

I. Aufsätze und Mitteilungen.

Einige allgemeinere Betrachtungen über das Tertiär von Java.

Von **K. Martin** (Leiden).

Die genaue Feststellung des Alters indischer Tertiärbildungen stieß von jeher auf große Schwierigkeiten, weil es an nahen Beziehungen zur Fauna der tertiären Sedimente Europas fehlte.

Als d'ARCHIAC und HAIME (1) ihre Versteinerungen aus dem sogenannten Nummulitensystem beschrieben, worunter sich nachweislich auch kretazeische und vor allem miocäne Fossilien befanden (11, S. 197 und 28, S. 2), glaubten sie zwar, in der von ihnen bearbeiteten Fauna eine Reihe europäischer Arten wiederzufinden. Aber bekanntlich sind die Objekte, welche d'ARCHIAC und HAIME untersuchten, vor allem die Lamellibranchiaten und Gastropoden, sehr schlecht erhalten (15, Allg. Teil, S. 28); NOETLING bezeichnete das betreffende Werk geradezu als nutzlos (28, S. 2). In ihren Studien über die Mollusken der untereocänen Ranikot-Gruppe führen COSSMANN und PISSARRO später u. a. auch *Ampullospira? Oweni* d'ARCH. HAIME an (3, S. 74), und diese Art besitzt nach OPPENHEIM eine weite horizontale Verbreitung (»indem sie von Venetien bis Indien auftritt«, 29, S. 265, *Natica [Euspira] Oweni* d'Arch.). Hiervon abgesehen, sind indessen von COSSMANN und PISSARRO keine sicheren Identifizierungen mit europäischen Arten vorgenommen, obwohl es nach ihnen keineswegs an nahen Verwandtschaften zwischen den beiderseitigen Faunen fehlt.

Fast gleichzeitig mit d'ARCHIAC und HAIME hat JUNGHUHN sich dahin ausgesprochen, daß im Tertiär von Java eine ganze Reihe von Arten des europäischen Tertiärs vorkäme (13, S. 95 und 140). Das konnte ich aber bei dem Studium der JUNGHUHNschen Sammlungen so wenig erkennen wie bei demjenigen des großen, von VERBEEK u. a. sowie von mir selbst zusammengebrachten Untersuchungsmateriales (15—23).

Auch BOETTGER identifizierte noch eine Anzahl von Spezies aus dem Tertiär von Borneo mit solchen von Europa (36); aber alle diese sind schlecht, teilweise sogar sehr schlecht erhalten, und einzelne stellen ganz indifferente Formen dar. Später hat derselbe Autor bei der Bearbeitung des sumatranischen Tertiärs nur noch in einem *Spondylus*

aus Orbitoidenkalk eine europäische Art wiederzuerkennen geglaubt (*Spondylus rarispina* DESH. 37, 1, S. 89); weitere übereinstimmende Formen wurden nicht gefunden. Nun ist aber die Bestimmung eines *Spondylus* meistens schon an und für sich sehr schwierig, und bei den sumatranischen Resten handelt es sich obendrein um sehr unvollständige Stücke.

WOODWARD führte als *Pleurotoma terebra* BASTEROT eine Versteinerung an, welche aus miocänen Mergeln von Hiliberdju auf Nias stammt (39), hat aber diese Art ungemein weit gefaßt, während andere Vertreter des europäischen Tertiärs auch von ihm nicht aufgefunden wurden.

NOETTLING gelangte zu dem Resultate, daß das Miocän von Burma keine einzige Art mit demjenigen von Europa gemein habe (28, S. 87 und 98). Später hat freilich DALTON von dort die bekannte italienische, miocäne *Lucina globulosa* DESH. angeführt (4 und 35, S. 293); aber COSSMANN hat bereits hervorgehoben, daß diese Bestimmung nicht genügend verbürgt sei (2)¹⁾, und das Gleiche gilt für die übrigen europäischen, eogenen Arten, welche DALTON nennt (verschiedene *Natica*-Arten, *Cypraedia elegans* DEFR. und die fraglich bestimmte *Pleurotoma Stoppanii* DESH.).

Wegen der unverkennbar nahen Verwandtschaft, welche das indische Eocän zu demjenigen von Europa zeigt, und die sich auch für die ober-eocäne Fauna von Nanggulan auf Java bestätigt hat (23, S. 126 und 176), darf man es wohl als möglich betrachten, daß in eocänen Schichten des tropischen Ostasiens noch eine Reihe von Arten des europäischen Tertiärs gefunden werden wird, sowie dies nach MATAJIRO auch für Japan gilt (25). Man wird aber bei der Beantwortung dieser Frage mit der größten Vorsicht verfahren müssen. Schlechtes Untersuchungsmaterial ist durchaus auszuschließen, und ebensowenig können Fossilien, welche Gattungen mit geringem Formenwerte (wie *Conus*, *Oliva*, *Spondylus* u. a.) angehören, den Durchschlag geben. Dabei wird man den Artbegriff eng fassen müssen, um nicht stellvertretende Spezies als identische zu betrachten, wie dies schon nachweislich geschehen ist. Im Neogen dagegen besteht nach unseren bisherigen Kenntnissen ein völliger Gegensatz zwischen der Fauna des asiatisch-tropischen und des außertropischen Tertiärs; der Identifizierung einzelner neogener indischer Versteinerungen mit solchen von Europa stehe ich sehr skeptisch gegenüber. Eine Ausnahme machen nur einige Kosmopoliten, wie *Carcharias megalodon* AG. und *Hemipristis serra* AG., welche nicht nur im Miocän von Java (18, S. 377), sondern auch in demjenigen von Burma (28, S. 374; 35, S. 293) vorkommen. Auch *Diodon sigma* MART. hat eine weite Verbreitung (30, S. 727).

Unter solchen Umständen war ich bei der Altersbestimmung javanischer neogener Schichten anfangs fast nur auf den Vergleich mit der

¹⁾ DALTON sagt: »Hinge not well preserved« (S. 625).

heutigen Fauna angewiesen, d. h. auf die Feststellung der mehr oder minder nahen Verwandtschaft der tertiären Tierwelt zu derjenigen des benachbarten Meeres, welche in erster Linie in der Berechnung des Prozentsatzes noch lebender Arten unter den Versteinerungen ihren Ausdruck finden mußte. Für Sedimente, aus denen noch keine genügende Anzahl von Fossilien bekannt war, konnte dann hernach die Fauna der schon besser durchforschten javanischen Schichten zum Vergleich dienen. Trotz der allen Geologen bekannten Mängel, welche dieser Methode anklebten (um so mehr, als zuverlässige stratigraphische Angaben fast gänzlich fehlten), gelangte ich doch auf diesem Wege zu einem in allgemeinen Zügen befriedigenden Resultate; im einzelnen blieben aber viele Unsicherheiten bestehen.

Später stellte sich auf Grund der Untersuchungen von VERBEEK (38, S. 1113ff.) nebst einer Reihe von französischen Forschern, wie H. und R. DOUVILLÉ, P. LEMOINE und SCHLUMBERGER, bekanntlich heraus, daß den Orbitoiden ein großer Wert für die Gliederung des Tertiärs zukomme (vgl. u. a. 5, 14, 32). Der grundlegenden Arbeit von H. DOUVILLÉ (5) folgten verschiedene andere desselben Forschers, welche u. a. Foraminiferen von Borneo und von den Philippinen behandelten (6 und 7), und neuerdings ist das Hauptergebnis seiner langjährigen Studien über die vertikale Verbreitung dieser Fossilien noch wiederum kurz von ihm zusammengefaßt worden (8, S. 260).

Die Auffassungen von VERBEEK und H. DOUVILLÉ stimmten in einem sehr wesentlichen Punkte überein, daß nämlich die Orthophragminen die älteren, die Lepidocyclinen die jüngeren Formen seien; im übrigen bestanden aber erhebliche Unterschiede. Vor allem meinte VERBEEK, daß die Lepidocyclinen in Niederländisch Indien in allen miocänen und pliocänen Schichten vorkämen (38, S. 1117 und 1135), obwohl er das Auftreten im Pliocän später als zweifelhaft bezeichnete (26, S. 206).

Nun läßt sich selbstredend keinerlei Betrachtung über die vertikale Verbreitung der Foraminiferen auf Java und benachbarten Inseln anstellen, wenn man das Alter der Schichten, in denen sie vorkommen, nicht zuvor kennt; das war aber bei der Herausgabe des Werkes von VERBEEK und FENNEMA (38) nur in sehr beschränktem Maße der Fall. Andererseits ließ sich die vertikale Gruppierung von H. DOUVILLÉ, entgegen derjenigen VERBEEKS, nicht ohne weiteres auf das Tertiär von Java übertragen, weil das Neogen des ostindischen Tertiärs, wie oben betont, einen ganz eigenartigen Charakterzug trägt, der überdies auch in der Gruppe der Foraminiferen durch das massenhafte Auftreten von *Cycloclypeus* zum Ausdruck gelangt (21, S. 150ff.).

So stellte ich mir bei einer im Jahre 1910 nach Java unternommenen Forschungsreise (23) vor allem auch die Frage: Besteht Übereinstimmung bei der Feststellung des Alters ostindischer tertiärer Sedimente, wenn man dieselbe einerseits mit Hilfe

der Mollusken, andererseits mit Hilfe der Foraminiferen, nach der von H. DOUVILLÉ gegebenen Einteilung, vornimmt? Wie stand es ferner mit dem stratigraphischen Wert der Cycloclypeen?

Es soll versucht werden, dies an der Hand der wichtigsten, von mir auf Java studierten Gebirgsglieder zu beantworten, wobei ich noch die Sondeschichten hinzufüge, da sie bei der Beurteilung des javanischen Tertiärs von so großer Bedeutung sind. Ich habe diese letzteren nicht an Ort und Stelle untersucht, weil sie bereits von verschiedenen Seiten gründlich ausgebeutet sind und ihre Fauna schon zu einem sehr großen Teile bekannt war (24 und 34).

Den einzelnen Schichtengruppen sind die Bezeichnungen hinzugefügt, welche bei VERBEEK und FENNEMA für die von ihnen unterschiedenen, zum großen Teil auf petrographischer Grundlage beruhenden Stufen angenommen sind; es bedeutet *m 1*: altmiocän, *m 2*: jung- und mittelmiocän (die obersten Schichten zum Teil pliocän), *m 3*: pliocän und obermiocän. Das Ergebnis ist folgendes:

Pliocän. Sondeschichten (*m 2*). Es handelt sich um die vielbesprochenen marinen Sedimente, welche im Liegenden der *Pithecanthropus*-Schichten auftreten (34, d, Taf. VI). Der Prozentsatz noch lebender Arten wurde für die Gastropoden auf 54%, für die zugehörigen Korallen von Duku Penkal auf etwa 75% berechnet (24, u. 34, a). Unter dem reichen Materiale, welches hier gesammelt ist, kommt *Orbitoides* nicht vor.

Pliocän (vielleicht auch jüngstes Miocän). Tjandischichten (*m 2*). Die Sedimente stehen südlich von Semarang, unfern des nach Ungaran führenden Weges in 177 m Meereshöhe an; sie sind reich an sehr großen Gipskrystallen, Mergelknollen und vor allen Dingen an prächtig erhaltenen Konchylien. Die Gastropoden lieferten 41% rezenter Arten und zeigen die nächste Verwandtschaft zu einer Fauna vom Tji Djadjar, unfern Parungjadja in der Residenz Cheribon, deren pliocänes Alter als sehr wahrscheinlich betrachtet werden muß. *Orbitoides* ist auch hier nicht gefunden.

Jungmiocän. 1. Tjilanangschichten (*m 2*). Ablagerungen aus dem Stromgebiete des Tji Lanang, im Bette des letzteren selbst sowie in denjenigen seiner Zuflüsse, Tji Burial und Tji Bining. Es ist die Gegend von Tjelak, eines kleinen Dorfes im Südwesten von Tjilitin, in den Preanger Regentschappen, welche JUNGHUHN mit dem Buchstaben O bezeichnete (13, S. 109). Die Fundorte im Tji Lanang und Tji Burial sind vielfach ausgebeutet, u. a. von JUNGHUHN selbst und von v. HOCHSTETTER, und die betreffenden Schichten zählten seither zu den am besten bekannten der Insel; trotzdem lieferten sie mir allein an Gastropoden noch 41 für Java neue Arten. Die Fauna der hier anstehenden Tone und Kalkmergel, in denen stellenweise ein feiner Muschelsand vorkommt, zeigt eine Strandbildung an; eingeschwemmtes

fossiles Harz ist mitunter von Bohrmuscheln angebohrt; es sind, alle Tiergruppen zusammengerechnet, etwa 30% noch lebender Arten vorhanden.

2. Kalkstein von Liotjitjankang (*m 2*) stellt die zugehörige Riffacies der Tjilanangschichten dar, welche etwas nordöstlich von Tjelak ansteht. JUNGHUHN führte diese Bildung unter dem Buchstaben *P* an (13, S. 112).

Auf Grund der JUNGHUHNSchen Sammlung ist früher angenommen, daß sowohl in dem letztgenannten Riff als in den Tjilanangschichten *Cycloclypeus communis* vorkomme (15, S. 155). Ich vermochte dies Fossil aber nicht aufzufinden, ebensowenig *Cycloclypeus annulatus* oder *Orbitoides*, und ich muß annehmen, daß bei den Fundortsangaben der betreffenden Sammlung Irrtümer vorgekommen sind, zumal sich dies für andere Versteinerungen von Liotjitjankang so gut wie sicher erweisen läßt (23, S. 53).

Altmiocän. 1. Njalindungschichten und Kalkstein von Tjiguha (*m 2*). Die erstgenannten Schichten stehen unfern Njalindung, im Süden von Sukabumi, an, zu beiden Seiten der Wasserscheide zwischen Tji Buni und Tji Mandiri; sie sind ebenso reich an prächtig erhaltenen Versteinerungen wie die Tjilanangschichten und stimmen petrographisch mit diesen überein. Obwohl die Existenzbedingungen für die Faunen beider Orte nahezu dieselben gewesen sein müssen, ist die Übereinstimmung der Arten doch keine sonderlich große, und es scheint, daß die Njalindungschichten die älteren sind. Bislang wurden bei der vorläufigen Durchbestimmung der Gastropoden 21,5% rezenter Arten gefunden.

Mit den Tönen lagern bei Tjiguha Kalksteine, welche mit größter Wahrscheinlichkeit als eine Riffacies der ersteren betrachtet werden dürfen; sie enthalten kleine Schalen von *Lepidocyclina* und *Miogyssina*. Das stimmt also mit dem aus dem Charakter der Gastropoden abzuleitenden Ergebnis sehr wohl überein.

2. Korallenkalk vom Tegalsari (*m 3*), einem kleinen Bache, welcher in den Kamal, rechten Nebenfluß des Progo, in Jogjakarta, fließt. Das Gestein enthält neben vielen Korallen und Kalkalgen auch einzelne Foraminiferen; darunter befindet sich eine kleine *Lepidocyclina* (*Nephrolepidina*) und wiederum *Miogyssina*. Andere Versteinerungen lassen sich bisher nicht für eine Altersbestimmung heranziehen; die allgemeinen geologischen Verhältnisse sprechen aber dafür, daß dieser Korallenkalk zum älteren Miocän gehört (23, S. 144).

3. Riffkalk des West-Progogebirges (*m 2* und *m 3*). Unter dem Namen »West-Progogebirge« ist das Gebirgsland im Westen des Progo, in Jogjakarta, verstanden. Es ist nicht als solches auf den Karten verzeichnet. Auf seiner Höhe stehen sehr mächtige Kalksteine an, denen u. a. der Gunung Kelier angehört, und in deren Verband versteinerungsreiche Tone und Mergel auftreten. Der Charakter der Gastropoden weist auf älteres Miocän hin; dabei ist *Lepidocyclina* weit

verbreitet, und zwar vor allem *Nephrolepidina*, daneben *Eulepidina* in kleinen Individuen, während große Vertreter der letztgenannten Gruppe ganz zu fehlen scheinen. Auch *Cycloclypeus* kommt vor.

4. Kalkstein von Radjamandala (*m 1*); begrenzt im Süden die Hochebene von Radjamandala in den Preanger-Regenschuppen. Er ist seit langem für ein tiefliegendes Glied des Tertiärs von Java gehalten und früher von F. VON HOCHSTETTER als eocän betrachtet (12, S. 145). VERBEEK und FENNEMA haben dann das Lagerungsverhältnis noch näher studiert (38, S. 610ff.), und man darf ohne Zweifel annehmen, daß der genannte Kalkstein älter als die Tjilanangschichten sei. Er ist stellenweise reich an *Lepidocyclina* (*Eulepidina*); andere Versteinerungen, welche für eine Feststellung des Alters brauchbar wären, sind noch nicht bekannt.

5. Rembangschichten (*m 2* und *m 3*). Diese Schichten sind in der Residenz Rembang in weiter Verbreitung entwickelt und hier stellenweise außerordentlich reich an gut erhaltenen Versteinerungen. Ich untersuchte sie vor allem in der Gegend von Ngandang, südlich von Sedan an der Poststraße gelegen, und bei Ngampel an der Straße nach Bloro, woselbst der Reichtum an Versteinerungen fast demjenigen der Tjilanangschichten gleichkommt. *Cycloclypeus annulatus* MART. ist das wichtigste Leitfossil; an der Hand seiner Verbreitung ließ sich feststellen, daß die Rembangschichten einerseits nach Madura hinüberstreichen, andererseits durch die Residenzen Semarang, Cheribon und Krawang bis in die Residenz Batavia zu verfolgen sind (20, S. 230). Das weist also auf einen im Norden entwickelten Horizont, der im allgemeinen dem Streichen von Java und Madura folgt.

Gleich dem Kalkstein von Radjamandala hielt ich auch die Schichten mit *Cycloclypeus annulatus* und großen Vertretern von *Lepidocyclina* schon bei Bearbeitung der JUNGHUHNschen Sammlung für älteres Miocän (15, Allg. Teil, S. 9). Es fand sich alsdann in der Gegend von Sedan und des Gunung Butak, in Rembang, *Cycloclypeus annulatus* und *C. communis* vergesellschaftet mit einer Molluskenfauna von eigenartigem Charakter, für welche derzeit 15% rezenter Arten berechnet wurde (21). Das früher angenommene altmiocäne Alter der betreffenden Cycloclypeenschicht konnte somit hierdurch nur bestätigt werden. Bei der Untersuchung an Ort und Stelle ergab sich endlich, daß große Schalen von *Lepidocyclina*, aus der Gruppe der *Eulepidina*, in den betreffenden Schichten von Rembang ebenfalls sehr häufig sind.

Obereocän. Nanggulansschichten (Oligocän VERBEEKS). Aus weichen Mergeln und Tonen bestehende Sedimente, welche in der Ebene des westlichen Jogjakarta, zur Rechten des Progo, unfern Nanggulan anstehen. Sie sind in einem Nebenflusse des Progo, welcher Puru heißt, vortrefflich aufgeschlossen, desgleichen im Songo, einem rechten Zuflusse des letzteren, und außerordentlich reich an gut erhaltenen Versteinerungen. Freilich sind infolge starker Zerrüttung der Schichten

viele Überreste zerbrochen, und bedarf es einiger Sorgfalt beim Sammeln, und hierauf ist es wohl zurückzuführen, daß die Sedimente trotz der wichtigsten Fragen, welche sich an ihre Fauna knüpften, von älteren Forschern noch niemals gründlich ausgebeutet waren.

Sieht man von den seit langer Zeit bekannten Foraminiferen, welche neuerdings von H. DOUVILLÉ (9) näher untersucht sind, ab, so waren es im wesentlichen nur die wenigen von BOETTGER als »Mollusken der oligocänen Schichten vom Bawangflusse« beschriebenen Versteinerungen (37, Anhang), auf welche sich unsere Kenntnis stützte, und deren Herkunft anfänglich nicht einmal sicher verbürgt war. Überdies war das Material von BOETTGER sehr ungünstig überliefert. Jetzt liegen in einer reichen Ausbeute allein an Gastropoden etwa 104 »gute« Arten vor, die somit ein klares Urteil über den Charakter der Fauna gestatten.

Zu den besten Leitfossilien gehören zwei *Athleta (Volutocorbis)*-Arten, *A. ptychochilus* BOETTGER spec. und eine andere, von BOETTGER als *Mitra spec.* angeführte; sehr häufig sind *Pleurotoma (Surcula) Bawangana* BOETTGER und *Ancillaria Paeteli* BOETTGER., häufig *Rimella tylodactra* BOETTGER. und *Turritella Boettgeri* MART. Charakteristisch ist *Euthria Djocdjocartae* MART.; *Pyramidella polita* MART. findet sich nicht selten. Die meisten Arten sind aber nicht nur für diese Schichten, sondern überhaupt für Java neu; denn Versteinerungen, welche aus dem Neogen des Archipels bekannt wären, sind gar nicht zu finden. Dagegen sind deutliche Verwandtschaften zum europäischen Eocän vorhanden, und die vorläufige Untersuchung der Fauna der Nanggulanschichten hat noch keine rezente Art ergeben.

Der ganze Schichtenkomplex gehört faunistisch eng zusammen; nur sind am Songo die Individuen kleiner, Schalenbruchstücke häufig und scheinen die Nummuliten nebst Orbitoiden des Puru ganz zu fehlen; *Pectunculus Dunkeri* BOETTGER. ist hier das wichtigste Leitfossil, *Callianassa* häufig. Offenbar handelt es sich am Songo um eine Bildung, die in seichterem Wasser abgesetzt ist als diejenige des Puru. In diesem Bache sind die großen, vortrefflich erhaltenen Foraminiferen durch die ganze Formation verbreitet und in einzelnen Schichten dicht aufeinander gepackt. Ungemein zahlreich sind *Nummulites Vredenburgi* PREVER und *N. Djocdjocartae* MART.; *N. pengaronensis* VERB. ist selten. Die Orbitoiden gehören sämtlich zu *Orthophragmina*; es sind *O. javana* VERB., *O. Fritschii* H. DOUV., *O. omphalus* FRITSCH, *O. dispansa* J. D. C. Sow. und *O. decipiens* FRITSCH. Diese Foraminiferen weisen auf oberes Eocän (9).

In Verband mit den eingangs gehaltenen Betrachtungen verdient besonders betont zu werden, daß alle genannten Foraminiferen nur dem tropischen Eocän Ostindiens angehören. Das Vorkommen europäischer Arten, wie *Nummulites laevigatus* LAM., *N. Lamarcki* D'ARCH. HAIME, *Orbitoides discus* RÜTIM., welche nach älteren Untersuchungen in den Nanggulanschichten vorkommen sollten (37, S. 23), hat sich bei genauerer Prüfung nicht bestätigt.

Faßt man die oben mitgeteilten Einzelheiten über den faunistischen Charakter der verschiedenen Stufen des javanischen Tertiärs zusammen, so ergibt sich, daß eine Einteilung des letzteren an der Hand der vertikalen Verbreitung der Orbitoiden im Sinne von H. DOUVILLÉ zu demselben Resultate führt wie eine Einteilung auf Grund des Prozentsatzes rezenter Arten, sowie der verwandtschaftlichen Beziehungen der übrigen Wirbellosen, insonderheit der Mollusken. Beide Methoden sind dabei durchaus unabhängig voneinander angewandt:

Die Nanggulansichten mit ihren deutlichen Beziehungen zum europäischen Eocän enthalten von Orbitoiden nur Orthophragminen; die Rembangschichten, welche bereits eine nahe Verwandtschaft zur heutigen Fauna des Indischen Ozeans bekunden, führen dagegen große Lepidocyclinen; in den zweifellos jüngeren Tjilanangschichten, welche stets als das typische jüngere Miocän von Java galten, fehlen die Orbitoiden ganz, desgleichen in den pliccänen Sondéschichten und in den Tjandischichten, die vielleicht eine Zwischenstellung zwischen den beiden letztgenannten einnehmen.

Bei solcher Übereinstimmung wird man von vornherein geneigt sein, auch die übrigen Angaben von DOUVILLÉ über die vertikale Verbreitung der Foraminiferen für Java anzuwenden, dort wo andere Handhaben für eine genauere Altersbestimmung der tertiären Sedimente fehlen. Nun gelangte aber dieser Forscher zu dem Resultate: »le terrain Néogène est caractérisé par la disparition des Nummulites; il semble que l'on puisse distinguer à la base deux niveaux, l'Aquitaniens, avec des grandes Lepidocyclines appartenant à la section des *Eulepidina* et le Burdigalien où abondent principalement les *Nephrolepidina* et les *Miogypsina*« (8, S. 260)¹). Somit wird es wahrscheinlich, daß die Kalksteine von Tjiguha und vom Tegalsari dem Burdigalien anzureihen sind, was für jene wiederum durch den Charakter der Gastropoden der Njalindungschichten gestützt wird, für diese durch geognostische Gründe. Allerdings wird man dabei vorläufig noch im Auge behalten müssen, daß ein negativer Charakter, wie das Fehlen großer Eulepidinen, mit Vorsicht aufzunehmen ist.

In dem Riffkalk des West-Progogebirges sind trotz eingehender Untersuchung weder *Miogypsina* noch große Vertreter von *Eulepidina* gefunden, und die Molluskenfauna entfernt sich weit von derjenigen der Tjilanangschichten. Er scheint somit eine Zwischenstellung zwischen Rembang- und Njalindungschichten einzunehmen.

Das Ergebnis darf in folgendem Schema zusammengestellt werden, welches indessen durchaus nicht den Anspruch auf ein geognostisches Profil erhebt, da das gegenseitige Lagerungsverhältnis der betreffenden

¹) Über *Miogypsina* siehe ferner RUTTEN (31).

Schichten nicht beobachtet wurde. Besonders muß betont werden, daß dies für die Anordnung der Schichten innerhalb der als Burdigalien und Aquitanien vereinigten Gruppen gilt.

Pliocän	}	Sondéschichten. Gastropoden 54%, Korallen 75% rezenter Arten.
		Tjandischichten. Gastropoden 41% rezenter Arten.
Jungmiocän	}	Tjilanangschichten und Kalkstein von Lio-tjitjangkang. Wirbellose im allgemeinen 30% rezenter Arten.
Altmiocän	}	Burdigalien
		}
	}	
		}
Obereocän	}	

Wenngleich nun nach Obigem auf Java keine jungmiocänen oder gar pliocänen Orbitoiden nachgewiesen sind, so wird man doch die Möglichkeit einräumen müssen, daß solche im jüngeren Miocän noch gefunden werden könnten, zumal SCHUBERT aus Tiefseesedimenten von Neu-Mecklenburg *Lepidocyclina epigona* SCHUB. anführt. Die Form fand sich in einem Globigerinenkalk, und dieser »stellt ein kaum älter als jungmiocänes, wenn nicht gar pliocänes Sediment dar«; übrigens ist sie im Horizontalschliff nicht bekannt, so daß sie nur »mit ziemlicher Sicherheit als *Lepidocyclina* gedeutet werden kann« (33, S. 119). Typische, größere Orbitoiden, die gesteinsbildend wie im älteren Miocän auftreten, werden aber in jüngeren Schichten schwerlich vorkommen.

Es mag sich mit *Lepidocyclina* und *Miogypsina*, die nach SCHUBERT ebenfalls in pliocänen Tiefseeformen bekannt ist (33, S. 120, *M. lagamiensis* Schub. und *M. epigona* SCHUB.) ähnlich verhalten wie mit den Gattungen *Nummulites*, *Cycloclypeus*, *Alveolina* und *Orbitolites*, die zwar noch in heutigen Meeren leben, aber dennoch durch massenhaft auftretende, charakteristische Arten ihren hohen Wert als Leitfossilien tertiärer Sedimente behalten.

Sehr beachtenswert sind in dieser Beziehung auch *Cycloclypeus annulatus* und *C. communis*, die vermutlich beide auf das ältere Miocän beschränkt sind. Sicher gilt dies für *C. annulatus*, welcher zu den vortrefflichsten Leitfossilien gehört, da er weit verbreitet, gesteinsbildend und ungemein leicht kenntlich ist. Man wird diese Versteinerung noch leichter bestimmen können als die meisten Mollusken, und da zu ihrer Erkennung kein Dünnschliff erforderlich ist, läßt sie sich namentlich im Felde weit besser als die Orbitoiden zur Orientierung verwenden.

Während marine Sedimente von eocäнем Alter auf Java bislang nur in sehr geringer Ausdehnung nachgewiesen sind, und das Oligocän überhaupt noch nicht festgestellt werden konnte, besitzen neogene, küstennahe Meeresbildungen eine sehr große Verbreitung. Das gilt vor allem auch für die altmiocänen Sedimente, worunter hier übrigens keineswegs die Stufe *m 1* von VERBEEK und FENNEMA verstanden ist.

Auf die weite Ausdehnung der Rembangschichten im Norden der Insel ist oben schon hingewiesen. Dazu gehört auch das Schichtensystem von Ngembak, im Westen von Purwodadi, welches außer *Cycloclypeus annulatus* in einem tieferen Niveau *Lepidocyclina (Eulepidina) Ngembaki* SCHLBG. führt; es ist ferner von Madura *L. Martini* SCHLBG. aus dieser Gruppe bekannt; die übrigen Lepidocyclinen sind noch nicht näher untersucht. Mit den Riffkalken des West-Progogebirges sind wahrscheinlich, entsprechend der Darstellung von VERBEEK und FENNEMA, die ausgedehnten Kalksteinbildungen längs der Südküste der Insel (*m 3*) zusammenzufassen; aber auch die Schichten der sogenannten Mergelstufe (*m 2*), welche im Süden der Preanger Regenschappen bei Sindangbarang und Tjidáun ans Meer stoßen, gehören (mindestens teilweise) noch zum älteren Miocän. Sie enthalten Ledidocyclinen aus der Gruppe der *Eulepidina*, und zwar *L. gigantea* MART., *L. Carteri* MART. und *L. radiata* MART. Im Herzen der Insel endlich liegen die altmiocänen Riffkalke von Radjamandala und die versteinungsreichen Schichten von Njalindung, welche letztere gleich dem Riff des West-Progogebirges + 900 m Meereshöhe erreichen.

Das Liegende des Eocäns wird von Andesit gebildet, und dasselbe Gestein, nebst zugehörigen Breccien und Tuffen, stellt die Hauptmasse des West-Progogebirges, als Liegendes des dort entwickelten, altmiocänen Riffkalkes, dar. Auch die Tjilanangschichten sind einem alten vulkanischen Gebirge, welches hauptsächlich aus Breccien von Augitan-desit und Bimssteintuff gebildet ist, aufgelagert, und dasselbe gilt vermutlich für die Njalindungschichten¹⁾. Alte Vulkanruinen ziehen sich zudem weithin entlang der Südküste des östlichen Java (23, S. 141).

¹⁾ Vom Liegenden der Nanggulansschichten abgesehen, stecken alle diese Bildungen auf der Karte von VERBEEK und FENNEMA unter *m 1* und *m 2*.

Steht es einerseits fest, daß sich unter diesen Bildungen Gesteine von eocänem Alter befinden¹⁾, so darf andererseits angenommen werden, daß die Eruptionen im südöstlichen Java bis zum Schlusse der altmiocänen Zeit anhielten; denn im engsten Verbande mit dem oben erwähnten Korallenkalk von Tegalsari lagert ein Aschentuff mit Radiolarien, Globigerinen und Resten von Kieselpongien. Diese Auswurfsmassen, welche in der heutigen Ebene liegen, wurden also ins Meer geworfen; die Gipfel der tertiären Vulkane ragten aber anfangs frei über die Wasserfläche hervor, denn in den erstgenannten Breccien und Tuffen, im Liegenden der jungtertiären Sedimente, fand sich keine Spur von organischen Überresten.

Die tertiären Vulkane sind somit zunächst gesunken und ihre von Sedimenten bedeckten Ruinen hernach wieder gehoben. Es ist, als ob eine unterirdische Welle die Insel passiert hätte, um sie erst in ein Tal teilweise zu versenken und später wieder auf ihren Kamm zu erheben. Dabei konnten sich die Zerrüttungslinien, auf denen die vulkanischen Produkte empordrangen, nach Norden verschieben; denn letztere beherrschen das Relief der Insel, und diese ist, unbeschadet vieler Störungen im einzelnen, keineswegs ein eigentliches Faltengebirge. Leider sind wir noch weit entfernt, eine eingehende Darstellung der Lagerungsverhältnisse geben zu können, da es hierfür durchaus an den nötigen Voruntersuchungen fehlt.

Da das Material nicht nur für die Bildung der paläogenen, sondern auch der neogenen Sedimente zum großen Teile von den unterlagernden jungvulkanischen Gesteinen geliefert wurde, so folgt hieraus, daß die verschiedenartigen tertiären Sedimente eine große petrographische Übereinstimmung aufweisen können. Schon aus diesem Grunde wird man petrographischen Kennzeichen bei der Gliederung des Tertiärs von Java nur einen untergeordneten Wert beilegen können, und vielleicht werden weitere Aufsammlungen von Versteinerungen zu dem Ergebnis führen, daß eocänen Mergeln eine viel größere Verbreitung auf Java zukommt, als bisher angenommen wurde.

Im nördlichen Java müssen übrigens zur Zeit des älteren Miocäns auch altkrystallinische Gesteine in erheblicher Ausdehnung zutage getreten sein, denn den Rembangschichten ist reichlich Quarzsand beigemischt, und die Fragmente desselben verhalten sich nach ZIRKEL genau so wie die Quarze in Granit und Gneis (15, Allg. Teil, S. 16). Es liegt nahe, hier einen Verband mit den hoch krystallinen Schiefnern, insonderheit mit den Granatglimmerschiefnern, zu suchen, welche im südlichen Serajugebirge, im Loh Ulo-Gebiete, anstehen (20, S. 243; 27, S. 267 und 272), heutzutage aber auf Java nur eine sehr geringe Verbreitung besitzen.

¹⁾ Auf Sumbawa begannen nach ELBERT die ältesten, neovulkanischen Eruptionen zu Anfang des Miocäns, »wenn nicht noch etwas früher« (10, S. 31).

Die faunistischen Studien haben stets wieder zu dem Ergebnis geführt, daß in neogener Zeit keine Verbindung zwischen dem Indischen Ozean und dem Mittelmeer bestanden haben kann, da die jungtertiäre Fauna von Java und benachbarten Gebieten sich genau in den Formenkreis der indopazifischen Meeresprovinz hineinfügt und nur zu diesem nahe Verwandtschaftsbeziehungen zeigt (15, Allg. Teil, S. 40; 18, S. 378). Dagegen muß es späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, zu entscheiden, ob das Meer von Java vielleicht in paläogener Zeit mit demjenigen von Europa in direktem, offenem Zusammenhange stand. Bis jetzt läßt sich dies nur als möglich bezeichnen, und hierfür ist namentlich von dem weiteren Studium der Nanggulansichten näherer Aufschluß zu erwarten.

Literatur.

1. D'ARCHIAC et J. HAIME, Description des animaux fossiles du groupe nummulitique de l'Inde. Paris 1853.
2. M. COSSMANN, Revue critique de Paléozoologie, Paris 1909 (Referat p. 223).
3. M. COSSMANN and G. PISSARRO, The mollusca of the Ranikot-Series (Mem. Geol. Surv. of India, Palaeontologia Indica, New Series, Vol. III, Mem. 1), Calcutta 1909.
4. L. V. DALTON, Notes on the geology of Burma (Geol. Magazine New Ser., Dec. V, 5, p. 284. London 1908; ferner Quart. Journ. Geol. Society of London, Vol. LXIV, p. 604. London 1908).
5. H. DOUVILLÉ, Sur l'âge des couches traversées par le canal de Panama (Bull. Soc. Géol. de France, 3e série, t. XXVI, p. 587). Paris 1898.
6. — Les Foraminifères dans le tertiaire de Bornéo (daselbst 4e série, t. V, p. 435). Paris 1905.
7. — Les Foraminifères dans le tertiaire des Philippines (The Philippine Journ. of Science, Vol. VI, No. 2). Manila 1911.
8. — Les Foraminifères de l'île de Nias (Sammlgn. d. Geol. R. Mus. in Leiden I, 8, p. 253). 1912.
9. — Quelques Foraminifères de Java (daselbst p. 279).
10. JOH. ELBERT, Die geologisch-morphologischen Verhältnisse der Insel Sumbawa. (Sonderabdruck aus: »Die Sunda-Expedition«). Frankfurt a/M. 1912.
11. F. FEDDEN, On the distribution of the fossils described by Messrs. D'ARCHIAC and HAIME in the different Tertiary and Infra-Tertiary Groups of Sind (Mem. Geol. Surv. of India, Vol. XVII, Pt. 1). Calcutta 1879.
12. FERD. v. HOCHSTETTER, Reise der österreichischen Fregatte Novara um die Erde. Geol. Teil, Bd. 2, Geologische Ausflüge auf Java, p. 113. Wien 1867.
13. F. JUNGHUEN, Java. Deel. IV, 2. Auflage, 's Gravenhage 1854.
14. P. LEMOINE et R. DOUVILLÉ, Sur le genre *Lepidocyclina* Gümbel (Mem. Soc. Géol. de France, Paléontologie, Mem. No. 32). Paris 1904.
15. K. MARTIN, Die Tertiärschichten auf Java. Leiden 1879—1880.
16. — Tertiärversteinerungen von östlichen Java (Sammlgn. d. Geol. Reichsmuseums in Leiden, I, 1, p. 105). 1881.
17. — Nachträge zu den »Tertiärschichten auf Java«. Erster Nachtrag: Mollusken (daselbst p. 194). 1883.
18. — Paläontologische Ergebnisse von Tiefbohrungen auf Java (daselbst 3). 1883—1887.

19. K. MARTIN, Neues über das Tertiär von Java und die mesozoischen Schichten von West-Borneo (dasselbst 5, p. 23). 1895.
20. — Die Einteilung der versteinierungsführenden Sedimente von Java (dasselbst 6, p. 135). 1900.
21. — Eine altmiocäne Gastropodenfauna von Rembang, nebst Bemerkungen über den stratigraphischen Wert der Nummuliniden (dasselbst 8, p. 145). 1907.
22. — Die Fossilien von Java (dasselbst, Neue Folge, 1). 1891—1910.
23. — Vorläufiger Bericht über geologische Forschungen auf Java (dasselbst I, 9, p. 1 u. p. 108). 1911 u. 1912.
24. — Das Alter der Schichten von Sondé und Trinil auf Java. (Kon. Akad. v. Wetenschappen te Amsterdam, Verslg. 12. Juni 1908, p. 7.)
25. MATAJIRO, Notiz in Geolog. Magazine, Dec. V, 8, p. 425. Das Original (Journ. Coll. Sci. Tokyo, February 1911) ist mir nicht zugänglich.
26. H. MERTON, Forschungsreisen in den südöstlichen Molukken. Frankfurt a. M. 1910.
27. G. NIETHAMMER, Die Eruptivgesteine von Loh Oelo auf Java (TSCHERMAKS Mineralogische u. petrogr. Mittlgn. XXVIII, p. 205). Wien 1909.
28. F. NOETLING, Fauna of the miocene beds of Burma (Mem. Geol. Surv. of India, Palaeontologia Indica, New Series, Vol. I). Calcutta 1901.
29. P. OPPENHEIM, Zur Kenntnis alttertiärer Faunen in Ägypten (Palaeontographica, Bd. XXX, Abtlg. 3). Stuttgart 1906.
30. A. ROTHPLETZ u. V. SIMONELLI, Die marinen Ablagerungen auf Gran Canaria (Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. XLIII, p. 677). Berlin 1890.
31. L. RUTTEN, Studien über Foraminiferen aus Ostasien (Sammlgn. d. Geol. R. Museums in Leiden, I, 9, p. 201). 1912.
32. CH. SCHLUMBERGER, Première note sur les orbitoïdes (Bull. Soc. Géolog. de France, 4e série, t. I, p. 459); 2e note (das. t. II, p. 255); 3e note (das. t. III, p. 273); 4e note (das. t. 119). Paris 1901—1904.
33. R. SCHUBERT, Die fossilen Foraminiferen des Bismarckarchipels und einiger angrenzender Inseln (Abhdlgn. K. K. Geol. Reichsanstalt, XX, 4). Wien 1911.
34. M. L. SELENKA u. M. BLANCKENHORN, Die Pithecanthropus-Schichten auf Java. Leipzig 1911. Darin: a) J. FELIX, Die fossilen Anthozoen aus der Umgegend von Trinil. p. 37. b) H. v. STAFF u. H. RECK, Einige neogene Seeigel von Java, p. 41. c) Frau H. MARTIN-ICKE, Die fossilen Gastropoden, p. 46. d) E. CARTHAUS, Zur Geologie von Java, p. 1.
35. M. STUART, Fossil fish teeth from the Pegu System, Burma (Rec. Geol. Surv. Ind. Vol. XXXVIII, p. 292). Calcutta 1909—1910.
36. VERBEEK, BOETTGER, GEYLER u. v. FRITSCH, Die Eocänformation von Borneo und ihre Versteinerungen (Palaeontographica, Suppl. III, Liefg. 1 u. 2). Cassel 1875.
37. VERBEEK, BOETTGER u. v. FRITSCH, Die Tertiärformation von Sumatra und ihre Tierreste (dasselbst, Liefg. 8 u. 9). Cassel 1880 u. 1883.
38. R. D. M. VERBEEK en R. FENNEMA, Geologische beschrijving van Java en Madoera, Amsterdam 1896.
39. H. WOODWARD, Description of a collection of fossil shells, corals etc. from Sumatra (Geological Magazine, Decade II, 6, p. 385, 441, 492, 535). London 1879. — Für die genauere Angabe der Fundorte der Versteinerungen ist der Abdruck dieser Abhandlung zu vergleichen in: Jaarboek v. h. Mijnwezen in Nederlandsch Oost-Indië, IX, 1, Amsterdam 1880.

Abgeschlossen Sept. 1912.