

der Welt, nämlich im Nahen Osten (entgegen der nach *Muck* „voreiligen und törichten These“, die diktatorisch den Kulturanbruch in den O verlegte, S. 73, 74) geschaffen; Atlantis war „das Licht der roten Welt“, nämlich das Zentrum eines Weltreichs der roten Rasse von Amerika bis W-Europa (S. 174), ein antediluviales Albion!

Dieser roten Herrlichkeit machte nach *Muck* ein Planetoideneinschlag ein Ende, der die heutige fast 7000 m betragende Narestiefe NO von Puerto Rico etwa 4000 km von der Insel Atlantis entfernt erzeugte (den 8000—9220 m tiefen Puerto-Rico-Graben nur 100 km N von dieser Insel hat der Verfasser übersehen) (S. 264 ff.); ohne Puerto Rico zu schaden, soll dieser Einschlag eine submarine Vulkanexplosion entfesselt haben (S. 301 ff.), die den Boden des Ozeans von Puerto Rico bis Jan Mayen am Nordatlantikrücken (S. 260—264), der ehemaligen Nahtstelle der Großschollen der Alten und Neuen Welt, bis zum flüssigen Sima aufgerissen haben soll, wonach Atlantis binnen 24 Stunden etwa 3000 m tief versank. Dieser Planetoiden-Einschlag verursachte nach *Muck* die Präzession der Erdachse (S. 290) und verlagerte in weniger als vier Tagen den Nordpol etwa 3500 km in Richtung auf Sibirien (S. 366). Die Verblasung ungeheurer Magmamassen mit Meerwasser bei der Atlantis-Katastrophe (S. 313 ff.) erzeugte einen mit vulkanischer Asche gemischten Sintflutregen, der die durch die Giftgase der Katastrophe getöteten Mammutherden Sibiriens (S. 334) und Mastodonscharen Kolumbiens (S. 343) mit Schlamm bedeckte und von der Bretagne über S-Rußland durch Asien bis zum Gelben Meer einen stellenweise unterbrochenen breiten Streifen Löß meist auf einer unbedeutenden glazialen äolischen Lößgrunddecke zurückließ (S. 349)!! Der Planetoiden-Einschlag fand nach *Muck* am Nulltag der „Langen Rechnung“ der Mayapriester statt, nämlich am 5. Juni — 8498 (Greg.) um 13 Uhr Erdzeit (S. 371 ff.). Dieser mystische chronologische Nullpunkt ist aber nach den Angaben amerikanischer Spezialisten der Mayaforschung nicht ein Tag, sondern das Jahr 3113 v. Chr., nach dem Potsdamer Astronom *H. Ludendorff* ca. 3373 v. Chr.<sup>5)</sup>

Am 5. Juni — 8498 (Greg.), d. h. 8498 v. Chr., läßt der Verfasser das „Quintär“ = Alluvium, angeblich in Übereinstimmung mit der Warwchronologie von *G. De Geer*, beginnen. Im Anfangsabschnitt (Yoldia- und Ancylylzeit) war NW-Europa ein Niflheim (S. 353 ff.), weil der feinste Anteil der vulkanischen Asche der Atlantis-Katastrophe hauptsächlich in diesem Gebiet eine mehrtausendjährige „Dunkelnebelwolke“ bildete, so daß hier besonders in der Yoldiazeit fast nur Moose gedeihen konnten (S. 356) und das Klima „subboreal (kalt und rauh)“ war. In dieser finsternen Yoldiazeit herrschte in Europa das Magdalenien in einer waldlosen Tundra; in der darauf folgenden Zeit waren noch Neandertaler (!!) Träger der mesolithischen Kulturen (S. 363). Im Schatten der Dunkelnebelwolke wurden sie und die „Cromagnards“ aus Atlantis, die ja nach *Platon* vor der Katastrophe das westliche Mittelmeergebiet erobert hatten, ge-

bleicht (S. 365) und so die Ahnen der heutigen Europäer (S. 366).

Auf Grund dieser wirklich ganz kleinen Blütenlese wird der Leser geneigt sein, das Buch von *Muck* für einen „wissenschaftlichen“ Ulk zu halten, der Referent hat aber den Eindruck, daß der Verfasser (wie alle Atlantomanen) sein Elaborat ernst gemeint hat. Es kann keinem Naturwissenschaftler und Prähistoriker zugemutet werden, die zahllosen Fehler dieses Buches zu berichtigen, dazu wäre auch das Druckpapier zu schade; für eine adäquate Stellungnahme zu dem pseudowissenschaftlichen groben Unfug der atlantomatischen Literatur ist nur der Psychiater zuständig.

## GEOMORPHOLOGISCHE NOTIZEN AUS INDONESIEN

*H. Th. Verstappen*

Mit 9 Abbildungen

*Some aspects of the study of geomorphology in Indonesia*

*Summary:* The first part of this essay deals with the history of geomorphological research in Indonesia. Research in the proper sense began as late as about 1920 and was mainly carried out by the Cartographical Section of the Topographical Office at Djakarta. Later the scope of this section was extended and its name was changed to "Geographical Institute". Before the establishment of this institution many pedologists, zoologists and other scientists had paid attention to the study of landforms, although only as a subsidiary to their respective fields. Since geomorphology is now able to draw from the findings of allied sciences, a rapid further development of this field seems reasonably certain.

The second part of the essay outlines the specific tasks which should be undertaken in future research. What is needed first of all is a study of the climatically conditioned landforms, i. e. an investigation into the rôle played in denudation by the tropical climate. Since denudation proceeds at a rapid rate, there is always a close connexion between youthful landforms and recent tectonic movements. It is in elucidating this connexion that the study of the geomorphology of Indonesia is of greatest importance. Geomorphologists in collaboration with geophysicists should attempt to explain the causes of the dynamism which, in this world of islands, finds its expression in pronounced movements of the earth's crust.

### 1. Die Entwicklung der geomorphologischen Erforschung Indonesiens

Die Geomorphologie ist eine der jüngsten Zweige der Wissenschaft in Indonesien. Man kann den Beginn einer Forschung im modernen Sinn erst in den zwanziger Jahren ansetzen. Vordem hatten schon viele sich indirekt mit dem Studium der Landformen beschäftigt. Aber von einer „erklärenden Beschreibung“ war damals meist noch nicht die Rede.

Zunächst müssen in diesem Zusammenhang zwei bekannte Naturforscher aus dem 18. Jahrhundert erwähnt werden: *G. E. Rumphius* und *F. Valentijn*. Wir begnügen uns damit, von den zahlreichen Forschungsreisenden aus dem 19. Jahrhundert nur die beiden Schweizer *P.* und *E. Sarasin* zu nennen, die um die Jahrhundertwende die Insel Celebes nach allen Richtungen durchkreuzten. Bemerkenswert ist das vierbän-

<sup>5)</sup> *H. D. Disselhoff*: Geschichte der altamerikanischen Kulturen. München 1953, S. 152 und 349.

dige Buch, das *P. J. Veth* 1904 veröffentlichte. In diesem Buch gibt der Verfasser, obwohl er niemals Java besucht hat, u. a. eine ausführliche Beschreibung dieser Insel mit soviel geographischen Daten und Landschaftsskizzen, daß es noch heutzutage eine sehr nützliche Lektüre für den auf Java arbeitenden Geomorphologen ist.

Zu Anfang des 19. Jahrhunderts fing eine Anzahl Vertreter anderer Wissenschaften an, sich für die Landformen des Inselreiches zu interessieren. So gehörten zu der nach dem englischen Interregnum im Jahre 1816 gegründeten „*Natuurkundige Commissie*“ (Naturkundlichen Ausschuß) einige Mitglieder, deren ganzes oder hauptsächlichs Interesse der *Geologie*, die damals blühte, galt. Die Ergebnisse ihrer Arbeit sind niedergelegt in zahlreichen interessanten Abhandlungen. Einer von ihnen war der berühmte *Franz Junghuhn*, der u. a. das Buch „Java, seine Gestalt, Pflanzendecke und innere Bauart“ veröffentlichte. In diesem Buche, geschrieben in den Jahren 1852—54, findet man neben botanischen und anderen Angaben viele geologische und geomorphologische Daten, darunter die erste geologische Karte Javas. Der Ruf dieses unermüden Forschers klingt mit Recht auch heute noch in Indonesien nach. Er war zweifelsohne einer der größten, wenn nicht der größte aller Naturforscher, die in diesen Gegenden tätig waren.

Die anderen geologisch orientierten Mitglieder des Naturkundlichen Ausschusses wurden ungerechterweise im Ruf der Nachwelt durch seine Leistungen zu sehr überschattet. Die Untersuchungen, die von ihnen meist auf Borneo angestellt worden sind, dürften als Beispiele gediegener Forscherarbeit unter schwierigen Umständen in einem tropischen Klima gelten. Vor allen soll der Name *C. Schwaner* hier erwähnt werden. Er ist u. a. der erste Forscher, der die Insel Borneo ganz durchquerte, eine unerhörte Leistung in jenen Tagen. Das nach ihm benannte Schwanergebirge bewahrt seinen Namen in der Stille des Urwaldes für die Nachwelt<sup>1)</sup>.

Nachdem das Amt für das Bergwesen im Jahre 1805 gegründet worden war, nahm die Geologie einen raschen Aufschwung. Namentlich im letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts hat man fruchtbringende Arbeit geleistet. Daran sind unverbrüchlich die Namen von *R. D. M. Verbeek*, *R. Fennema* und aus etwas späterer Zeit von *N. Wing Easton* neben vielen anderen geknüpft. Auch wurde das Inselreich in diesen Jahren das Arbeitsfeld zahlreicher geologischer Expeditionen. So bereiste 1888—89 *C. E. A. Wichmann* den Archipel, *K. Martin* besuchte 1891—92 die Molukken, *G. A. F. Molengraaff* stellte 1893—94 Untersuchungen in Borneo an, *E. C. Abendanon* durchkreuzte 1909—10 im Auftrage des „*Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap*“ Celebes und *L. Rutten* studierte 1917—19 die Insel Ceram und deren Umgegend.

In den letzten Jahrzehnten vor dem Kriege im Pazifik arbeiteten beim Bergwesen zahlreiche Akademiker. Namentlich Java und Süd-Sumatra waren damals der Gegenstand intensiven Studiums. *R. W. v. Bemmel* und *J. H. F. Umbgrove* sind die zwei bekanntesten Forscher aus dieser Periode.

Daß diese geologischen Forschungen so ausführlich erwähnt werden, geschieht wegen ihrer doppelten Bedeutung für die Geomorphologie. Zunächst schafft der Geologe durch seine Untersuchungen die Grundlage für die spätere geomorphologische Forschung. Zweitens bildeten die vereinzelt geomorphologischen Notizen der Vertreter der Randwissenschaften, als die Geomorphologie in diesen Gegenden noch nicht getrieben wurde, die einzige Quelle für das Studium dieser Wissenschaft. Erst viele Jahre nachdem *W. M. Davis* die Geomorphologie „neu belebt“ hatte, wurde sie hier als vollwertiger Wissenschaftszweig anerkannt. Vordem beschränkte sich *Davis'* Einfluß auf ein wachsendes Interesse der Geologen für die Geomorphologie. Dies geht klar aus einem Vergleich der älteren und jüngeren geologischen Veröffentlichungen hervor.

Eine andere Gruppe von Forschern, die mittelbar zur Entwicklung der Geomorphologie beigetragen hat, bilden die *Bodenkundler*. Die Blüte der Bodenkunde fängt eigentlich erst mit der Gründung der Bodenkundlichen Anstalt zu Bogor (Buitenzorg) im Jahre 1905 an, die unter der beseehlenden Leitung von *E. C. J. Mohr* rasch ausgebaut wurde. Vordem wurde die Bodenkunde nur fragmentarisch getrieben u. a. von *A. van Bylert*, der 1896 die Bodenbeschaffenheit der Tabakpflanzungen in Deli einer näheren Untersuchung unterwarf. Die zahlreichen Berichte, die von der Bodenkundlichen Anstalt veröffentlicht worden sind, bieten dem Geomorphologen einen Schatz an Daten für seine Forschung. Es ist aber auffallend, daß die bodenkundlichen Berichte, im Gegensatz zu dem geologischen Schrifttum, die Geomorphologie fast ganz unberücksichtigt lassen. Neben dem Nestor *E. C. J. Mohr* haben nur wenige Forscher, wie z. B. *J. Szemian* und *A. G. A. Idenburg*, Verständnis für die Bedeutung dieser Wissenschaft für ihr Fach gehabt.

Auf anderem Gebiete haben die *Forstleute*, zusammen mit den Bodenkündern, Wichtiges für die Geomorphologie geleistet, indem sie die Denudationsgeschwindigkeit in bezug auf die Bodenerosion untersuchten. *K. F. Holle* hatte schon in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts auf die Bedeutung der Bodenerosion für die Bekämpfung der Bodenerosion hingewiesen, die namentlich durch den Kaffeeanbau in raschem Tempo zunahm. Später beschäftigten sich *A. Thorenaar*, *Ch. Coster*, *J. H. de Haan* und viele andere mit dieser Frage. Von größter Wichtigkeit sind die Versuche, die *Coster* in bezug auf die Abspülggeschwindigkeit an verschiedenen Orten Javas angestellt hat. Auch die Messungen von Abfluß und Schwebefracht der javanischen Flüsse, von *L. G. den Berger* und *F. W. Weber* ausgeführt, gehören hierher. *L. M. R. Rutten* benutzte die von ihnen gesammelten Daten für seine bekannte Abhandlung über die Abtragungsgeschwindigkeit in Java. Alle diese Untersuchungen und Messungen gewähren uns Aufschlüsse über die Art der Verwitterung, ihre Geschwindigkeit und über

<sup>1)</sup> In der jungen Republik Indonesien strebt man heute danach, die nach europäischen Forschern benannten Gebirge mit indonesischen Namen zu bezeichnen. So sind z. B. die Namen „Molengraaffgebirge“ und „Quarlesgebirge“ schon geändert worden. Es ist also unsicher, ob der Name „Schwanergebirge“ sich noch lange behaupten wird.

die Beförderung des lockeren Materials in den feuchten Tropen. Hierdurch sind sie von unschätzbarem Wert für ein richtiges Verständnis der indonesischen Landschaftsentwicklung.

Schon lange haben sich viele Forscher für die Vulkane von Indonesien interessiert. Manche der alten Naturforscher und auch viele, die nicht zum Fache gehörten, lieferten mehr oder weniger ausführliche Beschreibungen von Vulkanspitzen oder Aufzeichnungen über Eruptionen usw. Und sogar einige Angaben über Vulkanausbrüche in früheren Jahrhunderten sind uns überliefert worden. So konnten fünfzehn große Eruptionen aus altjavanischen Urkunden festgestellt werden (1000—1500). Die berühmte Krakatau-Eruption (1883) und die vorzügliche Abhandlung darüber von *R. D. M. Verbeek* erregten das allgemeine Interesse und zahlreiche Angaben über erhöhte Tätigkeit erwarb man oft von der Bevölkerung. Auch die Kelud-Eruption im Jahre 1919 spielte eine wichtige Rolle.

Diese wurde zum unmittelbaren Anlaß der Gründung eines Regierungsüberwachungsamts, der „Abteilung Vulkanologie“ des Bergamts. Die Namen *G. L. L. Kemmerling*, *N. J. M. Taverne*, *Ch. E. Stehn*, *M. Neumann von Padang* und *W. A. Petroschevsky* sind für immer mit diesem Überwachungsamt verknüpft.

Eine der wichtigsten Aufgaben dieses Amtes war die topographische Beschreibung und die geomorphologische Erklärung der Vulkanformen. Schon *N. J. M. Taverne* sagte 1923: „Die Morphologie bildet zweifelsohne die Grundlage für das Überwachungssystem der Vulkane.“ Das Ergebnis der großen Aktivität dieses Amtes ist, daß wir jetzt über gediegene morphologische Kenntnisse von den jungvulkanischen Gegenden von Indonesien verfügen. Leider beschränkte sich die Aktivität ausschließlich auf die auffälligen Kegel der heutigen Vulkane und man drang nicht zu einem allgemeinen Studium der vielfältigen alten und jungen vulkanischen Erscheinungen Indonesiens vor.

Auch die Ozeanographie hat für die Geomorphologie Wichtiges geleistet. Die zahlreichen alten und neuen Seekarten, angefertigt vom Hydrographischen Amt, geben uns oft ein klares und anschauliches Bild von der Anschwemmung und Abrasion der Küsten, von der Aufschlickung des Meeresbodens, von dem Wachstum der Korallen usw. *J. Th. Verstelle*, vom Hydrographischen Amt, hat über dieses Wachstum einige Schriften veröffentlicht, die außergewöhnliche Wachstumsgeschwindigkeiten nachwies.

Groß ist auch die Bedeutung des Laboratoriums für die Meeresforschung gewesen, das 1904 in Djakarta als Abteilung des Botanischen Gartens in Bogor errichtet wurde. *J. Verwey* erforschte eingehend die Lebensbedürfnisse der Korallentierchen, während *J. H. F. Umbgrove* vom Bergamt bei seinen bekannten Forschungen über die Koralleninseln fortwährend von diesem Laboratorium unterstützt wurde. *J. Westenberg* sammelte Bodenproben aus der Bucht von Djakarta, die von der Bodenkundlichen Anstalt zu Bogor untersucht wurden. Auch *E. C. J. Mohr* und *I. Th. White* von der Bodenkundlichen Anstalt veröffentlichten eine ozeanographische Abhandlung über die Sedimente der Javasee anläßlich einer großen Zahl gesammelter

Bodenproben. Wichtig waren die geomorphologischen und geologischen Ergebnisse, die sie zeitigten.

Eine spätere sedimentpetrographische Untersuchung von *F. A. van Baren* hat unsere Erkenntnis dieser Materie noch sehr vertieft.

Den größten Beitrag lieferte die Ozeanographie aber wohl, indem sie das Relief des Meeresbodens vermaß. Diese Messungen wurden von zahlreichen ozeanographischen Expeditionen vorgenommen, die die malaischen Gewässer besuchten. Wichtige Namen der Untersuchungsschiffe sind: die „Challenger“ (1874), die „Gazelle“ (1875), die „Valdivia“ (1899), die „Planet“ (1906), die „Albatros“ (1948) und die „Galathea“ (1951). Zwei holländische Expeditionen beschäftigten sich ausschließlich mit dem Seegebiet des Archipels, nämlich die Siboga-Expedition (1899 bis 1900) und die Snellius-Expedition (1929—1930). Unsere Kenntnisse der Topographie des Archipels beschränken sich dadurch nicht auf die Inseln, sondern beziehen sich auch auf den Meeresboden.

Für den Geomorphologen, der die Erklärung der Landformen dieses Inselreiches zum Studiengegenstand gewählt hat, sind die Ergebnisse obengenannter Expeditionen unentbehrlich. Die vielen Bodenproben, die man während dieser Expeditionen gesammelt hat, haben ihren Wert sehr erhöht. Einen wichtigen Beitrag zu unserer Kenntnis der Koralleninseln, namentlich im östlichen Teil des Archipels, lieferte *Ph. H. Kuenen*, Geologe der Snellius-Expedition, der einen Band der „Ergebnisse“ dieser Expedition den besuchten Koralleninseln widmete.

Schließlich dürfen die geophysischen Untersuchungen nicht unerwähnt bleiben, wie etwa die Schwerkraftmessungen auf See, die *F. A. Vening Meinesz* mit den U-Booten K-II (1923), K-XIII (1926 und 1929) und K-XVIII (1943) durchführte. Ähnliche Schweremessungen wurden von den Ölgesellschaften auf dem Lande vorgenommen. Auch die Studien über die mitteltiefen und tiefen Erdbebenzentren von *F. A. Vening Meinesz*, *J. Berlage* und *A. R. Ritsema* gewähren uns einen Einblick in die geophysische Gestaltung dieser Inselwelt und gerade diese geophysische Gestaltung soll die Grundlage bilden für jede geomorphologische Untersuchung in diesen Gegenden.

Die Ernennung (1920) eines Geographen in der neuen Funktion eines Leiters der Kartographischen Abteilung beim Topographischen Amt zu Djakarta markiert den Anfang einer neuen Periode. Erst seither wird die Geomorphologie im Archipel als selbständige Wissenschaft getrieben. Im Anfang ist die genaue kartographische Wiedergabe des Reliefs und anderer geographischer Elemente auf den Übersichtskarten die Hauptaufgabe. Später breitete sich die Tätigkeit nach und nach aus, so daß man jetzt sagen kann, daß das Topographische Amt die Wiege der Geomorphologie im Archipel gewesen ist. Der erste Geograph war *S. v. Valkenburg*, dessen Interesse neben der Geomorphologie auch der ökonomischen und sozialen Geographie galt. Nach ihm kam *P. J. v. Kessel*, der sich vor allem mit dem Relief des Meeresbodens beschäftigte. Infolge seines frühen Todes blieb die Arbeit leider unvollendet. Sein Nachfolger *A. J. Pannekoek* hat später noch einige Ergebnisse dieser Arbeit in einer

kurzen Abhandlung veröffentlicht und mit eigenem Kommentar versehen.

Die eigentlichen geomorphologischen Studien beginnen mit *A. J. Pannekoek*, der 1936 nach Java kam. Sein Interesse galt in erster Linie dieser Wissenschaft und er hat durch seine zahlreichen Veröffentlichungen ihre Entwicklung sehr gefördert. Namentlich seine „Outline of the geomorphology of Java“ war grundlegend für die weitere Forschung.

Inzwischen war auch der deutsche Geomorphologe *H. Lehmann* auf Java angekommen. Dieser untersuchte die Kendeng-Hügel in Ost-Java und die Gunung Sewu in Mittel-Java. Auch die Arbeit dieses Forschers bedeutet einen wichtigen Zuwachs der geomorphologischen Kenntnisse mit Bezug auf Java. Vor allem seine Erforschung der Gunung Sewu wurde sehr beachtet.

Dieses Karstgebiet war schon früher das Studienobjekt des berühmten Karstforschers *J. V. Daneš* gewesen, der Java auf kurze Zeit besuchte. Auch *v. Valkenburg* und *Pannekoek* haben diesem interessanten Gebiet ihre Aufmerksamkeit gewidmet. *Lehmann* gebührt aber die Ehre, zuerst die ganze eigene Entwicklung der Karstformen in den Tropen erkannt zu haben. Seitdem redet man vom „tropischen Karst“. *Lehmann* leistete durch seine Studien eine Arbeit, die weit über das Regionale hinausgeht und großen allgemeinen Wert hat.

Aus Vorstehendem geht hervor, daß — abgesehen von *van Valkenburgs* Abhandlung über die Padangsche Hochebene, *H. Philippis* Schriften und einer geringen Anzahl weiterer kurzer Beiträge — die Morphologen vor dem Kriege ihre Aufmerksamkeit ausschließlich Java widmeten, weil erstens die besten Quellen sich mit dieser Insel befaßten, zweitens die Objekte dort unweit der Städte lagen und schließlich, weil man selbstverständlich nicht gleich das ganze ausgedehnte Inselreich in die Forschung einbeziehen konnte.

Erst nach dem Kriege ist das anders geworden. Im Jahre 1947 veröffentlichte eine große Anzahl Forscher in der Zeitschrift der Kon. Nederl. Aardrijkskundig Genootschap eine ausführliche Abhandlung über die Sunda- und Javasee, die zum ersten Male seit den berühmten Forschungen von *G. A. F. Molengraaff* und *M. Weber* (1919) das Problem der pleistozänen Meeresspiegelschwankungen einer näheren Betrachtung unterwarf. Der Amsterdamer Professor *G. L. Smit Sibinga* befaßt sich seit einigen Jahren mit den glazio-eustatischen Schwankungen. Seine Schriften sind wertvolle Beiträge zu der Geomorphologie von Borneo und Sumatra.

Die frühere Kartographische Abteilung des Topographischen Amtes wurde 1947 zum „Geographischen Institut“, mehr oder weniger weil der Krieg im Pazifik die Bedeutung der Geomorphologie, Geographie usw. klar gezeigt hatte. Seitdem arbeiten mehrere Akademiker an den geomorphologischen und sozial-geographischen Problemen des Inselreiches. Anzahl Untersuchungen auf Java stellte man ausgedehnte geomorphologische Feldarbeiten auf Timor, in der Minahasa (Nord-Celebes) und in Sumatra an.

Heutzutage werden geomorphologische Vorlesungen für die Geographen an der „Gadjah Mada“ Universität zu Djocjakarta, für die Geologen der Universität

„Indonesia“ zu Bandung und für die verschiedenen Lehrerkurse in der Erdkunde gehalten.

Zusammenfassend dürfte man sagen, daß es bis etwa 1920 keine Geomorphologie als solche in diesen Gebieten gab. Die Forschungen zahlreicher Geologen, Bodenkundler, Forstleute usw. haben aber schon vor 1920 zum Studium gewisser Probleme der Geomorphologie, z. B. der vulkanischen Morphologie und der Abtragungsvorgänge beigetragen. Die schon früher zur Entwicklung gelangten Randwissenschaften haben somit eine Grundlage für die geomorphologische Forschung geschaffen. Voraussichtlich wird diese 1920 begründete und 1935 zur Blüte gelangte Forschung sich in raschem Tempo weiterentwickeln können, indem sie mit Hilfe der Ergebnisse der Randwissenschaften die vereinzelt morphologischen Beobachtungen und Ideen von Außenstehenden benutzt und verwertet. Neben ausgedehnter Feldarbeit wird die Luftbildforschung und die Kartenauswertung die Arbeit sehr fördern.

## 2. Das geomorphologische Leitmotiv Indonesiens

Die indonesische Landschaft, bestimmt durch das Spiel endogener und exogener Kräfte, trägt in hohem Maße das Gepräge eines tropischen Klimas. Infolge dieses Klimas, das die exogenen Kräfte stark beeinflusst, gibt es eine große Übereinstimmung mit den Landschaftsformen anderer feuchttropischer Gebiete.

Unter den konstruktiven exogenen Kräften nimmt das Wachstum der Korallen eine hervorragende Stelle ein. Von ihm wird die Entwicklung der Küstenformen in hohem Maße beeinflusst. Viel wichtiger aber ist der Einfluß des Klimas auf die destruktiven Vorgänge. Die chemische Verwitterung spielt in den feuchten Tropen die Hauptrolle bei der Abtragung. Die Geschwindigkeit, mit der die Zersetzung der Gesteine fortschreitet, ist infolge des Überflusses an Regenwasser mit den darin aufgelösten Säuren, wie Kohlensäure, Sauerstoff und Humussäuren, ungeheuer. Auch die hohe Temperatur und große Feuchtigkeit, vor allem unter der dichten Bewachsung, bewirken eine richtige Treibhausatmosphäre, die die Zersetzung sehr fördert. Dadurch wird rasch ein Verwitterungsmantel, also ein Boden, gebildet und abgesehen von den Flußtälern kommt nur selten anstehender Fels vor.

Eine ganz eigene Entwicklung weisen die Karstgebiete in den Tropen auf. Während in den gemäßigten Zonen die Hohlformen, Dolinen usw. vorherrschen, trifft man in den Tropen immer eine Kuppenlandschaft an, die man mit dem Namen „Kegelkarst“ bezeichnet hat. Diese Bezeichnung trifft nicht ganz zu, denn sie gibt die runden, konvexen Formen der Hügel nicht an, sondern suggeriert gerade Talwände und spitze Gipfel. Die Unterschiede zwischen den „normalen“ und tropischen Karstgebieten deuten darauf hin, daß die Auflösung des Kalkes in den Tropen ungleich rascher vor sich geht. Man hat dafür bis jetzt noch keine eindeutige Erklärung<sup>2)</sup>.

<sup>2)</sup> Vgl. „Das Karstphänomen in den verschiedenen Klimazonen“ mit Beiträgen von *H. Lehmann*, *H. v. Wißmann*, *J. Roglič*, *C. Rathjens*, *G. Lasserre*, *H. Harrassowitz*, *J. Corbel* und *P. Birot*. Erdkunde, Bd. VIII, 1954, S. 112 bis 139.

Die physikalische Verwitterung ist nur auf einigen Inseln im Osten des Archipels von Bedeutung. Auf diesen Inseln (Flores, Timor usw.) führt nämlich die nächtliche Ausstrahlung während des sehr langen und trockenen Ostmonsuns zu großen Temperaturunterschieden zwischen Tag und Nacht. Das in der trockenen Periode zerfallene, ganz dürre Material wird während des Westmonsuns von den Regenschauern leicht fortgespült und von den Flüssen weiterbefördert. Im nächsten Ostmonsun trocknen die Flüsse wieder nahezu völlig, so daß die Verwitterungsprodukte im mittleren und unteren Lauf liegenbleiben, um erst beim darauf folgenden Westmonsun weitertransportiert zu werden. Dieser wechselnde Abfluß und die dadurch bedingte wechselnde Transportfähigkeit der Flüsse bewirken einen Flußtypus, den man meistens den „Timorfluß“ nennt. Der breite Talboden wird in der Regenperiode fast ganz vom Fluß eingenommen, während man in der Trockenzeit das breite Schutt-ablagerungsbett gewöhnlich mit einem Auto überqueren kann, denn der größte Teil des spärlichen Flußwassers versickert im Schutt und nur ein ganz schmales Bächlein bleibt übrig. Außer in diesen östlichen Gebieten ist überall im Archipel die chemische Zersetzung der Gesteine der wichtigste Verwitterungsfaktor.

Ebenso wie die Abtragung und Bodenbildung, geht die Zerschneidung des Geländes rasch vor sich, infolge der ungewöhnlich großen Anzahl von Fließchen und Schluchten, die der starke Regenfall hervorruft. Die kleinsten Schluchten sind meistens trocken und führen nur nach den tropischen Regenschauern Wasser. Beispiele dafür sind die Abb. 1 und 2 aus der Umgebung von Lembang. Der Weg (Abb. 2) macht jetzt einen scharfen Knick um das Talende herum.

Diese starke Zerschneidung und der dicke Verwitterungsmantel bewirken beide die zahlreichen Erdbeben. Namentlich, wenn während eines starken Regensfalls der Verwitterungsmantel schwer und mit dem infiltrierten Regenwasser vollgesogen ist, rutscht er plötzlich herunter. Auch Erdbeben sind oft letzte Ursache davon, daß ein schon labiler Hang ins Rutschen kommt.

Es ist nach dem Vorstehenden auffällig, daß die Bauern vieler Gebiete die „Ladangs“ (trockene Felder) vorzugsweise auf Abhängen und gar auf ziemlich steilen anlegen. Der Grund dafür ist, daß der Boden durch den starken Regenfall rasch ausgelaugt wird und deshalb wenig fruchtbar ist. Die Erosion aber führt den ausgelaugten Boden rasch fort und der darunterliegende noch fruchtbare Boden tritt an die Oberfläche. Die Bauern versuchen also die Folgen der starken Auswaschung des Bodens zu umgehen, indem sie die rasche Erosion benutzen. Daß dieses Verfahren die zerstörende Bodenerosion sehr fördert, leuchtet ohne weiteres ein.

Die oben erwähnten Forschungen *L. M. R. Ruttens* über die Denudationsgeschwindigkeit zeigten, daß sie in den vulkanischen Gebieten Javas jährlich ca. 0,5 mm beträgt und in den Gebieten mit Sedimentgestein ca. 2 mm. Also wird jährlich eine Schicht dieser Dicke im ganzen Gebiete abgetragen, das ist ein Vielfaches der sonst üblichen Abtragung. Infolge der starken Regenschauer wird ein verhältnismäßig großer

Teil des Bodenmaterials oberflächlich abgespült und den Flüssen zugeführt. Etwa 80 bis 90% dieses Materials werden in der Regenperiode transportiert und zwar ein großer Teil während einer verhältnismäßig geringen Zahl „Bandjirs“ (einreißende Fluten). In extremen Fällen, wie beim „Sterbenden Land“ von Madjalengka, wo starke Bodenerosion auftritt, wird gewöhnlich ein Viertel der jährlichen Abtragungsmasse an einem einzigen Bandjirtag abgeschwemmt und fast drei Viertel während der zehn schwersten Bandjirs des Jahres. Aber auch dort, wo normale Erosion auftritt, werden noch gut 10% des jährlichen Schlammabtrags während der zehn schwersten Bandjirs weggeschwemmt.

Infolge dieser raschen Abtragung ist die Schwebefracht der Flüsse sehr groß. So befördert der Tjitarum in der Zeit des Westmonsuns durchschnittlich 800 mg/l Schlamm und bringt jährlich 4 bis 6 Millionen m<sup>3</sup> Schlamm ins Meer. Damit stimmt die große Wachstumsgeschwindigkeit der an sich schon breiten Anschwemmungsebenen, die um die Inseln des Archipels liegen, überein. Es zeigt sich, daß in der Nähe von Semarang die Nordküste von Java jährlich um etwa 12 Meter anwächst, während in Banten (W-Java) bei der Mündung des neuen Irrigationskanals, der zugleich die neue Mündung des Tjidurian ist, in 18 Jahren nach dem Bau des Kanals ein Streifen von 2½ km angeschwemmt wurde.

Das Alter der Anschwemmungsebenen kann also nicht mehr als einige Tausende von Jahren betragen. So wurde für die Ebene bei Djakarta ein Alter von etwa 5000 Jahren errechnet. *V. Obdeyn* setzt das Alter der Küstenebene Südsumatras auf etwa 2000 Jahre an. Obwohl diese Schätzung wahrscheinlich zu niedrig ist, darf man wohl getrost annehmen, daß die rasche Anschwemmung eine wichtige Rolle gespielt hat bei dem Rückgang der südsumatranischen Häfen des Çriwidjareiches (Ende des 7. Jh. bis zum 10. Jh.). Die Häfen auf Malakka gelangten dadurch zur Blüte, und das Zentrum des Reiches wurde schließlich von Palembang nach Malakka verlegt.

Es ist ungewiß, ob die Anschwemmung der Küstenebenen immer genau so groß war wie jetzt. Namentlich auf Java hat sie wohl sehr zugenommen durch die starke Entwaldung, wozu der starke Bevölkerungszuwachs und die Kaffee- und anderen Pflanzungen nötigten. Die Tatsache, daß das Wasser des Tjiliwung, der durch Djakarta strömt, im 17. Jahrhundert noch als sehr klar beschrieben wird und von der europäischen Einwohnerschaft allgemein benutzt wurde, dürfte als einer der vielen Beweise für die vermehrte Abspülung gelten. Jetzt hat das Wasser dieses Flusses, auch stromaufwärts der Stadt, eine gelbbraune Farbe. Untersuchungen über diese Frage sind äußerst schwer und deshalb bis jetzt unterblieben.

Abb. 3 zeigt das Delta des Fließchens Ketiwon, wo es in der Nähe von Tegal in die Javasee mündet. Bemerkenswert sind die häufig vorkommenden Strandwälle und die dazwischenliegenden Vertiefungen. Dieser Wechsel von Sandrücken und Sumpfstreifen wurde bedingt durch die wechselnde Kraft der landwärts wehenden Winde, die ihrerseits eine Folge der Intensitätsschwankungen der West- und Ostmonsune



Abb. 1 u. 2: Erosion in der Umgebung von Lembang (West-Java) im Stromgebiet des Tjikapundung  
Maßstab ca. 1 : 9000.

sind. Diese Klimaschwankungen lassen also in den alluvialen Ebenen deutliche Spuren zurück.

Die durch exogene Kräfte geschaffene Formenwelt Indonesiens zeigt einige Merkmale, die sich von den Formentypen der gemäßigten Zonen unterscheiden. Bezeichnend sind vor allen Dingen die schmalen Rücken oder aber die Komplexe kleiner Kuppen mit den zahlreichen zwischengeschalteten Schluchten. Die Wegsamkeit des Geländes wird dadurch stark herabgesetzt und

der Eisenbahnbau erschwert. Infolge der Abspülung und der Erdfälle haben die steilen Abhänge eine Tendenz zur konkaven Form. Selbstverständlich wird bei einem Gestein ein etwas anderer Verwitterungsvorgang vorherrschen als beim anderen, ebenso wie das Abtragungstempo auch durch die Widerstandskraft der Gesteine bedingt wird. Die daraus hervorgehenden Unterschiede im Landschaftsbild sind aber, obwohl wahrnehmbar, viel weniger ausgeprägt als in nicht-

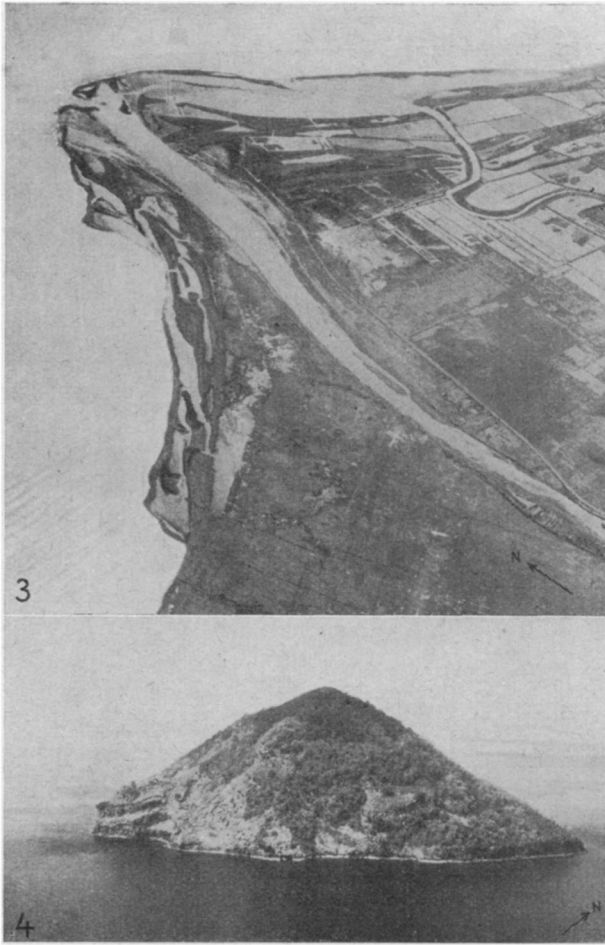


Abb. 3: Delta des Kali Ketiwon unweit von Tegal (Zentral-Java)

Abb. 4: Der Vulkan G. Api („Feuerberg“) in der Banda-See

tropischen Gebieten. Die einzige Ausnahme hiervon bilden die Karstgebiete, die sehr charakteristisch modelliert sind.

Daß infolge der ungeheuer raschen Denudation und Zerschneidung durch die Flüsse nicht schon überall in Indonesien alte, senile Landschaften existieren, ist ausschließlich dem Umstand zuzuschreiben, daß die junge Tektonik in weiten Gebieten Indonesiens der Denudation entgegenarbeitet. Beträchtliche Bodenbewegungen finden bis heute statt und sind begleitet vom Jungvulkanismus. Nur in diesen Gebieten mit junger Tektonik wird man trotz der rasch fortschreitenden Abtragung junge Landschaften antreffen können. Es gibt eine Unmenge Beispiele dieser jungen Tektonik. So ist die Meeresenge zwischen Bali und Java nach alten Hindu-Urkunden erst im Jahre 280 entstanden. Die starke Hebung der Insel Timor spielt in den dortigen Volkserzählungen eine große Rolle. Offenbar sind die in geschichtlicher Zeit aufgetretenen Änderungen der Bevölkerung aufgefallen.

Auch auf den Philippinen spielt die junge Tektonik eine große Rolle in der Landschaft. In Neu-Guinea ist das Zentralgebirge viel jüngeren Datums als z. B. die Alpen. Dies zeigt u. a. der Umstand, daß die kristallinen Massive, die in den Alpen bereits schön auspräpariert sind, im dortigen Gebirge noch fast ganz vom jüngeren Gestein überdeckt sind. Die Hebung dieses Gebietes fand in zwei Phasen statt, von denen die letztere so rezente Datums ist, daß die dadurch

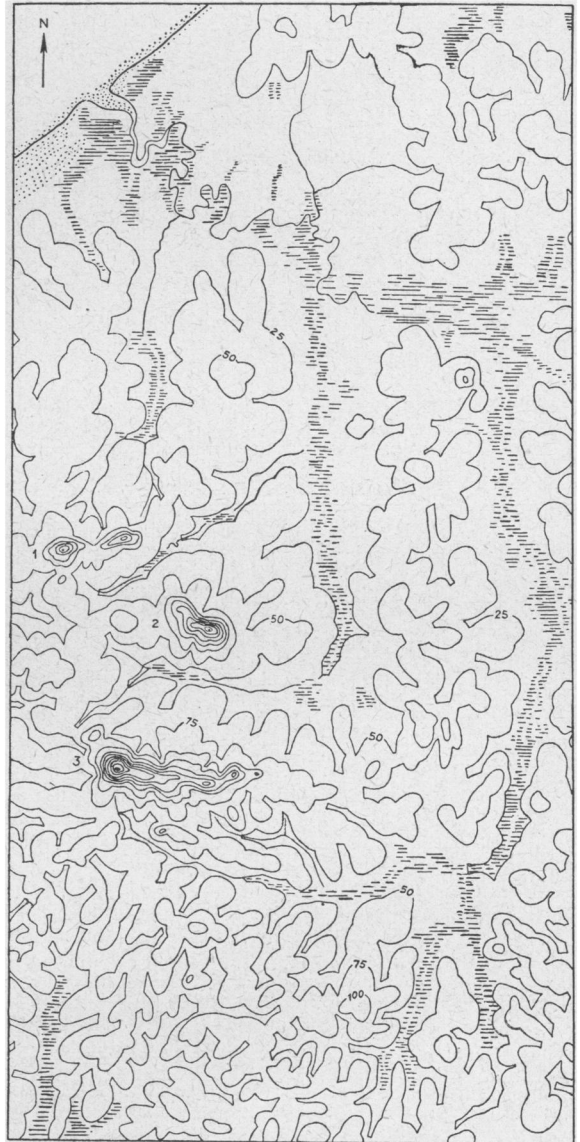


Abb. 5: Alte Landschaft nordöstlich von Muntok (Bangka) nach der topographischen Karte 1 : 50 000, Blatt 32/XXIV-D

Verkleinert auf 1 : 100 000.

Der Endrumpf erstreckt sich über Granite und Sedimentgesteine. Die Hügel (1. Bt. Bulang; 2. Bt. Penabar; 3. Bt. Penjarung) sind Granitrestlinge. Bemerkenswert sind die breiten Sumpftäler.

bewirkte Verjüngung noch nicht bis in die zentralen Teile des Gebirges durchgedrungen ist. Man kann dort noch schön Mittelgebirgsformen in großer Höhe wahrnehmen. Auch die großen Längstäler sind viel weniger tief eingeschnitten als in den Alpen. Die Höhe ist etwa 3000 Meter. Nördlich dieses Gebirges begegnet man einem Senkungsgebiet, worin der Digul- und Fly-Fluß strömen. Ausgedehnte Sumpfwälder sind dadurch entstanden.

Während einer Hebung wird die Denudation und Erosion mit der gewohnten raschen Geschwindigkeit fortschreiten. Wahrscheinlich wird die Abtragungsgeschwindigkeit noch etwas zugenommen haben infolge des gesteigerten Gefälles der Flüsse. Nur schnelle und kräftige Bodenbewegungen werden deshalb die Bildung von Gebirgen herbeiführen können. Beträgt z. B. in Java die Hebung weniger als etwa 10 cm im Jahrhundert, so wird kraft *Ruttens* Angaben die Denudation gleichen Schritt halten mit der Hebung und das Relief das gleiche bleiben oder gar geringer werden. Weil die Erosion sich längs der Flüsse konzentriert, ist 10 cm im Jahrhundert eine zu hohe Angabe, der aber das häufige Vorkommen von Primärrümpfen unter diesen Umständen nicht widerspricht. Da die Landformen sich so schnell ändern, hat es der Geomorphologe in Indonesien, im Gegensatz zu seinen Kollegen in Europa, immer mit ziemlich rezenten Vorgängen zu tun.

Es wird aus Obenstehendem einleuchten, daß man die alten Landschaften in den tektonisch ziemlich ruhigen Gegenden der Sunda- und Sahulplatten antreffen wird. Namentlich Bangka, Billiton und die Südwestecke Borneos sind ausgeprägt alte Gebiete.

Abb. 5 zeigt einen Teil von Nord-Bangka, nordöstlich von Muntok. Der Endrumpf erstreckt sich hier über Granite sowohl wie über Sedimentgesteine (Tonschiefer und Sandstein), während außerdem einige granitische Restlinge vorkommen. Auffällig sind die breiten Sumpftäler. Diese sind die Folge der Hebung des Meeresspiegels nach den pleistozänen Eiszeiten. Die Zinnerzablagerungen in diesen Tälern dehnen sich dadurch noch eine Strecke weit außerhalb der Küste aus. Dieses Meereszinn wird von Baggermaschinen aus den ertrunkenen Flußmündungen zutage gefördert. Für eine rezente Senkung des Meeresspiegels, wie *R. A. Daly* sich das für die ganze Erde denkt, liegt bei dieser Insel kein Grund vor.

In dem tektonisch unruhigen Teil des Archipels, wozu außer Java und Sumatra nahezu

Abb. 6: Die schräggestellte SO-Flanke der Nord-Celebes-Geantiklinale wird im Nordwesten von einer Bruchstufe begrenzt und senkt sich dort allmählich nach der Molukkensee hin

Links: Das Jugendstadium, östlich des in dem medianen Graben gelegenen Tondanosees. Die Flüsse haben sich noch nicht besonders tief eingeschnitten und die ursprüngliche Oberfläche des Blocks ist noch klar zu erkennen. Rechts: Der schräggestellte Block etwa 150 km weiter südwestwärts, wo der mediane Graben von der breiten Hochebene des Onggak Dumoga gebildet wird. Die Tektonik ist hier viel älter, so daß der Block schon viel stärker von der Erosion und Denudation angegriffen ist. Fotogrammetrische Karte der Minahasa, Maßstab 1 : 100 000.

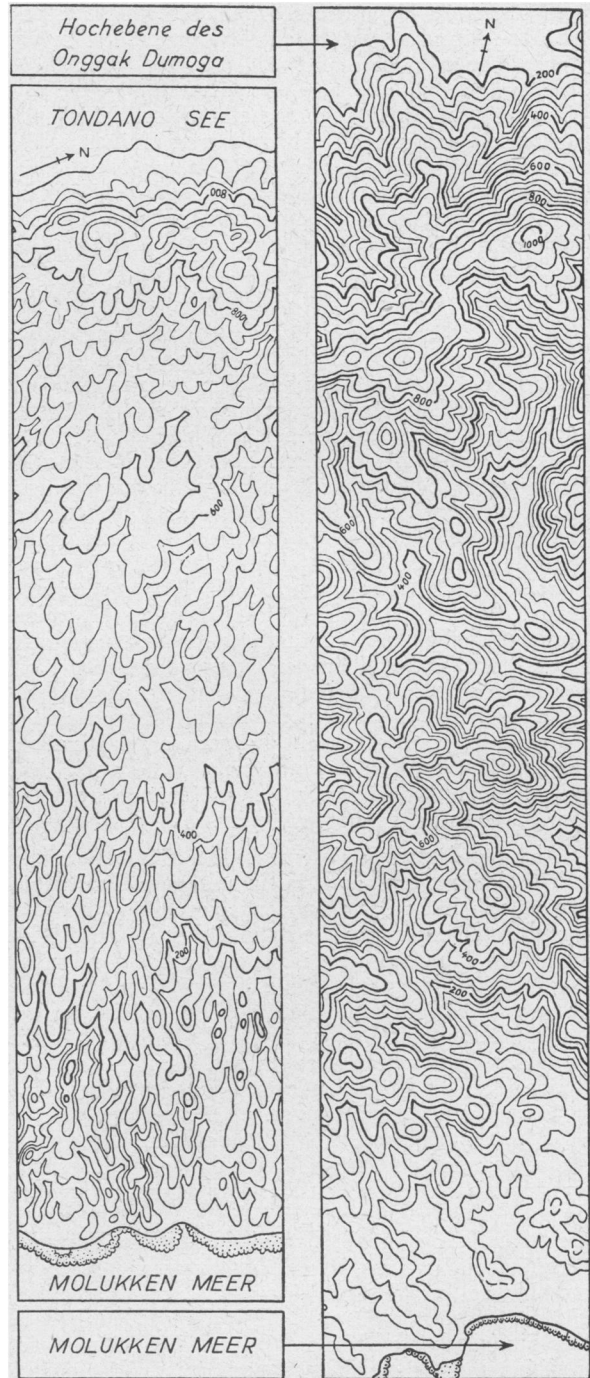


Abb. 6

der ganze Osten Indonesiens gehört, finden wir eine Anzahl Inselbogen mit jungen Landschaften. An vielen Stellen ist das Meer dort einige Kilometer tief. Zahlreiche Erdbeben zeigen, daß diese Gebiete sich noch nicht beruhigt haben. Die Vulkane sind dort auf drei Inselbogen konzentriert. Der erste Bogen erstreckt sich von Sumatra und Java über Bali, Lombok, Sumbawa



und Flores zu den kleinen Inseln des südlichen und östlichen Randes der Bandasee. Der zweite ist der Bogen der Minahasa- und Sangiheinseln, und den dritten findet man bei Nord-Halmahera. Nur ein einzelner Vulkan liegt außerhalb dieser Zonen, wie z. B. der Gunung Api (Abb. 4). Dieser Vulkan erhebt sich aus einer Tiefe von ca. 4000 m aus dem Becken der Bandasee. Nur die höchsten Teile des Vulkans ragen aus dem Meeresspiegel hervor und erreichen eine Höhe von 282 m. Die Brandung hat ein Kliff gebildet, das namentlich an der Südwestseite (links auf dem Bilde) wegen der kräftigen Brandung ziemlich hoch ist.

Eine geomorphologisch wichtige Erscheinung ist das Vorkommen von Longitudinalgräben in den vulkanischen und nichtvulkanischen Inselbögen. Wir finden eine ähnliche Grabenzone mit einigen Unterbrechungen über die ganze Länge Sumatras in den höchsten Teilen des Bukit Barisan. Darin liegen z. B. der bekannte Singkaraksee und der Ort Bukit Tinggi (das ehemalige Fort de Kock). Auch auf Java finden wir eine Grabenzone, wie *Pannekoecks* geomorphologische Karte der Insel klar zeigt. In dieser Medianzone liegen in Westjava z. B. die Hochebenen von Tjandjur und Bandung. Nicht überall sehen diese Graben zonen gleich aus. Manchmal sind sie schmal und liegen hoch, wie z. B. in der Padang-Hochebene; ein andermal sind sie breit und liegen nahezu auf Meereshöhe, wie z. B. in Ostjava. Auch auf Timor befindet sich ein Longitudinalgraben, während in der Minahasa der Tondanosee darin entstanden ist. Das Ganze gleicht immer einer Geantiklinale, deren Zentrum zwischen den beiden Flanken weggesackt ist.

Abb. 6 zeigt zwei Fragmente der Südostseite der Minahasageantiklinale. Wie ein schräggestellter Block erhebt sich links das Lembeangebirge steil über den Tondanosee und senkt sich dann südöstlich allmählich nach der Molukkensee hin. Da der Steilrand noch ziemlich gradlinig und gut ausgeprägt ist, und die Oberseite des Blocks auch klar erkennbar ist, ist die Tektonik hier offenbar so jung, daß die Erosion durch die Flüsse erst eben angefangen hat. Damit stimmt die Jugend des Vulkanismus in der Umgegend überein. Die linke Hälfte von Abb. 7 zeigt den Vulkan G. Sopotan südwestlich des Sees. Die Täler und Schluchten sind noch so wenig tief in den Vulkanmantel eingeschnitten, daß sie das konzentrische Höhenlinienbild kaum stören. Auch der schöne Lavastrom (punktiert) zeigt die Jugend dieses mit der Tektonik verknüpften Vulkans. Die Abb. 6 zeigt auf der rechten Hälfte die Flanke dieser Geantiklinale etwa 150 km weiter südwärts in der Nähe von Malibagu. Der Steilrand, der über die Onggak-Dumoga-Ebene, die hier den Graben bildet, emporragt, ist ziemlich stark ausgezackt, infolge der Flußerosion, während auch die Oberseite des Blocks so stark von tiefen Tälern zerschnitten ist, daß sie fast ganz verschwunden ist. Offenbar ist hier die Tektonik, obwohl gleicher Art, ältern Datums. Die vulkanischen Formen deuten ebenfalls darauf hin. Die rechte Hälfte der Abb. 7 zeigt den schon stark erodierten alten Vulkan G. Ambang. Die Höhenlinien sind hier viel komplizierter als die des Gunung Sopotan. Aus diesem Beispiel der Minahasa geht die Bedeutung der Geomor-

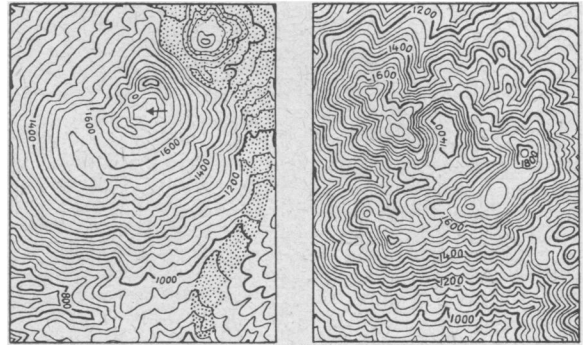


Abb. 7: Die vulkanische Aktivität wird bedingt von der jungen Tektonik

Links: Der junge aktive Vulkan G. Sopotan mit Lavastrom (getüpfelt) in dem Gebiet mit junger Tektonik in der Umgebung des Tondanosees (unweit der Abb. 6 links). Rechts: Der erloschene, stark erodierte Vulkan G. Ambang in dem Gebiet, wo die Tektonik schon fast ganz aufgehört hat (etwas nordöstlich der Abb. 6 rechts).

phologie für die Lösung der dortigen geologischen und geophysischen Fragen klar hervor.

Die Bedeutung des Vulkanismus für die Bildung der indonesischen Landschaft leuchtet ebenfalls ein. Meist denkt man dabei nur an die oft eindrucksvollen Vulkankegel. Aber der indirekte Einfluß der Vulkane ist ebenso wichtig. Ein Beispiel dieses Einflusses ist der 80 m hohe Tjisaruawasserfall des Tjimahiflusses auf dem südwestlichen Abhang des Tangkuban Prahau (Abb. 8), etwa 4 km nordwestlich von Lembang (W-Java). Links auf dem Bild befindet sich der Ort Tjisaruwa, der durch einen Seitenweg verbunden ist mit dem Weg Tjimahi—Lembang, der sich um das Ende der Tjimahischlucht windet. Eine kleine Brücke führt oberhalb des Wasserfalls über den Fluß, gerade dort, wo er nahezu nicht eingeschnitten ist. Stromaufwärts ist das Tal wieder tiefer und im Hintergrunde erblickt man einen zweiten kleineren Wasserfall.

Man findet hier eine prächtige lokale Erosionsbasis und die Erklärung derselben gibt die geologische Karte 1 : 100 000 (Abb. 8 a). Am östlichen Ufer des Tjimahiflusses befindet sich zwischen undeutlich geschichteten Schlacktuftbreccien und den jüngsten Tuftschichten des Tangkuban Prahau ein Augitolivinbasaltstrom. Dieser ist bei dem Wasserfall einige zehn Meter dick, wie die Wände der Schlucht deutlich zeigen. Daß der Tjimahifluß stromaufwärts schon früher über denselben Lavastrom geflossen ist, läßt sich nur epigenetisch erklären und zwar durch Talbildung in den jungen Tuftschichten aus der Eruptionsperiode C des Vulkans. Bemerkenswert ist weiter der Unterschied stromaufwärts zwischen dem eingeschnittenen Tjimahifluß neben dem Lavastrom und dem kleinen nahezu nicht eingeschnittenen linken Bach im Basalt.

Zusammenfassend kann man sagen, daß zu einem besseren Verständnis der raschen Abtragung in Indonesien eingehende Studien der klimatischen Geomorphologie notwendig sind. Die schnelle Abtragung ist der Grund dafür, daß man junge Formen nur dort an-

trifft, wo junge Tektonik auftritt. Dadurch besteht eine enge Beziehung zwischen der Geophysik, die die Krustenbewegungen zu erklären versucht, und der Geomorphologie, die ihre Folgen in der Landschaft

studiert. Einerseits wird die Geomorphologie die Ergebnisse der Geophysik verwerten können, andererseits wird der Geomorphologe in diesem Inselreich die Arbeit des Geophysikers wesentlich zu fördern vermögen.



*Abb. 8: Der Tjisarua-Wasserfall westlich von Lembang (West-Java). Musterbeispiel einer vulkanisch bedingten lokalen Erosionsbasis*

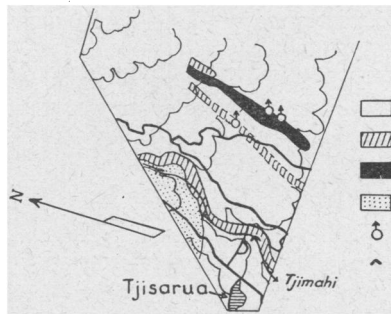


Abb. 8a: Fragment der geologischen Karte von Java, Maßstab 1 : 100 000, Blatt Bandung

Zeichenerklärung: Tuffschichten aus der Eruptionsphase C des Tangkuban (weiß), Basaltströme und Basaltdecken aus der Eruptionsphase B (schraffiert), Schlackentuff- und Blockströme aus der Eruptionsphase A (schwarz), altquartäre Vulkankörper (getüpfelt), heiße Quelle, Wasserfall.

#### Literaturverzeichnis

Baartmans, J. A., u. A. — 1947 — De Morfologie van de Java- en Soenda zee. Tijdschr. Kon. Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, LXIV, S. 442—465, 555—576.

Baren, F. A. van. — 1947 — Erosie. Oorzaak, gevolgen en bestrijding. Mededeelingen Departement van Economische zaken van Ned. Indië, Nr. 8.

Bakker, A. J., und Chr. L. v. Wilk. — 1951 — Infiltration and runoff under various conditions on Java. Indonesian Journal for Scientific Research, S. 56—69.

Bemmelen, R. W. van. — 1949 — The geology of Indonesia, 2 Bd.

Berger, L. G. den, und F. W. Weber. — 1919 — Verslag van de water- en slib onderzoekingen van verschillende rivieren op Java. Mededeelingen Algemeen Proefstation voor de Landbouw, Nr. 1.

Coster, C. — 1937 — De verdamping van verschillende vegetatievormen op Java. Tectona XXX, S. 124.

—, 1938 — Bovengronde afstroming en erosie op Java. Korte Mededeeling Bosbouwproefstation, Nr. 64.

Daneš, J. V. — 1910 — Die Karstphänomene im Goenoeng Sewoe auf Java. Tijdschr. Kon. Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, XXVII, S. 247—260.

Haan, J. H. de. — 1933 — De invloed van bosschen op de afvoer van rivieren. Tectona, XXVI, S. 787—802.

Junguhn, F. — 1852 — Java, seine Gestalt, Pflanzen- decke und innere Bauart, 3. Bd.

Koninklijke Natuurkundige Vereniging. — 1950 — Een eeuw natuurwetenschap in Indonesië, 1850—1950.

Kuenen, Ph. H. — 1933 — Geology of coral reefs. Scientific results of the Snellius-Expedition, Bd. V, Geological results, T. 2.

Lehmann, H. — 1936 — Morphologische Studien auf Java. Geographische Ahandlungen, 3. Reihe, H. 9.

Mohr, E. C. J. — 1919 — Sedimenten der Java-zee. Handelingen v. h. 1<sup>e</sup> Natuurwetenschappelijk Congres in Ned. Indië, S. 219—223.

—, 1938 — De bodem der tropen in het algemeen en die van Nederlandsch-Indië in het bijzonder. Mededeelingen v. d. Kon. Vereniging Koloniaal Instituut, XXXI.

Molengraaff, G. A. F., und M. Weber. — 1919 — On the relation between the pleistocene glacial epoch and the origin of the Sunda sea (Java- and South China sea) and on its influence on the distribution of coral reefs and on the land- and freshwater fauna. Proceedings Kon. Academie van Wetenschappen Amsterdam, XXIII, S. 396—439.

Obdeijn, V. — 1941 — Zuid Sumatra volgens de oudste berichten. Tijdschr. Kon. Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, LVIII, S. 190—216, 302—341, 476—562.

Pannekoek, A. J. — 1938 — De geomorfologie van het West-Progo gebergte. Jaarverslag v. d. Topografische Dienst, S. 109—139.

—, 1941<sup>a</sup> — Enige karstterreinen in Ned. Indië. Ned. Ind. Geografische Mededeelingen, I, S. 16—19.

—, 1941<sup>b</sup> — Het relief van de zeebodem en de diepte- kaarten van de Indische archipel. Ned. Ind. Geografische Mededeelingen, I, S. 77—91.

—, 1946 — Geomorphologische waarnemingen op het Djampang-plateau in West-Java. Tijdschr. Kon. Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, LXIII, S. 340—367.

—, 1949 — Outline of the geomorphology of Java. Tijdschr. Kon. Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, LXVI, S. 270—326.

Philippi, H. — 1917 — Morfologische en geologische aantekeningen bij de kaart van Zuid-Sumatra. Jaarverslag v. d. Topografische Dienst, S. 154—167.

—, 1923 — Contributions à la géologie de la partie méridionale de Sumatra. Thèse Genève.

Ritsema, A. R. — 1953<sup>a</sup> — New seismicity maps of the Banda Sea. Indonesian Journal for Scientific Research, II, S. 48—54.

—, 1953<sup>b</sup> — Some new data about earthquake movements at great depth in the Indonesian archipelago. Indonesian Journal for Natural Science, CIX, S. 34—40.

Rumphius, G. E. — 1705 — Amboische Rareitkamer.

Rutten, L. M. R. — 1917 — Over denudatiesnelheid op Java. Proceedings Koninklijke Academie van Wetenschappen Amsterdam, XXVI, S. 920—930.

—, 1927 — Voordrachten over de geologie van Nederlandsch Oost-Indië.

Sarasin, P. und F. — 1905 — Reisen in Celebes, ausgeführt in den Jahren 1893—96 und 1902—03.

Smit Sibinga, G. L. — 1949 — Pleistocene eustasy and glacial chronology in Java and Sumatra. Verhandelingen v. h. Nederlandsch Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap, Geologische Serie, XV, S. 1—31.

—, 1953<sup>a</sup> — On the origin of the drainage system of Borneo. Geologie en Mijnbouw, XV, S. 121—136.

Smit Sibinga, G. L. — 1953<sup>b</sup> — Pleistocene eustasy and glacial chronology in Borneo. Geologie en Mijnbouw, XV, S. 365—383.

Taverne, N. J. M. — 1923 — Mededeeling over vulkaan- bewaking. Natuurkundig Tijdschrift v. Nederlandsch-Indië, LXXXIII, S. 155—161.

—, 1926 — Vulkanastudiën op Java. Vulkanologische Mededeelingen, Nr. 7.

Umbgrove, J. H. F. — 1947 — Coral reefs of the East Indies. Bulletin of the Geological Society of America, LVIII, S. 729—778.

—, 1949 — Structural history of the East Indies.

Valentijn, F. — 1724/26 — Oud en Nieuw Oost-Indiën.

Valkenburg, S. — 1921 — Geomorphologische beschouwingen over de Padangse bovenlanden. Jaarverslag v. d. Topografische Dienst, S. 76—103.

—, 1922 — De stand van de geomorfologie in de tropen. Handelingen v. h. 2<sup>e</sup> Natuurwetenschappelijk Congres, S. 206—210.

—, 1924 — Het district Djampang-Koelon. Jaarverslag v. d. Topografische Dienst, S. 61—69.

Vening Meinesz, F. A. — 1932 — Gravity expeditions at sea, 2 Bd.

Verbeek, R. D. M. — 1884/85 — Krakatau, 2 Bd.

Verbeek, R. D. M., und R. Fennema. — 1896 — Geologie van Java en Madoera, 2 Bd.

Verstappen, H. Th. — 1953 — Djakarta Bay, a geomorphological study on shoreline development. Thesis Utrecht.

Verstelle, J. Th. — 1932 — The growth rate at various depths of coral reefs in the Dutch East Indian archipelago. Treubia, XIII, S. 117—126.

Vewey, J. — 1932 — Coralreef studies III, Geomorphological notes. — Treubia, XIII, S. 199—216.

Veth, P. J. — 1904 — Java, 4 Bd.