bihendula im Somalilande und in Deutsch-Ostafrika. Auf Madagaskar finden wir die Stufe südlich von Kap St. André am Bemaharagebirge, bei Morondava, im Isokondrytal und bei Tulléar bis zum Wendekreise (39, b, 1169; 12, 160). Der Unterdogger ist also hier 830 km weiter südwärts nachgewiesen als der Lias, 1400 km weiter als die Trias.

Noch zahlreicher sind die Aufschlüsse der Bathstufe (Mitteldogger). Sie beginnen im nördlichen Abessinien am Mareb mit den Antaloschichten. Dann folgen Schoa, die Bihendulakalke von Somaliland, Mergel und Kalksandsteine von Mombasa, die grauen Kalke von Tanga, verschiedene Aufschlüsse südlich und südwestlich von Dar es Salam. Auf Madagaskar gehören hierher Kalke im Nordwesten, dann bei Ananalava gegenüber den Komoren lagunäre Schichten mit Dinosauriern, die die Nähe des Landes verraten, dann wieder Kalke bis Morondava. In Südafrika fehlen marine Schichten nach Dacqué, während Lapparent aus der Gegend von Port Elizabeth Schichten mit Ammoniten und Nautileen anführt (39, b, 1191; 12, 158—161).

Das Kellaway ist in Abessinien noch nicht nachgewiesen, wohl aber im Somaliland bei Bihendula. Dann fehlt es wieder bei Mombasa, findet sich wieder bei Tanga, am Pangani bei Saadani, bei Morogoro, am Mahokondobach, am Tendaguru, also in der ganzen Küstenzone von Deutsch-Ostafrika. Auf Madagaskar treffen wir es in Maromandia im Norden, am Betsibokafluß, beim Kap St. André, bei Morondava, bei Tulléar, also ziemlich weit nach Süden (39, b, 1215; 12, 158—160).

Auch das Oxford tritt im Somalilande südöstlich von Harrar auf. Dann finden wir es bei Mombasa und Tanga wieder, ebenso am Tendaguru, wo ihm die Nerineenschicht angehört (37; 66). Auf Madagaskar ist die Stufe bei Maromandia, bei Morondava und bei Tulléar nachgewiesen worden (39, b, 1228; 12, 158—160). Die Sequanische Stufe scheint wieder in Abessinien an der Dschemma vertreten zu sein. Dann treffen wir sie wieder bei Harrar, am Webi und in den Gilletbergen des Somalilandes. Bei Mombasa fehlt die Stufe wieder, taucht aber in Deutsch-Ostafrika von neuem auf, wo ihr z. B. am Tendaguru der mittlere Saurierhorizont zugehören dürfte. Auf Madagaskar finden wir sie in der Nähe von Morondava bei Bemahara und nördlich davon bei Ambalia (39, b, 1244). Das Kimmeridge ist wieder in Abessinien am Lagagima, im Somaliland südlich von Harrar und bei Mombasa zu finden, doch zieht Dacqué letzteren Fundort in Zweifel (12, 159). Dann folgen Aufschlüsse in Deutsch-Ostafrika und auf Madagaskar im Nordwesten der Insel bei Ambalia, am Betsibokaflusse, bei Maromandia (39, b, 1256; 12, 160).

Im Tithon endlich sind marine Schichten in Abessinien noch nicht aufgefunden, wohl aber im Somaliland an der Daua, im nördlichen Britisch-Ostafrika. Auch bei Mombas werden Tithonschichten angegeben. Sie setzen sich durch Deutsch-Ostafrika, wo sie am Tendaguru durch die *Trigonia smeei*-Schichten vertreten werden, bis an die Nordgrenze von Portugiesisch-Ostafrika fort. Auf Madagaskar rechnet Lapparent dem Tithon die Ammonitenschichten von Apandramahala im Nordwesten und die Trigonienschichten nördlich von Tulléar im Südwesten der Insel zu. Im Nordwesten verrät das Vorkommen eines Dinosauriers wieder die Nähe der Küste (39, b, 1288; 12, 160). Die Verbreitung der Juraschichten beweist also nur ein Vordringen des Äthiopik bis etwa zum Wendekreise, läßt aber die Verbindung Lemuriens mit Afrika südlich davon möglicn erscheinen.

In der Kreidezeit wird die Verbreitung der Schichten im Norden geringer, im Süden gewinnt sie dagegen an Ausdehnung, wenigstens auf der afrikanischen Seite. Das Neokom fehlt in Abessinien, findet sich aber im Somalilande südlich von Harrar, zwischen Faf und Bari am Webi und nördlich davon bei Dobar in der Nähe von Berbera; ferner in Deutsch-Ostafrika bei Ntandi, bei Kiswere nördlich von Lindi (10° S) und im Tendagurugebiete, wo es durch die *Trigonia Schwarzi*-Schichten vertreten wird. Dann treten Neokomschichten gegen 20° weiter südlich an der Küste Natals (30° S) und besonders bei Port Elizabeth als Uiten-

hageschichten auf. Zwischen beiden Kreidegebieten vermittelt der Lage nach die Westküste von Madagaskar (von 12°—25° S). Die Stufe ist hier im Nordwesten, wie im Süden bei Tulléar nachgewiesen worden (39, b, 1318). Hier ist also eine südliche Verbindung Madagaskars mit Afrika schwer vorstellbar.

Das Barrême ist im Somalilande im mittleren Webitale sowie in Deutsch-Ostafrika nachgewiesen worden (39, b, 1336). Die Aptstufe findet sich südlich von Harrar, bei Mombasa, dann bedeutend weiter südlich an der Delagoabai, sowie an der Westküste Madagaskars (39, b, 1349. 1350). Etwas mehr ist über die Aubestufe zu sagen. Sie beginnt wiederum im Somalilande mit den Schichten von Bur Dab, findet sich bei Kap Guardafui und Sokotra wieder. Dann kennt man die Stufe an der Conduciabucht bei Mosambique, sowie an der Westküste Madagaskars vom Nordwesten bis Tulléar im Süden (39, b, 1368).

Noch zahlreicher sind die Aufschlüsse des Cenoman. Wir finden es bei Sokotra und der Insel Samhe südwestlich davon, in Deutsch-Ostafrika, an der Conduciabucht bei Mosambique, bei Sofala, in Natal. Das Meer hat also hier im Süden entschieden an Ausdehnung gewonnen, während es sich im Somalilande zurückgezogen zu haben scheint. Auf Madagaskar überlagert es bei Diego Suarez die Aubestufe, findet sich bei Majunga und im Süden bei Isakondry (39, b, 1407. 1408). Bei dieser Sachlage ist eine Verbindung Madagaskars mit Afrika so gut wie ausgeschlossen.

Die nächste Stufe, das Turon, ist wieder in der Nähe von Harrar bei Abunaß vertreten, dann im nördlichen Somaliland in der Gegend von Berbera, auf der Insel Abd el Kuri zwischen Sokotra und dem Festlande, sowie auf Sokotra selbst. Ebenso finden wir das Turon bei Conducia, bei Sofala, in Natal über dem Cenoman wieder. An der madagassischen Westküste sind besonders Schichten am Betsibokaflusse, südlich von Majunga zu erwähnen, bei denen eingelagerte Dinosaurier wieder auf die Nähe von Land hinweisen (39, b, 1424. 1425). Das Untersenon (Emscherstufe) treffen wir bei Sokotra auf der Insel Samhe, in Deutsch-Ostafrika südlich von Dar es Salam und in Natal an, ebenso an der Nordwest- und Westküste Madagaskars (39, b, 1442). Etwa die gleiche Verbreitung zeigt das Obersenon (Aturien). Man kennt es in Ostafrika auf Samhe, am Sambesi, bei Sofala, von der Delagoabai über das Zululand bis Natal, auf Madagaskar bei Diego Suarez, südlich von Majunga, bei Mévarana, nördlich von Morondava. Gleichzeitig ist der Indische Ozean zum ersten Male bis zur Ostküste von Madagaskar vorgedrungen. Er überspülte diese besonders südlich von 20° S bei Fanivelona und Marohita (39, b, 1464. 1465). Bis zu dieser Zeit kann also eine Verbindung zwischen Afrika und Madagaskar nicht angenommen werden.

Wir müssen uns demnach für die obere Kreide unbedingt an Lapparent, Haug, Kossmat usw. anschließen und nicht an Koken. Vorher könnte sich dagegen eher eine Landperiode eingeschaltet haben. Die

Oberkreide liegt diskordant auf der älteren. Zwischen sie muß eine Regression des Meeres eingeschaltet sein (24, 116). Nach der Verbreitung der Schichten wäre besonders für die Aubestufe eine südliche Verbindung im Sinne von Neumayr und Koken denkbar.

Auch das Tertiär hat längs des Äthiopik vielfach Reste hinterlassen. Vom Eozän ist die unterste Stufe, die Landenstufe auf Sokotra nachgewiesen, aber wohl auch sonst vertreten (39, b, 1502). Für die Ypernstufe gibt Lapparent allerdings aus Ostafrika keine Fundorte an (39, b, 1511). Um so weiter ist die lutetische Stufe vertreten. Von Berbera im Somalilande und von Sokotra zieht sie sich durch Deutsch-Ostafrika bis nach Sofala und dem Gasalande herunter und wird auch auf der Westküste Madagaskars bei 13° S, bei Diego Suarez und dann wieder im Süden gefunden (39, b, 1532). Im mittleren Teile der Westküste scheint sie nach Hennig zu fehlen (24). Eine direkte Verbindung mit Afrika ist aber nach dem stratigraphischen Befund nicht recht wahrscheinlich. Die Bartonstufe wird vom Norden Madagaskars angegeben (39, b, 1544).

Das untere Oligozän fehlt an der Westküste Madagaskars, so daß zu dieser Zeit eine Landverbindung mit Afrika denkbar ist (24, 116). Erst im Untermiozän (Aquitan) transgrediert das Meer wieder bei Diego Suarez (39, b, 1597), doch macht auch dies die Verbindung mit dem Festlande noch nicht unmöglich. Marine Schichten fehlen ganz von der Bordeaux-, Wiener, sarmatischen Stufe, also dem ganzen Miozän (39, b, 1605. 1619. 1630), freilich auch vom Pliozän: Piacenza-, Asti- und sizilischen Stufe (39, b, 1643. 1647. 1653).

Nach dem stratigraphischen Befunde ist also landfeste Verbindung von Madagaskar mit Afrika wahrscheinlich oder wenigstens denkbar vom Kambrium bis zum Ende des Jura, vom Barrême bis zur Aubestufe, von der dänischen Stufe bis zum Untereozän, vom Obereozän bis zum Pliozän. Dagegen müssen wir die Verbindung als unterbrochen ansehen im Neokom, in der oberen Kreide vom Cenoman bis zum Senon und im Mitteleozän. Aber auch beim Fehlen von marinen Schichten ist eine Trennung möglich. Dies sehen wir deutlich am Pliozän, während dessen Madagaskar schon Insel gewesen sein muß, da sonst die Welle nordischer Tiere, die in diesem Afrika überschwemmte und ihm seinen heutigen Faunencharakter aufprägte, auch Madagaskar überspült haben müßte. Da dieses aber doch von ein paar zu überseeischer Verbreitung durch Schwimmen befähigten Tieren erreicht wurde, wie den Schweinen und den Flußpferden, so muß die Straße von Mosambique damals weit schmaler und leichter überschreitbar gewesen sein, nach Lemoine (40) höchstens 30 km breit. Dann konnte der Ozean natürlich nicht heutiges Land überspülen und Schichten hinterlassen. Das gleiche ist natürlich auch für frühere Zeiten denkbar.

Die stratigraphische Nachprüfung bedarf daher einer Ergänzung durch die Untersuchung der Beziehungen der Meeres- und Landtierwelt.

Bei der ersten gibt die Paläontologie den Ausschlag durch Feststellung der geographischen Beziehungen der fossilen Faunen. Die Tierwelt des Äthiopik schloß sich nun im ganzen eng an die Fauna des großen mesozoischen Mediterranik an (61, 405). Die Beziehungen wiegen aber bald nach dem europäischen, bald nach dem indischen, »himamalaiischen« Teile des Mittelmeeres vor. Indische Beziehungen finden wir in der Bathfauna von Somaliland, im Kellaway und Sequan von Westmadagaskar. All diese Faunen schließen sich eng an die von Cutch an.

Sehr bezeichnende Ergebnisse haben die Ausgrabungen am Tendaguru und in seinen Nachbargebieten gehabt. Sie zeigen, daß im Kellaway und im Oxford unter den Wirbellosen die himamalaiischen Formen stark vorherrschen. Bis zum Tithon muß dann die Verbindung nach dem europäischen Mittelmeere besser geworden sein, denn es dringen nun mehr und mehr Elemente von dessen Fauna vor, um dann schließlich im Neokom ganz vorzuwiegen (37; 66). Das weist auf paläogeographische Änderungen im Nordosten Afrikas hin.

Aber damit waren die indischen Elemente noch nicht für immer zurückgedrängt. Noch im Tithon sind die Faunen von Somaliland und Mombasa nahe mit denen von Cutch verwandt. In der Aubestufe ist die madagassische Meerestierwelt der indischen ähnlich. Ebenso finden wir im Cenoman und Turon von Mosambique die hindustanische Fauna wieder. Auch im Senon treffen wir noch auf indische Beziehungen in den Schichten Madagaskars, und zwar an der West- wie an der Ostküste. Jene weisen auf die Schichten von Trichinopoly in Hindustan, diese auf Belutschistan, darunter auch in Bodentieren, wie dem Seeigel *Noetlingia*, der sich an den Küsten der Lemuris entlang nach Süden verbreitet haben muß.

Von noch größerem Interesse für die Frage der Verbindung von Madagaskar mit Afrika ist die Verbreitung der südlichen Fauna, die besonders durch zahlreiche Trigonien gekennzeichnet ist. Sie treten mit *T. conocardiformis* bereits in den von Lapparent der Bathstufe zugerechneten Schichten von Port Elizabeth in Südafrika auf (39, b, 1191), in größerer Zahl dann in den Uitenhageschichten der gleichen Gegend, die dem Neokom angehören. In der gleichen Zeit erscheinen sie aber auch im südlichen Deutsch-Ostafrika. In der *Trigonia schwarzi*-Schicht zählt Lange z. B. 11 Muscheln, darunter 5 Trigonien mit südamerikanischen Beziehungen auf, während noch im Tithon von solchen Beziehungen nichts zu finden ist (37, 277). Auch an der madagassischen Westküste treten im Neokom große Trigonien ähnlich denen der Uitenhageschichten auf. Diese Feststellungen sind nicht unwichtig. Denn da die südamerikanischen Formen, die sich nur an der Südküste der Südatlantis verbreitet haben können, nicht vor dem Neokom in den Äthiopik gelangt sind, braucht auch vorher keine Meeresverbindung zwischen diesem und dem südlichen Ozeane bestanden zu haben. Der paläontologische Befund stimmt also hier recht gut mit dem stratigraphischen zu-

sammen und läßt im Jura eine Landverbindung zwischen Madagaskar und Afrika nicht unwahrscheinlich sein, während sie im Neokom sicher unterbrochen war.

Der Durchbruch des Äthiopik nach Süden, der aber Portugiesisch-Ostafrika unberührt ließ, öffnete natürlich auch den in ihm vorherrschend gewordenen mediterranen Formen den Weg zur Ausbreitung. So ist es nicht verwunderlich, daß uns in der Aptstufe an der Delagoabai eine mediterrane Fauna begegnet. Deshalb könnte immerhin weiter im Süden eine Landverbindung bestanden haben.

Von großer Bedeutung für die Entscheidung der Frage alter Landverbindungen sind aber auch die Folgerungen aus den Beziehungen der Landorganismen, bei denen die Feststellungen der Paläontologie eine wertvolle Ergänzung durch biogeographische Untersuchungen erfahren, besonders wenn sie im Sinne von Ortmann (48) biotogenetisch durchgeführt werden. Durch vergleichende Darstellung unter Berücksichtigung der Verbreitung und der systematischen und phyletischen Beziehungen der lebenden und fossilen Formen konnten schon für viele Tiergruppen »Schichten« festgestellt werden, die gleichzeitig in eine Region eingewanderte Formen zusammenfassen (1—4, 7—9, 11). In unserem Gebiete wurden dabei Wanderungen zwischen Madagaskar und Afrika bis zum Perm, in der Trias, im Jura, in der Kreide, im Unter-, Mittel- und Obertertiär angenommen. Ohne auf Einzelheiten näher einzugehen, haben wir noch zu prüfen, wie diese Annahmen zu den obenerwähnten geologischen Feststellungen stimmen.

Für die ältesten Zeiten erheben sich keine Schwierigkeiten. Schon in der Zeit vom Devon bis zum Perm mögen buthidenartige Skorpione von Afrika her nach der Lemuris gekommen sein, im Perm Stegokephalen. Erst von der Trias an kommt die Möglichkeit in Frage, daß die Einwanderer hätten Meeresstraßen überschreiten müssen. Das ist ja für eine ganze Anzahl von Tiergruppen ohne weiteres durch aktives oder passives Fliegen möglich, wie bei den Vögeln (8), den Fledermäusen, Flugsauriern und Insekten, aber auch bei vielen Landpflanzen (1). Auch bei den Landtieren ist oft eine ähnliche überseeische Ausbreitung durch Triften möglich, was wir besonders an der Verbreitung gewisser Gruppen auch über entlegenste Inseln erkennen können. Dies gilt z. B. von der Kleinfauna der Säugetiere, besonders Nagern und Insektenfressern, bei den Reptilien besonders von den Geckonen und einigermaßen auch von den Skinken, bei den Amphibien besonders von den Raniden (9), aber auch von vielen wirbellosen Tieren des Landes und Süßwassers wie Spinnentieren (3; 34—36; 43; 53—55), Mollusken (7; 26; 50—52; 59; 60) und amphibischen und litoralen Regenwürmern (2; 44; 45). Aktives Schwimmen kommt besonders bei auch im Meere lebenden Süßwasserfischen (11), unter den Reptilien bei den Krokodilen, unter den Säugetieren bei den Schweinen, Flußpferden und manchen großen Raubtieren (1) in Frage. Dagegen beanspruchen besonders die rein

terrestrischen Regenwürmer (2; 44; 45), die großen Landschnecken (7), die echten Süßwasserkrebse (4; 48) und -fische (11), die Landschildkröten und Schlangen, die Huftiere, Primaten, Edentaten und meisten Raubtiere (1) feste Landbrücken zu ihrer Ausbreitung.

Betrachten wir nun zunächst die Trias, so ist bezeichnend, daß der ursprünglichste aller Regenwürmer des Landes, *Acanthodrilus*, eine ausschließlich holonotische Verbreitung von Südamerika über Südafrika, Madagaskar bis Australien und Neuseeland besitzt und daß auch alle anderen Acanthodrilinen den gleichen Gebieten angehören. Dies spricht sehr für die noch in der Trias geschlossene Landmasse des Südens, da wir diese Form schwer noch weiter zurückdatieren können. Weiter haben wir für die Trias einen afrikanisch-madagassischen Faunenaustausch in den Landschneckenfamilien der Achatiniden und der Endodontiden angenommen, der auch mehr für einen festen Landzusammenhang spricht.

Wichtiger wird die biogeographische Methode für die Entscheidung der Frage des Landzusammenhangs im Jura. Die fossilen Dinosaurier sprechen nicht besonders dafür, finden wir doch in Jura und Kreide *Bothriospondylus* und *Megalosaurus* nur auf Madagaskar, *Doryphorosaurus*, *Gigantosaurus*, *Brachiosaurus* und *Dicraeosaurus* nur in Ostafrika, *Palaeoscincus*, *Geranosaurus*, *Nanosaurus*, *Algoasaurus* nur in Südafrika. Zum mindesten könnte die Verbindung damals nicht besonders bequem gewesen sein. In den Jura muß man dann weiter die Einwanderung der madagassischen Dyscophinen (9), der Ferrusaciden, Zonitiden, Streptaxiden u. a. Landschnecken, der Melaniiden, der Ätheriiden (7), wie der äthiopischen Acavinen (7) versetzen. Unter diesen kommt bei den Melaniiden und Ätheriiden überseeische Ausbreitung in Frage, vielleicht auch bei den Dyscophinen, dagegen ist sie bei den ausgesprochenen Landschnecken wenig wahrscheinlich, und es bleibt die Annahme vorzuziehen, daß Madagaskar im Sinne von Neumayr mit Südafrika verbunden war. Damit stimmt überein, daß z. B. die fast ausschließlich madagassisch-orientalischen Dyscophinen eine Gattung *Conosternum* in Südafrika besitzen, ihre Verbreitung entspricht also ganz der Erstreckung einer lemurischen Halbinsel Afrikas. Die ihnen nächstverwandten Engystomatinen wieder besitzen eine Verbreitung, die die Südatlantis als ihre Heimat erscheinen läßt, so daß sie sich darin auch paläogeographisch eng an die lemurischen Dyscophinen anschließen lassen.

Für die Kreidezeit hatten die geologischen Methoden es wahrscheinlich gemacht, daß eine Landbrücke höchstens vom Barrême bis zur Aubestufe und dann wieder in der dänischen Stufe bestand. Wie stimmen dazu die durch die biotogenetische Methode erschlossenen Wanderungen? Bei den Amphibien (9) ist in die Kreide das Eindringen der Engystomatinen nach Madagaskar gesetzt worden, die jedenfalls nicht später nach der Insel gekommen sein können, da sonst *Calophrynus* nicht seine aus-

gesprochen lemurische Verbreitung (Madagaskar, Indien bis Neuguinea) hätte gewinnen können. Diese Einwanderung konnte also am Ende der unteren Kreide zu Lande erfolgen. Bei den Arachniden (3) hat der Skorpion (34; 53) *Hadogenes* von Madagaskar seine nächsten Verwandten alle in Südafrika und muß von hier schon vor dem Eozän nach der Insel gelangt sein. Als mutmaßliche Einwanderzeit wurde das Senon angenommen. Dann wäre nur überseeische Einwanderung möglich. Der Skorpion könnte aber ebensogut auch schon in der Aubestufe nach Madagaskar gekommen sein, da die Ischnurinen, an die er sich anschließt, schon seit dem Lias in Afrika heimisch sein müssen.

Unter den Süßwasserkrebsen (4; 48) haben wir die Ausbreitung der Bogenkrabbe *Potamonautes* nach Madagaskar ins Cenoman gesetzt ebenso wie die Einwanderung der ganzen Familie der Potamoniden aus dem Meere in die Binnengewässer Afrikas. Auch hier ist eine geringe Zurückdatierung ganz unbedenklich und das um so mehr, als die erste Überflutung Westafrikas durch den neu sich bildenden Ozean in der Aubestufe erfolgte und Afrika von Südamerika isolierte, so daß sich in ihm besonders leicht ein neuer kontinentaler Typus herausbilden und über die südliche Brücke nach Madagaskar wandern konnte.

Unter den Mollusken (7) macht sich nur bei einigen Deckelschnecken die Annahme einer kretazeischen Einwanderung notwendig, also bei Tieren, bei denen auch eine überseeische Ausbreitung nicht ausgeschlossen ist. Die Einwanderung dürfte in zwei Phasen erfolgt sein. Der älteren rechnen wir die Cyclotopsinen zu, von denen *Cyclotopsis* auf Sokotra, die Maskarenen und Südindien beschränkt, also lemurisch verbreitet ist. Da der Gattung auch fossile europäische Arten aus dem Eozän und Miozän zugeschrieben werden, kann sie sich kaum anders als teilweise überseeisch ausgebreitet haben. Jünger dürfte die Cyclostomatine *Tropidophora* sein, die aber doch auch noch die Maskarenen erreicht hat. Wir hatten die beiden Einwanderungen in das Cenoman und Senon gesetzt. Dann könnten sie aber nur überseeisch erfolgt sein. Es ist aber auch kontinentale Einwanderung möglich, wenn wir Aube- und dänische Stufe an die Stelle der ebengenannten Stufen setzen.

Im ganzen zeigt auch die biotogenetische Methode, daß in der Kreide Madagaskar ziemlich selbständig gewesen sein muß. Die Fauna weist wesentliche Unterschiede auf, die teilweise schon im Jura angelegt wurden. Von den Reptilien war schon beim Jura die Rede. Bei den Amphibien haben verschiedene afrikanische Familien Madagaskar nicht erreichen können, wie alle Aglossen. Bei den Vogelspinnen (3; 55) waren nur afrikanisch die Idiopinen, nur lemurisch die Diplothelinen und Sasoninen, bei den Webspinnen afrikanisch die Palpimaninen, bei den Skorpionen (3; 34; 36; 53) die Nebinen, Hemiscorpinen, lemurisch die Heteroskorpioninen, bei den Skorpionspinnen (3; 54) afrikanisch die Phrynichinen, lemurisch die Charontinen, bei den Süßwasserkrebsen (4; 48) afrikanisch die Atyiden, madagassisch die Parastaciden, bei den Lungen-

schnecken (7) afrikanisch z. B. die Auriculiden, Arioniden, Achatiniden (51), Aperiden (52), Rhytididen (52; 59), Glandiniden (52), lemurisch die Oncidiiden, bei den Prosobranchiern afrikanisch die Hydroceniden, Ampullariden, lemurisch die Cyathopomatinen und Realiinen, bei den Süßwassermuscheln afrikanisch die Muteliden.

Während so in der Kreide verhältnismäßig wenige Wanderungen zwischen Afrika und Madagaskar anzunehmen nötig sind, ergeben sich für das Tertiär zahlreiche Beziehungen, hauptsächlich für das Eozän, in dessen Mitte wir allerdings eine Unterbrechung der Verbindung aus geologischen Gründen annehmen mußten. Daß Madagaskar gegen Anfang der Tertiärzeit mit Afrika verbunden gewesen sein muß, geht schon daraus hervor, daß es nur auf dem Landwege von dort die Vorfahren seiner alten Säugetierfauna, der Halbaffen (5; 6), die allerdings Lydekker (41) und Grandidier (19) erst später einwandern lassen, der Centetiden und Potamogaliden, der Bradytherien und der Orycteropodiden (1) erhalten konnte, bei denen wir unmöglich allgemein eine überseeische Ausbreitung annehmen können. Diese wäre dagegen bei den Fledermäusen und Vögeln denkbar, von denen aber doch die meisten Familien vor schon nicht sehr breiten Meeresstraßen haltmachen. Unter den Reptilien sind besonders wichtig die großen Landschildkröten der madagassischen Region, die auch nur auf dem Landwege hierher gelangt sein können. Aber auch von den Riesenschlangen, den Leguanen u. a. Schlangen und Eidechsen gilt das gleiche. Zeigen doch viele Reptilien Madagaskars enge südatlantische Beziehungen wie die Riesenschlangen *Corallus*, *Boa*, die Nattern *Dromicus*, *Herpetodryas*, *Heterodon*, *Philodryas*, *Polyodontophis*, die Leguane, die Schildkröte *Podocnemis*, die alle neotropisch-madagassisch sind und sich nur über das einstmals ebenfalls von ihnen bewohnte Afrika verbreitet haben müssen. Da die Verbindung zwischen Südamerika und Afrika bereits im Mitteleozän unterbrochen war, so muß also auch diese Ausbreitung bis zum Untereozän stattgefunden haben, für das wir auch aus geologischen Gründen eine Landverbindung mit Madagaskar für möglich ansehen konnten.

Wenden wir uns nun den Amphibien Madagaskars zu (9), die sich im ganzen eng an die alte Fauna Südafrikas anschließen (25), so hätten die zu den Raniden gehörenden südatlantischen Dendrobatinen sich allenfalls überseeisch ausbreiten können. Von den in der Erde lebenden Blindwühlen ist das keinesfalls anzunehmen und doch haben sie die Seychellen erreichen können. Da sie auf Madagaskar fehlen, könnte man an eine direkte Landverbindung nach Sansibar hin denken, um so mehr, als wir die gleiche Beziehung bei der Natter *Boodon* und dem Chamäleon *Ch. tigris* finden. Dem steht aber die alte Anlage des Äthiopik entgegen, die es unwahrscheinlich macht, daß sich hier eine ganz neue Landbrücke für so kurze Zeit gebildet haben sollte. Wahrscheinlich ging die Ausbreitung doch über Madagaskar, wo die Formen

später ausstarben, wie nachweislich die Flußpferde und die Erdferkel. Das Fehlen von Säugetieren auf den Seychellen spricht nun weiter für eine ganz frühtertiäre Abtrennung derselben. Es muß also auch die Einwanderung dieser Tiere im Untereozän oder schon in der dänischen Stufe erfolgt sein.

Unter den Süßwasserfischen (11) sind es besonders die Cichliden, die spätestens im Eozän in Madagaskar eingewandert sein müssen, zumal es sich um eine ausgesprochen südatlantisch verbreitete Familie handelt, die aber erst in der oberen Kreide zum Leben im Süßwasser übergegangen ist. Auch die Cyprinodontiden und Siluriden reihen sich teilweise hier an. Auf die Insekten kann hier wegen ihres geringen paläogeographischen Wertes nicht näher eingegangen werden. Erwähnt sei nur, daß sich Madagaskar auch nach der Verbreitung seiner Schmetterlinge, die doch sehr gut zu überseeischer Ausbreitung befähigt sind, scharf von Afrika absondert (49) und darum die Elemente seiner Fauna schon früh erhalten haben muß, also etwa im Eozän, da ja die Schmetterlinge zu den jüngsten Insekten gehören.

Bei den Vogelspinnen müssen die Aviculariden im Alttertiär Madagaskar erreicht haben. Da diese in Südamerika und Afrika zumeist verschiedene Unterfamilien aufzuweisen haben, haben sich diese wohl erst im Laufe des Eozän entwickelt. Dann konnte die Einwanderung von *Encyocrates* im Obereozän oder Oligozän erfolgen. Weiter sind Hin- und Rückwanderungen der Skorpione, die Einwanderung der Phrynichinen, unter den Süßwasserkrabben von den Deekeniinen angenommen, die ohne Schwierigkeiten durch die geologisch denkbaren Landverbindungen zu erklären sind, wenn auch bei einzelnen überseeische Einwanderung an sich möglich wäre.

Weitere Beziehungen finden wir bei den Mollusken. Hier sind es besonders die Streptaxiden *Ennea* und *Streptostele* (52; 59), deren Einwanderung in Madagaskar wir ins Alttertiär setzen müssen. Diese bieten besonders auch dadurch Interesse, daß sie zu der geologischen Annahme einer mehr nördlich gelegenen Landbrücke stimmen. Hat doch *Streptostele* überhaupt keine südafrikanische Art aufzuweisen, ebenso von den madagassischen Untergattungen von *Ennea Nevillia*, während bei *Uniplicaria* und *Huttonella* das tropische Afrika stark überwiegt und auch bei der mehr südlichen *Gulella* noch vertreten ist. Wenn die Cyclostomatide *Lithidion* auf Sokotra, in Südafrika und Madagaskar lebt, so spricht auch diese lückenhafte Verbreitung für eine alttertiäre Einwanderung, die aber vielleicht durch die mitteleozäne Trennung von der der verwandten *Tropidophora* geschieden wurde, da die Maskarenen nicht mehr erreicht wurden. Bei den Oligochäten endlich haben wir die Einwanderung des sich an die vorwiegend äthiopischen Mikrochätinen anschließenden *Kynotus* ins Oligozän versetzt, da Afrika diese Unterfamilie erst im Untereozän von Südamerika erhalten haben dürfte. Die der madagassischen am nächsten stehende und als ihre Stammform

zu betrachtende Gattung *Callidrilus* ist im tropischen Ostafrika heimisch, wieder ein Hinweis auf die nördlichere Lage der Landverbindung.

Daß auch im Miozän noch eine Landverbindung bestanden haben muß, geht wiederum aus den Säugetieren Madagaskars hervor. Wir finden auf ihm verschiedene Tiere entschieden nordischer Herkunft, die im europäischen Oligozän oder Miozän nahe Verwandte besitzen und also nicht schon im Eozän nach Madagaskar gekommen sein können, aber auch nicht erst später, als das Meer bereits die Insel vom Festlande getrennt hatte. Der *Cryptoprocta* Madagaskars steht *Proaelurus* aus dem Untermiozän Europas nahe. Die Schleichkatzen, auf Madagaskar durch *Fossa*, *Galedictis*, *Galidia*, *Hemigalidia* und *Eupleres* vertreten, reichen in Europa mit *Viverra* bis zum Unteroligozän zurück. Im Eozän gab es überhaupt noch keine modernen Raubtiere. Die jetzt rein madagassischen Eliurinen sind im Untermiozän Frankreichs durch *Anomalomys* vertreten, während der älteste Vertreter der myomorphen Nager überhaupt, *Cricetodon*, bis zum Unteroligozän zurückreicht. Sollten sich die madagassischen Halbaffen tatsächlich an europäische Fossilreste anschließen, wie Lydekker (41) und Grandidier (19) annehmen, so wären auch sie hier anzuschließen. Sie können alle nur an der Wende von Oligozän und Miozän über eine mittelmeerische Landbrücke nach Afrika gekommen sein, sich den Elefanten, Dinotherien und Schmalnasenaffen entgegengesetzt ausbreitend, um dann im Miozän nach Madagaskar zu gelangen. Für überseeische Ausbreitung wäre wohl höchstens die Nagergruppe geeignet gewesen.

Auf die Vögel brauchen wir hier nicht näher einzugehen, da ihre Vertreter auch eine etwa vorhandene Meeresstraße hätten überschreiten können. Von Amphibien möchten wir einige Raninen hierherstellen, wie *Rhacophorus*, *Rana*, *Rappia* u. a., die in der madagassischen Region zahlreiche endemische Arten und selbst Gattungen (*Mantidactylus*: Madagaskar, *Sooglossus*: Seychellen) entwickelten. Man könnte hiernach an eine noch ältere Einwanderung denken, aber die Raninen sind ihrer ganzen Verbreitung nach entschieden nordisch und können im Alttertiär noch nicht in Afrika gelebt haben. Allerdings beweisen sie auch nichts für eine feste Landbrücke, da sie überseeisch verbreitbar sind.

Unter den Spinnentieren und Krebsen gibt es keine Form, deren Einwanderung wir in das Miozän setzen müßten. Bei den Lungenschnecken kommen wir aber für diese Zeit auf eine Rückwanderung nach Afrika. Wir erwähnten schon, daß die Streptaxiden teils im Jura, teils im Alttertiär nach Madagaskar eingewandert sein müßten. Hier hat sich dann jedenfalls die Gattung *Gibbus* entwickelt, deren Schwerpunkt entschieden in Madagaskar liegt (59, 81—90). Von sechs Untergattungen gehören eine der madagassischen, eine der äthiopischen Region ausschließlich, eine beiden gemeinsam an. Von den 60 Arten und Abarten aber gehören sogar 46 (77 %) der madagassischen Region an, in der sie auch die Seychellen (2 Arten) und Maskarenen (39 Arten) erreicht

haben, während in Afrika nur 10 Arten vorkommen. In Südafrika fehlen sie ganz, was wieder zu einer mehr nördlichen Lage der Landbrücke stimmt.

Im Pliozän wäre an sich ein Fortbestehen dieser Verbindung nach dem rein geologischen Befund denkbar. Es beweist aber das Fehlen zahlreicher in Afrika weitverbreiteter Gruppen nordischer Herkunft, daß sich ihre Ausbreitung nach Madagaskar eine Schranke entgegengestellt haben muß. So sind nur bis Afrika gekommen die Catarrhinen, die Felinen, Hyäniden, Musteliden, Caniden, die Leporiden, Cricetiden, Muriden, Dipodiden, die Elephantiden, Boviden, Giraffiden, Traguliden, die Rhinocerotiden und Equiden. Madagaskar erreicht haben nur die Suiden und Hippopotamiden, sowie die Soriciden, die ersten beiden aktiv schwimmend, die letzten durch Trift die damals noch schmale Meeresstraße (40) überschreitend. Eine vorpliozäne Einwanderung kommt bei ihnen nicht in Frage. *Hippopotamus* hat sich überhaupt erst im Unterpliozän entwickelt, wahrscheinlich in Indien. Dasselbe gilt von *Potamochoerus*. Bei der Spitzmaus *Crocidura* spricht für späte Einwanderung, daß sie nur die Komoren erreicht hat, während die verwandte *Pachyura* auch bis Madagaskar gekommen ist.

Auch bei den Vögeln haben trotz ihrer Flugfähigkeit viele Madagaskar nicht mehr erreichen können, so die Cygninen, Erismaturinen, Vulturiden, Cerylinen, Daceloninen, Piciden, die Pittiden, Dendrocittinen, Pyrrhocoracinen, Orioliden, Phylloscopinen, Sylviinen, Erithaciden, Pycnonotiden, Pariden, Certhiiden, Fringillinen, Emberiziden, nur Madagaskar von Indien aus die Sittiden. Hier haben wir ein treffendes Beispiel dafür, wie selbst flugkräftige Formen durch Meeresstraßen in ihrer Verbreitung aufgehalten werden können.

Von Reptilien sind nur die Crocodiliden als junge Einwanderer in der madagassischen Region anzusehen, wo sie auch auf den Seychellen vorkommen (17; 18). *Crocodilus* geht nun sicher auf nordischen Ursprung zurück, ist die Gattung doch in Europa vom Cenoman bis Oberpliozän fossil bekannt und schließt sich an ältere nordische Familien an. Außerdem ist sie zu überseeischer Ausbreitung durch Schwimmen zweifellos befähigt, so daß sie recht wohl im Pliozän noch nach Madagaskar und den Seychellen kommen konnte. Andrerseits hat sie aber schon im Eozän wenigstens Nordafrika erreicht, so daß auch eine frühere Einwanderung in Madagaskar nicht unmöglich ist. Von Amphibien ist die von Afrika bis zu den Maskarenen verbreitete Art *Rana mascareniensis* als im Pliozän überseeisch verbreitet anzusehen. Das gleiche gilt von dem Zahnkarpfen *Fundulus orthonotus*, der außer auf den Seychellen auch in den Küstengewässern Ostafrikas lebt.

In allen drei Wirbeltierklassen finden wir aber auch Tiere, die die Straße von Mosambique nicht zu überschreiten vermochten, so von den Schlangen die Erycinen und Viperiden, von den Eidechsen die Varaniden und Lacertiden, von Schildkröten die Trionychiden, von Amphibien

die Hyliden (nur bis Abessinien) und Bufoniden, von Fischen die Notopteriden, Cypriniden, Clariinen, Silurinen, Ophiocephaliden, Anabantiden, Osphromeniden, Mastacembeliden, die alle von Europa oder von Asien herzuleiten sind. Wir sehen also einmal, daß viele Formen unter den Wirbeltieren Madagaskar nicht mehr haben erreichen können und dann, daß das letztere nur solchen geglückt ist, die zu überseeischer Ausbreitung fähig sind.

Von Arachniden brauchen wir keine Gruppe als so jung in Madagaskar anzusehen. Wohl aber sind einzelne im Pliozän nur bis Afrika gelangt, so von den Webspinnen die Urocteiden, die Eresiden, von Vogelspinnen die Cyrtaucheninen und Atypiden, von Skorpionen *Buthus*, *Butheolus* und die Hormurinen, von Pedipalpen die Schizonotiden und von den Solifugen (3; 35; 54) die Galeodiden, Rhagodinen, Däsiinen und Karschiinen. Wenn auch einzelne dieser Gruppen jetzt nur in Westafrika leben, wie die Atypiden und Schizonotiden, so beweist doch ihr gleichzeitiges Vorkommen in Indien, daß sie früher auch in Ostafrika gelebt haben müssen. Genau das gleiche gilt bei der Süßwasserkrabbe *Geothelphusa*.

Auch bei den Schnecken treffen wir auf nordische Familien, die nur bis Afrika gekommen sind, ohne Madagaskar zu erreichen. Dies gilt von den Helicellinen, Clausiliiden, den Limaciden und Eniden, die allerdings meist überhaupt nicht weit südwärts gekommen sind. Von Prosobranchiern könnten wir die Pomatiasinen, Pupininen und Aciculiden beifügen, doch haben bezeichnenderweise von diesen mehr zu überseeischer Ausbreitung befähigten Tieren verschiedene noch im Pliozän wenigstens die Komoren erreicht, nämlich die Cyclophorine *Scabrina*, die Craspedopomatine *Cyclosurus* und die Cyathopomatine *Mychopoma*, von denen die erste und dritte auch orientalische Beziehungen zeigen und wohl von Indien über die arabische Landbrücke nach Afrika gelangt sind. Bei den Süßwassermuscheln treffen wir wieder auf zahlreiche Abweichungen Afrikas durch den Besitz von im Norden heimischen Gruppen, wie von den Heterogenen (*Pseudospatha*) und Rosanorhampheen (*Coelatura*, *Grandidieria*, *Nodularia*, *Parreysia* u. a.), die zum Teil noch ganz enge Beziehungen zu Indien aufweisen. Bei den Oligochäten endlich wäre nur die Megascolecine *Perionyx* zu erwähnen, von der sich *P. sansibaricus* von Sansibar bis Vorderindien erstreckt und nicht vor dem Pliozän eingewandert sein kann.

Ziehen wir nun aus alledem unsere Schlüsse, so ergibt sich, daß Madagaskar mit seinen Nachbargebieten vom Kambrium an lange Zeit breit mit Afrika zusammengehangen hat und vom Oberkambrium an einen mittleren Teil der großen Holonotis bildete, während es im Unterkambrium am Ostrande der Südatlantis lag. Dieser Zustand, wie ihn zuerst Frech und Lapparent dargestellt haben, dauerte bis in die Triaszeit herein fort. Jetzt bildete sich der Äthiopik aus, der zunächst

nur bis zum Nordende von Madagaskar vordrang (13° S, Afrika 0°). Der Jura brachte ein weiteres Einschneiden des Äthiopik. Im Lias kam er auf der madagassischen Seite bis zur engsten Stelle des Kanals von Mosambique (16° S), in Afrika nicht über das Somaliland hinaus. Im Dogger war das Meer im Osten schon bis etwa 24° S vorgedrungen, in Afrika bis 8° S. Trotzdem blieb von 24° S bis etwa 34° S eine genügend breite Landbrücke zwischen Madagaskar und Afrika übrig, um den Äthiopik vom südlichen Meere zu scheiden und einen Faunenaustausch zwischen beiden Ländern zu ermöglichen. Das Malm brachte keine wesentlichen Änderungen. Im Neokom bildete sich dann eine südliche Meeresverbindung aus und machte die Lemuris zur Insel. Gleichzeitig überflutete das Meer die afrikanische Ostküste bei Natal und im Osten des Kaplandes. Dann scheint eine Regression die südliche Landbrücke noch einmal über Wasser gehoben zu haben, so daß besonders in der Apt- und Aubestufe Madagaskar wieder mit Südafrika verbunden war. In der Aubestufe war aber inzwischen der Äthiopik an der afrikanischen Küste bis Mosambique (14° S) vorgedrungen. Das Cenoman brachte dann den zweiten Durchbruch und das endgültige Verschwinden der Landbrücke im Süden, während gleichzeitig das Meer die Ostküste Afrikas bis Sofala (20° S), im Senon bis zur Delagoabai (28° S) bedeckte. Drang hier das Meer von der Trias bis zum Senon schrittweise vor, so zog es sich im Somaliland ebenso nach Osten hin zurück. In der dänischen Stufe bildete sich dann eine neue Verbindung Madagaskars mit Afrika im Norden heraus, vielleicht in Verbindung mit vulkanischer Tätigkeit. Die Brücke mag etwa zwischen den Komoren und der Linie Mosambique—Kap St. André gelegen haben. Sie bestand im Untereozän fort, Madagaskar als Halbinsel an Afrika anschließend. Im Mitteleozän wurde sie überflutet, tauchte aber im Obereozän wieder auf und versank erst im Ende des Miozän, womit wohl die Eruptionen zusammenhängen, die die heutigen Komoren aufbauten. Wir möchten also für den Jura an der Neumayrschen Auffassung gegenüber der Lapparentschen festhalten. Für die Kreide muß aber jedenfalls die Kokensche Auffassung zugunsten der Lapparentschen aufgegeben werden; nur für die Aubestufe läßt sie sich an deren Stelle halten. Im Tertiär ergeben sich Abweichungen besonders gegen Ortmann und Matthew. Alle anderen Paläogeographen stimmen im ganzen mit unseren Ergebnissen überein. Außerdem dürfte dieses Beispiel auch zeigen, daß auf paläogeographischem Boden besonders durch das Zusammenarbeiten von Geologie und Biogeographie wesentliche Fortschritte zu erwarten sind.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Geologische Rundschau - Zeitschrift für allgemeine Geologie

Jahr/Year: 1919

Band/Volume: 10

Autor(en)/Author(s): Arldt Theodor

Artikel/Article: Die Verbindung Madagaskars mit Afrika in der geologischen Vorzeit 63-82