

Der Malaiische Archipel, sein Bau und sein Zusammenhang mit Asien.

Von Wilhelm Volz.

Mit 1 Karte.

Inhalt.

Einleitung	178
Die prätertiäre Oberfläche	182
Die sekundäre Faltung	184
Die Leitlinien des festen Landes	189
1. Sumatra	189
2. Java	191
3. Der östliche Archipel	192
4. Die Philippinen	193
5. Der zentrale Teil der malaiischen Scholle	194
Die Leitlinien des Meeresbodens	194
1. Das Relief des Meeresbodens	194
2. Landbrüche und Meeresrelief	198
Der Bauplan des malaiischen Archipels	199
Zusammenfassung	202
Bemerkungen zur Karte	203

Die Linie, welche auf der Landkarte am schärfsten hervortritt, die Grenze von Wasser und Land, ist nicht innerlich begründet, sondern mehr zufällig, da sie ihr Entstehen der Menge Wasser, welches auf der Erdoberfläche ist, verdankt. Daß natürlich das bewegliche Element des Wassers in der Berührungszone nach Kräften arbeitet und die Wirkung seiner Arbeit dem festen Land aufprägt, ist selbstverständlich, und so gewinnt diese an sich zufällige Grenze auch eine innere Bedeutung. Aber für die Betrachtung der inneren Zusammenhänge der großen Erdformen bleibt sie doch ohne wesentliche Bedeutung.

Denken wir uns das Meer ausgetrocknet. Wie anders erscheint das Erdrelief alsdann! Betrachten wir den Südosten

Asiens. Hinter-Indien verschmilzt mit dem Malaiischen Archipel und eine ungeheure steile Mauer, die 5—6000 m, ja stellenweise über 9000 m jäh ansteigt, umgibt sie beide. Als ein ungeheurer Klotz ragt diese große Malaiische Scholle aus der Tiefe empor, und selbst die gewaltigen Hochgebirge und Riesenvulkane, welche uns heute auf der Inselwelt so imponieren, treten hinter der Höhe des Sockels zurück, so daß sie nur noch als große Rauigkeiten erscheinen. Und die Meere, welche die Inseln trennen, untereinander und vom Festlande? Von ihnen ist nichts zu merken; nur am Nordostrande der Scholle lassen einige tiefe Mulden das Relief des gewaltigen Blocks schärfer gegliedert erscheinen.

Die Malaiische Scholle bietet zahlreiche Probleme, das Verhältnis zu Asien und zu Australien, die Vulkane, die sie umkränzen, die tiefen Gräben, welche sie umgeben, die Bögen ihrer Inselwelt, die auffällige Form vieler derselben, die seltenen tiefen Meeressmulden, welche zwischen den Inselgruppen liegen und manches andere noch. So haben sie früh schon die Aufmerksamkeit auf sich gezogen und viel ist an der Lösung der Probleme gearbeitet. Aber die Inselwelt ist groß und größtenteils nur schwierig zu bereisen; so ward das Beobachtungsmaterial nur langsam zusammengebracht.

Seit ich im Jahre 1897 zum ersten Male die Inselwelt kennen lernte und manches Neue sah, interessierten mich die zahlreichen Probleme. Im Herbst 1899 kam ich zum zweiten Male heraus und hatte Gelegenheit, neben Südost-Borneo und Java vor allem das südliche und westliche Sumatra kennen zu lernen. Aus eigenen Beobachtungen und literarischen Studien schuf ich mir ein Bild dessen, was ich gesehen¹⁾. Die Unabhängigkeit der heutigen Tektonik von der prätertiären Tektonik, die ungleichmäßige Niveaubewegung im Archipel, welche zur Torsion führte, die besonders deutlich im javanischen Sprungnetz zum Ausdruck kommt, der Zusammenhang des Vulkanismus mit der Zertrümmerung waren Gesichtspunkte, welche ich bereits damals klar erkannte. Weiterhin aber sah ich, daß der Schlüssel für das Verständnis des Baues der Malaiischen Scholle dort zu suchen sei, wo die Grundlage der Beobachtung zu-

¹⁾ „Zur Geologie von Sumatra.“ (Geol. und paläont. Abhandl. herausg. von E. Koken. Jena 1904.)

gänglich ist und nicht durch das Meer oder massenhafte tertiäre Sedimente den Blicken entzogen wird; das war in erster Linie in Nord-Sumatra zu erwarten, und so ging mein Wunsch dahin, meine Untersuchungen auf Nord-Sumatra auszudehnen, und ich war glücklich, als mir im Frühjahr 1904 von der K. Preußischen Akademie der Wissenschaften in Berlin der Auftrag hierzu gegeben wurde. Ich war mir wohl klar, daß ich mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen haben würde, loderte doch die Kriegsfackel hell in Nord-Sumatra. Durch das liebenswürdige Entgegenkommen der Holländischen Kolonialregierung ward mir für fünf große Expeditionen militärische Deckung zur Verfügung gestellt, so daß ich, wenn auch mit dem Säbel in der Faust, meinen wissenschaftlichen Plänen nachgehen konnte. Die Jahre 1904—06 waren der Durchforschung Nord-Sumatras gewidmet und die wesentlichsten Resultate liegen nunmehr in meinem Reisebericht ¹⁾ vor.

Es ist nur natürlich, daß wiederum manche wichtige Änderungen kamen. Ich war einst von dem Standpunkt der Verbeekschens Spaltentheorie ausgegangen; aber bald schon hatte ich erkannt, daß dieselbe unhaltbar ist, und durch meine neuesten Untersuchungen ward ich dazu geführt, den Richthofenschens Zerrungsgedanken auf den Indischen Ozean auszudehnen ²⁾, allerdings mit gewichtigen Abänderungen.

Ein eigenes Kapitel des II. Bandes ist „Zerrung und Vulkanismus“ gewidmet, aber es bleibt im wesentlichen auf den Westen beschränkt, dem speziellen Charakter des Berichtes entsprechend. Nachdem ich in jenem Bericht Rechenschaft ³⁾ gegeben habe über das Wesentlichste, was ich beobachtet, halte

¹⁾ Wilhelm Volz, Nord-Sumatra. Bericht über eine im Auftrage der Humboldt-Stiftung der K. Preußischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin in den Jahren 1904—06 ausgeführte Forschungsreise. Bd. I. Die Batakländer. Bd. II. Die Gajoländer. (Berlin, Dietrich Reimer. 1909 und 1912.)

²⁾ Die Batakländer in Zentral-Sumatra. (Z. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin. 1907, S. 662 f.) — Die geomorphologische Stellung Sumatras. (Geogr. Zeitschrift 1909, S. 1 f.)

³⁾ Die daselbst niedergelegten Gedanken bilden die Grundlage auch der vorliegenden Skizze; ich verweise daher auf sie auch ohne ausdrückliches Zitat und gebe hier nur das unbedingt Notwendige.

ich mich für verpflichtet, nunmehr auch zu zeigen, wie die von mir begründeten und ausgebauten Gedanken auf die Gesamtheit des Archipels anwendbar sind.

Es kann sich natürlich nur um den Versuch einer Lösung handeln; unsere Kenntnisse sind vielfach noch recht lückenhaft, und es ist zu erwarten, daß neue Untersuchungen noch viele Ergänzungen, Abänderungen und Berichtigungen bringen werden; doch hoffe ich, daß diese meine Anschauung geeignet ist, die zahlreichen Probleme unter einen großen Gesichtspunkt zu bringen und zu klären.

Die Lösung muß den vielgestalteten Problemen gerecht werden. Die Betrachtung muß von der objektiven Beobachtung im Felde ausgehen und darf die Kombination nur zur Hilfe heranziehen, wo Beobachtungen fehlen. Im Tatsachenmaterial sind die Beobachtungen im Felde den Schlüssen aus dem Bodenrelief — unter voller Würdigung des Meeresbodenreliefs — natürlich überlegen.

Die 200 m-Linie ist infolge der größeren Anzahl von Lotungen natürlich gesicherter in ihrem ganzen Verlauf als die Grenzlinien der großen Meerestiefen; aber doch soll man sich vor einseitiger Überschätzung ihrer Wichtigkeit hüten: denn sie ist absolut nicht im Bau der Scholle, sondern in der zufälligen Wassermenge begründet und deren Folgen. Ebenso wie die Höhe irgendeines Sockels oder Rumpffläche auf dem festen Lande von Fall zu Fall bestimmt werden muß, so auch die Höhe eines Kontinentalsockels; der Schelf hat damit nur sehr indirekt zu tun! immerhin erscheint sie im Malaiischen Archipel als recht wichtige Linie, sei es vielleicht auch nur infolge der sekundären Meeresarbeit.

Wichtiger ist aber zweifellos die andere Linie: wo fängt der Sockel unten an? Die Frage muß hier von Fall zu Fall anders beantwortet werden und ist besser so zu fassen: wie tief ist der Steilabfall zum Meeresboden? Er ist innerhalb der Scholle sehr viel weniger tief wie am Außenrande. Mir scheint aber, daß die Tiefenlinie von 3000 m ungefähr die „tiefen“ Meere und Rinnen kennzeichnet. Diesen Grundsätzen folgt die Kolorierung der beigegebenen Karte!

Im Bau der Malaiischen Scholle spielen Dislokationen eine wichtige Rolle, junge Faltung ist gleichfalls vorhanden, und

ein großartiger Vulkanismus beherrscht das Ganze. Diesen Problemen hat also das Bild gerecht zu werden.

Die prätertiäre Oberfläche.

Ein Gegensatz durchzieht wie ein roter Faden die geologischen Verhältnisse des Malaiischen Archipels, wohin man blickt und nach welchem Gesichtspunkt auch man sie betrachtet: der Gegensatz von „jung“ und „prätertiär“; gegenüber dem Zustand, welcher sich etwa seit dem Beginn der tertiären Zeit herausgebildet hat und der sich augenscheinlich immer noch im gleichartigen Sinne weiterbildet, erscheint alles, was vorher gewesen, als ein Fremdes. Wir wissen, daß in uralter Zeit gewaltige Hochgebirgszüge sich durch den Malaiischen Archipel erstreckten, daß sie wieder abgetragen wurden und auf dem Rumpf in ruhigen Meeren neue Bildungen sich ablagerten. — Alle diese Verschiedenartigkeiten aber verschwinden gegenüber dem Bilde, das etwa seit der oberen Kreide oder dem Anfang der tertiären Zeit das ganze gewaltige Gebiet beherrscht. Nur dieses letztere soll uns hier beschäftigen, und so genügt es, wenn wir über das prätertiäre Gebirge nur einige Grundtatsachen uns vor Augen halten.

Gneise und Glimmerschiefer, Schiefer verschiedener Art, paläozoische und mesozoische Sedimente nehmen am Aufbau von Sumatra den wesentlichsten Anteil; sehr charakteristisch ist die Höhenlage. Die permokarbonen Kalkmassen von Groß-Atjeh gehen bis 2000 m, im Gajolande erreichen alte Schiefergesteine dieselbe, ja noch größere Höhe, und die sie krönenden Kalke gehen bis 2600 m Höhe hinauf; je weiter wir nach Süden kommen, desto niedriger wird das prätertiäre Gebirge, obwohl es das Rückgrat von Sumatra noch im wesentlichen zusammensetzt. In Süd-Sumatra nimmt es an Ausdehnung ab, und im südlichsten Teil tritt (Granit¹⁾ und Glimmerschiefer²⁾, von jüngsten Bildungen bedeckt, gerade noch über dem Meeresniveau auf. In Java fehlt die alte Unterlage ganz; nur in Mittel-Java ragt eine kleine Scholle durch das Tertiärgebirge

¹⁾ C. Schmidt, *Observations géologiques à Sumatra*. (Bull. de la soc. géol. de France 1901, S. 260.)

²⁾ Elbert, *Magnet- und Roteisenerzvorkommen in Süd-Sumatra*. (Zeitschr. f. prakt. Geologie 1909, S. 509.)

hindurch, und wenn wir noch weiter nach Osten gehen, so löst sich das Land überhaupt in Inseln auf.

Suchen wir den Anschluß nach der anderen Seite! Nord-Sumatra schließt sich auf das engste an die Malaiische Halbinsel und Hinter-Indien an, und hier im Herzen von Hinter-Indien sehen wir das alte Gebirge Höhen von 5000 m und darüber erreichen. Auch Borneo, welches gewissermaßen das Zentrum der Malaiischen Scholle bildet, besteht zu einem wesentlichen Teil aus altem Gebirge, das hier stellenweise zu gewaltigsten Höhen emporragt und im Kinibalu fast Mont Blanc-Höhe erreicht. Nach Süden zu, gegen Java, nimmt die Gebirgshöhe ab, und in der Java-See taucht die Inselgruppe der Karimun Djava-Inseln, aus Schiefeln bestehend, eben aus dem Meere heraus. Auf Celebes spielt altes Gebirge eine bemerkenswerte Rolle und erreicht auch recht beträchtliche Höhen. Auf den Philippinen scheint vortertiäres Gebirge dagegen stark zurückzutreten und fast nur durch Massengesteine repräsentiert zu werden. Tertiäre Sedimente und vulkanische Produkte nehmen weitaus den größten Teil der Inseln ein.

Dagegen treten bemerkenswerterweise alte Gesteine wieder auf, wenn wir uns weiter nach Osten wenden. Von Celebes über die Molukken¹⁾ hin finden sie sich allenthalben als Grundlage und ebenso im äußersten Südosten auf Rotti, Timor und der Banda-Welt, die Reste der E. Süß'schen Banda-Cordillere.

Die Frage nach dem inneren Zusammenhang dieser älteren Gebirge soll uns hier nicht beschäftigen; da müßte zunächst einmal die stellenweis überaus schwierige Altersfrage gelöst werden. Es scheint, wie ich an anderer Stelle²⁾ ausdrücklich betonte, daß jüngere Bildungen recht weit verbreitet sind, daß durch junge Metamorphose vielfach jüngere Sedimente in „alte“ Schiefer übergeführt sind; das alles sind Fragen, die nur in sorgsamster Detailuntersuchung entschieden werden können. Was uns hier interessiert, ist nur die Höhenlage des alten Gebirges selbst: da sehen wir, daß von Hinter-Indien bis zum östlichen Teil des Archipels sich die Fläche um 5000 m und

¹⁾ R. D. M. Verbeek, Molukken-Verslag. (Tijdschr. v. h. Mijnwezen van Nederlandsch-Oost-Indie. 1908.)

²⁾ Nord-Sumatra I, S. 187 f.; II, S. 265.

noch mehr senkt, und zwar daß die NW-SO gerichtete Achse der Malaiischen Scholle, welche über Kambodja, Borneo, Celebes verläuft, in weit geringerem Maße sich senkt als die Flanken; daß von dieser Achse aus nach NO wie nach SW die Oberfläche des alten Gebirges sich derart senkt, daß sowohl auf den Philippinen wie auf Java etc. sie so gut wie ganz unter den Meeresspiegel taucht.

Durch die Festlegung dieser Oberfläche ¹⁾ des prätertiären Gebirges mit ihrer charakteristischen Verbiegung haben wir, um mich in gewisser Freiheit eines Davisschen Ausdrucks zu bedienen, eine „Uroberfläche“ gewonnen, und wir werden nun zu betrachten haben, wie diese prätertiäre Uroberfläche sich in das Bild der jüngeren Vorgänge schickt, bezw. wie diese jüngeren Vorgänge geradezu in den Veränderungen, welche diese prätertiäre Uroberfläche erlitten hat, zum Ausdruck kommen.

Die sekundäre Faltung.

Das jüngere Gebirge des Malaiischen Archipels ist mit geringen Ausnahmen in mehr oder weniger energische Falten gelegt, und vielerorts hat der Faltenbau ein besonderes technisches Interesse gewonnen, weil es sich um Petroleum führende tertiäre Schichten handelt, dessen Gewinnung wirtschaftlich bedeutende Werte produziert.

Uns interessiert die Faltung nach anderer Beziehung. Das Tertiär scheint an Einsenkungsgebiete gebunden. Es ist zum Teil außerordentlich mächtig und erreicht in Sumatra stellenweis Mächtigkeiten von 1000 bis 1500 m und darüber; in Java wird die Mächtigkeit bisweilen noch bedeutender. Vulkanisches Material baut zu einem wesentlichen Teil die Sedimente auf; so ist die Bildung meist sehr schnell vor sich gegangen; aber es müssen tiefe Becken gewesen sein oder allmählich einsinkende Becken, in denen derartig mächtige Sedimente zum Absatz gelangen konnten. Dabei ist die räumliche Ausdehnung der

¹⁾ Nach dem, was wir im Mesozoikum von der Malaiischen Scholle wissen, dürfen wir wohl auf eine alte ruhige Landschaft schließen, auf eine gewisse Gleichmäßigkeit der Höhen, der vielleicht diese peneplainartige, jetzt verhogene „Uroberfläche“ entsprechen könnte. Immerhin bleibt das Bild theoretisch. — Vgl. hierzu z. B. Abendanon, Zur Umrißform der Insel Celebes. (Z. d. deutsch. geol. Ges. 1912. Mon.-Ber. S. 269.)

Ablagerungen vielfach beschränkt; das scheint besonders in Sumatra der Fall zu sein. Also müssen wir annehmen¹⁾, daß ähnlich tiefe, aber räumlich begrenzte Becken, wie wir sie jetzt in den malaiischen Meeren kennen, auch damals bestanden haben und mit Sedimentmassen aufgefüllt sind; das würde uns also zu der Anschauung führen, daß die ganzen Verhältnisse im Malaiischen Archipel durch die gesamte Tertiärzeit auf denselben Voraussetzungen beruht haben wie auch heutzutage.

Ein weiteres interessiert uns: die Basis mächtiger Tertiärbildungen liegt heutzutage vielfach in beträchtlicher Meereshöhe. Um hier nur auf mein spezielles Arbeitsgebiet Sumatra hinzuweisen, liegt die Basis des Tertiärs im van Heutsz-Gebirge etwa 1500 m hoch²⁾, im Agusön-Gebirge im Gajoland fand ich Lepidocyclinen-Kalke³⁾ auf kristallinem Gestein ruhend über 1300 m Höhe. Diluviale Korallen treten in Groß-Atjeh in 75 m Höhe über dem Meere auf, ja ein etwa 500 m mächtiges Riff findet sich am Fuß des Goldbergs; auch im Süden Sumatras fand ich jungtertiäre oder diluviale Korallen in allerdings nicht sehr bedeutender Meereshöhe (ca. 75 m) im tiefsten Innern und auch im Osten des Archipels sind gehobene Riffe in verschiedenster Meereshöhe mehrfach beschrieben⁴⁾. Diese Angaben mögen genügen, um zu zeigen, daß Hebungen in der Geschichte des Malaiischen Archipels zweifellos eine Rolle spielen, und ich glaube auch, daß es nicht nur relative, sondern vielfach auch absolute Hebungen⁵⁾ sind.

Die Tertiärbildungen des Malaiischen Archipels sind zu einem wesentlichen Teil gefaltet; auch die unterlagernden mesozoischen Gesteine scheinen vielfach in den Faltungsprozeß mit einbezogen worden zu sein, und der springende Punkt ist: handelt es sich dabei um primäre oder sekundäre Faltung? Als primär wäre sie zu bezeichnen, wenn es sich bei der Faltung

¹⁾ Nord-Sumatra II, S. 309 f., 316 f.

²⁾ Nord-Sumatra I, S. 78, 191.

³⁾ Nord-Sumatra II, S. 275.

⁴⁾ Vgl. hierzu R. D. M. Verbeek, Molukken-Verslag (Jaarb. v. h. Mijnwezen enz. 1908) S. 817.

⁵⁾ Vgl. hierzu Nord-Sumatra I, S. 236; *ibid.* II, S. 275, 293, 302, 315 f. W. Volz, Die Insel Pulo Laut bei SO-Borneo, als Beispiel einer Hebung durch einen Massenerguß, (N. Jahrb. f. Min. Beil.-Band XX.)

um ein selbständiges Phänomen handelt, das unabhängig (wenn auch vielleicht nicht allenthalben ganz unbeeinflusst) von den Dislokationen sich vollzogen hat¹⁾. Ist sie dagegen in ihrem ganzen Verlauf, in der Art ihres Auftretens abhängig von dem Bruch- und Zerrungsphänomen der Malaiischen Scholle, so ist sie sekundär. Eine kurze Betrachtung der Faltensysteme wird uns darüber am besten Aufschluß geben.

Das Tertiärgebirge Sumatras erfüllt zum größten Teil die an die Malakka-Straße grenzende Gebirgsvorzone. Es ist überaus charakteristisch, daß der Verlauf der Falten allenthalben vollständig der Richtung der alten Horste folgt, mit ihnen O-W streicht, nach SO und S umbiegt, um dann wieder in die alte Ostrichtung zu gelangen u. s. w.²⁾. Man erhält direkt den Eindruck, daß das Tertiär gegen diese Horste als Widerlager gegengepreßt ist; ebenso ist es mit den Tertiärmassen, welche die tiefen Gräben erfüllen: das Streichen der Falten folgt der Richtung der die Gräben begrenzenden Horstschollen. Es ist sehr charakteristisch, daß in Djambi augenscheinlich ähnliche Verhältnisse bestehen; das Tigapulu-Gebirge wie das Duablas-Gebirge wird von gefaltetem Neogen allseits umgeben, während die weitere Umgebung aus ungefaltetem Neogen und Diluvium besteht. Das südliche Sumatra zeigt wieder Faltenbau, aber der äußerste Südosten ist nach Toblers Angabe wieder ungefaltet, horizontal gelagert³⁾.

Alle diese Tatsachen entsprechen ganz genau dem Bilde der sekundären Faltung: erst war das Horstrelief vorhanden, und gegen dieses sind die Falten gestaut. Der Boden des Indischen Ozeans versinkt, die Randzonen haben das Bestreben des Nachgleitens und brechen in Stufen ab, so gleitet das Tertiär südwestwärts und staut sich an dem Widerlager; dort aber, wo kein Widerlager ist, am Einbruch der Sunda-Straße, staut

¹⁾ Auch nach der Haugschen Geosynclinalen-Theorie müßte die Faltung keineswegs unbedingt als primär bezeichnet werden; die Auffassung als sekundär wäre ganz wohl damit vereinbar.

²⁾ Vgl. hierzu auch H. Hirschi, Geographisch-geologische Skizze vom Nordrand von Sumatra. (Tijdschr. v. h. K. Ned. Aardrijksk. Gen. 1910. Bd. XVII, 2, S. 741 f.)

³⁾ A. Tobler, Einige Notizen zur Geologie von Süd-Sumatra. (Verh. d. naturforsch. Ges. in Basel XV, S. 272 f. 1903. — Voorlopige Mededeeling over de Geologie de Residentie Djambi. (Batavia 1912.)

es sich auch nicht. Ganz ähnlich ist der Faltenbau von Java; nur daß hier die Generalrichtung des Streichens nicht NW-SO ist, wie bei Sumatra, sondern O-W. Beide Richtungen aber entsprechen ganz genau dem Verlauf des Stufenbaus des absinkenden Randes.

Gehen wir weiter! Ich führte die Falten von Madura ostwärts über die Kangean-Inseln¹⁾; das entspricht ganz den Angaben der Sarasins; von Elbert²⁾ ward diese Vermutung bestätigt. Recht eigenartig ist der Faltenbau von Celebes, so wie ihn uns die beiden Sarasins³⁾ schildern. Zwei große Faltenzüge durchziehen die Hauptinsel von Süden nach Norden und treten in OW-Richtung umbiegend in den Nordarm, welchen sie durchmessen; Faltenzüge gehen von Norden nach Süden durch das schmale Zentral-Celebes, Faltenzüge endlich verlaufen durch die nordöstliche Halbinsel und biegen in die südöstliche Halbinsel ein. Dieser Aufbau wird für den Süden durch die jüngsten Untersuchungen Elberts⁴⁾ bestätigt. Sein Madura-Bogen tritt nach Süd-Celebes über. Ihm parallel verläuft der Bima-Bogen von Sumbawa nach SO-Celebes, und auch die anderen Bogenstücke des südlichen und südöstlichen Celebes findet er wieder. Abendanon⁵⁾ trifft Abänderungen; von anderer Seite freilich wird jegliche junge Faltung bestritten. Diese eigenartige Gestaltung der Bögen glauben P. und F. Sarasin durch eine Wirbelbewegung zweier gegeneinander wirkenden Wirbel, einen Leitlinienstrudel, erklären zu sollen. Warum diese überaus schwierige Vorstellung? Wir sehen, von Asien und Australien her sinkt die Malaiische Verbindungsbrücke nach hierher zusammen; hier — an der Verbindungslinie Sunda-Graben, Celebes-See, Mindanao-Graben — ist das Senkungstiefste; von NW her und SO her gleiten hier die Sedimentmassen gegeneinander und stauen sich aneinander

¹⁾ Zur Geologie von Sumatra, S. 125.

²⁾ Elbert, Über das Alter der Kendeng-Schichten, mit *Pithecanthropus erectus* Dub. (N. Jahrb. f. Min. Beilageband XXV. 1908, S. 650).

³⁾ P. u. F. Sarasin, Entwurf einer geographisch-geologischen Beschreibung der Insel Celebes. (Wiesbaden 1901.)

⁴⁾ Die Sunda-Expedition des Vereins für Geographie und Statistik zu Frankfurt a. M. 2 Bde. 1911/12.

⁵⁾ l. c., S. 266 ff.

zu sekundären Falten auf: gegen die weitgeöffneten Bögen der breiten asiatischen Basis legen sich die enggeöffneten Bögen der schmalen australischen Basis. Unter dem Bilde der sekundären Faltung erklären sich die Faltenbögen von Celebes von selbst¹⁾.

Kommen wir zum Schluß: man könnte vielleicht die javanische Faltung für primär halten, obwohl auch hier das Auftreten gewaltiger ungefalteter Platten an der Südküste dagegen spricht; die Verhältnisse in Sumatra aber deuten herrisch auf eine sekundäre Faltung, und unter diesem Gesichtspunkt wird auch die Erklärung der scheinbar so komplizierten Verhältnisse von Celebes einfach. So scheint mir die sekundäre Natur der Faltung überaus wahrscheinlich. Um die Untersuchung auf den NO auszudehnen, fehlt es vorderhand noch an ausreichendem Beobachtungsmaterial. Der merkwürdige, auspringende Rotti-Timor-Bogen im SO gehört der prätertiären Tektonik an und ist somit ein diskrepantes Stück, welches nicht in den Rahmen unserer vorliegenden Betrachtung hineingehört.

Dem Versuch, die Faltung als primäre Kettengebirgsfaltung aufzufassen und Bruch und Vulkanismus als sekundäre Begleiterscheinungen, macht der Vulkanismus überhaupt und gerade in Java die größten Schwierigkeiten: das Tertiärgebirge reicht nicht über 1200 m Höhe, dagegen sind mehr denn hundert Vulkane über 1200 m hoch, ja 59 über 2000 m hoch. Das kennzeichnet die Intensität beider Phänomene; ferner, warum durchbrechen die Vulkane dort ausgerechnet die zusammengequetschten Falten, was sie doch sonst nirgends tun?! In Sumatra meidet der Vulkanismus nach Möglichkeit die mit tertiären Sedimentmassen belasteten Schollen; warum nicht auch in Java? In Sumatra haben wir eine breite vulkanfreie (Insel-) Vorzone, warum nicht auch in Java? Das alles spricht doch wohl dafür, daß die Faltung das untergeordnete, sekundäre Moment ist, nur ein Teil der Zerrung mit ihren Dislokationsphänomenen!

¹⁾ Eine ganze Polemik hat sich bekanntlich an die Faltung von Celebes und die Umrißform angeschlossen; auch ich bin gelegentlich hineingezogen worden, allerdings zumeist auf der Grundlage kleiner Gelegenheitschriften, so z. B. 1912 von P. Sarasin. Ich möchte daher hier meinen Standpunkt festlegen, den ich auf langjährigen Reisen im Malaiischen Archipel gewann.

Die Leitlinien des festen Landes.

I. Sumatra.

Sehen wir vom gesamten prätertiären Gebirge und der prätertiären Tektonik ab, so ist für die jüngere Zeit, welche etwa mit der oberen Kreide anhebt, das geologische und morphologische Bild durch folgende Faktoren bedingt: gewaltige Sprünge und Spalten, welche die Insel durchsetzen, tiefe Einbrüche und Senkungen dazwischen, Sedimentmassen von Hunderten, ja von Tausenden von Metern Mächtigkeit, welche besonders gern die Einbrüche auszufüllen scheinen, und vulkanische Ereignisse großartigsten Maßstabes.

Betrachten wir die Sprungsysteme ein wenig näher! Die gewaltige Kalkmasse von Groß-Atjeh schneidet nördlich bei den Inseln Bras und Nasi mit einem NW-SO verlaufenden Sprung ab, welchem das Tal des Atjeh-Flusses folgt; der Nordflügel ist versunken; von Süden her greifen kleine Kesseleinbrüche in die Kalkmasse hinein¹⁾. Dieser Bruch scheint weithin sich zu erstrecken; aber im Hintergrund der Niederung von Mölabu ist die Südflanke abgesunken; dieser Abbruch bildet weiterhin die gesamte Küste von Susu bis zur Niederung von Singkel. Anders sind die Bruchsysteme, welche das Gajoland beherrschen. An einer O-W streichenden Verwerfung ist das Vorland von Nord-Atjeh abgesunken, O-W streichende Spalten, gekreuzt von wesentlich N-S gerichteten, begrenzen die Grabeneinbrüche von Kanés, Döröt und Gajo Luos, welche um die Wende des Mesozoikums 2—3000 m tief eingesunken sind. Der Alas-Graben, welcher mindestens 1500 m tief eingebrochen ist, wird in seinem oberen Teil wieder von NW-SO verlaufenden Brüchen begrenzt, in seinem unteren Stück dagegen von N-S-Brüchen. Die Bruchsysteme des nördlichen Bataklandes verlaufen annähernd O-W, auch der gewaltige Randbruch, an welchem das Küstenvorland um mehrere tausend Meter abgesunken ist. In der Umgrenzung des Toba-Sees gesellen sich wieder NW-SO-Brüche hinzu. Der Toba-See selbst ist ein junger Einbruch, eine Scholle von 3000 qkm Größe, welche um 1000 m eingesunken ist. Im SO und S des Toba-Sees gewinnen NS-Sprünge wieder Bedeutung, speziell auf der Scheide von Habinsaran und dem südlichen

¹⁾ Nord-Sumatra II, S. 272.

Toba-Lande. Etwas weiterhin haben wir wiederum einen gewaltigen Einbruch, das Tertiär-Gebiet von Kuta Gedang; es wird im W und augenscheinlich auch im O durch N-S streichende Brüche begrenzt, während in der südlichen Umgrenzung NW-SO streichende Brüche vorherrschen. Der durch den Oberlauf des Batang Sumpur gekennzeichnete Gunung Gadang-Bruch scheint sich in N-S-Richtung weithin fortzusetzen und den Westabbruch des Padanger Hochlandes und die Küste von Padang zu bilden. Im Padanger Hochland selbst herrschen NW-SO-Brüche vor; das von überaus mächtigen tertiären Sedimentmassen erfüllte Becken des Umbilienfeldes ist ein langer Grabenbruch, der zwischen zwei NW-SO verlaufenden Sprüngen eingesunken ist und im SO wieder von einer N-S streichenden Verwerfung begrenzt wird. Den Singkarak-Einbruch begrenzen N-S-Brüche.

Dieselben Sprungrichtungen walten im nördlichen Süd-Sumatra durchaus vor, und der Ostabfall des Barisan-Gebirges wird durch tertiärgefüllte Buchten charakterisiert ¹⁾, welche durch NW-SO und N-S verlaufende Brüche begrenzt werden; NW-SO streicht der Graben zwischen Kaba und Dempo, NW-SO der junge Einbruch von Muara Dua, und für die Gestaltung der Südspitze Sumatras sind NW-SO- und N-S-Linien maßgebend. Die Sunda-Straße selbst trägt den Charakter eines Kessel-einbruches.

So wird Sumatra beherrscht durch Sprünge, welche in den Richtungen NW-SO, N-S und O-W verlaufen. Die SW-NO-Richtung dagegen fehlt gänzlich. Neben den allgemein auftretenden N-S-Brüchen überwiegen in Nord-Sumatra die O-W-Spalten, im mittleren und südlichen Sumatra dagegen NW-SO-Verwerfungen. Im Verlauf der Westküste Sumatras kommen diese Bruchrichtungen deutlich zum Ausdruck.

Neben diesen gradlinig verlaufenden Sprungsystemen treten in geringerer Anzahl auch große und kleine Kesselbrüche auf; jener an der Nordspitze fand bereits Erwähnung, sonst sind sie gern mit Vulkanen verbunden, wie am Görödong-Telong, Merapi, Sago u. s. w.

¹⁾ Tobler, Voorlopige mededeeling over de geologie der Residentie Djambi (Batavia 1912). Vgl. die Karte.

2. Java.

Durch die sorgfältige Aufnahme von Verbeek und Fennema¹⁾ sind wir über den geologischen Bau von Java in bemerkenswertem Maße orientiert. Zwar gegen die Altersbestimmung einzelner Schichtglieder wurden, besonders von Martin, berechtigte Einwände erhoben, und es gewinnt den Anschein, daß Verbeek vielfach die große Bedeutung der Fossilien für die Altersbestimmung gegenüber stratigraphischen Verhältnissen zurückgesetzt hat. Für die Betrachtung des allgemeinen Baues spielt diese Verschiedenheit der Auffassung keine Rolle; hier ist es von Wichtigkeit, daß Verbeek und sein Mitarbeiter so sorgfältig, als es nur möglich war, die Lagerungsverhältnisse festgelegt haben und speziell auch der Verbreitung und Lage der Falten wie Verwerfungen im Felde ihre Aufmerksamkeit zugewendet haben. Auf Grund dieser Aufnahmen war es mir möglich, bereits vor Jahren zu einem Bild des Gesamtaufbaues von Java zu kommen, zu zeigen, wie einmal Java beherrscht werde von wesentlichen O-W streichenden Falten des tertiären Gebirges, wie es zum anderen durchsetzt und zerbrochen wird von einem Netz von Brüchen, welche in den beiden Hauptrichtungen NW-SO und NO-SW sich kreuzen.

Die Sunda-Straße ist im wesentlichen als Kesseleinbruch aufzufassen, und diesem Bilde entsprechen nicht nur die Tiefenverhältnisse des Meeres, sondern auch der Aufbau des westlichen Bantam mit seinen einseitig östlich einfallenden Schichten. Die Wijnkoops-Bai wird im Norden von einem O-W streichenden Abbruch begrenzt, während der Ostrand eine SW-NO streichende Verwerfung ist. Die O-W streichende Verwerfung läßt sich ostwärts bis Bandung verfolgen, ja wir sehen, daß von Cheribon bis Samarang ähnlich streichende Spalten auftreten. Eine andere O-W-Spalte findet sich südlich des Merapi, und die Südgrenze der Madura-See liegt in ihrer Verlängerung, ebenso wie die Nordgrenze die gerade Fortsetzung der erstgenannten Dislokation bildet. Daß für die heutige Gestaltung von Java O-W-Verwerfungen eine bemerkenswerte Rolle spielen, zeigt ja der Südabbruch der Insel gegen den Ozeanboden mit seinen Schwellen und Gräben.

¹⁾ Verbeek u. Fennema, Geologische beschrijving van Java en Madoera. 2 Bde. Amsterdam 1896.

Betrachten wir den Zusammenhang zwischen den Spalten und den Falten, so ergibt sich vielfach größere Klarheit, daß nämlich ein Zusammenhang besteht, daß wenigstens zum Teil die Spalten jünger sind als die Falten, daß die gefalteten Schollen sich des öfteren gegeneinander verschoben haben. Besonders deutlich kommt das z. B. zum Ausdruck bei den gefalteten Schollen zwischen Slamats und Sindoro. Aber auch die merkwürdigen Verhältnisse südlich von Tjiamis werden nun klarer u. s. w.

Ein interessantes Problem, das noch zu lösen bleibt, bildet das Verhältnis von Falten und Vulkanen zueinander; man erhält beim Betrachten des Verlaufes der Antiklinalen und der Lage der Vulkane gar oft den Eindruck, daß eine Beziehung walten müsse. Hier kann uns natürlich nur die sorgfältige Beobachtung im Felde der Lösung näher bringen.

Ich glaubte vor zehn Jahren ¹⁾ das eigenartige Sprungnetz, das Java mit so großer Deutlichkeit durchsetzt, auf Torsion zurückführen zu sollen, auf eine Spannung, die bei der ungleichförmigen Zerstückung der Malaiischen Scholle entstand. Elbert schloß sich dieser meiner Meinung an und übernahm ²⁾ das Bild, welches ich vom Bau von Java entworfen hatte. Seine wertvollen Untersuchungen im Osten des Archipels erwiesen die Richtigkeit meiner damals viel angefeindeten Anschauung.

3. Der östliche Archipel.

Dasselbe Sprungsystem, welches das javanische Torsionsnetz bildete, konnte Elbert im Osten des Archipels nachweisen; auf Karte 7 des II. Bandes seines Reisewerkes sind die Spalten eingetragen. Ebenso wie die geschilderten Systeme von Sumatra und Java sind sie im Felde geologisch beobachtet, und nur ihre Ausdehnung über die Wasserfläche ist auf Grund von Mutmaßungen erfolgt. Sieben große SSW-NNO-Spalten unterscheidet Elbert; sie werden gekreuzt durch etwa ebensoviele SO-NW verlaufende Brüche und auch O-W streichende Dislokationen entbrechen nicht; auch ihrer gibt Elbert sechs. Ebenso

¹⁾ Zur Geologie von Sumatra S. 126 ff., 163 ff.

²⁾ Elbert, Über das Alter der Kendeng-Schichten mit *Pithecanthropus erectus* Dub. (N. Jahrb. f. Min. 1908, Beilageband XXV, S. 650f.). — Ders., Sunda-Expedition, I. c., bes. 327 ff.

wie auf Java fehlen aber N-S-Linien ganz. Die Westbegrenzung des Golfes von Boni bildet die einzige Ausnahme.

Bei der überaus großen Übereinstimmung wendet denn auch Elbert den von mir eingeführten Begriff der Torsion zur Erklärung des Baues auf den östlichen Malaiischen Archipel an.

Abendanon¹⁾ beschreibt aus Celebes altes Gebirge und junge Falten; vor allem SSW-NNO-Brüche und NNW-SSO gerichtete Spalten, die in NW-SO-Richtung umbiegen, und daneben fast O-W gerichtete Bruchlinien beherrschen den Bau, soweit seine Beobachtungen reichen; bemerkenswert ist, daß die Bruchlinien in Zentral-Celebes bogenförmig sind und ihre konvexe Seite nach W kehren; das schickt sich wohl zu dem Bilde sekundären Faltenbaus (s. oben S. 143f.).

4. Die Philippinen.

Unsere Kenntnis vom geologischen Aufbau der Philippinen ist noch recht unvollständig. Wir wissen, daß das wesentliche Bild dasselbe ist wie im übrigen Archipel; tertiäre mächtige Sedimente und vulkanische Produkte bauen das Gebiet fast ganz auf, und zahlreiche Dislokationen zerstückten es in eine Inselkette. Was wir an Positivem wissen, gründet sich fast ausschließlich auf G. F. Becker²⁾ und W. D. Smith³⁾. Sie unterscheiden unter den tektonischen Hauptlinien neben der N-S streichenden Sierra Madre-Linie zwei Systeme: das äußere System verläuft in Ost-Mindanao in S-N-Richtung, biegt alsdann in SO-NW-Richtung um, um in Luzon wiederum die S-N-Richtung anzunehmen. Das innere System folgt der SW-NO-Richtung; es besteht zunächst aus den die Philippinen mit Borneo verbindenden Inselreihen und umfaßt weiterhin den westlichen Teil der Philippinischen Inselwelt. Durch die neuen Tiefseeforschungen zeigt es sich mit Deutlichkeit, daß das Relief des Meeresbodens sich völlig diesen Linien anpaßt, die äußere Serie insofern noch schärfer charakterisiert, als auch im mittleren Stück der Insel-

¹⁾ E. C. Abendanon, Zur Umrißform der Insel Celebes (Z. d. Deutsch. geol. Ges. 1912, Mon.-Ber. S. 266 ff.).

²⁾ G. F. Becker, Report on the geology of the Philippine Islands (U. S. Geol. Survey 21. ann. Report 1901, 3, p. 493 f.).

³⁾ W. D. Smith, The Philippine Islands (im Handbuch der regionalen Geologie von G. Steinmann und P. Wilckens VI, 5. Heidelberg 1910).

welt immer wieder die N-S-Richtung der Abbrüche zum deutlichen Ausdruck gelangt.

5. Der zentrale Teil der Malaiischen Scholle.

Unsere Kenntnis des geologischen Aufbaues von Borneo ist noch recht lückenhaft. Eigentlich nur zwei große Gebiete sind in den letzten Jahren des näheren durchforscht; West-Borneo durch Wing Easton und der westliche Teil des zentralen Borneo durch Molengraaff. Ersterer konstatierte einen sehr ruhigen Bau ohne bedeutende Verwerfungen. Letzterer¹⁾ hingegen konnte großartige, wesentlich O-W streichende Sprungsysteme beobachten, welche sich zum Teil Hunderte von Kilometern durch das zentrale Borneo dahinziehen und den Bau von Zentral-Borneo beherrschen.

Die Leitlinien des Meeresbodens.

1. Das Relief des Meeresbodens.

Die Untersuchungen der letzten Jahre, an welchen in nicht geringem Maße deutsche Vermessungsschiffe beteiligt waren, haben überaus interessante Ergebnisse zutage gefördert, welche die bisherigen Vorstellungen über das Bodenrelief der angrenzenden Meere recht erheblich geändert haben. Unverkennbare intime Beziehungen ihres Reliefs zur Gestaltung des Landes heben sich heraus, und jede neue Lotungsreihe bietet neue Vergleichspunkte.

Nur die wichtigsten Züge seien hier kurz zusammengestellt. Die Inseln Sumatra und Java brechen in mehreren Stufen gegen den Ozeanboden ab; man wußte schon länger, daß die Sumatra vorliegende Inselreihe durch ein auffallend tiefes Meer von der Hauptinsel abgeschieden wird, daß eine Wiederholung des Vorganges sich seewärts zeigt, daß nämlich die Inselreihe jäh in den tiefen schmalen Mentawai-Graben abbricht, um dann zu einer breiteren Schwelle wieder anzusteigen, welche sich nur langsam zur Tiefe des Ozeans senkt. Dagegen ist es erst vor wenigen Jahren festgestellt worden, daß die Verhältnisse im Süden Javas ganz gleichartig liegen; durch einen tiefen Graben abgeschieden, lagert der Insel ihrer ganzen Länge nach ein

¹⁾ Geologische Verkeningstochten in Centraal-Borneo (Leyden 1900) bes. S. 470f.

unterseeischer Rücken vor, der im Süden in die jähe Tiefe des Sunda-Grabens (7000 m) abbricht. Jenseits geht es wieder hinan, und die südlich gelegene Schwelle wird von der Christmas-Insel gekrönt. In langer Rinne erstreckt sich der Graben weithin ostwärts zwischen Australien und die kleinen Sunda-Inseln.

Ganz ähnliche Verhältnisse nun sind im Nordost festgestellt bei den Philippinen; während man noch vor wenig Jahren meinte, daß ein gleichmäßiger, wenn auch steiler Abfall zu der Tiefe des stillen Ozeans überleite, ist es zunächst durch die „Edi“ und dann den „Planet“ nunmehr festgestellt, daß die Philippinen auf ihrer Ostseite von einem schmalen langen Graben begleitet werden, welcher die tiefsten Tiefen des Weltmeeres (9788 m) enthält. Jenseits erhebt sich der Graben wiederum zu einem Rücken, welcher allerdings in seinem Verlauf noch nicht völlig klargestellt ist; er erhebt sich zu Tiefen von nur etwa 4000 m. Ein ähnlicher Graben, welcher wiederum zu Tiefen von 7000 m und darüber absinkt, stößt im Norden an und leitet von Formosa ab, zunächst O-W gerichtet, im Bogen in die japanischen Wässer hinüber. Auch dieser Graben wird seewärts von einer Schwelle begleitet.

So sehen wir den Boden des Weltmeeres allenthalben in mehreren Stufen zur Malaiischen Scholle ansteigen, und zwar ist jede dieser Stufen derart gebildet, daß sie gegen das Land hin tief einsinkt, während ihr seewärts gelegener Rand höher emporragt. Instruktive Profile gibt mein Reisebericht von Sumatra und Java¹⁾.

An den geschilderten Tiefenverhältnissen können wir deutlich wahrnehmen, daß das oben beschriebene Versinken des Südost-Endes der Malaiischen Scholle gegenüber dem asiatischen Festland auch den Meeresboden betrifft. Es beträgt die größte Meerestiefe zwischen den Mentawai-Inseln und Sumatra 1671 m, zwischen Java und dem unterseeischen Rücken steigt sie bereits auf 3400 m und erreicht südwestlich von Rotti ca. 5000 m. Der Mentawai-Graben ist im Norden wenig über 5000 m tief, im Süden über 5600 m, und der Sunda-Graben, der seine Fort-

¹⁾ Nord-Sumatra II, S. 309 u. 311. Über den Mechanismus der Zerrung vgl. *ibid.* S. 315 ff.

setzung bildet, erreicht 7000 m Tiefe. Dasselbe gilt für die Schwellen; die Sumatra begleitende Inselreihe setzt sich vor Java unterseeisch fort. Und weiter: westlich Nord-Sumatras erhebt sich im tiefen Weltmeer ein Rücken zu nur 2100 m Tiefe; er setzt sich in der Mentawai-Schwelle fort mit 4400—4800 m Tiefe, und das anschließende Stück südlich des Sunda-Grabens hat bereits 5500 m Tiefe. Also auch der Meeresboden bei Java ist gegen den Meeresboden beim mittleren und nördlichen Sumatra um 2—3000 m tiefer gelegen!

Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Philippinen: die tiefsten Tiefen liegen östlich Mindanao, im Norden wiederum östlich Luzon liegen die flachsten Schwellen.

Ist es ein Zufall, daß der tiefste Einbruch innerhalb der Malaiischen Scholle, die Celebes-See mit einer Tiefe von mehr denn 5000 m, auf der genauen Verbindung zwischen den tiefsten Tiefen des Sunda-Grabens und des Philippinen-Grabens liegt, in der genauen Erstreckung von SW nach NO?

Diese Grabenbrüche begrenzen beiderseits die Malaiische Scholle mit gewaltigem Abbruch!

Werfen wir nunmehr einen kurzen Blick auf die Tiefenverhältnisse innerhalb dieses Gebietes.

Die 200 m-Tiefenlinie umschreibt den zusammenhängenden Block und zeigt die enge Zugehörigkeit der westlichen Sunda-Inseln zum asiatischen Kontinent. Gegenüber den gewaltigen Tiefen der Randmeere erscheinen die flachen Seen, welche Sumatra, Java und Borneo von Hinter-Indien trennen, wie flache Tümpel; man mag sie ignorieren. Ebenso wird im SO durch die 200 m-Linie eine überaus breite Zone dem Festlandsblock von Australien und Neu-Guinea zugeschlagen. Dieser australische Block und Hinter-Indien sind die beiden Widerlager, zwischen denen sich die Zertrümmerung der Malaiischen Scholle vollzieht, die festen Punkte, zwischen denen die Scholle gewissermaßen festgeschraubt ist; auf ihre mitbestimmende Rolle werden wir später eingehen.

Der Golf von Pegu bildet einen ovalen Einbruchskessel mit wesentlicher N-S-Richtung im Norden Sumatras; ihm entspricht auf der anderen Seite das Süd-Chinesische Meer, welches einen SW-NO gerichteten Einbruchskessel bildet und in seinen größten Tiefen über 4000 m hinausgeht; auffallend ist der

Parallelismus seiner Tiefenzonen und der tiefen Furchen, welche er z. B. an der Nordwestküste von Borneo südwärts vortreibt, mit der Richtung des inneren Leitliniensystems der Philippinen; daneben treten in seiner Begrenzung N-S-Linien herrschend auf, und im nördlichen Teil gewinnen diese N-S-Linien völlig die Oberhand. Es besteht also volle Kongruenz zwischen den Philippinen und ihren Binnenmeeren. Denn das, was eben ausgeführt wurde, gilt uneingeschränkt auch für die Sulu-See und Celebes-See; ein 4000 m tiefer Graben begleitet die Sulu-Inseln im N; im S sinken sie zu über 5000 m Tiefe in die Celebes-See ab, welche gleichfalls in ihren Tiefenlinien der SW-NO-Richtung folgt. Und dieser selben Richtung gehört die Minahassa an, das nordöstlichste Stück des Nordarms von Celebes. Weiter ostwärts gewinnt die Richtung der äußeren Leitlinien der Philippinen die Herrschaft; das kommt auch im Verlauf der tiefsten Meeresrinnen zum Ausdruck, und das Bild der Insel Halmahera deckt sich mit diesem Meeresrelief.

Bereits im Süden der Celebes-See beginnt die Herrschaft der O-W-Richtung, und ihr Gebiet umfaßt den gesamten SO des Archipels, von Celebes an bis nach Neu-Guinea und auf der anderen Seite bis Java hin.

Der Nordarm von Celebes¹⁾ wird im N von der 5000 m tiefen Rinne der Celebes-See begleitet, aber auch im S, am Golf von Tomini stürzt er bis über 3700 m Tiefe ab; und wie diese tiefen Rinnen O-W gerichtet sind, so auch die Rinne, welche über 5000 m tief die Sula-Inseln im Süden begleitet. Ein fast 4000 m tiefer, schmaler Graben schiebt sich südlich der Tukang-Besi-Inseln weit nach Westen vor, und zu größerer Tiefe noch brechen die Allor-Inseln im Norden ab, und mit Tiefen, die immer noch 3000 m überschreiten, geht diese Rinne als Flores-See weit nach Westen bis fast nach Lombok hin und erreicht bei Flores mit 5121 m ihre größte Tiefe. Damit ist der Anschluß an Java erreicht.

Die Sula-See setzt sich, immer noch über 4000 m tief, nördlich von Serang ostwärts fort und streicht gradlinig auf das offene Maul der Westhalbinsel von Neu-Guinea zu. Auch die

¹⁾ Vgl. hierzu auch J. F. Niermeyer, *De onderzeese vorm van Celebes* (Tijdschr. v. h. K. N. Aardrijksk. Gen. 1909, 2, S. 612 f. mit Karte).

Südseite der Banda-See wird von O-W streichenden Rinnen begrenzt: nördlich und südlich der Süd-Wester-Inseln; ebenso beherrschen Linien derselben Richtung das westliche Neu-Guinea.

Aber mit diesem Hauptsystem treten konkurrierend Nebensysteme auf; im nördlichen Teil des Malaiischen Ostens, von Celebes bis hin zu den Kei- und Arru-Inseln, ist es das N-S-System der Philippinen und im Süden und Südosten das SW-NO-System der kleinen Sunda-Inseln; es kommt zum Ausdruck im NW-Abbruch des australischen Festlandes, in Timor und dem zwischen beiden gelegenen 3100 m tiefen Timor-Graben und in der fast 3800 m tiefen Sawu-See und weiterhin der 5000 m tiefen Rinne der westlichen Banda-See, der 3000 m tiefen Rinne zwischen Kei- und Arru-Inseln; und die tiefste Tiefe der Banda-See mit 6500 m Tiefe ist eine Kombination des Zusammentreffens dieser SW-NO-Richtung mit der N-S-Richtung der äußeren Philippinen.

2. Landbrüche und Meeresrelief.

Die Leitlinien des festen Landes, welche oben zur Besprechung kamen, waren Brüche, welche im Felde durch Beobachtung festgestellt sind, nicht abgeleitete Linien; die Gräben, Rinnen und Schwellen des Meeresbodenreliefs sind dagegen morphologisch abgeleitete Linien, der direkten Beobachtung ihres Baues unzugänglich. Wie harmonieren beide miteinander? Es ist bemerkenswert und von hoher Wichtigkeit, daß absolute Kongruenz zwischen ihnen besteht!

SO-NW-Richtung beherrscht Sumatra und das vorliegende Meer. Daneben tritt vor allem im Nordwesten die N-S-Richtung stark hervor. Auch reine O-W-Richtung ist in Nord-Sumatra reichlich vertreten; dagegen fehlt die SW-NO-Richtung völlig.

Java und die angrenzenden Meere stehen unter Herrschaft der O-W-Richtung und zwar vereint mit SO-NW streichenden Torsionslinien; daneben tritt die SW-NO-Richtung in großer Deutlichkeit zutage. Diese beiden Richtungen beherrschen auch den südlichen Teil des östlichen Archipels zu Wasser und zu Land; im nördlichen Teil des östlichen Archipels dagegen ist die O-W-Richtung herrschend, und was wir in Borneo an tektonischen Linien kennen, streicht O-W. Daneben tritt für den gesamten Nordosten des Malaiischen Archipels die N-S-Richtung charakteristisch auf und beherrscht den Außenrand, von Neu-Guinea

über die Philippinen bis nach Formosa. Im inneren Teil dagegen, zwischen diesem Außenrand und dem Festlandsockel, überwiegt die SW-NO-Richtung.

Diese Kongruenz der Linien des festen Landes und des Meeresbodenreliefs ist beweisend für ihren inneren Zusammenhang.

Der Bauplan des Malaiischen Archipels.

Die Malaiische Scholle ist eine Landbrücke zwischen Hinter-Indien und Australien. Das sind die beiden Widerlager, an denen die Landbrücke festgeheftet ist. So erstreckt sie sich in NW-SO Richtung. Die Landbrücke versinkt, und die Malaiische Scholle wird um 4000—5000 m und noch mehr gegenüber dem asiatischen Festlandsockel versenkt; aber sie kann nicht beliebig frei einsinken, hängt sie doch auf der anderen Seite am australischen Widerlager. Das ist die eine Bewegung, welche die Malaiische Landbrücke unter Senkungen, Hebungen und Stauchungen ausführt.

Hierzu tritt ein Zweites. Im Nordosten versinkt allmählich der Pazifische Ozean, und die Tendenz des Nachsinkens ergreift die Festlandsränder; so ist auch der Nordosten der Malaiischen Scholle bestrebt nachzusinken, aber dies Nachsinken erfolgt in anderer Richtung als das erstgenannte Einsinken der Landbrücke: während dies auf einer NW-SO-Linie geschah, soll nun der Pazifische Rand nach NO sich senken.

Genau die gleiche Erscheinung wiederholt sich auf der Südwestseite. Der Indische Ozean bricht ebenso ein wie der Pazifische, und die Tendenz des Nachsinkens greift auf seine Ränder über; es entsteht das gleiche Bild wie auf der anderen Seite, ein Abbiegen, diesmal nach SW.

Die Verbindungsbrücke zwischen Asien und Australien sinkt in die Tiefe; da der Ansatz an Asien sehr breit ist, an Australien dagegen nur schmal, so wird die Tiefe des Einbruchs — ich möchte sagen das Zerreißen — erheblich näher an Australien gelegt und der größere Teil bleibt in Festlandverbindung mit Asien. Man geht wohl nicht fehl, wenn man in den SW-NO streichenden Verwerfungen der kleinen Sunda-Inseln und Molukken das staffelförmige Abbrechen vom australischen Festland erblickt.

Die Malaiische Scholle sinkt in gleicher Weise gegen Australien hin ein wie gegen die beiden angrenzenden Meere; so muß sie gewissermaßen einen halbkuppelförmigen Bau erhalten mit einer zentralen Höhenachse, welche in direktem Anschluß an die Widerlager (Asien) steht. Und das ist tatsächlich der Fall, wie die Betrachtung der prätertiären „Uroberfläche“ gezeigt hat. Der Widerstreit der Absenkungsrichtungen (im Südosten nach SO, im Nordosten nach NO und im Südwesten nach SW) kommt in einer Torsion zum Ausdruck, welche alle Ränder betreffend dort natürlich am stärksten auftritt, wo die verschiedenen Richtungen aufeinander prallen, also vor allem auf Java und den südlichen Philippinen.

Aus dem Zusammentreten der Hauptzerrungsrichtungen bildet sich ein Torsionssprungnetz, welches in Java aus einer Durchkreuzung der SO-NW-Richtung (= Absinken des Indischen Ozeans) und SW-NO-Richtung (= Einbrechen der asiatisch-australischen Landbrücke) besteht.

In ähnlicher Weise ist auch das Bruchnetz der Philippinen und des anschließenden Teiles der Molukken zu erklären, durch Torsion. Die SW-NO-Brüche des inneren Leitliniensystems der Philippinen können wir als das gestaffelte Einbrechen der Malaiischen Landbrücke auffassen; diese Richtung beherrscht das Innere des nordöstlichen Teiles derselben. Von O her erfolgt die Zerrung durch das Einbrechen des Pazifischen Ozeans; infolgedessen zerbricht das Land an senkrecht dazu gerichteten, also mehr oder weniger N-S streichenden Brüchen; bei der Intensität der Zerrung überwiegen diese Brüche in der Außenzone durchaus.

Es scheint, als ob der Übergang der großen Bruchrichtungen in andere ähnliche unter einem gewissen Eindrehen der Richtungen erfolgt, so daß also in den Übergangszonen vielfach eine gewisse Annäherung der Hauptrichtungen aneinander erfolgt.

Sumatra und der anschließende NW des Archipels wird wesentlich von N-S streichenden Brüchen beherrscht: sie folgen dem großen Einbrechen ganz Ostasiens infolge der Pazifischen Zerrung und können augenscheinlich frei austreichen, da kein Widerlager im S vorhanden ist.

Einer auffallenden Tatsache sei hier noch gedacht: der Einbruch von Pegu wird im Süden von einem O-W streichenden

Abfall begrenzt; O-W streichende Brüche treten als überaus wichtig in Nord-Sumatra reichlich auf; Borneo wird durch O-W streichende Brüche verworfen, eine gewaltige Dislokation dieser Richtung hat Molengraaff beschrieben; sie streicht ein wenig nördlich des 1° n. Br. durch mindestens 250 km grade dahin. Der Nordarm von Celebes fällt mit einem O-W gerichteten Steilabfall zur 5000 m tiefen Celebes-See ab, und endlich verläuft der Nordabbruch von Neu-Guinea zu ozeanischen Tiefen von 4000 m und darüber weithin einer O-W-Linie folgend: hier leuchtet eine Bruchzone durch, welche den gesamten Archipel gradlinig durchsetzt, eine Bruchzone, die vielleicht für den Archipel von größerer Bedeutung ist.

Die Karte des Archipels lehrt uns, daß der asiatische Anteil der Malaiischen Scholle erheblich größer ist als der australische; schon die 200 m-Linie stellt den Zusammenhang weithin her. Die Hauptzertrümmerung liegt in der Berührungszone beider. Ebenso aber lehrt die Karte, daß der Einfluß der Pazifischen Zerrung erheblich weiter vorgeschritten ist als jener der Indischen Zerrung; erstere ist erheblich intensiver als letztere. Die größere Intensität der Pazifischen Zerrung tritt ebensowohl horizontal wie vertikal in Erscheinung. In schmalen Stufen steigt der Boden des Indischen Ozeans zur Malaiischen Scholle an, die größte Tiefe beträgt im Sunda-Graben 7000 m; und der weiter landeinwärts gelegene Einbruch ist noch nicht sehr weit vorgeschritten: er beginnt im Norden mit dem Golf von Pegu und setzt sich mit dem Einbruch der Straße von Malakka¹⁾ zur Java-See fort, erst im Osten wird der Einbruch wieder tiefer.

Ganz anders die pazifische Seite. Der Randgraben erreicht fast 10000 m Tiefe, und der am weitesten landeinwärts vorgedrungene Einbruch ist überaus breit und tief: er umfaßt die gesamte Süd-Chinesische See, Sulu-See, Celebes-See bis hin zur Banda-See; die größte Tiefe des Einbruchs liegt in der Mitte, in der Celebes-See (vgl. oben S. 152) und dort, wo Pazifische und Indische Zerrung zusammentreffend sich kombinieren: in der Banda-See.

So entspricht also dem Süd-Chinesischen Meer im O der Golf von Pegu im W; aber während im O dann weiterhin tiefe

¹⁾ Nord-Sumatra Bd. II, S. 309.

Meeresarme in die Malaiische Scholle weit eingreifen, sind derartige Rinnen im SW eben erst angelegt, z. B. in der Sunda-Straße, zwischen Rotti und Flores u. s. w. Unter diesem Gesichtspunkt hat auch Sumatra eine ganz ähnliche Lage wie die Philippinen; auch Sumatra ist in sich durch Brüche und Gräben zerstückt, aber der Landzusammenhang ist noch völlig gewahrt, während die Philippinen bereits tief untergetaucht sind.

So scheint der Bauplan des Malaiischen Archipels deutlich, und aus ihm heraus halte ich es nicht für zutreffend, die Tiefen der Banda-See als einen ovalen Einbruch zu betrachten; wir haben vielmehr in ihm ein Zusammentreffen der verschiedenen Bruchrichtungen zu sehen, die Fortsetzung der Sawu-See und Timor-See, welche südlich von Serang mit O-W-Linien sich kombinieren: hier findet, wie bereits bemerkt, das Zusammentreffen Pazifischer und Indischer Zerrung statt, deren Kombination die auffallend große Tiefe zustande bringt.

Zusammenfassung.

Kurz zusammengefaßt bestimmen also folgende Momente den Bauplan der Malaiischen Scholle:

1. Der Zusammenhang mit Asien und Australien (halbkuppelförmige „Uroberfläche“); das Einbrechen der Landbrücke erfolgt längs SW-NO streichender Linien.
2. Zerrung infolge Versinkens des Pazifischen Ozeans: Tendenz des Nachbrechens des gesamten Ostasiatischen Randes längs meridionaler, d. h. N-S gerichteter Verwerfungen; diese streichen durch den ganzen Malaiischen Archipel hindurch und treten dort herrschend auf, wo kein Widerlager abändernd einwirkt. Bei der großen Intensität der Zerrung beherrscht sie die ganze breite Nordostzone.
3. Zerrung infolge Versinkens des Indischen Ozeans: Tendenz des Nachsinkens des Festlandrandes längs NW-SO gerichteter Spalten; bei der erheblich geringeren Intensität der Zerrung beherrscht sie nur die schmale Südwestzone.
4. Kombiniert damit durchsetzt eine mächtige O-W streichende Bruchzone den gesamten Archipel und scheint sich beiderseits weithin zu erstrecken.

5. Die durch die Kombination all dieser Bewegungen hervorgebrachte Spannungen führen zu bzw. werden begleitet von sekundärer Gebirgsbildung.

Meine Anschauung über die Stellung der Vulkane habe ich an anderer Stelle¹⁾ eingehend dargelegt.

Für die gesamte Malaiische Scholle und den jungen Vulkanismus aber leuchtet eine Beziehung heraus: die Vulkane scheinen an die Nachbarschaft der tiefsten Tiefen gebunden²⁾; nur in der Nachbarschaft von Tiefen über 5000 m stehen junge Vulkane, aber umgekehrt allenthalben dort, wo derartige Tiefen auftreten, haben wir junge Vulkane: Sumatra, Java, kleine Sunda-Inseln, Philippinen und in der Umgebung der Celebes-See und Banda-See.

Die Frage des älteren Vulkanismus bedarf noch mancher Klärung, so z. B. das Auftreten vulkanischer Gesteine in Borneo etc.; denn heutzutage kennen wir in Indonesien nur randlichen Vulkanismus.

Bemerkungen zur Karte.

Über die Grundsätze der Kolorierung habe ich bereits oben S. 181 das Wesentlichste angegeben; es kam mir darauf an, das Relief der malaiischen Scholle nach Möglichkeit plastisch zu gestalten, so wählte ich eine vom Konventionellen abweichende Farbengebung: braun ist die Oberfläche der malaiischen Scholle, weiß der Steilabsturz und blau die tiefen Meeresböden. Bei den Ozeanen beginnt ja der eigentliche Boden in größerer Tiefe, aber doch wird meine Absicht, den Steilabfall herauszuheben, trotzdem voll erreicht: er ist nur schmaler als in Wirklichkeit.

Auf dem Deckblatt sind die im Felde beobachteten und im Text besprochenen Bruchlinien eingetragen, auf den Philippinen die Leitliniensysteme.

Die roten Linien auf der Karte dagegen sollen nicht die im Felde beobachteten oder morphologisch aus dem Relief abgeleiteten Bruchlinien bedeuten, sondern die Richtung der Leitlinien angeben; allerdings habe ich mich bemüht, nach Möglichkeit die Bruchlinien hierzu zu benutzen. Man hat die breite Wahl, wo man einen Bruch von Tausenden von Metern Sprung-

¹⁾ Nord-Sumatra II, Kapitel 7.

²⁾ Vgl. hierzu oben S. 140.

höhe ziehen will, oben oder unten; ich habe die Linie auf den Steilabfall gelegt.

Bei den Linien ist vielfach ein leichtes Konvergieren zu bemerken; da ist aber auch die Kartenprojektion mit ihrer Verzerrung zu berücksichtigen! Auch leichte bogenförmige Krümmung der Linien tritt vielfach in Erscheinung; zum großen Teil scheint das mir auch darauf zurückzuführen, daß die Brüche oft nicht in reiner Richtung weitergeführt werden, sondern durch Kombination zweier konkurrierender Richtungen, z. B. die Westküste von Süd-Sumatra u. a.

Es bleibt im einzelnen noch viel, sehr viel zu klären und zu erforschen! Die Karte gibt meine Anschauung vom Bau der malaiischen Scholle; solch Versuch ist vielleicht kühn und gewagt und enthält sicherlich so manches Fehlerhafte! Aber es genügt mir, wenn die leitenden Gedanken brauchbar sich erweisen und unsere Vorstellungen vom Bau der Erdkruste, speziell der malaiischen Scholle fördern. In dieser Hoffnung bitte ich um Nachsicht für alles Korrekturbedürftige!

W. Volz, Der Malaiische Archipel.

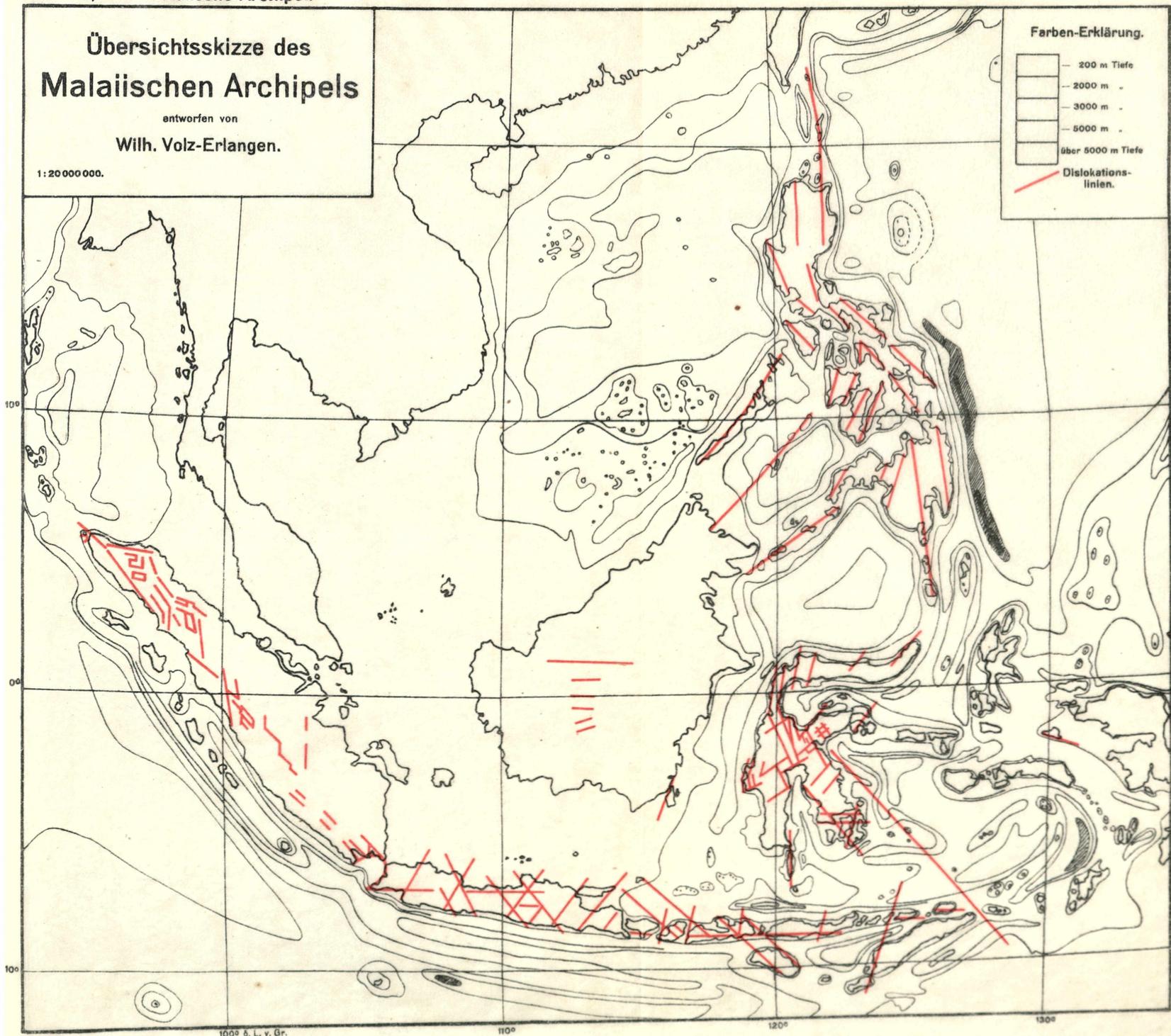
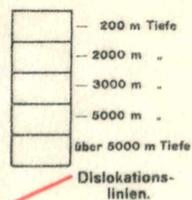
Übersichtsskizze des Malaiischen Archipels

entworfen von

Wilh. Volz-Erlangen.

1:20 000 000.

Farben-Erklärung.



100° ö. L. v. Gr.

110°

120°

130°

W. Volz, Der Malaiische Archipel.

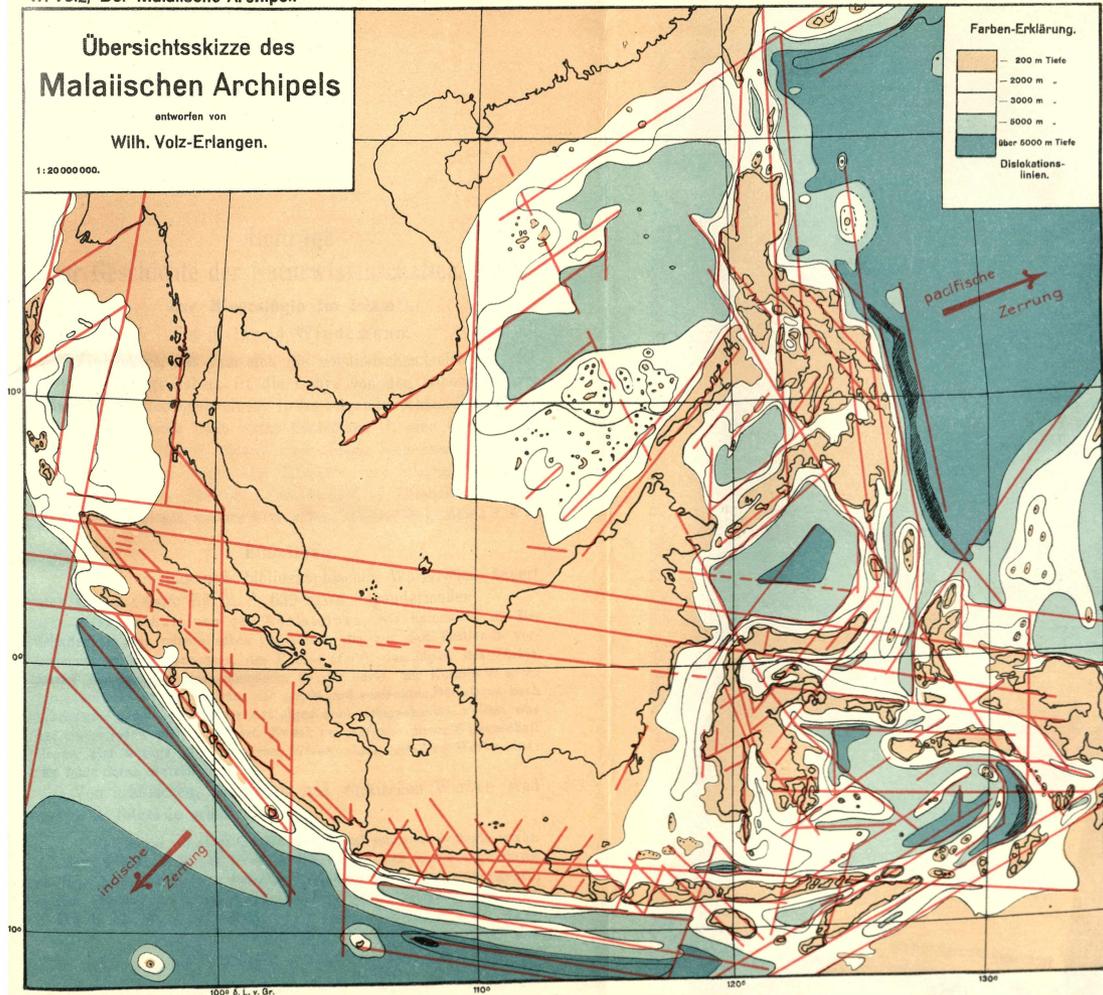
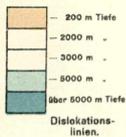
Übersichtsskizze des Malaiischen Archipels

entworfen von

Wilh. Volz-Erlangen.

1:20 000 000.

Farben-Erklärung.



indische
Zerrung

pazifische
Zerrung

100° & L. v. Gr.

110°

120°

130°

W. Votz, Der Malaiische Archipel.

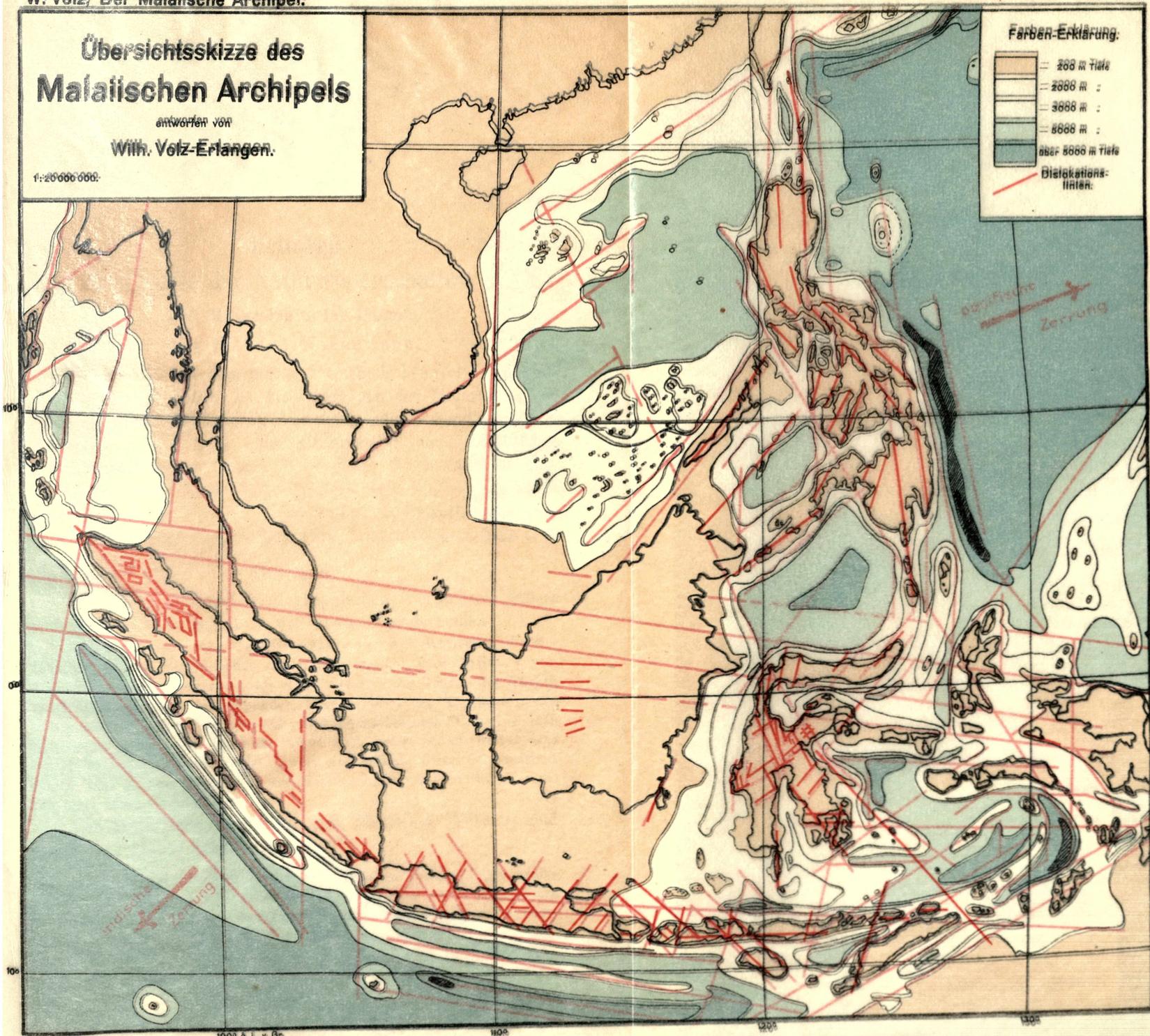
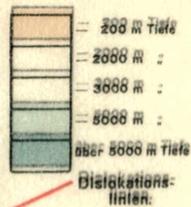
Übersichtsskizze des Malaiischen Archipels

entworfen von

Wilh. Votz-Erlangen.

1:200000000.

Farben-Erklärung:



100° ö. L. v. Gr.

110°

120°

130°

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Physikalisch-Medizinischen Sozietät zu Erlangen](#)

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: [44](#)

Autor(en)/Author(s): Volz Wilhelm

Artikel/Article: [Der Malaiische Archipel, sein Bau und sein Zusammenhang mit Asien. 178-204](#)