

# WANN LÖSTE SICH DAS GEBIET DES INDISCHEN ARCHIPELS VON DER TETHYS?

VON

K. MARTIN.

Das Gebiet des Indischen Archipels gehört den Geosynklinalen an, welche nach HAUG das südöstliche Asien umschlingen und sich ostwärts über Neu-Guinea nach Neu-Seeland hin fortsetzen, zum grössten Teile aber noch hypothetischer Natur sind <sup>1)</sup>. Als palaeogeographisches Resultat seiner Studien über diese beweglichen Teile der Erdrinde führt der Autor u. a. an: „La répartition géographique des genres *Lepidocyclina* et *Miogypsina* nous permet de conclure à la persistance de la *Tethys* et d'une partie du *géosynclinal circumpacifique* à l'Aquitanien et au Burdigalien. Pour les époques plus récentes nous ne pouvons pas toujours préciser le moment où ces fosses se sont trouvées définitivement comblées. En Asie Mineure et en Perse nous ne connaissons pas de dépôts marins plus récents que le Vindobonien. Dès le Pontien la Méditerranée était donc séparée de l'océan Indien” <sup>2)</sup>.

Diese Schlussfolgerung ist unrichtig, weil einerseits in

1) E. HAUG. *Traité de géologie* II, S. 1563; 1908—1914.

2) Dasselbst S. 1733.

dem sonst so überaus lehrreichen Werke die Literatur über den Indischen Archipel sehr unvollständig ausgenutzt ist, andererseits aber neue, für HAUG noch unbekannte Tatsachen hinzukommen. Es handelt sich dabei nicht nur um die Bestimmung von Alter und Facies der Tertiärschichten des betreffenden Gebietes, sondern vor allem auch um den Vergleich ihrer Faunen mit denjenigen anderer Länder. Letztere allein können die Frage nach der Trennung der Meere beantworten, und den Gattungen *Lepidocyclina* und *Miogyssina* als solchen kommt in diesem Verbande keine grössere Bedeutung zu, als irgend einer charakteristischen Molluskengattung, die bekanntlich in zeitlich oder räumlich völlig getrennten Gebieten vorkommen kann.

1. *Inwieweit hat an der Grenze des südöstlichen Asiens zur Tertiärzeit eine mächtige Sedimentierung bei gleichzeitiger Senkung stattgefunden?*

a. Java. Es heisst bei HAUG: „Les couches mésonummulitiques semblent directement recouvertes à Java par une formation importante, qui a reçu le nom de *groupe de Java*. Autrefois considérée comme un représentant de tout le système Néogène, elle est attribuée aujourd'hui exclusivement au Néogène inférieur . . . . Les termes moyens et supérieurs du Néogène ne paraissent pas représentés à Java”<sup>1)</sup>. Nun stand aber das Vorkommen jungmiocäner und pliocäner Schichten bereits vollständig fest, als ich die Bezeichnung „Javagruppe“ einführte<sup>2)</sup> und ist es meines Wissens noch von niemandem aus palaeontologischen Gründen bezweifelt, dass jene jugendlichen Ablagerungen auf Java wirklich existieren. Die prächtig erhaltenen Versteinerungen, von denen HAUG a. a. O. von mir beschriebene Gastropoden-

1) a. a. O., S. 1690.

2) Diese Sammlungen VI, S. 241; 1900.

gattungen anführt, welche in jenem Verbands nur einen untergeordneten Wert haben, schliessen sich so eng an die heutige Fauna an, dass ein so hervorragender Kenner wie M. COSSMANN sogar den Irrtum begehen konnte, sie durchweg als pliocän zu bezeichnen <sup>1)</sup>. Das pliocäne Alter der Sondeschichten wurde überdies noch neuerdings durch die Studien über ihre Korallen von FELIX bestätigt <sup>2)</sup>. Zwar hat sich die Einteilung der javanischen Sedimente nach VERBEEK und FENNEMA als völlig unrichtig erwiesen <sup>3)</sup>, nicht aber die Altersbestimmung der jungmiocänen und pliocänen, fossilreichen Schichten, welche die Hauptmasse aller marinen Ablagerungen der Insel darstellen.

b. Sumatra. HAUG führt von Sumatra Aquitanien und die Palembang-Schichten an und fügt hinzu: „L'attribution des couches inférieures de Palembang au Burdigalien ou au Vindobonien ne peut guère faire de doute; mais celle des couches moyennes et supérieures au Néogène supérieur n'est basé jusqu'ici sur aucune donnée paléontologique“ <sup>4)</sup>.

Dagegen teilte A. TOBLER <sup>5)</sup> die Palembang-Schichten folgendermassen ein:

Obere Palembang-Schichten (Jüngeres Pliocän?)

Mittlere Palembang-Schichten (Aelteres Pliocän?)

Untere Palembang-Schichten (Jüngeres Miocän).

Die Bestimmung der unteren Palembang-Schichten als jüngeres Miocän gründet sich auf eine reiche Sammlung von Versteinerungen, die TOBLER zusammenbrachte und welche auch BOETGER zur Prüfung vorgelegen haben. Letzterer hatte

1) Essais de paléoconchologie comparée, Paris 1895—1912.

2) J. FELIX. Die foss. Anthozoen aus der Umgegend von Trinil, Palaeontographica LX, S. 311; 1913.

3) Dieser Band, oben S. 188 u. 194.

4) a. a. O., S. 1690.

5) Topogr. u. geol. Beschreibung der Petroleumgebiete bei Moeara Enim (Süd-Sumatra). Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Genootsch. 1906; S. 226.

schon früher nachgewiesen, dass die sogenannten Eburna-mergel von Benkulen eine Fauna enthalten, welche nahe Beziehungen zu derjenigen der jungmiocänen Schichten von Java zeigt; er rechnete jene Mergel zwar zum „Mittelmiocän“, hielt es aber doch für möglich, dass sie dem „untersten Obermiocän“ zugehören könnten <sup>1)</sup>. Dasselbe gilt für die Mergel von Kroë in Benkulen, mit denen diejenigen von Lubuq-Lintang identisch sind <sup>2)</sup>. Es handelt sich um dieselben Versteinerungen, welche auch HAUG a. a. O. aus den unteren Palembang-Schichten nennt, und es besteht kein Grund, diesen ein höheres Alter zuzuerkennen, als durch TOBLER geschah. In Djambi besitzen die unteren Palembang-Schichten mindestens 2000 m Mächtigkeit <sup>3)</sup>.

Nach H. HIRSCHI sind ebenfalls pliocäne Sedimente auf Sumatra entwickelt: „Lokal sind die.... Schichten erfüllt von schön erhaltenen Gastropoden, Lamellibranchiaten, Korallenstücken, Seeigeln, Haifischzähnen, Fischwirbeln, die auf ein jungpliocänes Alter hinweisen“ <sup>4)</sup>. Nach alledem scheint sich also der jungtertiäre Schichtenkomplex von Java in ähnlicher Weise auf Sumatra zu wiederholen.

In diesem Verbande ist es von Interesse, die Wandlung festzustellen, welche sich in der Deutung des sogenannten Eocäns von VERBEEK <sup>5)</sup> vollzogen hat. Schon sogleich liess sich erkennen, dass die Orbitoidenkalke von Auer (4<sup>te</sup> Stufe) nicht eocän seien; ich hielt sie für äquivalent mit den altmiocänen Kalken von Java <sup>6)</sup>. Dann konnte ich fest-

1) Die Tertiärformation v. Sumatra II, S. 80; Palacontographica Suppl. III; 1883.

2) Dasselbst S. 98.

3) A. TOBLER. Geologie der Residentie Djambi, Batavia, 1912, S. 16.

4) Geographisch-Geologische Skizze vom Nordrand von Sumatra (Tijdschr. K. Ned. Aardr. Genootsch. XXVII; 1910) S. 754.

5) Die Tertiärform. v. Sumatra I, S. 27; 1880.

6) Die Tertiärschichten auf Java, Allg. Teil, S. 37; 1880.

stellen, dass die Mergel von Tandjung Ampalo (3<sup>te</sup> Stufe) jungtertiär, vermutlich miocän und aequivalent mit miocänen Schichten von Java seien <sup>1)</sup>. Ich war geneigt, die 3<sup>te</sup> Stufe für jünger als die Orbitoidenkalke zu halten; aber letztere sollten nach VERBEEK zweifellos im Hangenden der ersteren auftreten <sup>2)</sup>. Nun gelangte aber TOBLER zu der Ansicht: „Der grösste Teil der sog. Mergelstufe liegt also über dem Orbitoidenkalk und gehört zur miocänen Gruppe“ <sup>3)</sup>, wodurch sich meine Vermutung vollkommen bestätigte. Die südsumatranischen Orbitoidenkalke sind nach H. DOUVILLÉ als oberes Aquitanien zu bezeichnen <sup>4)</sup>. So gewinnt es denn den höchsten Grad von Wahrscheinlichkeit, dass auf Sumatra geognostische Verhältnisse vorliegen, welche denen der Preanger Regentschappen auf Java analog sind <sup>5)</sup>.

c. Nias Nach den Untersuchungen von H. DOUVILLÉ kommt auf dieser Insel nicht nur Eocän (Lutétien), sondern auch Altmiocän (Aquitanien und Burdigalien) vor <sup>6)</sup>; indessen hat es allen Anschein, als ob die miocäne Formation in einer ununterbrochenen Schichtenreihe, welche bis zum Beginn des Pliocäns reicht, entwickelt wäre. Die Sedimente von Dahana stellen vermutlich schon Grenzschichten dar, welche zum Pliocän hinüberführen. <sup>7)</sup>

d. Borneo. Jüngere Schichten als das Burdigalien waren

1) Diese Sammlungen I, S. 84; 1881.

2) Dasselbst S. 103.

3) Geologie der Residentie Djambi, S. 14. — Nach TOBLERS Darstellung an diesem Orte bleibt vom Eocän VERBEEKS auf Sumatra überhaupt nicht viel übrig.

4) TOBLER. Topogr. u. geolog. Beschrbg. ... (a. a. O.), S. 224.

5) Oben S. 194. — In Bezug auf die ältere Literatur muss ich betonen, dass ich anfangs bei der Einteilung des Tertiärs von Java eine Dreiteilung zu Grunde legte und dass ich später das Aquitanien mit anderen zum älteren Miocän stellte.

6) Les foraminifères de l'île de Nias. Diese Sammlungen VIII, S. 253.

7) H. ICKE en K. MARTIN. Over tertiaire en kwartaire vormingen van het eiland Nias. Diese Sammlungen VIII, S. 294.

HAUG seinerzeit von Borneo nicht bekannt <sup>1)</sup>. Dagegen reichen nach den neueren Untersuchungen von RUTTEN die Foraminiferen führenden Gesteine des östlichen Borneo vom Eocän bis ins Pliocän <sup>2)</sup>.

e. Celebes. BÜCKING hat bereits im Jahre 1902 ausser eocänen eine ganze Reihe von miocänen und jüngeren Ablagerungen von Celebes zusammengestellt <sup>3)</sup>. Dahin gehört auch der seit langem bekannte Orbitoidenkalk von Totök in der Minahassa <sup>4)</sup>, welcher neuerdings eingehender von SCHUBERT untersucht ist. Dieser sogenannte Totokkalk enthält nach letzterem neben *Lepidocyclina* auch *Miogypsina* und wird von ihm als altmiocän bezeichnet <sup>5)</sup>. H. DOUVILLÉ hatte schon den Orbitoidenkalk von Maros <sup>6)</sup> als älteres Miocän (Aquitanien) bestimmt <sup>7)</sup>. Die untere Grenze der „Celebesmolasse“ darf man aber nach RUTTEN wahrscheinlich ins Obermiocän verlegen <sup>8)</sup>; endlich sind zweifellos pliocäne Sedimente aus der Gegend von Gorontalo bekannt. Sie sind äquivalent mit dem Pliocän von Fialarang in Timor, wie durch die Untersuchung der Gastropoden festgestellt werden konnte <sup>9)</sup>.

f. Timor. Von dieser Insel ist nicht nur Eocän und älteres Miocän, sondern vor allem auch Pliocän bekannt <sup>10)</sup>.

1) a. a. O., S. 1690.

2) Oben S. 287.

3) Beiträge zur Geologie von Celebes. Diese Sammlungen VII, S. 176 ff. — Das ist SCHUBERT (sich im folgenden) entgangen.

4) Sammlgn. III, S. 363; 1887.

5) Beitrag zur fossilen Foraminiferenfauna von Celebes; Jahrb. K. K. Geol. Reichsanstalt, Wien 1913, LXIII, S. 144.

6) Vgl. BÜCKING a. a. O., S. 179.

7) Les foraminifères dans le tertiaire de Borneo. Bull. Soc. Géol. de France 1905, S. 449. — Sieh auch Sammlungen VIII, S. 149 u. 276.

8) Oben S. 312.

9) K. MARTIN. Die Kei-Inseln u. s. w., Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Genootsch. Amsterdam 1890, S. 275.

10) G. A. F. MOLENGRAAFF. Mededeeling omtrent de Timor-Expeditie; Kon. Ned. Aardr. Genootsch. 1914, S. 470. — Derselbe. De jongste bodembewe-

Im mittleren Timor haben jungtertiäre Flachseebildungen nach MOLENGRAAFF eine weite Verbreitung, und aus den pliocänen Sedimenten dieser Gegend sind zahlreiche, schön erhaltene Konchylien beschrieben, welche hier früher vom Bergingenieur H. J. W. JONKER, später auch von A. WICHMANN gesammelt wurden <sup>1)</sup>. Das Alter konnte somit gut festgelegt werden.

g. Philippinen. HAUG nennt nur älteres Neogen, wobei er sich vor allem auf H. DOUVILLÉ, ferner auf eine kleine von mir gegebene Notiz stützte <sup>2)</sup>. Ersterer konnte auf Grund von Foraminiferen Stampien, Aquitanien und Burdigalien unterscheiden, welches letztere von HAUG etwas anders als von DOUVILLÉ gegenüber dem Aquitanien abgegrenzt wurde. Es ist ihm aber entgangen, dass wir seit geraumer Zeit auch jungmiocäne, pliocäne und quartäre Ablagerungen von den Philippinen kennen <sup>3)</sup>. Eine Anzahl jungmiocäner Versteinerungen vom südlichen Luzon ist später noch von W. D. SMITH beschrieben <sup>4)</sup>. G. F. BECKER gelangte in seinen umfassenden Studien über die Philippinen zu dem Resultate: „Ever since the later Miocene there has been a continuous, very slow, rise of the island and extension of its land area, raising above water successively Upper Miocene, Pliocene and Pleistocene beds; the total uplift amounting to over 2000 feet” <sup>5)</sup>.

gingen op het eiland Timor; Kon. Akad. v. Wetenschappen, Verslg. 1912, S. 121. — Sie auch K. MARTIN, Sammlungen VIII, S. 150; 1907.

1) K. MARTIN. Diese Sammlungen III, S. 305; ferner: Die Kei-Inseln, a. a. O., S. 278. — Sieh auch MOLENGRAAFF. De jongste bodembewegingen S. 123.

2) H. DOUVILLÉ. Sur le Tertiaire des Philippines; Bull. Soc. Géol. de France, 1909, S. 338. — K. MARTIN. Orbitoides von den Philippinen; Centralblatt f. Mineralogie 1901, N<sup>o</sup>. 11, S. 326.

3) K. MARTIN. Ueber tertiäre Fossilien von den Philippinen. Diese Sammlungen V, S. 52; 1895.

4) The Philippine Journ. of Science I, N<sup>o</sup>. 6, 1906, S. 627 ff.

5) Report on the geology of the Philippine Islands, S. 69; United States Geol. Surv. XXI, Pt. 3, S. 555.

Aus obigen Einzelheiten geht klar hervor, dass die tertiären Sedimente des Indischen Archipels und der Philippinen im allgemeinen vom Eocän bis ins Pliocän reichen; von Nias über Sumatra und Java nach Timor<sup>1)</sup>, ferner über Borneo und Celebes nach den Philippinen lässt sich während der ganzen Dauer der Tertiärzeit eine mächtige Sedimentierung nachweisen. Sie reicht in weit jüngere Zeiten als HAUG annehmen zu müssen glaubte, und alle Ablagerungen zeichnen sich durch eine auffallende petrographische und palaeontologische Uebereinstimmung aus. Letztere ist so gross, dass man ohne Kenntnis des Fundortes augenblicklich wohl kaum einmal wird angeben können, ob irgend eine Serie von Versteinerungen von Java, Borneo oder den Philippinen stammt, wenngleich sich bei weiteren Studien zweifellos lokale Unterschiede ergeben werden. Da es sich ferner um Sedimente von ausserordentlicher Mächtigkeit handelt, welche nach ihrer Gesteinsbeschaffenheit und Fossilführung zum grössten Teile als Flachseebildungen bezeichnet werden müssen, so folgt hieraus eine *während der ganzen Dauer der Tertiärzeit fortschreitende Senkung*.

Die *Malayische Geosynklinale der Tertiärzeit* ist aber selbstredend nicht als eine einfache, flache Schichtenmulde<sup>2)</sup> anzusehen; denn während des Fortganges der Senkung wurden ausgedehnte Gebiete dieses beweglichen Teiles der Erdkruste über den Meeresspiegel erhoben, was hier nur angedeutet zu werden braucht, während die Art der jüngsten Erhebungen<sup>3)</sup> in Verband mit der eingangs gestellten Frage keiner weiteren Erörterung bedarf.

1) Sieh über Neu-Guinea unten, Nachtrag.

2) Einen Teil derselben bezeichnete ich früher als *Malayische Mulde* (Die Kei-Inseln, a. a. O.).

3) Sieh hierüber u. a. MOLENGRAAFF. De jongste bodembewegingen, a. a. O., S. 131. — K. MARTIN, Reisen in den Molukken, Geol. Teil, S. 283 (hier ältere Literatur).

2. *Wie verhält sich die tertiäre Fauna der Malayischen Region zu derjenigen von Europa?*

a. Eocän. Bis vor kurzem waren aus den paläogenen Sedimenten des Indischen Archipels nur wenige gut bestimm- bare Versteinerungen bekannt; die meisten waren so schlecht erhalten, dass sie für faunistische Studien kaum ernstlich in Betracht kommen konnten. Seither gelang es mir, aus dem Eocän von Nanggulan auf Java eine grosse Sammlung genau bestimmbarer Objekte zusammenzubringen, welche eine Verwandtschaft zur Fauna des europaeischen Eocäns erkennen liessen; aber diese Sammlung war noch nicht näher untersucht und die Frage nach dem Grade jener Verwandtschaft musste bislang unentschieden bleiben <sup>1)</sup>. Jetzt lässt sich Folgendes feststellen:

Mehr als 100 sogenannte „gute“ Arten von Gastropoden liegen vor; die anderen Tiergruppen der Sedimente von Nanggulan, abgesehen von den Foraminiferen, sind noch nicht genauer geprüft. Jene verteilen sich auf die Gattungen *Scaphander*, *Rozania*, *Terebra*, *Genotia*, *Sircula*, *Pleurotoma*, *Borsonia*, *Drillia*, *Mangilia*, *Cancellaria*, *Ancilla*, *Volutilithes*, *Fusus*, *Clavella*, *Lathyrus*, *Strepsidura*, *Siphonalia*, *Euthria*, *Nassa*, *Columbella*, *Murex*, *Ocenebra*, ~~*Acanthina*~~, *Ricinula*, *Tritonium*, *Hindsia*, *Cassis*, *Cassidaria*, *Oniscia*, *Cypraea*, *Rimella*, *Dientomochilus*, *Terebellum*, *Chenopus*, *Cerithium*, *Potamides*, *Cerithiopsis*, *Turritella*, *Faunus*, *Solarium*, *Vanikoro*, *Natica*, *Ampullina*, *Sigaretus*, *Eulima*, *Niso*, *Pyramidella*, *Velates*, *Delphinula*, *Tinostoma*.

Keine einzige Art dieser reichen Fauna ist mit einer solchen aus dem europaeischen Tertiär identisch. Auch die prächtig erhaltenen *Nummuliten* und *Orthophragminen*, welche

1) Dieser Band, oben S. 122 ff. — Ferner: K. MARTIN. Einige allgemeinere Betrachtungen über das Tertiär von Java; Geolog. Rundschau IV, 3, 1913, S. 161.

ich aus den gleichen Schichten mit den Gastropoden sammelte und die von H. DOUVILLÉ beschrieben wurden <sup>1)</sup>, sind bisher nur im tropischen Eocän Ostindiens gefunden. Dabei muss betont werden, dass trotz der unverkennbaren, oben hervorgehobenen Verwandtschaft, welche zwischen einer Reihe von Species des javanischen und europaeischen Tertiärs besteht, die Unterschiede doch immerhin gross genug sind, um auch den strengsten Systematiker von einer Zusammenfassung der betreffenden Arten zurückzuhalten <sup>2)</sup>.

Vielleicht möchte Mancher geneigt sein, die hervorgehobene faunistische Verschiedenheit keineswegs als einen Beweis gegen den Zusammenhang der Meere anzusehen, sondern einfach durch Wanderung zu erklären, eine nur zu oft in der Geologie verwendete Ausflucht, die aber im gegebenen Falle durchaus unzulässig ist. Denn die eocäne Fauna von Nanggulan muss, wie aus ihrem Gesamtcharakter hervorgeht, nahezu unter denselben Lebensbedingungen existiert haben, wie z. B. diejenige von Paris, und deswegen müsste der Austausch der Arten bei offener Meeresverbindung zwischen den verschiedenen Regionen so rasch geschehen sein, dass eine Abänderung aller Species ausgeschlossen wäre. Das beweisen die Vorgänge in der Jetztzeit.

Wie rasch die Ausbreitung einer Art vor sich gehen kann, zeigt die ursprünglich rein amerikanische *Petricola pholadiformis* Lam. Sie wurde zuerst 1890 in England gefunden, 1906 an der französischen Küste bei Dünkirchen, 1907 bereits am holländischen Strande bei Noordwijk und auf Fanö an der dänischen Küste <sup>3)</sup>. Wir kön-

1) Quelques foraminifères de Java. Diese Sammlungen VIII, S. 279.

2) Für eine weitere Begründung muss ich auf die Monographie der Gastropoden von Nanggulan verweisen, welche demnächst erscheinen wird.

3) C. R. BOETTGER. *Petricola pholadiformis* Lam.; Nachr. Blatt d. deutsch. malacozoolog. Gesellsch. 1907, Heft 4, S. 206.

nen also schwerlich annehmen, dass bei Zusammenhang der Küstenlinien und unter gleichen Temperaturverhältnissen eine von Europa nach Indien oder umgekehrt sich ausbreitende Fauna vollständig umgeprägt werden sollte. Somit musste eine Trennung der beiderseitigen Faunen vorhanden sein, und es entsteht die Frage, ob dieselbe auf Landmassen oder auf ausgedehnte Meeresflächen zurückzuführen sei.

Die gewaltige indopacifische Meeresprovinz der Mollusken ist an das Vorkommen von Korallenriffen gebunden; mehr als hundert Arten der ostafrikanischen Küste finden sich an den Philippinen und den Korallenriffen des Stillen Oceans wieder; eine Reihe von Arten ist über das ganze ungeheure Gebiet verbreitet<sup>1)</sup>. Man könnte zwar annehmen, die gesammte indopacifische Fauna hätte ursprünglich an den untermeerischen Abdachungen eines indopacifischen Kontinents gelebt, letzterer sei während der Tertiärzeit zerfallen und die einmal zusammenhängende und gleichartige Fauna auf diese Weise über weit entlegene Gebiete zerstreut worden. Dann wären in den gemeinsamen Arten solche zu sehen, welche als unveränderte Nachkommen einer einzigen Tertiärfauna bis in die Jetztzeit reichten. Es ist aber nicht wohl einzusehen, warum in diesem Falle in den verschiedenen Regionen der indopacifischen Provinz seit dem Tertiär keine weitergehende Differenzierung der gesammten Faunen statt gefunden haben sollte; ihr gemeinsamer Charakter weist vielmehr auf einen gegenseitigen Austausch der Arten hin.

Wollte man den Zerfall des supponierten Kontinents in eine geologisch kaum verflossene, posttertiäre Zeit versetzen, seit welcher eine Umprägung der Arten noch nicht möglich war, und dadurch den gleichartigen Charakterzug der indo-

1) FISCHER. Manuel de Conchyliologie, Paris 1887, S. 156 ff.

pacifischen Provinz erklären, so müsste die Zerbröckelung der Landmassen des ungeheuren Gebietes nahezu gleichzeitig statt gefunden haben. Das führt indessen zu ganz unhaltbaren Annahmen, abgesehen von der feststehenden Tatsache, dass gerade in der hier behandelten Region an zahlreichen Inseln junge Hebungen nachzuweisen sind: von Nias bis zu den Marshall-Inseln, den Salomonen und den Loyalty-Inseln im Osten. Allerdings dürften gleichzeitig hiermit in anderen Gegenden Senkungen stattgefunden haben.

Somit gelangt man zu dem Schlusse, dass unter bestimmten Umständen auch über ausgedehnte Meeresflächen hin eine rasche Ausbreitung von Mollusken erfolgen kann <sup>1)</sup>, vermutlich unter Benutzung von Zwischenstationen, deren nähere Kenntnis uns allerdings, was die indopacifische Provinz angeht, noch fehlt und die hier in kaum verflossener Zeit teilweise zerstört sein mögen. Im Eocän bestand aber zwischen dem Indischen Archipel und Europa an vielen Orten sicherlich ein untiefes Meer, welches die Ausbreitung der Arten im allgemeinen befördern musste. Das geht schon aus der Verbreitung der *Nummuliten* hervor, und es ist nicht wohl einzusehen, warum die freischwimmenden Larven der Mollusken in einem solchen Meere nicht in kürzester Zeit weithin verflösst werden sollten <sup>2)</sup> —

1) In diesem Verband darf hervorgehoben werden, dass auf Krakatau 25 Jahre nach vollständiger Vernichtung der Fauna schon wieder Landmollusken vorhanden waren und dass die letzteren sich dorthin über das Meer verbreitet haben müssen. »Aus ihrer Anwesenheit auf Inseln darf also nicht der Schluss gezogen werden, dass frühere Landverbindungen mit anderen Gebieten bestanden haben" (E. R. JACOBSON. De nieuwe fauna van Krakatau. In: De opnemng van de Krakatau-Groep in Mei 1908, Jaarverslag Topogr. dienst in Ned.-Indië over 1908, Batavia 1909, S. 43).

2) Ueber die Ausbreitung von »passiv" wandernden Arten ist vor allem auch die lehrreiche Darlegung von W. SOERGEL zu vergleichen: Lias und Dogger von Jeffbie und Fialpopo (Misólarchipel); Neues Jahrb. f. Mineralogie etc. Beilage Bd. XXXVI, 1913, S. 642.

es sei denn, dass sie durch eine Landbarriere aufgehalten würden.

Demnach zeigt die völlig durchgreifende Verschiedenheit der eocänen Mollusken von Nanggulan gegenüber denjenigen von Europa das Vorhandensein trennender Landmassen an.

Die Verwandtschaft, welche dennoch zwischen jenen weit getrennten, eocänen Faunen besteht, lässt sich ungezwungen aus ihrer gemeinschaftlichen Abstammung von den Arten der Kreideperiode herleiten; denn die obere, *Rudisten* führende Kreideformation von Borneo enthält noch europäische Formen <sup>1)</sup>. Aus den für Indien und Europa identischen Species konnten sich aber nach der vollständigen Abtrennung beider Gebiete unter Umständen andere entwickeln, welche hier wie dort nahezu dieselben Charaktere annahmen.

b. Neogen. Wie oben dargelegt, zeichnen sich die Faunen der neogenen Sedimente im ganzen Gebiete der Malayischen Region durch einen gleichbleibenden Charakterzug aus, so dass auf ihren engen Zusammenhang geschlossen werden muss. Es sind ferner Anzeichen dafür vorhanden, dass sich eine jungtertiäre Meeresprovinz von Java über die Philippinen hinaus nach Japan erstreckte <sup>2)</sup>; andererseits gehörte ihr unzweifelhaft noch Burma an. Denn nach NOETLING enthält das Miocän von Burma keine einzige Art, welche mit einer solchen des europaischen Miocäns identisch wäre, wohl aber 27 Species, hauptsächlich Gastropoden, des javanischen Neogens <sup>3)</sup>. Sodann finden wir eine ähnliche Fauna nördlich von Ceylon, im Pliocän

1) K. MARTIN. Die Fauna der Kreideform. v. Martapura. Diese Sammlungen IV, S. 138. — Vgl. auch daselbst S. 117 ff.

2) Oben S. 334.

3) Fauna of the Miocene beds of Burma, Palaeontologia Indica, New Series Vol. I, S. 98; 1901.

von Karikal, wieder. COSSMANN führte von hier 25 Arten an, welche auf Java oder im Miocän von Burma vorkommen <sup>1)</sup>).

Die Verschiedenheit der Fauna dieses indischen Neogens von demjenigen Europas ist so gross, dass schon sogleich beim Studium der javanischen Fossilien ein strenger Gegensatz zur mediterranen Fauna hervortrat und weiterhin auf die Existenz ähnlicher tiergeographischer Provinzen, wie sie heute in den hier behandelten Gebieten bestehen, geschlossen werden konnte. *Die Trennung der Meere seit dem Beginn des Miocäns war deutlich angezeigt* <sup>2)</sup>).

Diese Tatsache kann aber nicht durch die geographische Verbreitung der Gattungen *Lepidocyclina* und *Miogypsina* umgestossen werden, wie dies durch HAUG a. a. O. versucht ist. P. LEMOINE und R. DOUVILLÉ <sup>3)</sup> haben das Vorkommen jener Foraminiferen zusammengetragen und in die Geosynklinalen von HAUG eingezeichnet. Es ist indessen schon an und für sich kaum denkbar, dass alle jene Gegenden, in denen sich *Lepidocyclinen* finden, gleichzeitig in offener Verbindung mit einander gestanden haben sollten, wenn auch den betreffenden Ablagerungen das gleiche Alter zukommen mag. Ein solcher Ocean müsste sich nicht nur von Amerika über Europa, Indien und den Malayischen Archipel nach Japan, sondern auch über Neu-Guinea nach Neu-Seeland, Australien, Madagaskar und Afrika erstreckt haben, und es wäre höchst merkwürdig, wenn in ihm die freie Verbreitung von *Lepidocyclina* stattgefunden hätte, diejenige von *Cycloclypeus* dagegen behindert worden wäre.

1) Faune pliocénique de Karikal. Journ. de Conchyl. 1900, S. 14; 1902, S. 105; 1910, S. 34.

2) K. MARTIN. Die Tertiärsch. auf Java, Allg. Teil, S. 40; 1880 — Sammlgn. III, S. 378; 1887 — Geolog. Rundschau IV, Heft 3, S. 172; 1913.

3) Sur le genre *Lepidocyclina* Gumb., Mem. Soc. Géol. de France, Palaeontologie T. XII, Fasc. II, Mém. N<sup>o</sup>. 32, S. 22; 1904.

Letztgenannte Gattung, welche bekanntlich im Neogen des Indischen Archipels mit *Lepidocyclina* zusammen gesteinsbildend auftritt, ist auch in altmiocänen Sedimenten von Victoria gefunden und zwar wiederum in Gesellschaft von *Lepidocyclina* <sup>1)</sup>. Vielleicht kommt sie auch noch an der Südostküste von Arabien mit *L. Mantelli* Sow. vor <sup>2)</sup>, aber weiter westlich ist sie meines Wissens nicht bekannt <sup>3)</sup>; dagegen findet sich dies bezeichnende Genus auch lebend im Indischen Archipel und im Stillen Ocean. Warum sollte es sich nicht gleich *Lepidocyclina* weiter ausgebreitet haben, wenn die Tethys noch im Miocän mit dem Indischen Archipel in Verbindung gestanden hätte?

Die *Lepidocyclinen* der malayischen Region sind auch keineswegs dieselben wie diejenigen von Europa, besitzen vielmehr gleich den übrigen Tiergruppen ihren eigenen Charakterzug. H. DOUVILLÉ sagt in Bezug auf diese Gattung: „Une étude attentive montre presque toujours que les espèces indiennes sont différentes des formes européennes. . . . Mais si ces deux groupes de formes sont différents, elles forment en réalité deux séries parallèles et constituées par des espèces correspondantes, c'est à dire présentant le même degré d'évolution" <sup>4)</sup>. RUTTEN identifizierte bisher auch keine indischen *Lepidocyclinen* oder *Miogyptinen* mit solchen von Europa und machte mich darauf aufmerksam, dass die indische oligomiocäne Foraminiferenfauna viel reicher sei, als diejenige von Europa. Er erinnerte an die zahlreichen nicht cyclischen *Lepidocyclinen*, die eigentüm-

1) F. CHAPMAN. A study of the Batesford Limestone; Proceedgs. R. Soc. Victoria XXII, Part II, S. 263.

2) K. MARTIN. Die Fossilien von Java, I, Anhang S. 3.

3) Wenn sie in Europa dennoch vorkommen sollte, muss sie hier jedenfalls eine sehr untergeordnete Rolle spielen.

4) Les foram. dans le tert. d. Philippines. The Philippine Journ. of Science Vol. VI, 1914, N<sup>o</sup>. 2, S. 68.

lichen *Miogyptinen* und die *Spirochlypeen* <sup>1)</sup>). Alles das steht somit in vollem Einklange mit der oft von mir betonten Verschiedenheit, welche zwischen den übrigen Tierstämmen des Indischen Archipels und von Europa vorhanden ist.

Die *Lepidocyclinen* beweisen somit nichts für die Verbindung der Meere, in denen sie lebten — ebensowenig, wie das blosse Vorkommen von *Volutocorbis* oder von *Velates* im Eocän von Nanggulan, trotz der nahen Verwandtschaft mit Arten des Pariser Eocäns, eine Verbindung des eocänen Meeres von Java und Europa dartut.

Das gleichzeitige Vorkommen von *Lepidocyclina* <sup>2)</sup> in der malayischen Region und weit hiervon entlegenen Gebieten erklärt sich auch zwanglos dadurch, dass die posteocänen Foraminiferen-Faunen aus noch nicht stark differenzierten eocänen Faunen hervorgingen und noch eine Zeitlang in gleicher Richtung abgeändert wurden, obwohl sie bereits von einander getrennt lebten. Die isolierten Faunen sind gewissermassen als Individuen höherer Ordnung anzusehen, denen ganz unabhängig von einander eine bestimmte Weiterentwicklung vorgeschrieben war; es handelt sich um eine Erscheinung von Parallelismus. Erst als die klimatischen Unterschiede grösser wurden, trat auch eine stärkere Divergenz der Faunen ein; *Lepidocyclina* blieb im Indischen Archipel anscheinend länger leben, als in europaischen Meeren <sup>3)</sup>, *Cycloclypeus* existiert dort noch heute.

Ich suchte früher <sup>4)</sup> darzulegen, dass „in der mesozoischen

1) Für Einzelheiten vgl. die vorstehenden Untersuchungen von RUTTEN in diesem Bande.

2) Die Scheidung der *Lepidocyclinen* in oligocäne und miocäne ist in diesem Verbands nicht weiter zu berücksichtigen.

3) Vgl. oben S. 175 u. 289.

4) Mesozoisches Land und Meer im Indischen Archipel. Neues Jahrbuch f. Min. etc. 1907, I, S. 107 (hier ältere Literatur).

Tethys, vermutlich zu gleichen Zeiten, sowohl im Sunda-gebiete als in Europa grosse Tiefen bestanden haben". Die Tiefseebildungen durchziehen den nördlichen Teil des Indischen Archipels in nahezu westöstlicher Richtung, von Borneo und Celebes nach Obi, Halmahera, Buru und Seran; auch auf Timor sind sie bekannt<sup>1)</sup>. Wo früher die grössten Tiefen herrschten, erheben sich nun hohe Gebirge, wie die nördliche Cordillere von Buru und Seran<sup>2)</sup>, entsprechend unserem Begriffe der Geosynklinale. Im westlichen Teile des Indischen Archipels befanden sich aber bereits seit Beginn des Mesozoicums ansehnliche Landmassen, und in cretaceischer Zeit stand der Indische Ocean schon nicht mehr in direkter Verbindung mit dem Meere, welches sich von Südeuropa aus weit ins Innere von Asien erstreckte<sup>3)</sup>.

Zur Zeit der Entstehung der eocänen Ablagerungen von Nanggulan, welche vorläufig an die Basis des oberen Eocäns gestellt sind<sup>4)</sup>, war das Gebiet des jetzigen Java vollständig von der Tethys losgelöst und seitdem ist die Verbindung mit letzterer auch niemals wieder hergestellt, obgleich während der ganzen Tertiärperiode eine ununterbrochene Senkung in der malayischen Geosynklinale statt fand.

Wo die scheidenden Landmassen gelegen waren, lässt sich zur Zeit nicht einmal vermuten, da das Eocän von Java bis heute noch eine ganz isolierte Stellung einnimmt. Seine Verschiedenheit von demjenigen Vorder-Indiens

1) Vgl. auch MOLENGRAAFF. Over oceanische diepzeeafzettingen van Central-Borneo; Kon. Akad. v. Wetenschappen, 1909, Verslg. S. 78; ferner WANNER. Zur Geologie der Inseln Obimajora und Halmahera. Neues Jahrb. f. Min., Beilage Bd. 36, 1913, S. 582.

2) K. MARTIN. Reisen in den Molukken, Geol. Teil S. 252, 269 u. s. w.

3) K. MARTIN. Ein zweiter Beitrag zur Frage nach der Entstehung des ostindischen Archipels. Geogr. Zeitschr. von A. HETTNER, 1907, Bd. 13, H. 8, S. 437.

4) Oben S. 126.

macht es nur wahrscheinlich, dass das javanische Meer sich im Palaeogen nicht so weit in nordwestlicher Richtung ausdehnte wie im Neogen <sup>1)</sup>. Vielleicht reichte ein zusammenhängender Ocean in letztgenannter Periode bis zur Küste Arabiens, im älteren Miocän jedenfalls bis Cutch (Gaj-Gruppe), während damals das Rote Meer als Teil des Indischen Oceans nach BLANCKENHORN noch nicht existierte <sup>2)</sup>.

Waren in der oberen Kreide von Borneo noch einige europäische Arten vertreten, so sind solche im oberen Eocän von Java schon nicht mehr nachzuweisen. Wohl zeigen die Versteinerungen des letzteren noch eine allgemeine Verwandtschaft zu europäischen Arten an, aber diese ist nicht durch Wanderung zu erklären. Ebenso wenig ist anzunehmen, dass die neogene Fauna des Indischen Archipels von Europa aus eingewandert sei, wie NOETLING angenommen hat <sup>3)</sup>, da erstere der eocänen Fauna von Nanggulan mindestens ebenso nahe steht, wie derjenigen von Paris <sup>4)</sup>. Die Fauna des älteren Neogens der Malayischen Region ist den gleichaltrigen von Europa und von anderen Gegenden auch noch verwandt, was unter anderen durch die Foraminiferen zum Ausdruck kommt; die Fossilien des jüngeren Neogens führen dann allmählich zu den heute noch leben-

1) H. DOUVILLÉ sagt: »Le bassin européen et le bassin asiatique paraissent avoir été complètement séparés dès la fin de l'Eocène par le soulèvement du Liban qui s'est développé en travers de la Mésogée et a séparé la Méditerranée de l'Océan Indien." (Les foram. dans le tert. des Philippines; a. a. O., S. 78). Das steht mit obiger Annahme selbstredend nicht im Widerspruch, da sich eine andere Barrière schon in kurzem Abstände von Java befunden haben kann.

2) Das Neogen in Aegypten u. seine Pectinidenfauna. Centralblatt f. Min. etc. 1900, S. 209. — Sieh auch daselbst S. 277. — Das stimmt also ganz überein mit den Schlussfolgerungen, die ich aus dem Studium der javanischen Fossilien abgeleitet hatte (vgl. oben, S. 350).

3) Fauna of the Miocene beds of Burma, a. a. O., S. 89.

4) Sieh Anmerkung 2 auf S. 346.

den Arten des Indischen Archipels hinüber. Wenngleich wohl stets ein Austausch mit benachbarten Gebieten stattfand, *so darf man doch die ganze tertiäre Fauna der hier behandelten Region im wesentlichen als autochthon betrachten.*

Abgeschlossen im Januar 1914.

### NACHTRAG.

Neu-Guinea war in diesem Verbande (auf Seite 344) noch nicht genannt, obwohl von mir vermutet wurde, dass dort eine kontinuierliche Sedimentationsreihe durch die ganze Tertiärperiode, vielleicht gar bis ins Quartär, hinaufreiche <sup>1)</sup>. Seither hat RUTTEN ausführliche Studien über die Foraminiferen führenden Gesteine dieser Insel veröffentlicht, er wies daselbst nach: Eocän, Oligocän, älteres Miocän, jüngeres Miocän, Pliocän und Quartär. Die Ablagerungen sind wiederum vorwiegend litoral, obwohl Sedimente einer tieferen küstennahen See unter den jüngeren Bildungen nicht fehlen <sup>2)</sup>.

1) Diese Sammlungen, oben S. 104.

2) Nova Guinea, Vol. VI, Géologie, Livr. 2, S. 21; Leiden 1914.