

Die neue Flora der Vulkaninsel Krakatau.

Von

A. ERNST.

Hierzu Tafeln XIV—XIX.

Inmitten der Sundastrasse, zwischen Java und Sumatra, liegt eine Gruppe kleiner Inseln, welche vor einem Vierteljahrhundert Schauplatz des grössten vulkanischen Ausbruchs in historischen Zeiten gewesen sind: Krakatau¹⁾, Verlaten Eiland und Lang Eiland. Die drei Inseln umschliessen ein fast kreisförmiges Becken von etwa vierzig Quadratkilometer Fläche. An dessen Stelle dehnte sich vor dem furchtbaren Ausbruch vom 26. bis 28. August 1883, von den beiden anderen Inseln nur durch schmale Meeresarme getrennt, der nördliche Teil der damals noch 9 km langen und 5 km breiten Krakatauinsel. In ihrem südlichen Teil erhob sich als steiler Kegel der 832 m hohe Rakàta, an welchen sich im Zentrum der Insel der mehrgipfelige,

¹⁾ Die offiziellen inländischen Bezeichnungen sind Poeloe (Insel) Rakàta für Krakatau, P. Sertoeng für Verlaten Eiland, P. Rakàta ketjil für Lang Eiland. Über die Bedeutung des Wortes Krakatau oder Rakàta hat Verbeek weder aus der Literatur noch durch Erkundigungen Gewissheit erlangen können. Schon die offizielle Benennung Rakàta scheint eine abgeänderte Form zu sein, denn in malayischen Schriften tauchen noch andere Schreibweisen wie Kalkata, Karkata auf. Der letzte Name findet sich auch schon auf einer kleinen Karte der Sundastrasse vom Jahre 1611. Vielleicht stammt der Name der Insel von den Sanskritausdrücken Karta, Karkata, Kartataka ab, welche Krebs, Krabbe bedeuten. Auch Junghuhn („Java, seine Gestalt, Pflanzendecke und innere Bauart“, Leipzig 1854, Band IV, Seite 1) gibt an, dass Rêkata oder Rakata im Altjavanischen, der sog. Kawisprache, Krabbe bezeichne; demnach würde der Name Poeloe Rakàta etwa „Krabbeninsel“ bedeuten. Die jetzt gebräuchliche Form „Krakatau“ ist vielleicht aus der amtlichen Bezeichnung Rakàta im Sprachgebrauch der Seeleute entstanden. Seit der Eruption ist dieser Name, der auch den Eingeborenen vorher schon geläufiger war als Rakàta, allgemein üblich geworden. Andere Schreibweisen wie Krakataoe, Krakatoa, Krakatoea, denen man in der Literatur begegnet, sind im malayischen Archipel unbekannt. Mit Verbeek bezeichnen wir daher die Insel als Krakatau, ihren höchsten Berg mit dem alten Namen Rakàta.

etwa 400 m hohe Danan, der Rest einer ringförmigen Kraterwand, anlehnte; nördlich erstreckte sich bis zur Küste hin das hügelige, von mehreren Gipfeln überragte Gebiet des Perboewatan. Die ganze Insel war vom Strande bis auf die Spitze des Rakáta von undurchdringlichem Urwald bedeckt. Nur im Gebiet des Perboewatan fand Verbeek ¹⁾, welcher dem nördlichen, seither verschwundenen Teil der unbewohnten Insel im Juli des Jahres 1880 einen kurzen Besuch abstattete, einige bis zur Küste reichende Lavaströme, die, von spärlicher Vegetation bedeckt, an ihrer Oberfläche nur wenig verwittert waren. Wahrscheinlich stammten dieselben von dem einzigen bekannten Ausbruch im Jahre 1680 her.

Schon seit langem hielt man die vulkanische Tätigkeit auf der Insel für gänzlich erloschen. Am 20. Mai 1883 aber öffnete sich plötzlich unter heftigen, weit über Java und Sumatra hin hörbaren Detonationen ein neuer Krater am Perboewatan, dessen Auswurfsmaterial, Bimsstein und Asche, schon nach wenigen Tagen einen grossen Teil der Insel, ebenso Teile von Verlaten Eiland mit einer bis 1 m hohen Schicht überdeckte. Auf der Nordseite des hohen Hauptgipfels und auf dem ganzen nördlichen Teil von Krakatau ragten hie und da noch einige Baumstämme, armselige Reste des früheren üppigen Waldes, aus der grauen Decke hervor, während auf der Südseite des Kegels, auf Lang Eiland und einer vierten zwischen diesem und Verlaten Eiland gelegenen, seit der Eruption vom 27. August völlig verschwundenen Insel „Poelsche Hoed“ die Vegetation noch wenig gelitten hatte.

Im Juni öffnete sich ein zweiter, Asche und Bimsstein auswerfender Krater am Fusse des Danan. Anfang August bildeten sich ein dritter Krater und zahlreiche dampf- und rauchausstossende Spalten an dem Südabhang des Danan, welcher später vollständig einstürzte und den Hauptkrater für die letzten Eruptionen bildete. Die Heftigkeit der Ausbrüche steigerte sich am 26. und 27. August zu der furchtbaren Katastrophe, deren Wirkungen zum Teil auf der gesamten Erdoberfläche wahrgenommen werden konnten.

Die Detonationen wurden nicht nur im Gebiet des ganzen malayischen Archipels, sondern auch in Ceylon, Birma, Manilla, Neu-Guinea und an der Westküste Australiens gehört. In Batavia und Buitenzorg auf Java, 150 km vom Explosionsort entfernt, wirkten sie wie heftige, aus nächster Nähe abgefeuerte Artilleriesalven. Der

¹⁾ Verbeek, R. D. M., Topographische en geologische beschrijving van Zuid-Sumatra. Jaarboek van het Mijneuzen in N. O. J. 1881, Deel I, pag. 154—156; 179—181; 214—215.

Verbeek, R. D. M., Krakatau. Batavia 1885, pag. 5.

erzeugte Luftdruck machte die Fensterscheiben klirren und erschütterte die Häuser so stark, dass im Innern Gegenstände von Tischen und Gestellen heruntergeworfen wurden.

Während des Ausbruchs überschüttete der Vulkan seine ganze Umgebung bis in eine Entfernung von 35 km mit glühenden Steinen und heisser Asche. Was nahe lag, wie die Dörfer auf der von zweitausend Menschen bewohnten Insel Sebesi, erlitt das Los von Herculanium und Pompeji. Ein dichter Aschenregen fiel über ganz Süd-Sumatra, nordwärts bis Benkoelen und Palembang, in Westjava bis über Batavia und die Preanger Regentschaften hinaus; feiner Aschenstaub wurde über eine noch grössere Fläche, etwa 600 000 Quadratkilometer, hingestreut. In südwestlicher Richtung erstreckte sich der Aschenregen sogar 1200 km weit und allbekannt ist, dass allerfeinste Teilchen vermengt mit Wasserdampf in die obersten Luftschichten gelangten, durch Luftströmungen über die ganze Erde verbreitet wurden und die prächtigen Dämmerungserscheinungen veranlassten, die im Dezember 1883 überall zu beobachten waren.

Die Gesamtmenge der von den Kratern der Krakatauinsel vom Mai bis August 1883 ausgeworfenen Massen wurde von Verbeek auf Grund eingehender Berechnungen auf 18 Kubikkilometer geschätzt — eine Schuttmenge, die z. B. genügen würde, um das ganze Gebiet des Kantons Zürich mit einer Schicht von 10 m Mächtigkeit zu überdecken. Durch diesen ungeheuren Materialverlust wurden der Hauptkrater und die benachbarten Teile der Insel in ihrer Basis unterhöhlt und am Morgen des 27. August erfolgte die Hauptkatastrophe: ein grosser Teil der Insel und des umgebenden Meeresgrundes stürzte gleich einem mangelhaft unterstützten Gewölbe zusammen. Den Trümmern nach drängte wie in einen Trichter von allen Seiten die See, türmte sich über dem versunkenen Krater im Zusammenprall wieder empor und erzeugte gewaltige Flutwellen, die, gegen 40 m hoch und Felsblöcke bis zu 300 Kubikmeter Inhalt mit sich führend, zu wiederholten Malen über die benachbarten Küsten Javas und Sumatras hereinbrachen. Mehrere Kilometer landeinwärts wurde alles zerstört; ganze Dörfer verschwanden und gegen 30 000 Menschen fanden in der tobenden See den Tod. In der flachen Javasee drang die Flutwelle nur mit geringer Gewalt vor. Immerhin erlitten die niedrigen Inseln in der Bucht von Batavia beträchtlichen Schaden und in Tandjong Priok, dem Hafen von Batavia, wurden am 27. August von Mittag an während der nächsten 36 Stunden nicht weniger als 18 Flutwellen verzeichnet, von denen die erste und stärkste eine Höhe von mehr als 2 m besass. Viel günstigere Bedingungen für ihr Fortschreiten fand die Welle im tiefen Wasser des indischen Ozeans. Noch am

gleichen Tage wurden in allen Häfen desselben heftige Stosswellen wahrgenommen. Am 28. August hatte die Flut bereits den Weg in den nordatlantischen Ozean gefunden und wurde in Rochefort, Cherbourg, Havre und anderen Orten verspürt.

Die geologische Expedition, die zwei Monate nach der Eruption unter der Leitung von Verbeek die Untersuchung der Inselgruppe vornahm, konstatierte ungeheure Veränderungen (vergleiche das Spezialkärtchen von Tafel XIV). Die kleine Insel „Poelsche Hoed“, ein Stück von Lang Eiland sowie zwei Drittel der Hauptinsel mit einer Fläche von 22,85 km² waren versunken. Die Bruchfläche ging mitten durch den Rakáta, dessen höchster Punkt noch erhalten geblieben war. Vom Gipfel an fiel der Berg jetzt in steiler, fast senkrechter Wand bis zum Meeresboden ab. An seinem Fuss wie auch draussen in dem neuen Meeresteil, der zwischen den früher dicht beisammen liegenden Inseln entstanden war, erreichte das Lot erst bei 100, 200, stellenweise 300 m Länge den Grund.

Lava schien während des ganzen Ausbruchs nicht geflossen zu sein, dagegen zeigten sich die drei Inseln von Bimsstein und Aschenschichten überdeckt, deren Mächtigkeit häufig 60 m, im Mittel 30 m betrug. Verlaten Eiland und Lang Eiland waren um diesen Betrag höher geworden. Das erstere hatte überdies rings an Ausdehnung gewonnen. Ebenso hatte sich an der Südwest- bis zur Südostküste der Krakatauinsel ein neuer Randgürtel gebildet, und zwar waren hier zu den erhalten gebliebenen 10,7 Quadratkilometern 4,6 Quadratkilometer Neuland hinzugekommen. In der kurzen seit der Eruption verstrichenen Zeit von zwei Monaten, waren durch die Tätigkeit des Wassers schon tiefe Täler und Schluchten, teilweise mit 6 bis 8 m hohen senkrechten Wänden, in die lockeren Schichten eingeschnitten worden. Auch war in der Nähe des Gipfels, wo die neuen Schichten von Anfang an am schwächsten gewesen sein mussten, hier und da ein Stück der alten Felsoberfläche mit gestürzten und verkohlten Baumstämmen blossgelegt. Überall aber waren die letzten Reste pflanzlichen Lebens, welche die ersten Ausbrüche noch überdauert hatten, unter der hohen Decke glühenden Gesteins völlig vernichtet worden. Die ehemals grünen Inseln lagen als Wüste traurigster Art da, einsam — 19 bis 25 km entfernt von den benachbarten, gleichfalls halb verödeten Inseln Sebesi und Seboekoe, 35 bis 45 km von den nächstgelegenen Punkten der javanischen und sumatranischen Küste — unbewohnt und aller Wahrscheinlichkeit nach auch für lange Zeiten unbewohnbar. Aber bald stellten sich die ersten Pioniere pflanzlichen und tierischen Lebens ein und schon heute, kaum 23 Jahre nach der gänzlichen Vernichtung allen organischen

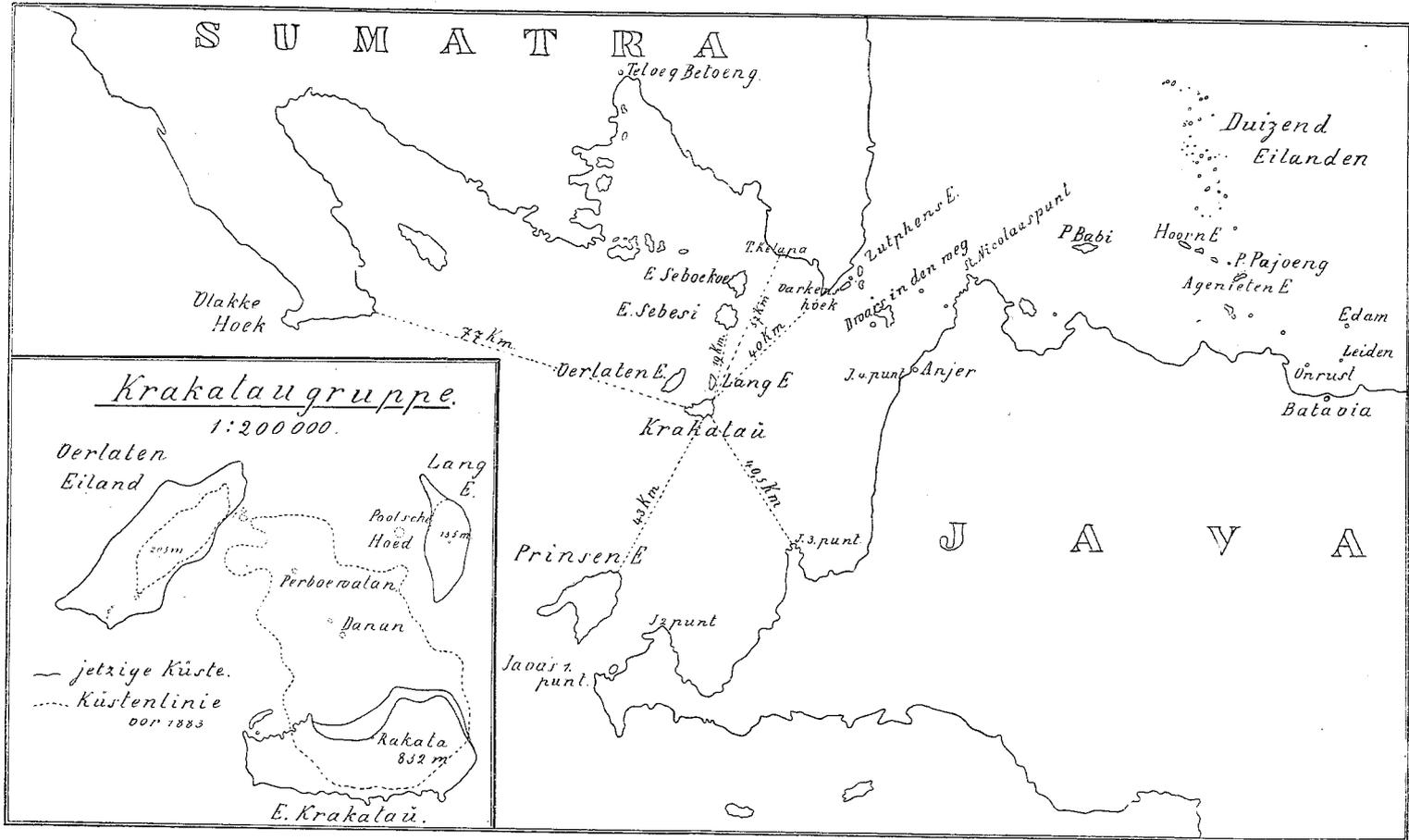


Fig. 1. Karte der Sundastraße. Masstab 1:1 750 000.

Fig. 2. Kartenskizze der Krakatauinseln (nach Verbeek). Masstab 1:200 000.

Lebens auf der Eilandgruppe, sind die Inseln von einem neuen Pflanzenkleid überzogen, stellenweise in solcher Üppigkeit, dass es des Haumessers bedarf, um mühsam einen Weg durch dasselbe zu bahnen.

I. Ergebnisse der Besuche von 1886 und 1897.

Es ist ein grosses Verdienst des berühmten Leiters der botanischen Institute zu Buitenzorg auf Java, des genialen Forschers Melchior Treub, das Studium der neuen Krakatauflorea begonnen und weiterhin ermöglicht zu haben. Die bis heute zu drei verschiedenen Malen vorgenommene botanische Durchforschung der 1883 vegetationslos gewordenen Inseln hat ausser zahlreichen Aufschlüssen allgemein biologischer Natur durch die Feststellung des Verlaufs der Neubesiedelung einen der wichtigsten Beiträge zur Lösung der viel diskutierten Frage nach der Herkunft der Flora und nach der Besiedelungsgeschichte weit vom Festland entfernter Inseln geliefert. Die ältere Literatur¹⁾ über dieses interessante pflanzengeographische Problem war, sofern sie sich auf direkte Beobachtung gründete, auf die Besiedelungsgeschichte junger, aus dem Meere emporwachsender Koralleninseln, also flachen abgelegenen Neulandes, und auf die Untersuchung der Verbreitungsmittel der Pflanzen von älteren Korallen- und Vulkaninseln angewiesen. Auf Krakatau bot sich nun Treub²⁾ Gelegenheit zum Studium des komplizierteren Problems: wie entsteht die Vegetation eines inselbildenden Vulkans, der bei einer Eruption seine ganze Pflanzendecke verloren hat, oder — was auf dasselbe hinausläuft — wie entsteht die Vegetation einer plötzlich aus dem Meer emporgehobenen hohen Insel, und ferner: in welcher Reihenfolge treten die neuen Florenelemente auf der Insel auf und durch welche äussere Faktoren wird die Neubesiedelung überhaupt vermittelt?

Den aus dem Meere emporwachsenden Koralleninseln werden die ersten lebenden Keime von Landpflanzen durch die Meeresströmungen zugeführt, welche Früchte und Samen, die an der Wasseroberfläche dahintreiben, an den flachen Strand tragen. Einzelne

¹⁾ Eine vollständige Zusammenstellung derselben befindet sich in: W. B. Hemsley, Report on present state of Knowledge of various Insular Floras, Introduction to the first three Parts of the Botany of the Challenger Expedition, Botany, Vol. I, pag. 69.

²⁾ M. Treub, Notice sur la nouvelle Flore de Krakatau. Annales du Jardin botanique de Buitenzorg, Vol. VII, 1888.

M. Treub, Over het nieuwe Plantenkleed van Krakatau; Naturkundig Tijdschrift voor Neederlandsch-Indië, Band 48, 1889.

der gelandeten Keime sind noch lebensfähig. Sie treiben aus und wachsen, sofern die Lebensbedingungen nicht allzu ungünstig sind, zu den ersten Pflanzen der Insel heran. Es ist schon lange bekannt, dass nur eine verhältnismässig kleine Zahl von Pflanzen in dieser Art ihr Verbreitungsgebiet auszudehnen vermag. Die Vergleichung der Inselfloren hat gezeigt, dass es ausschliesslich Strandpflanzen sind — im malayischen Archipel gibt es ungefähr 320 Arten — deren Früchte oder Samen die zu einer solchen Verbreitung durch die Meeresströmungen erforderlichen Eigenschaften aufweisen, d. h. die Fähigkeit besitzen, während Wochen oder Monaten auf Meerwasser zu schwimmen, ohne ihre Keimkraft einzubüssen.

Als zweiter wichtiger Faktor für die Besiedelung der Koralleninseln hat sich die Mitwirkung der Vögel ergeben, welche sich auf solchen Inseln zum Ruhen niederlassen oder nach Nahrung suchen. Sie können auf verschiedene Art zur Bereicherung der Inselflora beitragen. Fruchtfressende Vögel deponieren mit ihren Exkrementen Samen, die den Darmkanal unversehrt passiert haben. Ferner werden beim Ordnen und Putzen des Gefieders häufig Früchtchen und Samen abgestreift, die vermittelst Häkchen oder anderer Vorrichtungen an den Federn hafteten oder zusammen mit Erde und Schlamm an den Zehen mitgetragen worden sind.

Den Meeresströmungen und den Vögeln verdanken zahlreiche Koralleninseln die ersten und verbreitetsten Pflanzen. Durch den Wind und gelegentlich durch andere Faktoren werden denselben später, wie aus zahlreichen Beobachtungen hervorgeht, auch Sporen und Samen anderer Pflanzen zugeführt, welche nun auf dem von ihren Vorgängern schon veränderten Substrat zusagende Keimungs- und Wachstumsbedingungen vorfinden und rasch die noch vorhandenen Lücken in der Inselvegetation ausfüllen.

Für Krakatau erwartete nun Treub in Analogie zu der eben angedeuteten Entstehungsgeschichte der Flora rezenter Koralleninseln etwa folgenden Gang der Besiedelung:¹⁾

„Le littoral de l'île se couvre de plantes à l'aide des graines amenées par les courants océaniques et par les oiseaux tout comme chez les îles de corail. Les éléments qui composent la flore de cette bande littorale remonteront petit-à-petit les versants de l'île; cela est possible parceque la plupart de ces plantes, bien que préférant une station saline, croissent vigoureusement encore éloignées de la plage et à une assez grande altitude. Cependant, plus la bande végétale originaire de la plage remonte et plus sa marche se ralentira.

¹⁾ M. Treub, l. c. pag. 216.

Finalément ce sera presque uniquement par l'entremise des oiseaux que les parties les plus élevées de l'île se peupleront de plantes. Une fois toute l'île couverte d'un tapis végétal peu dense encore, le terrain sera peu à peu préparé à recevoir d'autres plantes dont les spores ou les graines sont amenées par le vent ou par d'autres causes."

Ganz anders aber stellte sich der wirkliche Gang der Besiedelung dar. Im Juni 1886, als die Insel von Treub zum ersten Male besucht wurde, waren überall, vom Strande bis zum Gipfel, Anfänge einer neuen Vegetation vorhanden und Treub konnte die wichtige Tatsache feststellen, dass die Besiedelung des Strandes und des Innern sowie der Abhänge des Kegels gleichzeitig, aber in verschiedener Weise und in der Hauptsache mit verschiedenen Pflanzen erfolgte. Als erste pflanzliche Ansiedler auf den Bimsstein- und Aschendecken, auf dem blossliegenden Gestein in den Schluchten des Bergabhanges wurden blaugrüne Algen festgestellt, denen — nach den Befunden der späteren Expeditionen zu schliessen — wohl schon damals Diatomeen und Bakterien beigemischt waren. Die schwarzgrüne, gallertig-schleimige Schicht, mit welcher diese zweifellos vom Winde nach der Insel getragenen, kleinsten und genügsamsten Organismen Bimsstein und Asche überzogen, bildete ein geeignetes, nährstoffreiches Substrat für die Keimung von Moos- und Farnsporen und der Samen von Blütenpflanzen, welche wie die ersteren infolge ihrer Kleinheit und ihres geringen Gewichtes durch die Luftströmungen auf die Insel gelangten. Besonders charakteristisch für die erste Epoche der Besiedelung war das quantitativ bedeutende Vorherrschen der Farne, die mit 11 verschiedenen, im indomalayischen Gebiet weit verbreiteten Arten vertreten waren, unter denen aber nur zwei in der Strandflora der Inseln vorzukommen pflegen.

Ausser Kryptogamen wurden 1886 auch schon Phanerogamen auf der Insel getroffen, im Vergleich zu den Farnen allerdings erst in verhältnismässig kleiner Arten- und Individuenzahl. In der Driftzone des Strandes fand Treub Keimlinge von 9 Arten von Blütenpflanzen, deren Samen, durch die Meeresströmung ans Ufer getragen, dort gekeimt hatten, ferner Früchte und Samen von 7 weiteren Blütenpflanzen, welche wie die ersteren der typischen Strandvegetation des malayischen Archipels angehören. Im Innern und an den Abhängen des Rakáta betrug die Zahl der Phanerogamen-Arten 8, von denen zwei mit an der Küste gefundenen identisch waren. Die übrigen 6 Spezies, vier Kompositen und zwei Gräser, also mit leichten, teilweise mit Flugapparaten versehenen Früchtchen ausgerüstete Pflanzen, waren offenbar gleich den winzigen Sporen der Kryptogamen durch den Wind aus der umgebenden Inselwelt dem Neuland des Krakatau

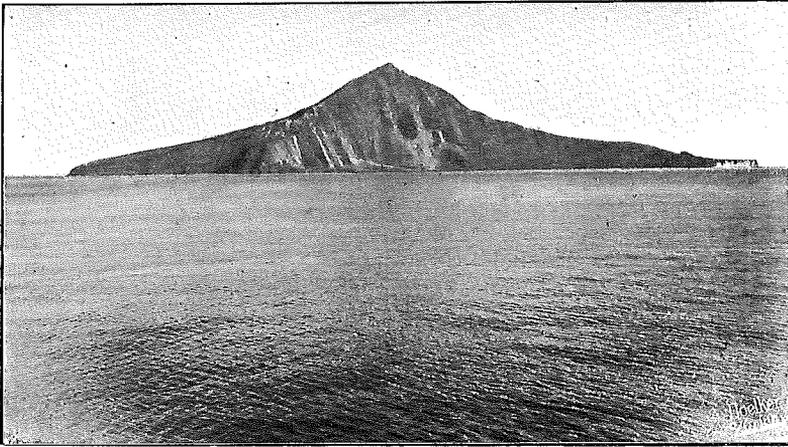
zugeführt worden. Durch Tiere oder durch Vermittlung des Menschen eingeschleppte Pflanzen waren auf der unbewohnten und nur schwer zugänglichen Insel noch nicht vorhanden.

Das Problem der Erst- oder Neu-Besiedelung einer weit vom Festlande abgelegenen hohen Vulkaninsel war also durch Treubs Beobachtungen in überraschender Weise gelöst worden. In vollständiger Abweichung von dem in Analogie mit den Koralleninseln zu erwartenden Besiedelungsverlauf hatte sich als wichtigster Befund ergeben, dass in der ersten Periode desselben die Elemente der Strandflora, welche als erste Besiedler der Koralleninseln auftreten, nur einen verschwindend kleinen Anteil an dem neuen Pflanzenkleid haben. Die Flora des Inselinnern hatte sich nicht nur völlig unabhängig, sondern auch viel rascher als diejenige des Strandes entwickelt. Die Anzahl der im Innern vorkommenden Arten war grösser und die Individuenzahl besonders einzelner Farne so bedeutend, dass das Gesamtbild der entstehenden Vegetation durch diese Farne bestimmt wurde. Zwischen ihnen erschienen erst hie und da, im Gebirge sowohl wie am Strande, einzelne Phanerogamen eingestreut.

Es wäre nun von grossem Interesse gewesen, die allmählichen Veränderungen dieser noch so artenarmen und merkwürdig zusammengesetzten neuen Pflanzenwelt der Insel festzustellen. Eine von Treub in Aussicht genommene eingehende Durchforschung der Inselgruppe während der nächstfolgenden Jahre musste indes leider unterbleiben und erst mehr als 10 Jahre später, im März 1897 wurde der Krakatauinsel durch Treub, Penzig¹⁾, Raciborski, Boerlage und Clautriau der zweite Besuch abgestattet.

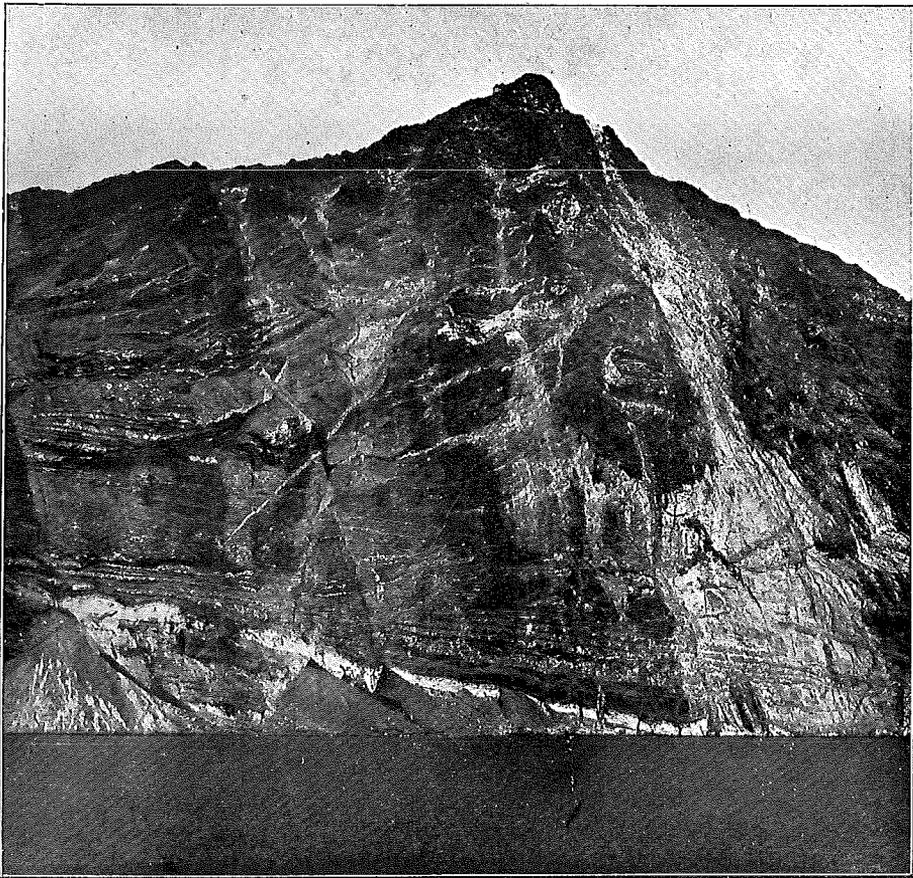
In den 10^{1/2} Jahren, welche zwischen der ersten und zweiten botanischen Durchforschung liegen, hatte eine wesentliche Vermehrung der Artenzahl von Küsten- und Binnenlandflora stattgefunden. Im ganzen wurden im Jahre 1897 auf Krakatau und den ebenfalls besuchten, im Jahre 1886 noch völlig vegetationslosen Inseln Verlaten Eiland und Lang Eiland 62 Arten von Gefässpflanzen, 50 Phanerogamen und 12 Gefässkryptogamen, gefunden, sowie am Strande die angeschwemmten Samen und Früchte von weiteren 26 Blütenpflanzen gesammelt. Der Pflanzenbestand der Insel war ein dichter, stellenweise geschlossener geworden, die Bildung charakteristischer Pflanzenvereine, Formationen, hatte begonnen. Auf allen drei Inseln fand sich am Strande vorherrschend die als *Pes Caprae-Formation* bezeichnete Pflanzengesellschaft. *Mangrove* fehlte gänzlich und zu Strandwäldungen war erst auf Verlaten Eiland ein Anfang gemacht.

¹⁾ Penzig, O., Die Fortschritte der Flora des Krakatau. Annales du jardin botanique de Buitenzorg 1902. II. série, Vol. III, pag. 92—113.



Phot.: A. Ernst.

Fig. 3. Ansicht der Krakatauinsel von Norden.
(pag. 326).



Phot.: A. Ernst.

Fig. 4. Gipfel des Rakáta (882 m) mit der Abbruchwand.
(pag. 323).

Weiter landeinwärts bildete das Pflanzenkleid eine Art Savanne oder Grassteppe mit zum Teil mehr als mannshohen Gräsern, die vielerorts sich zu dichtem Dschungel vereinigten. Auf den Hügeln und Gräten fanden sich niedrigere Gräser, mit zahlreichen Farnen und spärlichen Phanerogamen gemischt. An den Felswänden herrschten noch wie 1886 die Farne stark vor. Sträucher waren erst spärlich vertreten und Bäume fehlten fast ganz.

Unter den bis 1897 auf der Inselgruppe aufgetretenen 53 Phanerogamen waren, wie Penzig annimmt, 32 Arten (60,39 %) durch die Meeresströmungen, 17 Arten (32,07 %) durch den Wind der Insel zugeführt worden und nur 4 (7,54 %) schienen durch Vermittlung von fruchtfressenden Tieren oder von Menschen auf die verödeten Inseln gelangt zu sein.

II. Die Exkursion vom 24.—27. April 1906 in das Gebiet der Sundastrasse und nach Krakatau.

Während meines Aufenthaltes in Buitenzorg wandte ich mich gemeinschaftlich mit Herrn C. A. Backer, dem Verfasser einer umfangreichen in Druck befindlichen „Flora von Batavia“, mit der Bitte an Professor Treub, noch einmal einen Ausflug zum Studium der Krakatauflorea zu organisieren. In liebenswürdigster Weise ging er darauf ein. Auf seine Verwendung hin wurde von der Regierung für die geplante Fahrt ein kleiner Küstendampfer zur Verfügung gestellt, der in jener Zeit zur Ablösung des Leuchtturmpersonals einige Küstenpunkte im Gebiete der Sundastrasse zu besuchen hatte. Die Dauer der Exkursion wurde auf 4 Tage und die Abreise auf den 24. April festgesetzt. Leider war Herr Professor Treub durch Krankheit verhindert, an der Fahrt teilzunehmen, welche nunmehr noch zwei weitere an 's Lands Plantentuin in Buitenzorg studierende Botaniker, die Herren Dr. Pulle aus Holland und Prof. Dr. Campbell aus Kalifornien, mitmachten.

I. Vegetation und Flora der Koralleninsel Edam.

Am Morgen des 24. April 1906 verliess die „Snip“ („Schnepfe“), bei prächtigem Wetter den Hafen von Tandjong Priok, um zwischen den zahlreichen kleinen Koralleninseln hindurch, welche der Nordwestküste Javas vorgelagert sind, westwärts zu steuern. Unser erstes Ziel war die kaum 12 km entfernte Insel Edam, welche früher wie Onrust, Leyden und andere der kleinen Inseln ausserhalb des Hafens von Batavia bewohnt wurde. Heute haust auf derselben nur noch der europäische Aufseher des grossen Leuchtturmes

mit Familie und einigen javanischen Dienern. Die unwirtlichen Inseln mit ihren Häusertrümmern und überwachsenen Strassen sind der Herd einer gefährlichen Malaria. Ganze Schwärme von Mücken sollen nachts die Bewohner überfallen und werden auch tags über beim Durchstreifen des Dickichts lästig. Der intensive Geruch nach verwesenden Meertieren und Pflanzen, die bei der grossen Luftfeuchtigkeit fast unerträgliche Hitze lassen schon nach kurzem Aufenthalt ahnen, welche verderbliche Folgen ein längeres Verweilen auf einem dieser Eilande für den menschlichen Körper haben muss. Die Leuchtturmwächter halten es hier auch trotz relativ hoher Besoldung nicht lange aus und kehren mit ihren Familien nach 1—3 Monaten Dienst für längeren Urlaub nach Batavia, in ein gesünderes Klima zurück. Die Insel ist von weisser Brandung umgürtet; auf schmaler Einfahrt tanzt das Boot einem kleinen Steindamm entgegen, der auf dem Korallenriff zur Erleichterung der Landung aufgebaut worden ist. Während in wiederholter Fahrt die Nahrungsmittel für die wenigköpfige Inselbevölkerung, das Petroleum für die Leuchtturmlampe gelandet, Postsachen und Monatslöhne ausgeteilt werden, haben wir Zeit, die Insel zu durchstreifen. Auf einer mit hohen Gräsern überwachsenen Strasse, am kleinen Gemüsegarten und einer Kokospflanzung vorbei, gelangen wir durch verwildertes Kulturland ins Innere und an den gegenüberliegenden Strand, wo in breitem Streifen die ursprüngliche Vegetation erhalten ist.

Am Wege finden sich zahlreiche Exemplare einer grossen, baumartigen Euphorbiacee, *Phyllanthus Emblica*. Von denselben hängen wirre Strähnen und dichte Knäuel gelbgrüner und bräunlicher Fäden herab. Alle Äste und Zweige dieser Bäume sind mit einem dichten Netzwerk ähnlicher Fäden überzogen und gleiches Flechtwerk bedeckt unter den Bäumen auch die Gräser und Kräuter. Die langen Fäden sind die Stengel einer windenden Schmarotzerpflanze, *Cassytha filiformis*, die in ihrer ganzen Gestaltung auffallend an unsere einheimischen *Cuscuta*-arten erinnert, obschon sie, zur Familie der *Lauraceen* gehörend, mit jener, einer *Convolvulacee*, gar nicht näher verwandt ist. Ihr Vegetationskörper setzt sich wie derjenige von *Cuscuta* aus einem verzweigten System windender Achsen zusammen, an welchen umgewandelte Adventivwurzeln als Saugfortsätze die Verbindung mit den Geweben der Wirtspflanze herstellen. Die eigenen Wurzeln sind verschwunden, die Blätter zu kleinen, unscheinbaren und funktionslos gewordenen Schuppen reduziert. Die reproduktiven Teile dagegen, Blüten und Früchte, sind reich entwickelt und sitzen in grösseren kugeligen oder länglichen Ständen beisammen. Die weissen Früchte heben sich scharf aus dem Geflecht von Wirt und

Schmarotzer ab; die Vögel stellen ihnen eifrig nach und tragen durch Verschleppung der Samen wesentlich zur Verbreitung dieser interessanten Strandpflanze bei, welche ihrer parasitischen Lebensweise noch nicht so vollständig angepasst ist wie *Cuscuta*. Sie vermag noch selbstständig zu assimilieren und geht als *Omnivor* fast auf alle Pflanzen der Strandvegetation über. Im Innern der Insel findet sich ein Dickicht verschiedenartiger Bäume und Sträucher. Neben *Phyllanthus Emblica* und *Phyllanthus simplex* findet sich *Acalypho indica* als weiterer Vertreter der an halophilen Arten reichen Familie der Euphorbiaceen, von Leguminosen *Bauhinia Blancoi* und *Leucaena glauca*, deren junge Früchte und reife Samen im Archipel als Zutat zur Reistafel genossen werden. Der Boden ist mit Kräutern, Stauden und Sträuchern, vornehmlich aus den Familien der *Gräser*, *Cyperaceen*, *Compositen*, *Labiaten* und *Leguminosen* überdeckt. Der uns begleitende Aufseher mahnt beim Eindringen in das Gebüsch zur Vorsicht, da hier ausser der 3 bis 4 m langen, aber ungefährlichen „Riesenschlange“, *Python reticularis*, auch einige kleinere, gefährliche Giftschlangen vorkommen.

Die Südküste der Insel ist flach und sandig. Ein breiter Streifen wird von einer niedern, fast strauchlosen Vegetation überdeckt. Die beiden Charakterpflanzen derselben sind *Spinifex squarrosus* und *Ipomaea pes Caprae*. Beide sind dem Leben im Strandgebiete in vorzüglicher Art angepasst. *Spinifex squarrosus* ist ein starres, bläulich schimmerndes Gras mit Büscheln gerundeter scharf-spitziger Blätter, die durch harte, im Sande verborgene Ausläufer miteinander verbunden sind. Die niedere Wachstumsform, die Verankerung der Stöcke im lockeren Sande durch tiefgehende Wurzeln sind Anpassungen an den häufigen und starken Winden ausgesetzten Standort.

In vorzüglicher Weise macht sich aber *Spinifex* diesen für die vegetative Gestaltung ungünstigen Faktor zur Verbreitung der Früchte dienstbar. Die Fruchtstände sind von auffallender Grösse und vollkommen kugelig. Die Ährchen sitzen dichtgedrängt im Zentrum der kopfgrossen Kugeln an der Basis langer, steifer Spindeln, die borstenförmig nach allen Seiten ausstrahlen. Die reifen Fruchtstände fallen ab und werden vom Winde wie federleichte Bälle¹⁾ über den Strand gerollt, bis sie an andern Pflanzen hängen bleiben oder ins Wasser geweht ein Spiel der Wellen werden. Während des Fortrollens fallen einzelne Früchtchen heraus, andere aber bleiben länger

¹⁾ S. a. Goebel, K., Pflanzenbiologische Schilderungen, Bd. 1, 1889, pag. 135. Die eigentümliche Verbreitungsweise dieser Fruchtstände ist auch dem Javanen wohlbekannt. Die malaysische Bezeichnung der Pflanze ist *djoekoet lari lari*, d. h. „laufendes Gras“ (Miquel l. c. III, pag. 474).

mit dem Fruchtstand in Verbindung, mit dem sie durch den Wind über weite Strecken des Strandess oder durch das Wasser an andere Inseln getragen werden. Zwischen den Rasen von *Spinifex squarrosus*, der *Ipomaea pes Caprae* und *Ipomaea pes Tigridis* erheben sich einzelne Sträucher und höhere Kräuter, von denen die in zahlreichen stattlichen Exemplaren vorkommende *Tacca pinnatifida* mit ihren zwei bis vier grossen schirmförmigen Blättern und dem starken Fruchtstand am meisten auffällt.

An der Nordostküste rücken Bäume und Sträucher bis zum Wasser, ja bis in dasselbe hinein vor. Wir finden hier einen, wenn auch nicht sehr mannigfaltigen Mangrovegürtel, an kleinen Koralleninseln sonst eine nicht gar häufige Erscheinung. Er setzt sich auf Edam vornehmlich aus den Rhizophoraceen *Rhizophora conjugata*, *Brugiera gymnorhiza*, *Brugiera caryophylloides* und den Lythraceen *Sonneratia alba* und *Pemphis acidula* zusammen.

Ein grosser Teil des früher in Kultur genommenen inneren Landes der Insel ist jetzt mit Gräsern, im besonderen der mehr als mannshohen *Imperata arundinacea* bedeckt. An den Wegrändern finden sich in Menge die auf Java überall zusammen vorkommenden Verbenaceen *Stachytarpheta indica* mit blauen Blüten und *Lantana Camara*, deren Blütenstände in den verschiedensten Nüancen von Gelb und Rot schimmern, ferner zahlreiche Compositen, die, wie *Bidens pilosus*, *Vernonia cinerea* und *Wedelia glabrata* in den wärmeren Gegenden der ganzen Welt verbreitet sind oder wie *Tridax procumbens* und im besonderen *Synedrella nodiflora* aus der neuen Welt sich über die Tropen der alten Welt verbreitet haben. Die Ausbeute der kaum zweistündigen Exkursion war eine beträchtliche. Sie bestand aus 75 Phanerogamen und 2 Gefässkryptogamen. Auf dem Korallenriffe hatte ich ferner 12 verschiedene Grünalgen, vorwiegend Caulerpa-, Udotea-, Halimedaarten, ferner einige Rot- und Braunalgen sammeln können.

Da die Zusammensetzung der Flora auf den benachbarten Inseln wohl eine ähnliche sein dürfte wie auf Edam und unsere Funde ein interessantes Vergleichsmaterial mit denjenigen auf anderen Koralleninseln bieten, wie sie z. B. von Schimper¹⁾ und Guppy²⁾ beschrieben worden sind, sei es gestattet, an dieser Stelle das Verzeichnis³⁾ der Flora von Edam folgen zu lassen.

¹⁾ Schimper, A. F. W., Die indo-malayische Strandflora. Jena 1891, pg. 185—188.

²⁾ Guppy, H. B., The dispersal of Plants, as illustrated by the flora of the Keeling or Cocos Islands.

³⁾ Die von den Herren C. A. Backer und Dr. Pulle auf Edam und den andern auf unserer Krakatauexkursion besuchten Inseln und Küstenpunkten gesammelten Pflanzen sind von Herrn Backer bestimmt worden, der in gütiger Weise auch die

Angiospermae:

- Fam. *Compositae*: *Bidens pilosus* L.
 x *Eclipta alba* Hassk.
 Synedrella nodiflora Gaertn.
 Tridax procumbens L.
 Vernonia cinerea (L.) Less.
 • *Wedelia glabrata* B. et H.
- Fam. *Goodeniaceae*: x *Scaevola Koenigii* Vahl.
- Fam. *Rubiaceae*: x *Guettarda speciosa* L.
 x *Morinda citrifolia* L.
 • *Oldenlandia umbellata* L.
- Fam. *Labiatae*: • *Anisomeles albiflora* Miq.
 Leucas linifolia (Roth) Spreng.
 • *Ocimum basilicum* L.
- Fam. *Verbenaceae*: x *Clerodendron inerme* Gaertner.
 Lantana Camara L.
 x *Premna foetida* Reinw.
 Stachytarpheta indica Vahl.
 x *Vitex Negundo* L.
- Fam. *Borraginaceae*: x *Cordia subcordata* Lam.
- Fam. *Convolvulaceae*: *Calonyction asperum* Chois.
 x *Ipomaea Pes Caprae* Sw.
 • *Ipomaea Pes Tigridis* L.
- Fam. *Asclepiadaceae*: x *Hoya spec.*
- Fam. *Myrtaceae*: • *Eugenia Jambolana* Lam. (?)
- Fam. *Rhizophoraceae*: x *Brugiera caryophylloides* Bl.
 x *Brugiera gymnorhiza* Lam.
 x *Rhizophora conjugata* L.
- Fam. *Lythraceae*: x *Pemphis acidula* Forst.
 x *Sonneratia alba* Smith.
- Fam. *Passifloraceae*: • *Passiflora foetida* L.
- Fam. *Sterculiaceae*: *Sterculia foetida* L.
- Fam. *Malvaceae*: x *Thespesia populnea* Corr.
- Fam. *Vitaceae*: • *Vitis trifolia* L.

Revision und teilweise Bestimmung der von mir gesammelten Gefäßpflanzen besorgte. Das mir von Herrn Backer übermittelte alphabetische Verzeichnis unserer Ausbeute an Phanerogamen und Gefäßkryptogamen wird entweder im „Verslag van 's Lands Plantentuin te Buitenzorg“ oder in den „Medeelingen uit 's Lands Plantentuin te Buitenzorg“ im Druck erscheinen. Der Übersichtlichkeit halber habe ich in dieser und den folgenden Pflanzenlisten die Anordnung nach Familien getroffen und noch die Namen einiger Pflanzen eingesetzt, deren Vorkommen ich in meinen ausführlichen, an Ort und Stelle gemachten Notizen vorgemerkt habe, von denen indessen, da es sich um weitverbreitete und allgemein bekannte Pflanzen handelte, keine Belegexemplare mitgenommen worden waren.

- Fam. *Rhamnaceae*: x *Colubrina asiatica* Brongn.
 • *Sageretia oppositifolia* Brongn.
 x *Zizyphus Iujuba* Lam.
- Fam. *Sapindaceae*: • *Allophyllus* Cobbe Bl.
Schleichera trijuga Willd.
- Fam. *Anacardiaceae*: *Buchanania florida* Schauer.
- Fam. *Euphorbiaceae*: • *Acalyphe indica* L.
 x *Euphorbia Atoto* Forst.
 • *Phyllanthus Emblica* L.
 • *Phyllanthus simplex* Müll. Arg.
Ricinus communis L.
- Fam. *Meliaceae*: x *Carapa moluccensis* Lam.
- Fam. *Leguminosae*: x *Abrus precatorius* L.
Bauhinia Blancoi Baker.
 x *Canavalia obtusifolia* D.C.
 • *Crotolaria Saltiana* Andr.
 x *Desmodium triflorum* D.C.
 • *Indigofera tinctoria* L.
Leucaena glauca Benth.
 • *Zornia diphylla* Pers.
- Fam. *Lauraceae*: x *Cassytha filiformis* L.
 x *Hernandia peltata* Meisn.
- Fam. *Portulacaceae*: • *Portulacca australis* Endl.
 x *Portulacca oleracea* L.
- Fam. *Aizoaceae*: x *Sesuvium portulacastrum* Willd.
- Fam. *Nyctaginaceae*: x *Boerhavia repanda* Willd.
- Fam. *Amarantaceae*: • *Aerua lanata* (L.) Juss.
 x *Achyranthes aspera* Lam.
- Fam. *Taccaceae*: x *Tacca pinnatifida* Forst.
- Fam. *Palmae*: x *Cocos nucifera* L.
- Fam. *Cyperaceae*: x *Cyperus pennatus* Lam.
 • *Cyperus hyalinus* Vahl.
 • *Fimbristylis spathacea* Roth.
- Fam. *Gramineae*: *Andropogon contortus* L.
Eleusine aegyptiaca Desv.
Eragrostis tenella R. et Sch.
Imperata arundinacea Cyr.
Paspalum distichum L.
Paspalum sanguinale Lamk.
 x *Spinifex squarrosus* L.
 x *Thuarea sarmentosa* Pers.
 x *Zoysia pungens* Willd.

Pteridophyta:Fam. *Polypodiaceae*: X *Polypodium quercifolium* L.*Polypodium acrostichoides* Forst.*Drymoglossum* spec.

Nicht weniger als 36 dieser Pflanzen (in der Liste mit X bezeichnet) sind im Schimperschen Verzeichnis ¹⁾ der indo-malayischen Strandflora als typische Halophyten aufgeführt und weitere 19 Arten (in der Liste mit • bezeichnet) gehören Gattungen an, aus denen ebenfalls charakteristische Strandpflanzen bekannt sind. Für die Mehrzahl dieser Pflanzen ist festgestellt, dass ihre Samen und Früchte leicht über das Meer gelangen können und durch die Meeresströmungen verbreitet werden. Für eine kleinere Zahl derselben dürfte in Anbetracht des verhältnismässig kleinen Abstandes der Insel von Java auch Übertragung durch Winde stattgefunden haben. Es sind dies: *Eclipta alba*, *Wedelia glabrata*, *Cyperus hyalinus*, *Fimbristylis spathacea*, *Polypodium quercifolium*, oder durch Vögel: *Scaevola Koenigii*, *Morinda citrifolia*, *Clerodendron inerme*, *Premna foetida*, *Vitex Negundo*, *Allophyllus Cobbe*, *Cassytha filiformis*.

Ausser den zahlreichen Vertretern indo-malayischer Strandflora haben sich auf Edam auch eine grössere Anzahl von Binnenlandpflanzen angesiedelt. Einzelne derselben, wie *Sterculia foetida*, *Phyllanthus Emblica*, *Phyllanthus simplex*, *Leucaena glauca*, *Schleichera trijuga*, *Ricinus communis* und *Indigofera tinctoria* sind jedenfalls durch den Menschen eingeführt worden, für andere, wie *Synedrella nodiflora*, *Anisomeles albiflora*, *Leucas linifolia*, *Lantana Camara* und *Stachytarpheta indica* ist teils Einschleppung durch Menschen, teils Übertragung durch Vögel möglich. Die beiden Farne *Polypodium acrostichoides* und *Drymoglossum spec.*, einzelne der Compositen, *Bidens pilosus*, *Tridax procumbens* und *Vernonia cinerea*, die Früchtchen der Gramineen *Andropogon contortus*, *Eleusine aegyptiaca*, *Eragrostis tenella*, *Imperata arundinacea*, *Paspalum distichum* und *Paspalum sanguinale* werden durch den Wind vom benachbarten javanischen Festlande herübergetragen worden sein. Wohl in ungefähr gleicher Art wie auf Edam dürfte sich die Flora der anderen früher bewohnten Inseln vor dem Hafen Batavias aus typischen Strandgewächsen und eingeschleppten Binnenlandpflanzen zusammensetzen, während auf den entfernteren Inseln wie denjenigen der „Duizend Eilanden“, von denen einige von Schimper besucht worden sind, die ganze Pflanzenwelt aus Arten der Strandformation Javas gebildet wird.

¹⁾ Schimper, A. F. W., l. c. pag. 100.

Ins Gebiet der tausend Inseln geht nun zunächst auch unsere Fahrt. Das Schiff steuert der 25 km entfernten Insel Pajoeng zu, die, umgeben von den Horn- und Agenieten-Eilanden, etwa 20 km von der javanischen Küste abliegt. Auf der östlichsten von drei Inseln, die von einem etwa 100 m breiten Korallenriff umzogen ist, steht wieder ein Leuchtturm mit einigen Wohngebäuden. Der Küste entlang zieht sich östlich ein niederer, ins Wasser vorgeschobener Mangrovesaum, westlich erhebt sich hinter sandigem Strande, der mit *Ipomaea*, *Spinifex* und *Vigna lutea* bewachsen ist und uns während des kurzen Aufenthaltes eine reiche Sammlung grosser und bunter Muschel- und Schneckenschalen spendet, der dunkle, von hellgrauen Casuarinen durchbrochene Barringtoniawald.

2. Am Strande von Vlakte Hoek (Sumatra).

Vor Einbruch der Nacht erreichen wir Poeloe Babi, eine grössere Insel mit bewaldeter Küste und während der Nacht trägt uns das Schiff zwischen Sebesi und Seboekoe hindurch an die sumatranische Küste. Am folgenden Morgen liegt die „Snip“ schon vor Sonnenaufgang vor der Leuchtturmstation „Vlakte Hoek“ an der Südspitze der westlichsten von den drei Halbinseln Südsumatras. 60 m hoch ragt der eiserne Turm aus dem dunkeln Strandwalde empor. Als am 27. August 1883 die Flut hier — 103 km von Krakatau entfernt — 15 m hoch über den flachen Strand hereinbrach, widerstand der Turm der Gewalt der Wellen; die benachbarten aus Stein und Eisen konstruierten Bauten dagegen wurden weggerissen, Balken und Eisenteile fanden sich später in grosser Entfernung im Gewirr der gestürzten Bäume.

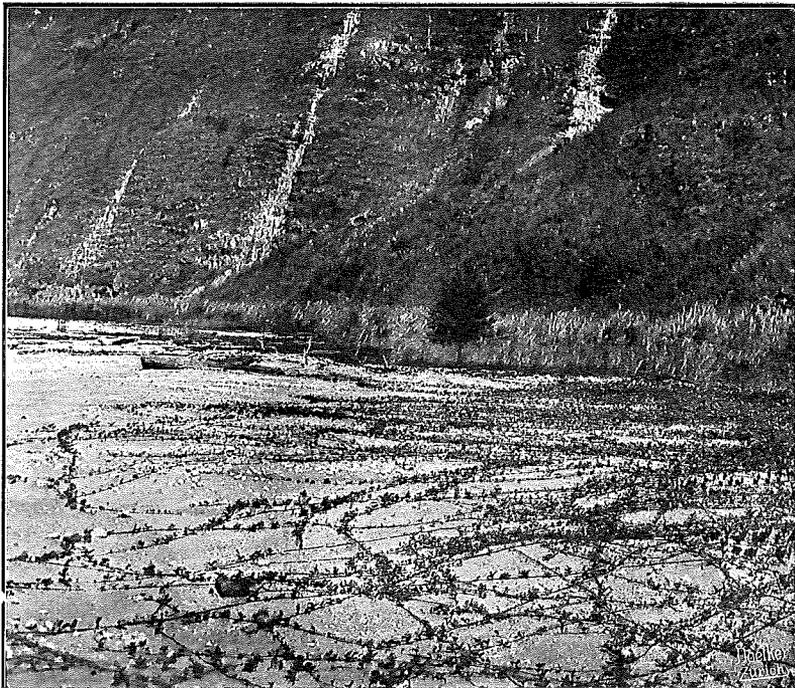
Noch heute sind in der Vegetation von Vlakte Hoek nicht alle Spuren der vor 24 Jahren erfolgten Verwüstung verschwunden. In der Umgebung der kleinen Ansiedelung ist ein neuer Kokoswald entstanden. Ein Teil des verwüsteten Kulturlandes aber ist mit *Imperata arundinacea*, dem im Archipel weit verbreiteten Alang Alanggras bedeckt, das überall Waldschläge und verlassene Felder mit hohem Teppich überkleidet und nur langsam dem neu emporschwachsenden Walde weicht.

Der Strand von Vlakte Hoek (Tandjong Rata der Eingebornen) ist flach und sandig. Östlich der Niederlassung ist dem Strande ein grosses rechteckiges Korallenriff vorgelagert, an dessen äusserm Rande sich die Wellen schäumend brechen. Die steigende Flut verhinderte leider die algologische Durchforschung des Riffes, die, nach den



Phot.: A. Ernst.

Fig. 5. Driftzone an der Südostküste von Krakatau.
Im Hintergrund Strandwald (pag. 316).



Phot.: A. Ernst.

Fig. 6. Strandebene zwischen der Abbruchwand und dem Vorgebirge „Zwarte Hoek“.
Im Vordergrund die langen, kriechenden Sprosse von *Ipomoea pes caprae* und *Vigna lutea* (pag. 324).

interessanten Funden am Strande zu schliessen, offenbar eine reiche Ausbeute geliefert hätte.

Mangrove fehlt in der Umgebung von Tandjong Rata. Spinifex- und Barringtoniaformation wechseln mit einander ab. Vielerorts eilen die Flutwellen über den feinen Sand bis zum halb frei gelegten Wurzelwerk der äussersten Bäume des Strandwaldesempor. Wo der Wald sich weiter von der Küste entfernt, sind grössere und kleinere Flächen mit *Spinifex squarrosus*, *Ipomaea pes caprae* überdeckt, finden sich Sträucher von *Hibiscus tiliaceus*, *Hernandia peltata*, *Colubrina asiatica*, schimmern die graugrünen Blätter von *Tournefortia argentea*. Unter den niedern Bäumen und Sträuchern der Leguminosen *Desmodium umbellatum*, *Pongamia glabra*, *Sophora tomentosa* finden sich das schön blühende Gras *Thuarea sarmentosa*; ferner die Gräser, *Zoysia pungens* und *Oplismenus compositus*, die Cyperacee *Fimbristylis spathacea*, einige Farne mit einfach gefiederten Blättern, *Nephrolepis hirsutula* und grosse Büsche von *Acrostichum aureum*. *Cassytha filiformis* schmarotzt auch hier auf verschiedenen Kräutern und Sträuchern. Weiterhin finden sich zahlreich *Scaevola Koenigii*, eine *Goodeniacee* mit Büscheln fleischig-saftiger, hellgrüner Blätter an den Enden der langen Zweige und regelmässig aufgebaute jüngere Exemplare von *Terminalia Katappa* in dichtem Bestande. Einen seltsamen Anblick bieten einige Gruppen von *Barringtonia speciosa*. Zahlreiche Bäume liegen halb entwurzelt mit dem Stamm auf der Erde, die Krone halb aufgerichtet. Es sind Veteranen, welche die Flutwelle von 1883 gefällt hat und die sich inmitten des jungen Nachwuchses erhalten haben. Ihre mächtigen Stämme und Äste sind mit einem dichten Kleide kleiner Epiphyten, Flechten, Leber- und Laubmoose bedeckt, während den andern Strandpflanzen Epiphyten noch völlig fehlen. In den Lichtungen finden sich Büsche von *Crinum asiaticum*, einer stattlichen Amaryllidacee mit langen Blättern und zahlreichen weissen Blüten. In phantastischer Gestalt stehen am Strande einige hohe *Pandanus* mit dichten Schöpfen scharf und spitz bewehrter Blätter. Die nach unten spitz kegelförmig endigenden Stämme werden durch Pfeilerwurzeln gestützt, die 1—2 m über dem Boden am Stamme entspringen und schief auswärts dem Boden zustreben. Einige jüngere von diesen 1—5 cm dicken Adventivwurzeln haben den Erdboden noch nicht erreicht. Ihr Gewebe ist ausserordentlich weich und wasserreich (peripherische Korkschichten verhindern eine allzustarke Wasserverdunstung) und die stumpf kegelförmige Vegetationsspitze ist von einer gewaltigen, aus zahlreichen häutigen Schichten bestehenden Wurzelhaube gegen Austrocknung und Beschädigung geschützt.

Zwei Stunden nur waren uns zur Durchstreifung der Umgebung des Leuchtturmes vergönnt. Schon um 9 Uhr kehrten wir mit unserer Ausbeute zu dem harrenden Boot zurück. Ich lasse das Verzeichnis der gesammelten Gefäßpflanzen (38 Phanerogamen, 4 Farne) hier folgen:

- Fam. *Compositae*: • *Wedelia glabrata* B. et H.
 Fam. *Goodeniaceae*: x *Scaevola Koenigii* Vahl.
 Fam. *Rubiaceae*: x *Guettarda speciosa* L.
 • *Ixora paludosa* Boerlage.
 Fam. *Acanthaceae*: • *Eranthemum diversifolium* Miq.
 Fam. *Verbenaceae*: *Lantana Camara* L.
 x *Premna foetida* Reinw.
Stachytarpheta indica Vahl.
 Fam. *Borraginaceae*. x *Tournefortia argentea* L.
 Fam. *Convolvulaceae*: x *Ipomaea pes caprae* Sweet.
 Fam. *Myrtaceae*: x *Barringtonia speciosa* Forst.
 • *Eugenia formosa* Wall.
 Fam. *Combretaceae*: x *Terminalia Catappa* L.
 Fam. *Guttiferae*: x *Calophyllum Inophyllum* L.
 Fam. *Sterculiaceae*: • *Pterospermum acerifolium* Willd.
 Fam. *Malvaceae*: x *Hibiscus tiliaceus* L.
 Fam. *Vitaceae*: • *Vitis lanceolaris* Wall.
 Fam. *Rhamnaceae*: x *Colubrina asiatica* Brongn.
 Fam. *Sapindaceae*: • *Allophyllus Cobbe* Bl.
Aphania montana Bl.
 x *Dodonaea viscosa* L.
 Fam. *Leguminosae*: • *Crotalaria Saltiana* Andr.
 x *Desmodium umbellatum* DC.
 x *Pongamia glabra* Vent.
 x *Sophora tomentosa* L.
 Fam. *Lauraceae*: x *Cassytha filiformis* L.
 x *Hernandia peltata* Meisn.
 Fam. *Moraceae*: • *Ficus Leucantatoma* Poir.
 Fam. *Casuarinaceae*: x *Casuarina equisetifolia* Forst.
 Fam. *Amaryllidaceae*: x *Crinum asiaticum* L.
 Fam. *Flagellariaceae*: x *Flagellaria indica* L.
 Fam. *Cyperaceae*: • *Fimbristylis spathacea* Roth.
 Fam. *Gramineae*: *Imperata arundinacea* Cyrill.
Oplismenus compositus Beauv.
 x *Spinifex squarrosus* L.
 x *Thuarea sarmentosa* Pers.
 x *Zoysia pungens* Willd.

Fam. *Pandanaceae*: • *Pandanus* spec.

Fam. *Polypodiaceae*: x *Acrostichum aureum* L.

Asplenium nidus L.

Nephrolepis hirsutula. Presl.

Lygodium dichotomum Swartz.

Die Flora von Tandjong Rata setzt sich also, wie aus dem vorstehenden Verzeichnis hervorgeht, vorwiegend aus typischen Halophyten zusammen. Nicht weniger als 22 der 38 Phanerogamen finden sich in dem Schimperschen Verzeichnis der indo-malayischen Strandpflanzen wieder, und für 11 weitere Arten, welche ebenfalls Gattungen angehören, die unter ihren Arten indo-malayische Strandpflanzen zählen, dürfte die Zugehörigkeit zur Strandflora wahrscheinlich sein. Nur 8 der aufgeführten Gefäßpflanzen, darunter 3 Farne, haben ihr Hauptverbreitungsgebiet im Binnenlande.

Die epiphytische Flora der alten *Barringtoniastämme* von Vlakke Hoek weist nachfolgende Moose und Flechten¹⁾ auf:

Musci: *Trichosteleum hamatum* Dz. et Mb.

Calymperes Hampei Dz. et Mb.

Hyophila Micholitzii Broth.

Jungermanniaceae akrogynae:

Cheilolejeunea parvula Schiffn. n. sp.

Microlejeunia cucullata (Reinw., Bl. et Nees) St.

Acrolejeunia integribractea Schiffn.*

Lopholejeunia spec.

Lichenes: *Parmelia perforata* Ach.

Parmelia relicina Fr.

Physcia spec.

3. In der Sundastrasse; Winde und Meeresströmungen.

Gleichen Tages noch sollten wir Gelegenheit bekommen, an einem ebenso selten betretenen Punkte der javanischen Küste zu botanisieren. Die „Snip“ ging, die Sundastrasse in ihrem breiteren westlichen Teile durchquerend, hinüber nach dem westlichsten Vorsprung von Java, „Javas eerste Punt“. Bei starkem Winde und hohem Wellengang war diese Fahrt auf einem Schiffe von nur 300 Tonnen ein recht

¹⁾ Die Bestimmung der von mir auf der Krakatau-Exkursion gesammelten Kryptogamen ist in liebenswürdiger Weise von den Herren Prof. Dr. V. F. Brotherus (Laubmoose), Prof. Dr. V. Schiffner (Lebermoose), Prof. Dr. A. Zahlbruckner (Flechten), Prof. Dr. P. Lindau (Pilze) und Dr. E. de Kruyff (Bakterien) besorgt worden. Ich spreche den genannten Herren auch an dieser Stelle für ihre Bemühungen meinen besten Dank aus.

zweifelhaftes Vergnügen, das die Seetüchtigkeit der Passagiere auf eine harte Probe stellte. Glücklicherweise blieb der Himmel teilweise bedeckt und die Temperatur erträglich. In der Nacht war sie auf 27° C gesunken und betrug auch zur Mittagsstunde nur 29 1/2° C im Schatten. Immerhin fiel die Präparation der gesammelten Algen, das Einlegen der Pflanzen auf dem schmalen Deck des aufwärts und abwärts, nach links und rechts schaukelnden Schiffes recht beschwerlich. Selbst mein weitgereister und fleissiger Diener Sahib fand auf einmal die gewohnte Beschäftigung nicht mehr „enak“ (schmackhaft) und wir folgten dem Beispiel der anderen, die schon längst auf Stühlen und Bänken ausgestreckt dem nachteiligen Einfluss des „Slingerens und Trampelens“ des Schiffes mit mehr oder weniger Erfolg zu entgehen suchten.

Wir sind hier (die Krakataugruppe liegt ungefähr 105° 25' ö. L. und 6° 10' s. Br.) inmitten des äquatorialen Streifens der Monsunbewegungen in Luft und Wasser. Es weht ein starker Südostmonsun, der uns die Wellen gerade entgegentreibt. Während das Schiff gegen Wind und Wellen ankämpfend dem nächsten Ziele zu-steuert, erteilt mir der Kapitän, Herr Nix, der mit seinem kleinen Küstendampfer seit Jahren jeden Monat 3 Fahrten im Gebiete der Sundasee ausführt und dabei 21 Leuchtturmstationen an der Nordküste Javas und den benachbarten Küsten Sumatras und Borneos besucht, bereitwilligst Auskunft über Winde und Strömungen im Java-meer und im besonderen in der Sundastrasse. Die nachfolgenden Ausführungen über die Luft- und Wasserströmungen, die ja für die Besiedelungsgeschichte der Krakatauinseln von allergrösster Bedeutung sind, beruhen zum Teil auf diesen Mitteilungen von Herrn Nix, sind aber wesentlich ergänzt und erweitert nach den Angaben des Segelhandbuches der deutschen Seewarte¹⁾ und anderen Quellen²⁾.

Der Südostmonsun setzt im weiteren Gebiete der Sundastrasse, an der Nord- und Südküste Javas und im Süden Sumatras während des Monats April ein, tritt aber erst im Mai als vorherrschender Wind auf und ist in den Monaten Juni bis September am kräftigsten. Seine Richtung bleibt während dieser Zeit nicht fortwährend dieselbe, sie bewegt sich vorwiegend zwischen Südsüdost und Ost. Durch die hohen, steilen Küsten von Java, welche namentlich im Nordwesten

¹⁾ Neumayer, G., (Direktion der deutschen Seewarte) Segelhandbuch für den indischen Ozean. Hamburg 1892.

²⁾ Neumayer, G., Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen. III. Aufl. 1906.

Hann, J., Handbuch der Klimatologie. II. Bd. Stuttgart 1897.

Boguslawski, G. v., und Krümmel, O., Handbuch der Ozeanographie. I. Bd. 1884. II. Bd. 1898.

nahe an Sumatra herantreten und die Sundastrasse stark einengen, wird der Südostmonsun oftmals von der Strasse und Sumatra abgehalten und an seine Stelle tritt dann ein westlicher oder südwestlicher Seewind. Der Südostmonsun bringt die schöne Jahreszeit mit vorwiegend trockenem Wetter und verhältnismässig leichtem Wind. Zur Zeit seiner unbeschränkten Herrschaft, namentlich im Juli und August, beträgt der mittlere Stärkegrad der Winde 3 Grad Beaufort (5,5 m per Sekunde); heftigere Winde mit 6 bis 7 Grad Beaufort (13,5 bis 16,5 m per Sekunde) sind wohl im Gebiete der Sundastrasse wie in den mehr nördlich gelegenen Gebieten, auf welche sich die Angaben der nachfolgenden Tabelle ¹⁾ beziehen, selten.

Häufigkeit der verschiedenen Windstärken (Beaufort) im Gebiete der Javasee.

Breite	Länge	Grade der 10teiligen Beaufort-Skala										Mittel aus den Beobachtungen		
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Zahl der Beobachtungen	Windstärke Mittel
		Januar und Februar												
0—3° s. Br.	106—110 ¹⁾	0	0	6	14	10	4						34	3,4
3—7° s. Br.	107—119 ²⁾	6	6	15	31	8	7	5	2				80	3,0
		Juli und August												
0—3° s. Br.	106—110	10	0	16	27	21	3	0	1				78	2,8
3—7° s. Br.	107—119	15	7	15	38	31	13	1				120	3,0	

¹⁾ Karimatastrasse zwischen der Westküste von Borneo und der Ostküste von Billiton.

²⁾ Javasee nördlich der Sundastrasse.

In der Zeit zwischen September und November vollzieht sich der Monsunwechsel. Er wird eingeleitet durch das Eintreten von südlichen und westlichen Winden. Die Zeit des typischen Nordwest-

¹⁾ Segelhandbuch für den indischen Ozean. pag. 56. Die am meisten in Gebrauch stehenden Windstärke-Skalen sind die zwölfteilige Beaufortsche Skala [0 = Windstille, 12 = Orkan] und die davon abgeleiteten sechs- und zehnteiligen Skalen. Nach neuesten Untersuchungen (s. Hann, J., Lehrbuch der Meteorologie. Leipzig 1901, pag. 376/77) entsprechen den nach zwölfteiliger Beaufort-Skala geschätzten Windstärken im Mittel folgende Windgeschwindigkeiten:

Beaufort-Stärke nach

Schätzung: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Geschwindigkeitsmittel

m per Sek. (n. Köppen): 1,7 3,1 4,8 6,7 8,8 10,7 12,9 15,4 18,0 21,0 26 40—50.

Bei Reduktion auf die oben angewendete zehnteilige Skala:

Geschätzte Stärke (0—10 Beaufort): 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

m per Sekunde: 2 3,5 5,5 8 10,5 13,5 16,5 22,5 28 30 u. m.

Prozentuale Häufigkeit der Winde im Gebiete der Sundastrasse.
(0—10° s. Br. und 100—105 ö. L.)

Monat	Breiten	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Windstille und leichte Winde	Anzahl der Beobach- tungen
Januar	0°—5° S.	20	4	4	—	—	—	—	—	—	8	8	—	4	20	16	16	61	65
	5°—10° S.	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	16	<u>24</u>	15	<u>22</u>	17	5	57
Febr.	0°—5° S.	2	2	—	—	—	—	2	—	—	—	3	3	3	20	52	13	40	70
	5°—10° S.	—	—	2	—	—	—	—	—	—	2	2	11	<u>36</u>	19	<u>24</u>	4	38	86
März	0°—5° S.	11	3	1	1	1	—	—	—	3	1	3	6	16	<u>21</u>	20	13	39	208
	5°—10° S.	2	1	5	9	11	5	5	—	—	2	10	4	9	17	14	6	67	368
April	0°—5° S.	2	—	—	3	—	2	2	—	2	2	13	18	12	<u>22</u>	7	15	73	251
	5°—10° S.	4	6	4	8	20	5	1	2	3	1	7	5	3	17	10	4	51	482
Mai	0°—5° S.	—	—	1	4	15	11	17	2	<u>25</u>	9	4	2	6	2	1	1	70	414
	5°—10° S.	—	—	2	6	18	15	20	4	4	3	4	5	1	2	15	1	67	483
Juni	0°—5° S.	—	—	—	5	3	10	<u>37</u>	11	5	10	6	1	7	3	2	0	61	290
	5°—10° S.	2	1	7	8	<u>25</u>	13	16	2	3	2	6	2	4	4	3	2	59	718
Juli	0°—5° S.	—	1	—	2	<u>26</u>	19	<u>27</u>	11	8	2	2	1	—	—	—	—	43	453
	5°—10° S.	2	1	1	8	19	<u>25</u>	12	3	4	5	1	2	5	4	6	2	56	751
August	0°—5° S.	—	—	2	4	20	<u>22</u>	<u>29</u>	8	4	8	—	1	1	1	—	—	46	273
	5°—10° S.	1	2	3	2	16	<u>30</u>	<u>21</u>	7	5	4	7	—	—	—	2	—	47	486
Septbr.	0°—5° S.	—	—	—	2	16	<u>23</u>	<u>24</u>	6	14	5	8	—	2	—	—	—	45	366
	5°—10° S.	—	1	1	3	<u>34</u>	<u>26</u>	17	3	6	2	4	1	1	—	1	—	48	416
Oktbr.	0°—5° S.	2	—	—	6	18	11	<u>31</u>	6	10	9	4	—	2	—	1	—	64	276
	5°—10° S.	—	—	—	3	14	<u>30</u>	<u>35</u>	2	7	7	2	—	—	—	—	—	35	224
Novbr.	0°—5° S.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5°—10° S.	2	2	2	4	<u>22</u>	<u>23</u>	6	15	1	6	4	—	3	3	3	4	37	108
Dezbr.	0°—5° S.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5°—10° S.	—	—	—	—	<u>21</u>	<u>32</u>	—	5	—	—	—	5	11	—	<u>26</u>	—	48	54

(Die halbfetten Ziffern der Windzahlen in obenstehender Tabelle zeigen an, dass mehr als $\frac{1}{6}$ (17%), die unterstrichenen, dass mehr als $\frac{1}{3}$ (33%) aller Winde auf einen Strich kommen.)

(Aus dem Segelhandbuch für den indischen Ozean, pag. 556.)

Monsuns (des nach Überschreitung des Äquators durch die Erdrotation nach links gedrehten Nordostmonsuns) beginnt im November und dauert bis März. Er bringt schlechtes Wetter, die Regenmenge nimmt zu und erreicht im Januar und Februar ihr Maximum. Die Richtung der Winde (Tab. pag. 310) ändert zwischen West und Nordnordwest. Seine gewöhnliche Stärke ist ungefähr dieselbe wie diejenige des Südost-Monsuns, + 3 Beaufort. In den Angaben der Schiffsbücher sind gewöhnlich die Stärkegrade 1—3, seltener für mehrere Tage 5—6 und nur vereinzelt auch 7 notiert (siehe obige Tabelle). Ende März oder im April findet wieder Monsunwechsel statt. Eine vorherrschende Windrichtung (Tabelle pag. 310) existiert während dieser Zeit nicht; unregelmässig aus allen Himmelsgegenden wehende Winde werden durch Windstillen, Fallwinde und Wirbelstürme unterbrochen. Während allen Jahreszeiten kann auch ein täglicher Wechsel der Windrichtung stattfinden und zwar so, dass der Wind am Vormittage von Süden, am Nachmittage von Norden weht; dazwischen liegt eine kurze Periode der Windstille.

Ausser den Monsunwinden sind auch Stürme, deren untere Geschwindigkeitsgrenze 17 bis 23 m per Sekunde beträgt, nicht selten. Bei Orkanen soll die Windgeschwindigkeit auf 30 bis 60 m ansteigen. Von kürzerer Dauer und kleinem Ausdehnungsgebiete sind die Boën, Stosswinde, die an den gebirgigen Küsten von Südostsumatra und Westjava, wie in den übrigen Teilen des indischen Ozeans namentlich zur Zeit des Monsunwechsels, in grösster Zahl im Februar bis April auftreten.

Die Strömungen des Wassers in der Sundastrasse sind von den Winden abhängig, tragen aber zugleich den Charakter von Gezeitenströmungen. Die Stromrichtung wechselt täglich und zwar findet innerhalb 24 Stunden nur ein Gezeitenwechsel statt, wobei der nördliche Strom Hochwasser, der südliche Niederwasser bringt. Der Einfluss der vorherrschenden Winde äussert sich im allgemeinen dahin, dass zur Zeit des Südostmonsuns der nach Südsüdwest gerichtete Ebbestrom, während der Herrschaft des Westmonsuns dagegen der nach Nordnordost gehende Flutstrom sowohl an Dauer wie an Stärke erheblich überwiegt.

Im Ostmonsun, von Mai bis Oktober, läuft der Strom ungefähr 18 Stunden ununterbrochen stark nach Südwest, während der übrigen 6 Stunden schwach nach Nordost, oder es ist Stillwasser. Umgekehrt setzt in den Monaten des Westmonsuns, Dezember bis Februar, der Strom ungefähr 18 Stunden lang stark nach Nordost ein und nur für 6 Stunden schwach nach Südwest. Die Unterbrechungen des vorherrschenden Stromes durch Ströme entgegengesetzter Richtung

oder Stillwasser finden bei Tage statt; die Nacht gehört dem jeweils vorherrschenden Strom, der namentlich zur Zeit des Neu- und Vollmondes seine grösste Stärke erreicht, zur Zeit der Mondviertel dagegen am schwächsten ist. In den Übergangsmonaten November, März und April und auch zu anderen Zeiten, wenn die Windverhältnisse nicht stark ausgeprägt sind, sind die Unterschiede in Dauer und Stärke der beiden Ströme mehr ausgeglichen.

Die Gesamtrichtung der Ströme ist Nordosten und Südwesten, im übrigen je nach der Örtlichkeit verschieden, da sie sich stark dem Verlauf der Küste anpasst. Sie ist im nördlichen Eingang der Strasse unter der Sumatraküste zwischen Nordinsel und Strom-Rock (Stroomklip), sowie unter der Javaküste zwischen drittem und viertem Punkt (derde punt und vierde punt) Nordnordost und Südsüdwest; zwischen Krakatau und der Prinzeninsel (Prinsen Eiland) Ostnordost und Westsüdwest, zwischen Seboekoe und Hogspitze (Varkens Hoek) Ostsüdost und Westnordwest. Im ganzen geht die Strömung in der Sundastrasse das Jahr hindurch viel mehr in südwestlicher als in nordöstlicher Richtung. Im Ostmonsun ist das Überwiegen des Südweststromes gegen den Nordoststrom nicht selten so stark, dass bei den zugleich vorherrschenden leichten Winden dieser Jahreszeit nordwärts fahrende Segelschiffe tagelang am Weiterkommen verhindert sind oder sogar wieder zurück und zur Strasse hinausgetrieben werden (Segelhandbuch pag. 567).

Mit grösster Stärke tritt der Strom im nördlichen Eingang der Strasse auf, wo seine Geschwindigkeit oftmals über 5 km per Stunde beträgt. Auch im grossen Kanal, zwischen Krakatau und der Prinzeninsel, ist eine Geschwindigkeit von 3 bis 4 km nicht selten, beträgt aber im Mittel wohl nur 1½ bis 2 km. Erheblich schwächer ist der Strom, wenigstens der in der Richtung nach Südwesten gehende, im Prinzenkanal und unter der Javaküste vom zweiten bis zum vierten Punkt.

4. An der Südwestküste Javas: „Javas erster Punkt“.

Etwa drei Stunden nach der Abfahrt von Vlakke Hoek sind wir inmitten der Sundastrasse; östlich wird, mit dem Gipfel in die schweren Wolken hinaufgehend, Krakatau sichtbar. Unser nächstes Ziel liegt aber noch weiter südlich. Um 3 Uhr taucht vor uns die Küste von Java und derselben vorgelagert Prinsen Eiland auf. Bald sind wir in dem ruhigen Fahrwasser hinter der Prinzeninsel und fahren in die stille Bucht ein, welche von der javanischen Küste und der kleinen Möveninsel, „Meeuwen Eiland“, umschlossen wird. Ein prächtiger Blick eröffnet sich uns auf das waldige Hügel land und den



Phot.: A. Ernst.

Fig. 7. Junge Kokospalme am oberen Rande der Flutzone (Südostküste von Krakatau).

Links *Ipomaea pes caprae*, rechts Strauch mit *Cassytha filiformis*.



Phot.: A. Ernst.

Fig. 8. Pandanus am Strande (Ostküste von Krakatau).

Rechts im Bilde *Saccharum spontaneum*; im Hintergrund links Casuarinenwald (pag. 320).

470 m hohen Vulkankegel des Goenong Pajoeng. Vor uns erhebt sich aus dem dunkelgrünen Waldsaume auf 40 m hohem, felsigem Vorgebirge der gemauerte, auch am Tage weithin sichtbare Leuchtturm. Etwas weiter links steht einsam am Strande ein kleines Gebäude, ein Lagerhaus und daneben die Ruine eines grossen, weit ins Wasser vorgebauten Schutzhauses. Gegen dieses Mauerwerk hin führt uns das Boot durch die Riffbrandung gegen 4 Uhr nachmittags an den Strand. Bis Sonnenuntergang ist uns am Strande zu sammeln gestattet. Vorsorglich hat uns der Kapitän aus der Waffenkammer des Schiffes mit Gewehr und Munition ausgerüstet, denn Tiger und Rhinoceros sind in diesen abgelegenen Teilen von Westjava noch sehr häufig. Durch eifriges Knallen suchen wir uns die Bahn in den dunkeln Strandwald und das angrenzende Grasdickicht zum voraus zu sichern. Am Landungsplatze dehnen sich Rasen von *Ipomaea pes caprae*, blühen grosse Büsche von *Hibiscus tiliaceus*, *Scaevola Koenigii*, *Tournefortia argentea*. Unter mächtigen Exemplaren von *Calophyllum* wachsen *Ischaemum muticum*, *Euphorbia Atoto*, von Compositen *Wedelia glabrata*, *Ageratum conyzoides* u. a. An den Stämmen von *Calophyllum* rankt sich die dickblättrige *Hoya* empor. Stämmen und Ästen schmiegen sich die breiten Rhizome von *Polypodium quercifolium* an, Blätter von zweierlei Gestalt tragend. Es wechseln Nischenblätter von der Gestalt riesiger Eichenblätter mit einfach gefiederten, sporentragenden Laubblättern ab. In grosser Zahl und vielfach dicht zusammengedrängt sitzen an älteren Rhizomteilen noch die ausgetrockneten und gebräunten Skelette der humussammelnden Nischenblätter, während gewöhnliche Laubblätter vielfach nur an den jüngsten Teilen des Rhizomes vorkommen. Stacheliger Rotang und niedriger Pandanus erschweren das Eindringen ins Innere, wo *Saccharum spontaneum*, verschiedene *Cyperaceen*, *Farne* den Boden überkleiden, Schling- und Kletterpflanzen Baumstämme und auch die grossen Korallenblöcke schmücken, welche 1883 die Flut mehrere hundert Meter weit landeinwärts mitgerissen hat. Hier finden wir als Epiphyt und Bodenbewohner *Nephrolepis exaltata*, die Pflanzen des Unterholzes überziehend einen andern zierlichen Farn, *Lygodium dichotomum*, mit tief fingerlappig getheilten Endfiedern der Blätter. Durch Blütenpracht lenken *Aerides odorata* und eine Zingiberacee, *Costus speciosus*, die Aufmerksamkeit auf sich. Wir bringen 36 Gefässpflanzen (32 Phanerogamen und 4 Farne) zum Schiffe zurück. Sie sind in nachfolgender Liste aufgeführt:

Fam. *Compositae*: *Ageratum conyzoides* L.
 • *Blumea balsamifera* D.C.

- Fam. *Compositae*: Vernonia cinerea Less.
 • Wedelia glabrata B. et H.
- Fam. *Goodeniaceae*: x Scaevola Koenigii Vahl.
- Fam. *Rubiaceae*: Sarcocephalus cordatus (Roxb.) Miq.
- Fam. *Verbenaceae*: Gmelina villosa Roxb.
 x Vitex pubescens Vahl.
 • Vitex Negundo L.
- Fam. *Borraginaceae*: x Tournefortia argentea L.
- Fam. *Convolvulaceae*: x Ipomaea pes caprae Sw.
- Fam. *Asclepiadaceae*: • Hoya spec.
- Fam. *Apocynaceae*: x Cerbera Odollam Gaertn.
- Fam. *Lythraceae*: Lagerstroemia speciosa Pers.
- Fam. *Guttiferae*: x Calophyllum Inophyllum L.
- Fam. *Dilleniaceae*: • Tetracera Assa D.C.
- Fam. *Malvaceae*: x Hibiscus tiliaceus L.
- Fam. *Vitaceae*: Leea sambucina Willd.
 • Vitis arachnoidea Backer.
- Fam. *Euphorbiaceae*: x Euphorbia Atoto Forst.
- Fam. *Leguminosae*: x Desmodium umbellatum D.C.
 x Sophora tomentosa L.
- Fam. *Orchidaceae*: Aerides odoratum Lour.
- Fam. *Zingiberaceae*: Costus speciosus Smith.
- Fam. *Amaryllidaceae*: x Crinum asiaticum L.
- Fam. *Liliaceae*: Smilax spec.
- Fam. *Cyperaceae*: x Cyperus brevifolius Valek. Sur.
 x Cyperus cyperinus Valek. Sur.
 Cyperus umbellatus Benth. (Mariscus umbellatus Vahl).
- Fam. *Gramineae*: x Ischaemum muticum L.
 Saccharum spontaneum L.
- Fam. *Pandanaceae*: • Pandanus spec.
- Fam. *Schizaeaceae*: Lygodium dichotomum Swartz.
- Fam. *Polypodiaceae*: Nephrolepis exaltata Schott.
 • Polypodium quercifolium L.
 Pteris longifolia L.

Die Flora in der Umgebung von „Javas eerste Punt“ zeigt also eine wesentlich andere Zusammensetzung als in Tandjong Rata (Sumatra) oder auf Edam. Die 36 Arten gehören nicht weniger als 24 verschiedenen Familien an. Besonders auffallend ist hier aber das starke Zurücktreten der typischen Strandpflanzen. Während auf Edam die Halophyten 46 %, mit Einbezug der mit • bezeichneten

Arten 72%, in Vlakte Hoek 57% resp. 83% der Gesamtzahl ausmachen, gehören von den hier gefundenen 36 Pflanzen nur 14 (39%) resp. 21 (58%) der indomalayischen Strandvegetation an. Indessen sind auch die 15 anderen Arten fast durchweg solche mit weiten Verbreitungsgebieten. Die Compositen *Ageratum conyzoides* und *Vernonia cinerea* bewohnen die wärmeren Gegenden der ganzen Welt, *Sarcocephalus cordatus*, *Lagerstroemia speciosa*, *Tetracera Assa*, *Leea sambucina* sind von Vorderindien bis Südchina, über den malayischen Archipel bis zu den Philippinen und nach Australien verbreitet, und ebenso erstreckt sich das Vorkommen von *Aerides odoratum*, *Saccharum spontaneum*, *Cyperus umbellatus* weit über Java und Sumatra hinaus. Nicht zu verwundern ist es also, dass wir nicht weniger als 6 dieser 15 Binnenlandpflanzen, deren weite Verbreitung offenbar auf ihrer Ausrüstung mit leicht transportablen Samen oder Früchten beruht, später auch auf Krakatau angetroffen haben.

Um 6 Uhr führt uns das Boot zum Schiffe zurück; eben taucht die Sonne hinter dem Leuchtturm unter. Der Himmel ist noch von roten Wolken bedeckt und leuchtet in prächtigen Farben, finster umschliesst der Wald die stille Bucht. Das Nachtleben des Waldes erwacht, Fledermäuse in allen Grössen flattern durch die Luft, lautlos, mit langsamem Flügelschlag, zieht der fliegende Hund (Kalong), nach einem Fruchtbaume suchend, über die Bucht dahin. Aus dem Walde erschallt das Gekreisch lärmender Affen, während im Alang Alangdickichte schon die Wildschweine tätig sind, und Königstiger, Panter und Wildkatze aus dem Tagesversteck herausschleichen und zur nächtlichen Beutefahrt sich anschicken.

Bis Mitternacht bleibt die „Snip“ bei Javas 1. Punkt vor Anker. Wir benutzen den ersten Teil der willkommenen Ruhezeit zur Präparation und zum Einlegen der gesammelten Pflanzenschatze und strecken uns nachher in den Liegestühlen auf Deck zur wohlverdienten Ruhe aus. Sie wird nur zu früh unterbrochen, als das Schiff aus der geschützten Bucht und der Strasse zwischen Prinsen Eiland und Java wieder in die offene Sundastrasse hinaussteuert, das Schaukeln von neuem beginnt und neugierige Wellen, ihren Weg über Deck suchend, die Schläfer zu eiligem Rückzuge in die engen und schwülen Kabinen zwingen.

5. Auf Krakatau und Verlaten Eiland.

In der Morgendämmerung des 26. April nähert sich unser Schiff in langsamer Fahrt der Krakatagruppe. Vor uns erhebt sich in geringer Entfernung das Ziel unserer Reise, Krakatau mit seiner charakteristischen Vulkangestalt. Deutlich ist die durch die Spitze

gehende, senkrecht zum Meere abstürzende Bruchfläche zu erkennen. Nach Südosten senkt sich der halbierte Kegelberg steil gegen einen flacheren Fuss mit vorgelagerter kleiner Strandebene. Rechts von Krakatau ist Lang Eiland, zwischen beiden Inseln hindurch Verlaten Eiland sichtbar. Weiter rechts, in nordöstlicher Richtung trifft der Blick die hohen bewaldeten Inseln Sebesi und Seboekoe, die Berge Sumatras, nach Südosten die javanische Küste.

Mit steigender Verwunderung gewahren wir bei der Annäherung an die Ostküste von Krakatau die erstaunlichen Fortschritte der Vegetation. Fast die ganze Südostseite, vom Strande bis an den Gipfel und den Rand des steilen Abhanges ist mit Grün überdeckt. An der Südostküste, wo wir zuerst zu landen gedenken, läuft dem Strande parallel ein Waldgürtel, in welchem sich aus der Ferne schon die zahlreichen graugrünen Casuarinen erkennen lassen. Weiter südlich erheben sich neben schlanken Laubbäumen mit quirlig gestellten Ästen die dunkeln Wedel einiger Kokospalmen. Auch auf der langsam zum Fusse des Kegelberges ansteigenden Ebene sind vereinzelt Bäume und Sträucher sichtbar. In einigen Schluchten auf halber Höhe des Berges vereinigen sie sich wieder zu waldartigen Beständen und weitere isolierte Bäume und Sträucher sind auch an den obersten Abhängen und auf dem Gipfel zu erkennen.

Um 6 Uhr fällt der Anker und das Boot trägt uns ungeduldig Wartende über die noch immer mit Bimssteinen überdeckte Wasseroberfläche an den flachen Strand. Hier (Fig. 5 Tafel XVI), am oberen Rande der von der Flut überspülten Zone, untersuchen wir zunächst, was die Wellen dem öden Strande seit Jahr und Tag zuführen. Im Gewirr von Baumstämmen und zerbrochenem Astwerk, welches den Strand bedeckt, liegen auf dem lockeren Bimssteinboden, in dem man Schritt für Schritt bis über die Knöchel einsinkt, grosse und kleine Korallenstöcke, braune Tange, zerbrochene Muscheln und Schneckenschalen, grüne Algenballen. In grosser Zahl und bunter Mannigfaltigkeit sind den Auswürfen des Meeres auch Früchte und Samen von Landpflanzen beigemischt. Viele lassen deutlich die Spuren einer langen, bewegten Reise erkennen, ihre Schalen sind bis zur Unkenntlichkeit zerfetzt oder gänzlich abgerieben. Andere aber sind völlig frisch, wie eben vom Baume gefallen. Nicht wenige dieser Früchte sind schon in Keimung begriffen und haben sich mit langer Pfahlwurzel im Substrate verankert; andere dagegen sind von Tieren siebartig durchbohrt oder völlig ausgehöhlt, so besonders die grössten der Driftfrüchte, die Kokosnüsse. Zahlreich finden wir hier die eiförmigen, bis 1 dm langen Steinfrüchte von *Cerbera Odollam*, an welchen gewöhnlich die äussere Schale fehlt und ein inneres, von zähen Fasern

durchzogenes, lockeres Gewebe, das Schwimmgewebe, blossgelegt ist. Häufig sind ferner die schwarzbraunen, gerippten Früchte einer Strandpalme, *Nipa fruticans*, die unregelmässig eckigen Samen aus der kopfgrossen, goldgelben Frucht von *Carapa*, einzelne Früchte und Teile des Fruchtstandes von *Pandanus*, die grossen, vierkantigen Früchte von *Barringtonia speciosa*, die flachen, bootförmigen Steinkerne von *Terminalia Katappa*, kugelige Früchte von *Calophyllum*, die steinfruchtartigen Samen von *Cycas* und zahlreiche weitere kleine und grosse Früchte und Samen. Fast dieselben Früchte und Samen hatten wir an den Tagen zuvor am Strande der Koralleninseln Edam und Pajoeng im Javameer, an den besuchten Punkten der javanischen und sumatranischen Küste gesammelt. Sie stammen alle von Strandpflanzen, deren Verbreitung sich nicht auf die Küsten Javas und Sumatras und die zahlreichen Inseln der Javasee, auch nicht auf den malayischen Archipel beschränkt, sondern sich vielfach von Afrika bis Neu-Guinea, für einzelne sogar über den ganzen Tropengürtel erstreckt. Es sind dieselben, welche auch die ersten Besiedler der jungen Korallenriffe und -Inseln liefern. Luftführende Hohlräume in Frucht- oder Samenschale, besondere voluminöse, aber leichte Schwimmgewebe bedingen ihr geringes spezifisches Gewicht und verleihen ihnen Schwimmfähigkeit, während der Keimling durch eine innere harte und undurchdringliche Schale vor der schädlichen Einwirkung des Meerwassers geschützt bleibt. Diesen Eigenschaften ihrer Samen und Früchte verdanken die Strandpflanzen ihre grossen Verbreitungsbezirke und machen sie zu den Pionieren der Vegetation, welche zuerst von neuem Land im Meere Besitz ergreifen.

Typische Strandpflanzen sind es auch, denen wir in der neuen Strandflora der Krakatauinsel begegnen. Innerhalb der Driftzone finden wir zunächst, dem Waldgürtel je nach der Ufergestaltung in wechselnder Breite vorgelagert, einen niederen Teppich tropischer Dünenflora, der *Pes Caprae*formation, wie sie von Schimper benannt worden ist. Ihre auffallendsten und wichtigsten Vertreter haben wir schon auf dem sandigen Strande von Edam kennen gelernt. Auch hier kreuzen sich auf der lockeren Unterlage die langen, weithin sich erstreckenden, an den Knoten bewurzelten Stengel von *Ipomaea pes caprae* mit ihren grossen blauvioletten Blütentrichtern und den dicken saftigen Blättern, und die Ausläufer von *Spinifex squarrosus*. Dazwischen breiten sich noch die Sprosse einiger ebenfalls dem Substrate angeschmiegt wachsender Leguminosen, der gelbblühenden *Vigna lutea* und *Vigna luteola* und der grossblättrigen *Canavalia obtusifolia* aus. Nur hie und da erheben sich aus dem regelmässigen Ausläufernetz einige höhere Gräser und Cyperaceen,

eine Wolfsmilch mit wachstüberzogenen, bläulich schimmernden Blättern und niedere Büsche, deren Zahl und Höhe gegen den Waldrand hin zunimmt. Wir begegnen zahlreichen Bekannten von Edam und Vlakte Hook. Es findet sich hier die weit verbreitete Malvacee *Hibiscus tiliaceus* mit den schönen gelben Blüten, *Scaevola Koenigii*, *Clerodendron inerme*, *Premna foetida*, und mit dichtem Gewirr gelbgrüner, an sonnigen Stellen braunroter zylindrischer Fäden überzieht *Cassytha filiformis* wahllos Gräser, Kräuter und Stauden und geht auch auf das Geäst der höheren Sträucher und Bäume des benachbarten Strandwaldes über.

Der junge Strandwald auf Krakatau, der, allerdings noch von zahlreichen Lichtungen durchbrochen, hinter dem niedern Gürtel der Pes Capraeformation sich erhebt, setzt sich hauptsächlich aus solchen Bäumen und Sträuchern zusammen, die der Botaniker auf den ersten Exkursionen im javanischen Strandwalde kennen lernt und die wir zum Teil auch auf Edam, in Vlakte Hook und Javas erstem Punkt getroffen haben. Den grössten geschlossenen Bestand des Waldes bilden 12—15 m hohe *Casuarinen*. Jüngere Individuen desselben Baumes sind mit den benachbarten Sträuchern durch dünne Schlingpflanzen, *Cassytha*, *Vigna*, *Canavalia*, *Caesalpinia Bonducella*, *Vitis trifolia* zu einer fast lückenlosen Laubwand vereinigt, aus welcher sich namentlich die Sprosse von *Vitis trifolia* in grosser Zahl an den höchsten Casuarinen emporwinden, deren Stämme und Äste mit üppigem Blattwerk umkleidend.

Am Rande der Casuarinengruppe entdecken wir ein riesiges Exemplar von *Cycas circinalis* mit prächtigem Blätterkranz am Scheitel des 1 m 65 cm hohen und 80 cm im Umfang messenden Stammes. Die Pflanze ist weiblich; ihre Vegetationsspitze ist umrahmt von gelbbraunen Fruchtblättern, deren Samenknospen zu schrumpfen beginnen. Sie sind wie diejenigen früherer Jahre, deren Reste noch am Boden liegen, offenbar unbefruchtet geblieben. Auch in Zukunft dürften wohl noch nicht so bald reife Cycassamen auf Krakatau erzeugt werden; denn wir haben trotz eifrigen Suchens weder auf Krakatau noch auf Verlaten Eiland männliche (übrigens auch keine weiteren weiblichen) Exemplare finden können.

Weiter südlich ragen aus dem Baum- und Strauchgürtel schlank emporstrebende Stämme von *Calophyllum Inophyllum* und *Terminalia Catappa* mit quirlig angeordneten Ästen heraus (Fig. 9 Tafel XVIII). Die Blätter dieser beiden Bäume sind lederig, während sie bei anderen Arten, denen wir hier noch begegnen, bei *Sophora tomentosa*, *Clerodendron inerme*, *Pemphis acidula*, *Morinda citrifolia* fleischig saftig entwickelt sind oder wie diejenigen von *Tournefortia argentea*,

namentlich an den jüngeren Teilen der Pflanze, ein dichtes Haarkleid aufweisen. Es lassen die genannten wie die weiteren Bäume und Sträucher des neuen Waldgürtels aus den Familien der Leguminosen, Euphorbiaceen, Rubiaceen, Lythraceen u. a. m., die Gräser, Lauraceen, Leguminosen und Compositen, welche die Waldlichtungen bevölkern, in ihrem vegetativen Bau, im besonderen in Gestaltung und Anatomie des Blattes unschwer Anpassungen an die Lebensweise am salzreichen und daher trotz des Wasserreichtums für die Pflanzenwelt physiologisch trockenen Strande erkennen.

Über eine mit hohen Gräsern bestandene Lichtung hinweg erblicken wir einige Exemplare des schönsten Baumes der tropischen Strandwälder, der Myrtacee *Barringtonia speciosa*, nach welcher der gesamte Pflanzenverein dieser Wälder als *Barringtoniaformation* bezeichnet wird. Aus dem dichten Laubdache riesiger lanzettförmiger Blätter treten die grossen weissen Blüten wirkungsvoll hervor. Ausser den Blüten sind an den untersten Ästen gleichzeitig die verschiedensten Entwicklungsstadien der mitraförmig gestalteten, leichten Früchte vorhanden.

Etwas weiter südlich ragen über Baumgruppen die Kokospalmen empor, deren dunkelgrüne Wipfel mit dem Fernglas schon vom Schiffe aus sichtbar waren (Fig. 10 Tafel XIX). Der Weg zu denselben, über grobes Bimssteingeröll, durch Rohr- und Halmgewirr und dichtes Gesträuch ist nicht ohne Mühe zu bahnen. Halbwegs stossen wir auf eine Gruppe grossblättriger und reichlich fruchttragender Feigenbäume, *Ficus fulva* und *F. fistulosa*, die ihre Blüten und Früchte gleich zahlreichen anderen Tropenbäumen nicht an den jüngsten Zweigen, sondern am Stamm und den älteren Ästen bilden. Um Äste und Zweige der Feigenbäume schlingen sich die dünnen Sprosse von *Trichosanthes tricuspidata*, einer Schlingpflanze aus der Familie der Kürbisgewächse, mit hellrot aus dem dunkeln Grün hervorleuchtenden Früchten. Die Ficusbäume, die jetzt in 6 Arten auf Krakatau und Verlaten Eiland vertreten sind, und *Trichosanthes* gehören zu denjenigen Ansiedlern, deren Samen durch fruchtessende Vögel, also endozoisch, auf die Inseln gebracht worden sein dürften.

Zu unserer nicht geringen Freude sind die Kokospalmen reich mit Früchten beladen. Die Fruchtbildung hat offenbar schon vor mehreren Jahren begonnen, denn der Boden ist mit einer grossen Zahl reifer Nüsse bedeckt, von denen viele schon gekeimt und Pflanzen bis zu 1 m Höhe erzeugt haben. Für Nachwuchs ist also ausreichend gesorgt und gerne geben wir zu, dass einer unserer javanischen Begleiter eine Anzahl unreifer Früchte zur Erquickung aller aus den Kronen herunterholt.

Zu tieferem Eindringen in das Innere der Insel und an die Abhänge des Kegels schien uns das Gebiet nordöstlich des Casuarinenwaldes am geeignetsten. Hier ist der Strandwald auf eine besonders schmale Zone reduziert und der Gürtel der kriechenden Gewächse an mehreren Stellen von dem bis an die Flutlinie herantretenden Gebüsch verdrängt. An höheren Formen erheben sich aus demselben nur einige Kokospalmen und prächtige 6—8 m hohe Pandanusgruppen (Fig. 8 Taf. XVII), deren schlanke, schlangenartig gebogene Stämme mit dicken, Pfeilerartig dem Boden zustrebenden Stützwurzeln im Wellenbereiche verankert sind; in den dichten Schöpfen schmaler scharfrandiger Blätter prangen ihre kopfgrossen gelben und roten Fruchtstände. In der Nähe findet sich eine junge, noch nicht fruktifizierende Kokospalme und zwar ein Exemplar der niedrigen, von den Eingeborenen als „*Kalapa gading*“ bezeichneten Varietät, deren Früchte auch zur Zeit vollkommener Reife von schön orangegelber Färbung sind.

In einem der breiten Bachbette, welche das bei heftigem Regen rasch abströmende Wasser in die weichen Schichten gegraben hat, ins Innere vordringend, sehen wir uns bald von einer von der Strandflora völlig verschiedenen Vegetation umgeben. Am Rande des Bachbettes finden sich Rasen kleiner Laubmoose (*Philonotis secunda* [Dz. et Mb.] v. d. B. et Lac. und *Bryum coronatum* Schwaegr.) und zierliche Farne, vor allem *Gymnogramme calomelanos*, deren junge Blätter mit weissen Kalkschüppchen bedeckt sind. Einzelne in Vertiefungen und untergrabenen Uferstellen liegende Bimssteinbrocken und Lavastücke sind mit blaugrünem Algenüberzug bedeckt. Zu Seiten des Bachbettes, auf leicht gewellter und bergwärts ansteigender Fläche herrschen einzelne der auch am Strande vorkommenden Gräser und Cyperaceen vor. Ihnen gesellen sich andere bei, von denen sich namentlich *Saccharum spontaneum*, *Gymnothrix elegans* und *Phragmites Roxburghii* durch ungewöhnliche Dimensionen auszeichnen. Stellenweise bilden ihre 3—4 m hohen Halme und Rohre erst vereinzelte Büsche, anderwärts, zusammen mit den hier als Schlingpflanzen entwickelten *Vigna*, *Canavalia*, *Cassythia*, mit Sträuchern von *Tournefortia*, *Scaevola* und verschiedenen Farnen förmliche Dickichte. Einmal raschelt es vor uns im Rohr, ein gelbbrauner feister Leguan (*Calotes*) von fast 1 m Länge, der sich träge gesonnt hat, ergreift eiligst die Flucht; auch einige kleine Vögel fliegen lautlos aus dem Gebüsch auf, um sich in geringer Entfernung wieder ruhig niederzulassen.

Die beschriebene, in ihrem Aussehen einer Grassteppe vergleichbare Vegetation bedeckt innerhalb des Strandwaldes die ganze leicht ansteigende Fläche der Südostseite der Insel, zieht sich in geschlossenem



Phot.: A. Ernst.

Fig. 9. Schmale Drift- und *Pes caprae*-Zone, Strandwald.

Im Strandwald *Calophyllum* (links), *Pandanus* (Mitte), *Casuarinen* (rechts); im Hintergrund Gipfel des Rakata. (Südostküste von Krakatau.)

Bestände in den wilden Schluchten und auf den steilen Gräten weit am Kegel empor. Nur hier und da wird das gleichmässige Dschungel frischer und abgestorbener Halme und Rohre durch einen Baum oder Strauch überragt. Vor uns, in mittlerer Höhe des Rakáta, zieht sich die tiefe Schlucht abwärts, deren dunkles, an Bäumen und Sträuchern reiches Pflanzenkleid bei der Annäherung an die Insel schon vom Schiffe aus unsere Aufmerksamkeit erregt hat. Wir suchen das Dickicht zu durchdringen und gelangen an die ersten scharfen Gräte, welche, durch tiefe Furchen und Schluchten getrennt, vom Abhange aus nach allen Seiten über den Fuss des Berges ausstrahlen (Fig. 11 Tafel XIX). Wir klimmen im Gewirr der über uns zusammenschlagenden Gräser auf Gräte hinauf, in Schluchten hinunter, die Arbeit ist mühsam, die Flora wenig abwechselnd und die Ausbeute vorerst gering. Überall Farne und Gräser; nur selten erfreuen die stattlichen Blütenstände einiger hoher, ebenfalls grasartig entwickelter Erdorchideen, *Arundina speciosa*, *Spathoglottis plicata*, von *Phajus* oder *Cymbidium*, einige gelbblühende Compositen das suchende Auge. In unangenehmster Weise nehmen uns dagegen die Vertreter der neuen Krakataufauna in Anspruch. Unten im Casuarinenwalde hatten uns zahllose Stechmücken freudig umschwirrt und beim Früchtesammeln im Pandanusgebüsch störten wir gefährliche kleine Wespen auf. Hier oben aber sind wir ins Reich zahlreicher roter und schwarzer, kleiner und grosser Ameisen gelangt. Ihre Bauten sind teils in der bis 1 m hohen Schicht von Wurzelstöcken, abgedorrter und abgebrochener Halme und Rohre versteckt, teils nestartig an Sträuchern und Grasbüschen aufgehängt. In Scharen fallen die aus ihren Wohnungen aufgestörten kleinen Beisser über die Eindringlinge her.

Noch immer sind wir durch mehrere, immer steiler werdende Gräte und abgrundtiefe Rinnen von dem erstrebten Ziele getrennt. Sengend heiss brennen die Strahlen der senkrecht über uns stehenden Sonne auf uns nieder, abwechselnd handhaben wir an der Spitze der kleinen Kolonne das Haumesser; Schritt um Schritt kämpfen wir uns vorwärts in dem schattenlosen Dickicht, aufwärts und wieder abwärts. Die Diener und Träger mit dem notwendigsten Gepäck und den Pflanzenkisten vermögen kaum zu folgen. Schliesslich müssen wir, wenn auch mit Widerstreben, erkennen, dass die Erreichung der Hauptschlucht und des Gipfels mit unserer primitiven Ausrüstung und in der kurzen noch zur Verfügung stehenden Zeit nicht möglich ist. Zu den durch die Terrainverhältnisse bedingten Schwierigkeiten des Aufstieges, die zu überwinden den beiden früheren Expeditionen 1886 und 1897 nicht möglich gewesen war, sind diejenigen des dichten und doch weder Halt noch Schatten bietenden

Pflanzenkleides gekommen, so dass auch unsere Bemühungen erfolglos bleiben. Einer vierten Expedition, deren Teilnehmern es vielleicht möglich sein wird, mit vollkommener, kombinierter Gebirgs- und Tropenausrüstung während eines mehrtägigen Aufenthaltes sich der Erforschung der Krakatauflorea zu widmen, bleibt also die Besteigung des Kegels und die Untersuchung seiner jetzt noch nicht bekannten Pflanzenwelt vorbehalten.

Wir treten den Rückzug an. Um die Mittagsstunde sind wir beim Schiffe zurück, das uns in geringer Entfernung vom Land an der Ost- und Nordküste des Eilandes dahinführt. Bald verändert sich das Küstenbild. Der flache Strand geht in eine Steilküste über, an deren oberen Rand sich zerklüftete Abhänge des Kegels anschliessen, ähnlich denjenigen, auf welchen wir kurz vorher den Aufstieg versucht hatten. Einen imposanten Anblick gewährt die Nordseite mit der fast senkrechten, unter dem Gipfel 800 m hohen Rissfläche. Sie zeigt uns den eigenartigen Verlauf von verschiedenfarbigen Schichten und Gängen und bietet — wohl einzig in ihrer Art — den natürlichen Schnitt durch einen Vulkankegel. Verbeek, der Monograph von Krakatau (l. c. II pag. 167 u. 496), gibt von derselben nach seinem Besuche im Oktober 1883 die nachfolgende Beschreibung: „La paroi presque verticale de 832 mètres de hauteur, avec la mer bleu foncé et profonde de 300 mètres qui baigne son pied, fait sur tout le monde, par son caractère étrangement grandiose, une irrésistible impression. Dans l'effondrement de 1883 la montagne fut coupée presque verticalement par le milieu, de sorte que la structure interne de ce volcan basaltique a été admirablement mise à découvert. Quand on se trouve au nord de la paroi à pic, on voit à gauche apparaître au pied de la montagne, sous les couches basaltiques et en discordance avec elles, les bancs massifs de la roche ancienne à tridymite et les couches de lapilli qui les recouvrent. Ces couches appartiennent au bord du cratère le plus ancien, et sont formées de la même roche que Verlaten Eiland et Lang Eiland; en cela elles diffèrent beaucoup des autres couches du Pic, qui consistent surtout en matières incohérentes, lapilli et fine cendre. Ces dernières couches alternent avec quelques bancs de lave et sont coupées transversalement par des filons lithoïdes. Elles sont de couleur brunâtre et tranchent fortement sur les matières ponceuses récentes, blanches ou gris clair, qui les recouvrent.“ Schon in den Monaten August und September 1884 konstatierte Verbeek einige Veränderungen im Aussehen der Abbruchwand: „La cendre gris clair mouillé, qui à l'origine avait dégoutté vers le bas et recouvert la surface en divers points, surtout au milieu, était maintenant en grande partie détachée par l'incessant effritement de la roche. La

trainée de cendre grise étendue sur le sommet avait entièrement disparu, en laissant à découvert une grosse veine pierreuse, qu'on peut suivre dans une direction presque verticale à travers les couches du pic, jusqu'à la moitié de la hauteur totale de la montagne, où elle se termine en un renflement lenticulaire." Er fügt seiner Beschreibung noch bei: „Il est vivement à désirer que l'on réussisse bientôt à obtenir de cette paroi une bonne représentation photographique, sur laquelle les différentes couches et les différents filons soient nettement visibles. La tentative faite au mois de Septembre 1884 a échoué par l'insuffisance de la lumière. Comme il n'existe au nord de la falaise aucune terre assez rapprochée, on est réduit à prendre la vue photographique à bord d'un navire; l'exposition ne peut donc avoir qu'une très courte durée et dans ces conditions un éclaircissement intense de l'objet est absolument nécessaire.“ So viel ich weiss, ist seither keinem der wenigen Besucher von Krakatau Gelegenheit zu dieser Aufnahme geboten worden und der Wunsch Verbeeks also nicht in Erfüllung gegangen. Ich habe daher den diesen Mitteilungen über den gegenwärtigen Stand der Flora von Krakatau beigegebenen Vegetations- und Pflanzenbildern auch eine der beiden Aufnahmen angereicht, die mir bei ausnehmend günstiger Beleuchtung vom beigestreuten und ruhig liegenden Schiff aus zu machen vergönnt gewesen ist (Fig. 4 Tafel XV).

Auch jetzt noch erfährt die Felswand, wie ja übrigens alle nicht mit einem dichten Pflanzenkleid bedeckten Teile der Insel, fortwährend Gestaltsveränderungen.

Wie wir während der schönen Fahrt entlang der wilden Nordküste auf Deck unser einfaches Mittagmahl halten, werden wir auf einmal eines auffallenden Phänomens gewahr. Über einem kraterförmigen Einschnitt etwas links vom Hauptgipfel, einer Stelle, die sich durch das Fehlen jeder Vegetation auszeichnet und sich daher scharf von ihrer Umgebung abhebt, scheinen mehrere schwache Rauch- oder Dampfsäulen aufzusteigen und sich über dem Berge zu einer feinen Wolke zu sammeln. Auch von einigen anderen Stellen des oberen Abhanges aus steigen ähnliche Wölkchen empor. Beginnt etwa von neuem die vulkanische Tätigkeit der Insel? Von überall her waren in den letzten Monaten und Wochen Berichte von vulkanischen Ausbrüchen (Vesuv, Hawaii), von schrecklichen Erdbeben (San Francisco) auch nach Java gelangt und auf Java selbst der Merapi lebhaft tätig geworden; in den Padangschen Bovenlanden Sumatras war der Tandikat nach langer Ruhe wieder ausgebrochen. Sollten wir nun etwa noch die Botschaft vom Wiedererwachen des Krakatau nach Batavia zurückbringen müssen? Glücklicherweise er-

wies sich unsere Sorge bald als unbegründet. Mit unseren Feldstechern und dem Fernrohre des Kapitäns gelang es uns, die Ursachen der beunruhigenden Erscheinung festzustellen. An den fraglichen Stellen lösen sich fortwährend grössere und kleinere Steine und Sandmassen los, die in den Rinnen nach unten rieseln und stürzen, während die aufsteigende Luftströmung den feinen Staub emporträgt und über dem Gipfel eine leichte, rauchähnliche Wolke bildet. Deutlich erkennen wir beim Näherkommen einzelne grosse Steine, welche in mächtigen Sprüngen über die Felswand hinunterrollen, feineres Geröll mit sich reissend und am Fusse der Felswand grössere und kleinere Schuttkegel ansammelnd. Einzelne der letzteren sind auch auf der Photographie wahrzunehmen.

Wir landen in einer weiten Bucht, die vom westlichen Teile der Absturzwand und einem steilen Vorgebirge, „Zwarte Hoek“, umsäumt wird, das früher den westlichsten Punkt der alten Insel bildete. Hier ist von den Wellen viel Bimsstein- und Aschenmaterial ans Ufer geschwemmt und im Laufe der Jahre eine kleine Strandebene erzeugt worden. Die Besiedelung derselben ist noch nicht so weit gediehen wie am östlichen und südöstlichen Strande der Insel. Die mit Bimssteinbrocken und grossen Blöcken dunkler Lava übersäte Sandfläche ist erst teilweise vom Maschennetz der *Ipomaea*, *Canavalia*, *Vigna* überspannt, deren Sprosse hier, auf dem noch wenig umstrittenen Boden, Längen bis zu 20 m erreichen (Fig. 6 Taf. XVI). Hier und da finden sich junge *Kokospalmen*, Keimpflanzen von *Barringtonia speciosa*, die sich mit 3 bis 5 dm langen Wurzeln im Sande befestigt haben, während die Stammspitze des Keimlings noch in der Frucht verborgen ist. Auf kleinen Schuttkegeln am Fusse der Felswand, im gelockerten Gestein der untersten Schichten, zwischen den Lavablöcken, welche die Abhänge des „Zwarte Hoek“ überdecken, erheben sich die schlanken Halme von *Saccharum spontaneum* und anderer Gräser und Cyperaceen, finden sich vereinzelt *Casuarinen*, Gebüsche von *Scaevola Koenigii*, an welchen die langen Rispen kleiner weisser Blüten sich hübsch von den hellgrünen Blattrossetten am Ende der Zweige abheben, *Sophora tomentosa* mit Büscheln rosenkranzartig gegliederter Hülsenfrüchte, *Desmodium umbellatum* und andere der strandbewohnenden Leguminosen. Hier und da bemerken wir Exemplare von *Spinifex squarrosus*. *Nephrolepis exaltata*, eine Polypodiacee mit einfach gefiederten Blättern, überdeckt grössere Flächen. Im Schutze der Felsen finden sich einige schwächliche Exemplare von *Lycopodium cernuum* und am Fusse der Felswände wie auf der Ebene schmarotzt *Cassytha filiformis* auf den verschiedensten Wirtspflanzen. An den Felsen sammeln wir auch

zierliche Keimpflanzen und zahlreiche Prothallien von *Gymnogramme* und neben andern Farnen und *Lycopodium* auch *Polypodium quercifolium*, einen der wenigen Epiphyten der Barringtoniawälder, der hier aber, ähnlich wie in der Umgebung der Solfataren und Krater der Vulkane Javas, in Felsspalten wächst. Auch andere der von uns auf Lava und Bimssteingeröll gefundenen Farne wachsen in den Wäldern Javas und Sumatras als Epiphyten auf Bäumen. Da sie hier ungefähr dieselben Lebensbedingungen vorfinden wie bei epiphytischer Lebensweise: hartes und nicht zu feuchtes Substrat und intensive Belichtung, sind sie, umsomehr als der Wettbewerb der Pflanzen um den Boden noch wenig ausgeprägt ist, wiederum zu Erdpflanzen geworden.

Am wolkenlosen Himmel steht immer noch die Sonne fast senkrecht über uns. Brennend und blendend erzeugen ihre Strahlen auf der weissen Ebene am Fusse der dunkeln Felswände drückende Hitze und schwindelerregende Lichtfülle. Unsere Diener sind nicht im Stande, uns mit ihren nackten Füßen über die heisse Sandfläche zu folgen und bleiben in der von den Wellen gekühlten Strandzone zurück. Wir selbst müssen bald davon absteigen, zwischen den losen Blöcken des steilen Abhanges am Vorgebirge „zwarte Hoek“ (schwarze Landzunge) herumzuklettern, da es unmöglich ist, sich beim Klettern am steilen Hange mit den Händen an dem heissen Gestein zu halten. Bevor wir zum Schiffe zurückkehren, ruhen wir aus im schmalen Schatten eines mächtigen, heruntergestürzten Felsblockes. Die vor uns liegende Bucht mit dem kleinen schmucken Dampfer und die von der Sonne beschienene in allen Farben schimmernde Felswand bieten ein unvergessliches Bild, das die Mühe und Anstrengung der vorausgegangenen Stunden vergessen lässt.

Eine dritte an der Westküste von Krakatau versuchte Landung erwies sich als unmöglich. Wir beschlossen daher, noch einer der beiden Nachbarinseln einen kurzen Besuch abzustatten. Das uns näher liegende Lang Eiland mit vorwiegender Steilküste entbehrt der Strandvegetation fast vollständig. Bäume und Sträucher sind auf der weiten, mit Gräsern überdeckten Fläche der Insel noch selten. Dagegen erscheint schon vom Schiffe aus gesehen die Vegetation von Verlaten Eiland viel weiter entwickelt. An der uns zugekehrten Ostküste nehmen wir nicht weniger als 7 waldartige Bestände von *Casuarina equisetifolia* wahr, die durch Gruppen anderer Bäume und Sträucher zu einem fast ununterbrochenen, mit dem Strande parallel laufenden Gürtel vereinigt sind. Auf der Fahrt nordwärts gegen Verlaten Eiland hin, ungefähr im Gebiet des versunkenen Danan, lässt der zuvorkommende Kapitän das Schiff nochmals

anhalten und beidrehen, um mir eine Aufnahme der nunmehr mit der ganzen Nordküste sichtbaren Krakatauinsel zu ermöglichen (Fig. 3 Taf. XV). Die Tiefenmessungen, die beim Annähern an Verlaten Eiland angestellt werden, ergeben, dass die Zahlen der Seekarte nicht mehr stimmen und seit den letzten Messungen offenbar beträchtliche Veränderungen in der Gestaltung des Meeresbodens in dem Einsturzbecken erfolgt sind. Der Kapitän wünscht daher noch vor Einbruch der Nacht das gefährliche Fahrwasser hinter sich zu haben und begleitet uns selber ans Land, um sicher zu sein, dass wir zur bestimmten Zeit mit dem Boote zurückkehren.

Wie auf Krakatau setzt sich auch auf Verlaten Eiland die Vegetation aus Strand- und Binnenlandflora zusammen. Hier wie dort finden sich in der Driftzone mit den Früchten und Samen von Pflanzen des sandigen und steinigen Meeresstrandes auch Früchte und Keimlinge von *Nipa fruticans* vor, während ältere Exemplare dieser, sumpfiges Terrain liebenden Palme, ebenso die andern als Mangrove zusammengefassten Bewohner der Strandsümpfe fehlen. Die Strandflora von Verlaten Eiland setzt sich also ebenfalls aus Vertretern der Pflanzenvereine von Pescaprae- und Barringtoniaformation zusammen.

Zwischen den einzelnen Casuarinenbeständen, in welchen zahlreiche Stämme mit einem dichten Kleide von Schlingpflanzen, *Vitis trifolia*, *Mucuna pruriens*, behangen sind, finden sich von weitem Strandbäumen neben *Barringtonia* wieder *Terminalia* und *Calophyllum*, *Leguminosen*, *Pandanus litoralis*. Auf weite Entfernungen hin ist die des dichten Haarkleides ihrer Blätter wegen silbergrau erscheinende *Tournefortia argentea* zu erkennen. Von weit verbreiteten Strandpflanzen kommen ferner *Erythrina indica*, die Verbenacee *Premna foetida*, die Rubiaceen *Morinda citrifolia* und *Guettarda speciosa* vor. Etwas weiter im Innern treffen wir mehrere Ficusarten, Kokospalmen und eine zweite Kulturpflanze, *Carica Papaya*. Ihre Samen sind vielleicht von Vögeln oder fliegenden Hunden, welche die weiche Papayafrucht sehr zu schätzen wissen, auf die Insel gebracht worden, vielleicht auch ist diese Pflanze, da Verlaten Eiland vor Jahren Vermessungsarbeiten halber während einiger Zeit bewohnt wurde, von Menschen eingeschleppt worden. Dagegen dürfte *Melastoma polyanthum*, ein in Java über Berg und Tal verbreiteter Strauch mit lederigen Blättern, grossen violetten Blüten und saftigen Beerenfrüchten, die von zahlreichen Vögeln gefressen werden, wohl sicher endozoisch an diesen neuen Standort gekommen sein.

Durch die Lichtungen des Strandwaldes hindurch haben sich die hohen Gräser, Cyperaceen, die Farne und Compositen des Innern

auch nach dem Strande hin bis zu dem aus *Ipomaea pes caprae*, *Spinifex*, *Ischaemum*, *Vigna*, *Canavalia* und *Cassytha* gewirkten Teppich ausgebreitet. Das Innere der Insel wird, ähnlich wie auf Krakatau, stellenweise von offenen, anderwärts von geschlossenen Beständen der Gräser, Cyperaceen und Farne, durchwoben mit Schlingpflanzen, Compositen und Orchideen, von vereinzelt Bäumen und Sträuchern überdeckt. 1897 waren auf Verlaten Eiland erst 15 Arten von Phanerogamen und Gefäßkryptogamen gefunden worden. Unsere Ausbeute besteht — wir sammeln nur noch zu zweien — nach kaum einstündigem Aufenthalt aus 42 Arten, von denen 7 (*Vitex Negundo*, *Carica Papaya*, *Colubrina asiatica*, *Caesalpinia Bonducella*, *Mucuna pruriens*, *Ximenia americana*, *Ficus hirta*) auf Krakatau noch nicht gefunden worden sind. Es ist wohl anzunehmen, dass bei längerem Aufenthalt auch für Verlaten Eiland ungefähr derselbe Florenbestand wie für Krakatau hätte festgestellt werden können. Unsere Ergebnisse genügen aber vollständig für den Nachweis, dass die Besiedelung von Verlaten Eiland sich in derselben Weise vollzieht, von den gleichen Faktoren abhängig ist, wie auf der Nachbarinsel Krakatau.

Nach 5 Uhr sind wir wieder auf dem Schiff. Noch vor Sonnenuntergang liegt die ganze Inselgruppe hinter uns und die „Snip“ trägt uns, in weitem Bogen nordwärts zwischen Sebesi und Seboekoe hindurch den Weg suchend, in das inselreiche Javameer und folgenden Tags nach Tandjong Priok, Batavias Hafen, zurück.

III. Der gegenwärtige Florenbestand der Krakatau-Inseln.

Die Vegetation von Krakatau und Verlaten Eiland ist in den letzten 10 Jahren wesentlich reicher, stellenweise sogar üppig geworden. Der Florenkatalog der Inselgruppe hat durch die Ergebnisse unserer Exkursion erhebliche Zunahmen zu verzeichnen. Die gegenwärtige Krakataufloren umfasst Vertreter aller Abteilungen des Pflanzenreiches: Schleimpilze, Bakterien, Algen, Pilze, Leber- und Laubmoose, Farne, nacktsamige und bedecktsamige Blütenpflanzen. Die Gesamtzahl der auf den Exkursionen von 1886, 1897 und 1906 auf der Inselgruppe gesammelten Arten beträgt 137.

In dem nachfolgenden Florenkatalog sind die auf den drei Exkursionen gesammelten Arten nach Familien und Abteilungen des natürlichen Systems, mit den *Angiospermae dicotyledoneae* beginnend, geordnet. In der mittleren Kolonne ist angegeben, auf welchen der drei Inseln die betreffende Pflanze vorkommt und wann dieselbe (1886, 1897 oder 1906) dort gefunden worden ist. (Abkür-

zungen: K. = Krakatau; V. = Verlaten Eiland; L = Lang Eiland; 1 = Besuch im Juni 1886; 2 = Besuch im März 1897; 3 = Besuch im April 1906).

Die Angaben über die Verbreitungsgebiete der Phanerogamen und Gefässkryptogamen sind den unten aufgeführten Floren und systematischen Werken entnommen.

Angiospermae Dicotyledoneae.

Fam. *Compositae.*

- | | | |
|--|-------------------------|--|
| 1. <i>Blumea balsamifera</i> DC. | K. 2. 3; V. 3;
L. 2. | Küstenvegetation von Vorder- und Hinterindien und der Inseln des indischen Ozeans bis zu den Philippinen und Australien. |
| 2. <i>Blumea hieracifolia</i> DC. | K. 2. 3. | Vorder- und Hinterindien, Malay. Archipel, Philippinen, Australien, trop. und subtrop. Afrika. |
| 3. <i>Conyza angustifolia</i> Ham. | K. 1. (?) 3. | Indien, Malay. Archipel. |
| 4. <i>Conyza indica</i> Miq. | K. 1. 3. | Hinterindien, Malay. Archipel, S. China. |
| 5. <i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC. | K. 2. | In den Tropen der alten Welt weit verbreitet und in der neuen Welt eingebürgert. |
| 6. <i>Erechthites hieracifolia</i> (L.) Raf. | K. 3; V. 3. | Im ganzen wärmeren und gemässigten Amerika verbreitet u. in der alten Welt eingeschleppt. |
| 7. <i>Pluchea indica</i> (L.) Less. | K. 2. 3; L. 2. | Von Ostindien bis Australien überall verbreitet. |
| 8. <i>Senecio spec.</i> | K. 1. | Gattung mit mehreren Arten im Malay. Archipel vertreten. |
| 9. <i>Vernonia cinerea</i> (L.) Less. | K. 2. 3. | In den Tropen der alten Welt überall verbreitet. |
| 10. <i>Wedelia asperrima</i> Boerl. | K. 2; L. 2. | |

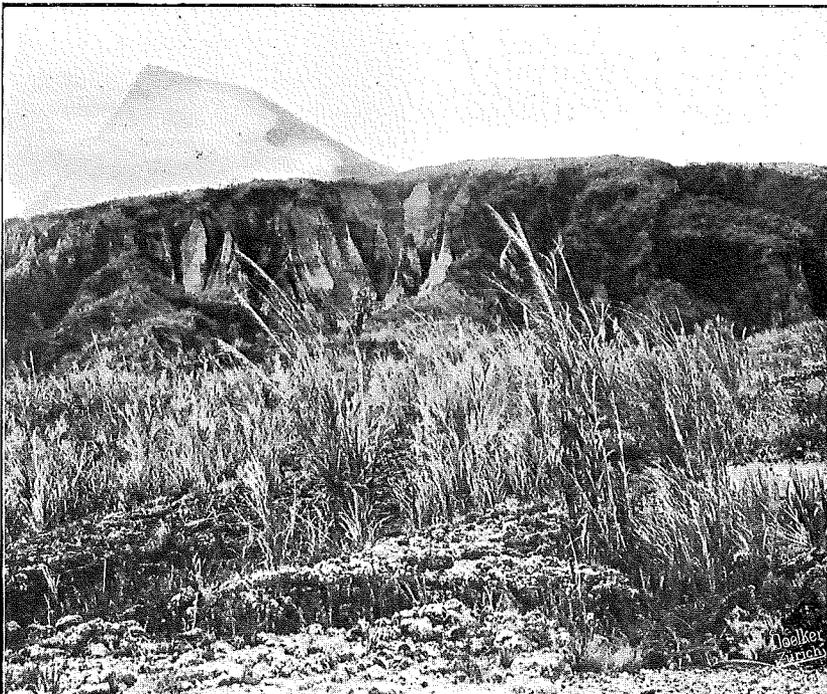
1. Blume, C. L., *Bijdragen tot de Flora van Nederlandsch Indie*. Batavia 1825.
— *Enumeratio Plantarum Javae et Insularum adjacentium*. Haag 1830.
— *Flora Javae* 1829.
2. Boerlage, J. G., *Handleiding tot de Flora van Nederlandsch Indie I—III*. Leiden 1890—1900.
3. Christ, H., *Die Farnkräuter der Erde*. Jena 1897.
4. Engler-Prantl, *Natürliche Pflanzenfamilien*. I. Teil, 4. Abteilg. bis IV. Teil, 5. Abteilg.
5. Engler, A., *Syllabus der Pflanzenfamilien*. 4. Aufl. Berlin 1904.
6. Hooker, J. D., *Flora of British India*. Vol. I—VII. London 1875—1897.
Hooker, W. J., *Species filicum*. Vol. I—V. London 1846—64.
7. Koorders, S. H., *Notizen über die Phanerogamenflora von Java (IV)*. *Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië*. Bd. 60. 1901.
8. Koorders, S. H. u. Valetton, Th., *Bijdragen t. d. Kennis d. Boomsorten of Java*. No. I—X. 1873—1904.
9. Miquel, F. A. W., *Flora v. Nederlandsch Indie mit Suppl: Prodromus florum Sumatranæ*. Amsterdam 1855—60.
10. Raciborski, M., *Die Pteridophyten d. Flora v. Buitenzorg*. Leiden 1898.
11. Smith, J. J., *Die Orchideen v. Java*. Leiden 1905.
12. Schimper, A. F. W., *Die Indomalayische Strandflora*. Jena 1891.



Phot.: A. Ernst.

Fig. 10. Lichtung im Strandwald.

Links vorn Scaevola Koenigii, hinter Gräsern (*Saccharum spontaneum*) eine Gruppe von Kokospalmen. Südostküste von Krakatau. (pag. 319.)



Phot.: A. Claudrius.

Fig. 11. Grassteppe im Innern von Krakatau.

Im Mittelgrund die ersten Schluchten und Gräts am Abhange des Rakáta. (pag. 321.)

diesen Gegenden überall viel fruchtbarer Boden für fleissige Hände brach und Krakatau wird noch lange Zeit wie vor der grossen Eruption unbewohnt bleiben und höchstens dann und wann von einigen Fischern oder auch von Forschern zu kurzem Aufenthalte besucht werden. Ein immer grösser werdender Teil der Insel wird sich vom Strande und von den Abhängen des Berges aus mit Wald überdecken, die Grassteppe der mittleren Zone wird schmaler und schmaler werden und zuletzt verschwinden. Erst sehr spät aber wird auf der verwüsteten Insel das Pflanzenkleid wieder in derjenigen Mannigfaltigkeit und Fülle erstanden sein, wie sie uns entgegentritt in dem Machtvollsten, was die Natur geschaffen hat, im Urwald der Tropen.

Literaturverzeichnis.

- Beccari, O., Malesia. Vol. I. Fasc. III. 1878.
 — Beiträge zur Pflanzengeographie des malayischen Archipels (im Auszuge mitgeteilt von A. Engler), Botan. Jahrbücher I. P. d. 1881.
- Blume, C. L., Bijdragen tot de Flora van Nederlandsch Indie. Batavia 1825.
 — Enumeratio Plantarum Javae et Insularum adjacentium. Haag 1830.
 — Flora Javae 1829.
- Boerlage, J. G., Handleiding tot de Flora van Nederlandsch Indie I—III. Leiden 1890—1900.
- Boguslawski, G. v., und Krümmel, O., Handbuch der Ozeanographie. I. Bd. 1884. II. Bd. 1898.
- Christ, H., Die Farnkräuter der Erde. Jena 1897.
- Engler, A., Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt. II. Teil. Die extratropischen Gebiete der südlichen Hemisphäre und die tropischen Gebiete. Leipzig 1882.
 — Über die neueren Fortschritte der Pflanzengeographie (seit 1899).
 — Syllabus der Pflanzenfamilien. 4. Aufl. Berlin 1904.
- Engler-Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien. I. Teil, 4. Abteilg. bis IV. Teil, 5. Abteilg.
- Forbes, O., Wanderungen eines Naturforschers im malayischen Archipel von 1878—1883. I. Bd. Jena 1886.
- Goebel, K., Pflanzenbiologische Schilderungen. Bd. 1. Marburg 1889.
- Guppy, H. B., The dispersal of plants, as illustrated by the Flora of the Keeling or Cocos Islands. Sep.-Abdr. 1890.
 — The Solomon-Islands. London 1887.
- Hann, J., Handbuch der Klimatologie. II. Bd. Stuttgart 1897.
 — Lehrbuch der Meteorologie. Leipzig 1901.
- Hemsley, W. B., Report on present state of Knowledge of various Insular Floras. Introduction to the first three Parts of the Botany of the Challenger Expedition, Botany. Vol. I.
- Hooker, J. D., Flora of British India. Vol. I—VII. London 1875—1897.
 — W. J., Species filicum. Vol. I—V. London 1846—1864.
- Kerner, A., Pflanzenleben. II. Leipzig und Wien. 1891.

der von uns gesammelten, der Strandvegetation und den Niederungen der umgebenden Inseln, sondern den höheren Regionen der javanischen und sumatranischen Gebirge entstammen, deren leichte Samen durch die in den höheren Regionen herrschenden starken Luftströmungen, insbesondere durch den während des grössten Teiles des Jahres wehenden Südost, von den hohen Vulkankegeln Javas hergetragen worden sind. Zu erwarten sind vor allem diejenigen anemochoren und zoochoren Arten, welche auch auf Java und Sumatra die nach Ausbrüchen vegetationslos gewordenen Vulkankegel wieder besiedeln. Hier finden sich, wie Schimper¹⁾ am Goenong Goentoer konstatierte und wie ich in einer weiteren Veröffentlichung über die Besiedelung vulkanischen Bodens im malayischen Archipel (Gedeh, Pangerango, Papandajan, G. Goentoer, Dieng- und Tenggergebirge auf Java, Merapi und Singalang auf Sumatra) ausführen werde, ausser Gräsern, Cyperaceen, Farnen, Orchideen, auch strauch- und baumartige Phanerogamen mit Windverbreitung der Samen und Früchte, im besonderen *Rhododendron*- und *Gnaphaliumarten*, während die Übertragung anderer, *Vaccinium*, *Gaultheria*, *Myrica*, *Aralia* usw., vorwiegend durch Vögel stattfindet. Viele der zuletzt genannten Pflanzen, welche im Walde als Epiphyten leben, werden auf vulkanischem Boden, wo die Konkurrenz anderer Pflanzen zunächst gering ist, wiederum zu Bodenpflanzen und gehen erst später, wenn das Pflanzenkleid dichter wird und baumartige Pflanzen das Feld behaupten, wieder zur epiphytischen Lebensweise über. In dem nach oben und unten sich ausdehnenden Bergwalde werden nach und nach auch neue Existenzbedingungen geschaffen. Sporen von Kryptogamen und Samen von Blütenpflanzen, die jetzt auf der Insel noch nicht die zum Keimen und Gedeihen notwendigen Bedingungen finden, liefern später neue Florenbestandteile. Lianen, epiphytische Moose, Farne, Orchideen stellen sich ein. Die Felsen des Bergabhanges überkleiden sich an beschatteten Stellen mit Lebermoosen und Laubmoosen, an sonnigen Stellen siedeln sich auf denselben Flechten an. Das modernde Laub am Waldboden durchwuchern die Mycelien von Schimmelpilzen und der im Archipel so häufigen Phalloideen und Agaricineen. Vielleicht finden auch die bleichen Fäulnisbewohner aus der Abteilung der Blütenpflanzen sowie Schmarotzer des Ast- und des Wurzelwerkes hierher ihren Weg.

Der Mensch wird in diesen Entwicklungsgang weder hemmend noch fördernd stark eingreifen. Noch sind die westlichen Gebiete Javas, der ganze Süden Sumatras wenig bevölkert, noch liegt in

¹⁾ Schimper, A. F. W., Pflanzengeographie. 1898. Pag. 201.

Vierteljahrsschrift d. Naturf. Ges. Zürich. Jahrg. 52. 1907.

Schluchten des Berges noch wie vor zehn Jahren vornehmlich von den *Gräsern*, *Cyperaceen* und *Compositen* eingenommen, während die *Farne* schon etwas zurücktreten. Von den Phanerogamen des Strandes fand Treub erst zwei Vertreter, *Scaevola Koenigii* und *Tournefortia argentea*, im Innern vor. Seither sind die Bäume und Sträucher auch hier, in dem steppen- oder steinwüstenähnlichen Gebiete, zahlreicher geworden. Sie sind vom Strandwalde aus in Gruppen oder einzeln über die Ebene vorgedrungen und, wie früher beschrieben worden ist, in den Schluchten des Kegels zu grösseren waldartigen Beständen vereinigt.

Wird die weitere Entwicklung der jetzigen Krakatauvegetation nicht durch neue vulkanische Ausbrüche unterbrochen, so dürfte die Insel mit Ausnahme der schroffen Absturzwände im Laufe der nächsten 50 bis 60 Jahre — innerhalb einer ähnlichen Zeitdauer hat sich der Vulkan Tamboro auf der Insel Sumbawa wieder mit einem dichten Wald bedeckt — völlig überwaldet sein. Am Strande werden zunächst infolge der Ausdehnung der waldartigen Bestände die mit Kräutern und Stauden überdeckten Lichtungen verschwinden. Vielleicht erstehen während der Bildung einer geschlossenen *Barringtonia*-formation unter dem Zuwachs von Arten, der in Zukunft noch erfolgen wird, einzelnen bisherigen Vertretern scharfe Konkurrenten. Die endgültige Gestaltung und Zusammensetzung der Formation wird wie anderwärts unter Reduktion der Artenzahl stattfinden. Weniger gut angepasste Formen verschwinden oder werden gegen den Strand hin gedrängt, wo sie sich unter die Bestandteile der *Pes Caprae*-formation mischen und dieselben an einzelnen Stellen verdrängen. Eine fast ungehinderte Verbreitung der im hohen *Barringtonia*wald nicht mehr fortkommenden niederen oder langsam wachsenden Bäume und Sträucher ist landeinwärts möglich. Im besonderen werden diejenigen bisherigen „fakultativen“ Strandbewohner bald auf das Innere der Insel übergehen, deren Samen oder Früchte, ohne zu den eigentlich anemochoren zu gehören, vom Winde doch über kleine Strecken landeinwärts getragen werden können, ferner die anderen, deren Früchte, wie z. B. diejenigen der verschiedenen *Ficus*arten, den Vögeln eine willkommene Speise gewähren. Vielleicht setzt sich der Wald in der Hauptschlucht des Bergabhanges schon jetzt aus diesen Bestandteilen der Küstenflora zusammen, vielleicht auch werden zukünftige Besucher der Insel dort noch zahlreiche weitere Pflanzen vorfinden, deren Keime ebenfalls durch Vögel, insbesondere aber durch den Wind nicht von den Strandpartien Krakataus, sondern von der umgebenden Inselwelt zugeführt worden sind. Namentlich ist zu erwarten, dass hier oben später Pflanzen gefunden werden, die nicht, wie die meisten

des Meeresbodens. Ein Teil der ins Meer gefallenen Bimsstein- und Aschenmassen wurde bei heftig bewegtem Meere hin und her verschoben. Einzelne kurz nach dem Ausbruche über die Oberfläche emporragende Sandbänke verschwanden wieder völlig, während an anderen Orten das leicht bewegliche Material zu neuen unterseeischen Bergen und Bänken aufgehäuft oder an den Strand der drei Inseln gespült wurde. So ist namentlich an der Süd- und Westküste von Krakatau und an der Südküste von Verlaten Eiland das flache Strandgebiet bedeutend vergrössert worden. Seither haben diese Materialablagerungen am Strande, wenn auch in schwächerem Masse, angedauert. Es ist augenscheinlich, dass die ältesten Strandpflanzen, die aus den in der Drift der ersten Jahre enthaltenen Samen und Früchten hervorgegangen sind, nach und nach vom Strande durch eine immer breiter werdende Zone getrennt wurden und dass während dieser Strandverschiebung in der jeweiligen Driftzone mit den Bimssteinmassen stets neue Keime zur Entstehung des jetzigen von Lücken durchbrochenen Strandwaldes gelandet worden sind. Natürlich ist bei der Entstehung desselben die Mitwirkung anderer Faktoren, welche sonst bei der Besiedelung von Koralleninseln oder anderen Küstenstrichen zuweilen eine Verbreitung von Strandpflanzen oberhalb der eigentlichen Driftlinie ermöglichen, nicht ausgeschlossen, immerhin im Vergleich zu der bereits versuchten Erklärung weniger wahrscheinlich. So ist z. B. eine Verschleppung der angeschwemmten Früchte und Samen aus der Drift landeinwärts durch Tiere bei dem gegenwärtigen Bestande der Tierwelt Krakataus nicht wohl anzunehmen. Immerhin ist ja anderwärts festgestellt worden, dass auch Saurier, Eidechsen und Schildkröten, also Tiere, die z. T. auf der Insel schon vorkommen, wesentlich zur Pflanzenverbreitung beitragen. Beccari z. B. berichtet, dass er grosse Quantitäten von Pandanaceenfrüchten im Magen von *Lophura amboinensis* gefunden habe, und dass auf Borneo einzelne Schildkröten regelmässig die Früchte eines *Durio* verspeisen und die Samen mit den Exkrementen wieder abgeben. Dagegen ist die Mitwirkung von Krabben, durch welche nach Guppy auf den Kokosinseln die Keime einzelner Pflanzen, im besonderen von *Morinda citrifolia*, *Hernandia peltata* und *Cordia subcordata*, über das Innere der Inseln verbreitet werden, ausgeschlossen, da ja gerade diejenigen Samen und Früchte (*Cocos*, *Barringtonia*, *Calophyllum*, *Pandanus*) am weitesten landeinwärts transportiert worden sind, die von den Krabben am eifrigsten aufgesucht werden und ihren Angriffen am wenigsten entgehen.

Hinter dem Strandwalde werden das flache, gegen den Fuss des Kegels leicht ansteigende Terrain wie auch die untersten Gräte und

VI. Bildung von Pflanzengesellschaften und zukünftige Gestaltung des Vegetationsbildes von Krakatau.

Nicht weniger überraschend als die bedeutende Zahl und die Mannigfaltigkeit der Arten der neuen Krakatauflora ist die ziemlich vorgeschrittene Differenzierung des Pflanzenkleides in Pflanzengesellschaften, Formationen. Schon 1897 hatte, wie Penzig berichtet, die Bildung der Pflanzengesellschaften begonnen. Am Strande herrschten die Pflanzen der *Pes Capraeformation* vor. Die Pflanzenwelt des Inselinneren zeigte den Charakter einer Grassteppe. An den Abhängen des Kegels dominierten die Farne. Seither hat sich das Vegetationsbild wieder wesentlich geändert. Die Strandflora ist in zwei Formationen geschieden. Ein äusserer Gürtel von wechselnder Breite, hier und da bis zur Flutlinie sich ausdehnend, besteht aus niederen kriechenden Gräsern und Kräutern, Büschen und Sträuchern, der eigentlichen *Pes Capraeformation*. Hinter derselben erhebt sich der Strandwald (*Barringtoniaformation*), der in seiner Zusammensetzung noch nicht die Mannigfaltigkeit und die düstere Pracht des *Barringtonia-Strandwaldes* an den Küsten Javas und Sumatras erreicht hat noch auch sobald erreichen wird. Beide Strandformationen sind noch nicht geschlossen. Durch die Lichtungen des Strandwaldes hindurch dringen die Gräser, Cyperaceen, Farne und Kompositen der inneren Grassteppe bis zu den niederen *Ipomaea-* und *Spinifexrasen* vor, während andererseits Gruppen von Strandpflanzen selbst noch 300 bis 500 m landeinwärts vorkommen. So befindet sich die schöne Gruppe hoher Kokospalmen (pag. 319) etwa 400 m innerhalb der Strandlinie. Auch Gruppen älterer Exemplare von *Barringtonia*, *Calophyllum*, *Casuarina* finden sich in verschiedenen Abständen von der Küste, andere, jüngere Kokospalmen und Pandanusgebüsche sind dagegen dem Strande so nahe, dass ihre Stämme zur Flutzeit von den Wellen umspült werden. Die Strandvegetation ist an der Südwestecke von Krakatau, wo sie am weitesten gediehen ist, aus Beständen verschiedenen Alters zusammengesetzt, von denen die ältesten am meisten landeinwärts, die jüngsten dagegen an der Flutlinie stehen. Diese Verteilung der jungen Litoralflora über einen verhältnismässig breiten Gürtel findet ihre Erklärung am ehesten in der Annahme einer allmählichen Grössenzunahme der Insel in diesem Strandgebiete, einer im Laufe der Jahre erfolgten beträchtlichen Verschiebung der Strandlinie nach aussen. Schon in den ersten Monaten nach dem grossen Ausbruch erfolgten, wie durch die Messungen von Verbeek festgestellt wurde, in der ganzen Umgebung der Krakatauinseln starke Niveauveränderungen

für 9 Arten aus dem Verzeichnis der Strandpflanzen, insgesamt also für 18 Arten oder 19% der Gesamtflora, wobei der gar nicht zu übersehende Anteil der Sumpf- und Schwimmvögel an der Verbreitung der Gramineen und Cyperaceen nicht berücksichtigt worden ist.

Ebenso unsicher sind Angaben über die Anzahl anemochorer Arten. Werden nur die Orchideen, die Gramineen mit Ausschluss von *Spinifex* und *Ischaemum*, von den Cyperaceen *Mariscus umbellatus* mitgerechnet und von den Kompositen alle ausgeschlossen, welche am Strande vorkommen, so beträgt ihre Anzahl 15 Arten oder 16%, mit Einrechnung aller Kompositen und aller 4 Cyperaceen 28 Arten oder 30% der Gesamtzahl.

Wie aus den in der Florenliste enthaltenen Angaben über die Verbreitung der einzelnen Arten hervorgeht, gehören sie fast ohne Ausnahme zu den Ubiquisten des Tropengürtels oder doch des malayischen Archipels. Der Versuch, die wenigen nicht allgemein verbreiteten Arten unter Berücksichtigung der herrschenden Meeresströmungen und Windrichtungen von Java, Sumatra oder der übrigen Inselwelt abzuleiten, bleibt, besonders weil die in Betracht kommenden Teile von Java und Sumatra wie auch die übrigen Inseln der Javasee und der Sundastrasse floristisch zu wenig bekannt sind, gegenwärtig noch resultatlos.

Von der Gesamtzahl der Phanerogamen sind also je nach der Art der Berechnung 39 bis 72 % durch die Meeresströmungen, 10 bis 19 % durch die Vögel und 16 bis 30 % durch die Luftströmungen auf die Inseln getragen worden. Die Bedeutung des Transportes von Keimen durch die Winde erscheint erst im richtigen Lichte, wenn wir berücksichtigen, dass auch die Farne mit 16 Arten, ferner die niederen Kryptogamen fast ohne Ausnahme (s. *Polystictus* pag. 346) durch dasselbe Verbreitungsmittel befördert worden sind. Von der Zahl der Gefässpflanzen bilden die anemochoren Arten (25 Blütenpflanzen, 16 Farne) 37 %. Die grosse Zahl der Farne und der übrigen Kryptogamen ist offenbar darauf zurückzuführen, dass die Verbreitung ihrer Keime schon durch die gewöhnlich im Gebiete herrschenden Winde über Entfernungen von ungefähr 30 km hin erfolgt, während für sehr weit abgelegene Inseln auch die Übertragung leichtester Keime nur durch ungewöhnlich starke Winde, also verhältnismässig selten zu erfolgen scheint. Hierfür spricht z. B. die Tatsache, dass auf den Kokosinseln, die mit Krakatau eine grössere Anzahl von Phanerogamen gemein haben, die Farne merkwürdigerweise ganz fehlen und von den drei Besuchern der Inseln (Darwin, Forbes, Guppy) überhaupt nur drei Kryptogamen, ein Laubmoos (*Hypnum fuscens* Hook et Arn.), ein Pilz (*Polyporus luridus* Fries) und eine Flechte, gefunden worden sind.

die gewöhnlichen Passatwinde mitgeführt, während die grösseren, schwereren und zum Teil besonderer Flugeinrichtungen entbehrenden Früchtchen der Kompositen, Gramineen und Cyperaceen, wenn sie tatsächlich durch Windwirkung auf die Inseln gelangt sind, durch die heftigeren Stürme und Cyklone verbreitet worden sein müssen.

4. Anteil der einzelnen Verbreitungsagentien an der Entstehung der gegenwärtigen Krakatauf flora.

Aus der vorstehenden Betrachtung über die Bedeutung der Verbreitungsagentien pflanzlicher Keime für die Besiedelung der Krakatau-Inseln geht hervor, dass die Einteilung der bis jetzt gefundenen Pflanzen nach ihren Verbreitungsmitteln und Verbreitungsagentien nicht leicht ist und keineswegs eine scharfe sein kann. Sieht man von den 5 Orchideen ab, für welche die Übertragung durch die Luftströmungen am wahrscheinlichsten ist, die anderen Verbreitungsagentien (wie z. B. in Spalten von Baumstämmen) aber immerhin nicht vollständig ausgeschlossen sind, so sind für die anderen vermutlich anemochoren Pflanzen auch noch Verbreitung der Samen oder vegetativer, reproduktionsfähiger Teile im Wurzel- oder Astwerk von Treibholz, für die Gramineen und Cyperaceen, die an der Küste vielfach auch in sumpfigen Gebieten vorkommen, an den Füßen und im Federkleide von Schwimm- und Sumpfvögeln möglich. Auch für die Strandpflanzen kommt, wie ausgeführt worden ist, ausser der charakteristischen und für viele sicher festgestellten direkten Verbreitung der Früchte und Samen durch die Strömungen die indirekte auf Treibholz, auf angespülten, mit Sand und Samen beladenen Bimssteinen, für einzelne auch Verbreitung durch Vögel in Frage. Von der Gesamtzahl der bis 1906 auf der Inselgruppe gefundenen Phanerogamen sind sicher 36 (39%) durch die Meeresströmung auf die Insel gelangt. Werden auch diejenigen Strandpflanzen Krakataus einbezogen, die Gattungen mit sehr bekannten halophilen Arten angehören, und diejenigen typischen Strandpflanzen, für welche Übertragung durch Vögel nicht ausgeschlossen ist, werden ferner die strandbewohnenden Kompositen, Gräser und Cyperaceen mitgerechnet, bei welchen ausser der Verbreitung durch Wind und Vögel auch die durch Meeresströmungen möglich ist, so steigt die Anzahl der in dieser Gruppe zu vereinigenden Pflanzen auf 67 oder 72% der Gesamtzahl.

Auch die Anzahl der durch Vögel eingeschleppten Pflanzen ist nicht genau festzustellen. Wohl ziemlich sicher steht diese Art der Übertragung für die pag. 350 angeführten, namentlich im Binnenlande vorkommenden 9 Arten (10% der Gesamtzahl), möglich ist sie noch

selten; auf Edam fanden wir deren 6 (worunter 2, *Vernonia cinerea*, *Wedelia glabrata*, gemeinsam mit Krakatau), in Vlakte Hoek die überall am Strande verbreitete *Wedelia glabrata*, in Javas 4. Punkt deren 4 (worunter 3, *Blumea balsamifera*, *Wedelia glabrata* und *Vernonia cinerea* gemeinsam mit Krakatau). Auch von den in der Liste aufgeführten Gramineen kommen einzelne nicht nur auf Krakatau, sondern auch auf Java, Sumatra etc. häufig in der Küstenflora vor und von Hemsley wird z. B. *Imperata arundinacea* unter die Strandpflanzen mit Verbreitung durch die Meeresströmungen eingereiht. Dagegen hält er diese letztere Verbreitungsart von Kompositen für fraglich, während andererseits Schimper hervorhebt, dass die Früchtchen der meisten Strandkompositen und auch derjenigen Art mit grösster überseeischer Verbreitung, *Wedelia biflora*, ohne Pappus sind und daher die Windverbreitung derselben wenig wahrscheinlich sei. Wir gehen kaum fehl, wenn wir mit Schimper für einzelne der Strandkompositen Verbreitung durch die Meeresströmungen nicht ausschliessen, dagegen sein Argument gegen die Windverbreitung als nicht stichhaltig bezeichnen. Bei der Verbreitung von Samen oder Früchten über weite Strecken durch starke Winde kommt weniger die besondere Flugausrüstung als das geringe Gewicht der Samen in Frage. Je grösser die Geschwindigkeit eines Windes ist, um so wirksamer ist derselbe für den Samentransport. Samen, die in der schweizerischen Mittelebene dem Winde noch Widerstand leisten, oder nur über kurze Strecken hin mitgeführt werden können, werden nach Vogler in grösserer Höhe, wo die Windgeschwindigkeit eine bedeutendere ist, weiter getragen. Die obere Gewichtsgrenze der flugfähigen „leichten Samen“ ist in höheren Lagen mit ihren heftigen Winden höher anzunehmen als im Tale, wo mässige Winde vorherrschen. Für Windstärken von 30 m per Sekunde, wie sie in den Alpen vorkommen, hält Vogler besondere Flugapparate kaum mehr für nötig. Solche Windstärken sind nun bei den Stürmen im indomalayischen Gebiete nichts Seltenes. Ein Transport von leichten Samen und Früchten ohne andere Anpassung an die Windverbreitung, als sie im leichten Gewicht gegeben ist, ist also auch im Gebiete der Sundastrasse nicht ausgeschlossen. Immerhin geht aus den Befunden auf Krakatau hervor, dass auch bei Transporten über grosse Distanzen die mit Flugapparaten ausgerüsteten Arten (Pappusbildungen der Kompositen, haarförmige Flugorgane der Gramineen, Samen mit häutigem Saum wie bei den Orchideen) doch bevorzugt sind. Ganz leichte und der Windverbreitung besonders angepasste Samen, wie diejenigen der Orchideen, die Sporen der Farne und der anderen Kryptogamen, werden wohl schon durch

welche Treub im Innern fand, auf die Insel getragen worden. Die erste Besiedelungsperiode war charakterisiert durch das Vorherrschen der Farne, die mit 11 im indomalayischen Gebiete weit verbreiteten Arten vertreten waren. Seither ist eine beträchtliche Vermehrung der Zahl anemochorer Arten erfolgt, an welcher neben den Farnen besonders die Familien der Gramineen, Cyperaceen und Orchideen Anteil haben.

Penzig nimmt an, dass von den bis 1897 auf der Krakatau-gruppe gefundenen Pflanzen alle Kompositen (8 Arten: *Wedelia asperrima*, *Wedelia scabriuscula*, *Blumea balsamifera*, *Blumea hieracifolia*, *Pluchea indica*, *Vernonia cinerea*, *Emilia sonchifolia*, *Wollastonia* spec.), ferner 5 Gramineen (*Gymnothrix elegans*, *Phragmites Roxburghii*, *Imperata arundinacea*, *Saccharum spontaneum*, *Pogonatherum crinitum*) und die 4 Orchideen (*Spathoglottis plicata*, *Vanda Sulingi*, *Arundina speciosa* und *Phajus* spec.), also im Ganzen 17 Arten (32% der Gesamtfloora) auf Flügeln des Windes den Inseln zugetragen worden seien. Die Cyperaceen (*Cyperus digitatus*, *Fimbristylis spathacea*, *Lipocarpus foliosa*) teilt er mit den beiden Gräsern *Spinifex squarrosus* und *Ischaemum muticum* der Gruppe der „roophilen“, d. h. durch Wasserströmungen verbreiteten Arten zu. Im April 1906 gehörten dem Florenbestande der 3 Inseln 12 Kompositen (seit 1897 hinzugekommen: *Conyza angustifolia*, *Conyza indica*, *Erechthites hieracifolia*, *Wedelia glabrata*; *Senecio* spec.¹⁾), 6 Gramineen (*Ischaemum* und *Spinifex* nicht einbezogen; seit 1897 neu hinzugekommen *Pennisetum elegans*), 4 Cyperaceen (neu: *Mariscus umbellatus*) und 5 Orchideen (neu: *Cymbidium Finlaysonianum*) an. Für alle diese 28 Arten (30% der Phanerogamenflora) ist Übertragung durch Windtransport, für einzelne auch durch die anderen verbreitenden Agentien möglich und bei der Besiedelung von Krakatau vielleicht erfolgt. Von diesen 28 vermutlich anemochoren Arten kommen einzelne auch in der Strandvegetation von Krakatau vor und werden auf Java und Sumatra nicht nur im Binnenland, sondern ebenso häufig am Strande getroffen. Die Verbreitung ihrer Früchtchen durch das Wasser ist also nicht von vornherein ausgeschlossen, zum mindesten nicht für Vertreter wie *Conyza indica*, die *Blumea*-, *Wedelia*- und *Wollastonia*arten, die am Strande besonders häufig sind und z. B. von Schimper zu den typischen Strandpflanzen gerechnet werden. Auch in der Flora der auf unserer Exkursion besuchten Insel Edam und den Küstenpunkten Javas und Sumatras waren Kompositen nicht

¹⁾ *Senecio* spec., vermutlich auch *Conyza indica*, *Conyza angustifolia* schon 1886 durch Treub aufgefunden. (l. c. pag. 218: „deux espèces de *Conyza*“.)

Alpengebiet ist in neuerer Zeit durch Vogler¹⁾ die Möglichkeit des Windtransportes über grosse Distanzen nachgewiesen worden. Auf Grund zahlreicher Angaben über den Transport von Blättern etc. auf Gletscher und Schneefelder und Bestimmung des nächsten normalen Standortes der betreffenden Pflanzen kommt Vogler zum Schluss, dass bei Sturmwinden im Alpengebiet ein Transport von Samen über Distanzen von 20 km möglich ist. Als Beleg für die Wahrscheinlichkeit noch grösserer Transportdistanzen, selbst für ziemlich schwere Samen und Früchte, führt er den merkwürdigen Salzhagel am St. Gotthard vom 30. August 1870 an, bei welchem Salzkristalle mit einem Gewicht bis zu 0,76 g fielen, die durch Windströmungen von Nordafrika oder doch von den nächsten Punkten der Meeresküste, also 1000 oder mindestens 250 km weit hergetragen wurden.²⁾

Den schönsten Beweis für Transport von Pflanzenkeimen über grosse Distanzen bilden aber die Angaben über die Wiederbesiedelung Krakatau. Hier stehen grosse Transportdistanzen völlig sicher, denn die nächste vegetationstragende Insel, Sebesi, liegt 18,5 km, die nächsten Punkte von Java und Sumatra sind 40,8 und 37,1 km entfernt.

Die Ergebnisse der Treubschen Durchforschung der Insel im Jahre 1886 sind bereits eingangs (pag. 295) besprochen worden. Die erste Besiedelung des Vulkankegels, überhaupt des Inselinnern, ist in ganz anderer Weise als diejenige des Strandes und zwar fast ausschliesslich durch Windtransport von Pflanzenkeimen erfolgt. Durch die Luftströmungen sind Keime blaugrüner Algen, Bakterien, Diatomeen, die Sporen von Leber- und Laubmoosen, von Farnen und schliesslich auch die Samen von mindestens 6 der 8 Phanerogamen,

und niemals nach O. gezogen, auch dann nicht, wenn in den Monaten Januar und Februar ein starker W.- oder WNWwind das trübste Regengestöber über die niedrigen Alluvialflächen hinblies. Der Einfluss des Westwindes dehnt sich also nach Junghuhn niemals bis in die Zone von 2000 m hinauf aus. (Junghuhn, F., Java, seine Gestalt, Pflanzendecke und innere Bauart. Leipzig 1852. Bd. I. pag. 165.

Auch Verbeek (Krakatau. II. Teil, pag. 149) gibt an, dass in Java der Wind in den höheren atmosphärischen Schichten konstant von Osten (SO., O. und seltener NO.) weht und zwar unabhängig davon, ob in tieferen Luftschichten der Ost- oder Westwind weht. Als untere Grenze dieses Höhenwindes nimmt er ebenfalls 2000 m an. Er ist ferner der Ansicht, dass die Geschwindigkeit desselben mit der Höhe zunehme und berechnet sie aus den Erscheinungen des Aschentransportes beim Krakatauausbruch für die Höhe von 50 km auf 121 km per Stunde.

¹⁾ Vogler, P., Über die Verbreitungsmittel der schweizerischen Alpenpflanzen. Flora. Bd. 89. 1901. Sep.-Abdr. pag. 81 u. f.

²⁾ Ein ähnliches Vorkommnis aus neuerer Zeit ist der Steinregen von Trélex (1906), bei welchem es sich um Transport von erbsen- bis haselnussgrossen, weissen Quarzgeröllen aus einer quarzreichen Gegend (Südfrankreich oder Spanien) durch Luftströmungen handelt. Eine ausführliche Mitteilung über diesen Steinregen wird Dr. L. Rollier in den „Verhandlungen der Schweiz. naturforsch. Gesellschaft, Freiburg 1907“ veröffentlichen.

und zwar auf Grund der Wahrnehmung, dass eine grössere Anzahl von Arten in ihrem Vorkommen auf Berggipfel beschränkt ist, die bis 3200 km voneinander entfernt liegen, und dass ferner auch nahe verwandte Arten nur in grosser Entfernung voneinander vorkommen. Im malayischen Archipel befinden sich nach Beccari die Berggipfel in einer Region, in welcher während eines Teiles des Jahres, besonders vom November bis April zur Zeit des Westmonsuns, die Winde von andauernder Heftigkeit und konstanterer Richtung sind als in den unteren Regionen und an der Küste des Meeres. Es ist also wohl möglich, dass der Nordwestmonsun, Staub und auch kleine staubartige Samen aus den westlichen Teilen des Archipels mit sich führend, dieselben auf den Gipfeln der östlicheren Inseln wieder absetzt. Beccari erinnert hierbei an die grossen Entfernungen, welche vulkanische Aschen (Ausbruch des Tamboro auf Sumbawa im Jahre 1815) unter dem Einfluss der in den höheren Regionen treibenden Luftströmungen zurücklegen können, und teilt auch einige Zahlen mit, welche eine Vorstellung von der Leichtigkeit derjenigen Samen geben, deren Transport durch Winde er annimmt. Ein Same von *Nepenthes phyllamphora* wiegt 0,000 035 g, von *Rhododendron verticillatum* 0,000028 g, von *Dendrobium attenuatum* 0,000 00565 g. Da im malayischen Archipel der Nordwestmonsun von grosser Intensität ist, so sei leicht einzusehen, warum sich auf den Berggipfeln der Molukken und von Neu-Guinea *Rhododendron*, *Nepenthes* und andere den Gebirgen westlicher Gebiete eigentümliche Pflanzen vorfinden und auf den Gebirgen Javas, wie z. B. auf dem Pangerango, zahlreiche Pflanzen der alpinen indischen Region (*Gentiana quadrifaria* Bl., *Ranunculus javanicus* Reinw., *Ranunculus diffusus* DC., *Valeriana javanica* Bl., *Primula imperialis* Jungh., *Gnaphalium javanicum* Reinw. u. a. m.) vorkommen. Sie sind nach Beccari durch den Nordwestmonsun, zum Teil auch durch Vögel aus westlicheren Gegenden, zunächst von Sumatra und dorthin von den Gebirgen Indiens gebracht worden.¹⁾ Auch für das schweizerische

¹⁾ Beccari misst also im besonderen dem vom November bis April wehenden Nordwestmonsun eine grosse Bedeutung zu für die Übertragung von Samen und zwar aus den westlichen Teilen des Archipels nach den östlichen Inseln. Hiermit lassen sich die Junghuhnschen Beobachtungen über das Verhältnis der Monsunwinde auf Java nicht in Einklang bringen. Der West- oder Nordwestmonsun, der in den Monaten Dezember bis Februar in Java das Gewölk herantreibt, soll sich nach Junghuhn nur bis zu einer geringen Höhe über Meer, höchstens bis zu 1600 m an den Abhängen der Berge ausdehnen, dagegen der Südostpassat in allen Luftschichten oberhalb 2000 m das ganze Jahr hindurch wehen. Während des Zeitraums von 12 Jahren, während welcher er der Richtung, in der die Dampfvolken der Vulkane als meilenlange Streifen durch die Atmosphäre ziehen, seine Aufmerksamkeit geschenkt habe, seien dieselben stets nach W., WNW., zuweilen WSW

tationsbedeckten Gebieten wenigstens im ebenen Lande die Windwirkung vielfach in ihrer Bedeutung für die Verbreitung der Gefäßpflanzen hinter andern Faktoren zurücktritt¹⁾, ist es erklärlich, dass man die Möglichkeit eines Transportes über weite Distanzen, also z. B. die Übertragung von Samen und Sporen auf entlegene Inseln, bezweifelte oder sie höchstens für Sporen zugab. Für die Fernwirkung des Windes sprach allerdings der Umstand, dass die Hauptvegetation vulkanischer Inseln in grösserer Entfernung von Kontinenten vorwiegend aus Farnen besteht und auch das Vorkommen von Farnen und bestimmten Blütenpflanzen auf Koralleninseln nicht wohl anders als durch Vermittlung des Windes zu erklären ist. Es fehlte daher auch nicht an Forschern, welche die Bedeutung der Windwirkung für die Besiedelung solcher Gebiete vollkommen anerkannten. Im besonderen hat Engler²⁾ in seinen Arbeiten über die Inselfloren und die Floren der tropischen Hochgebirge die Ansicht vertreten, dass leichte Samen in den höheren Luftschichten durch zeitweise heftige Winde über grosse Strecken hinweg transportiert werden. In seiner vergleichenden Betrachtung der Floren der grösseren Inseln im stillen Ozean, im besonderen der Sandwichinseln, kommt er auf Grund seiner Studien über die Verbreitungsmittel von Früchten und Samen der Pflanzen zu dem Schlusse, dass z. B. von den 675 Arten der Sandwichinseln für 140 Sporen- und 14 Samenpflanzen Verbreitung der Keime durch den Wind, für 322 Verbreitung durch Vögel (für 56 Arten durch Küstenvögel, für 241 im Darmkanal von Vögeln und für 26 im Gefieder derselben) möglich ist. Aus der Tatsache, dass von den 669 einheimischen Arten der Sandwichinseln nicht weniger als 500 (74,6 %) endemisch sind, geht allerdings hervor, dass nur äusserst selten Samen, sowohl durch Wind wie Vögel, über solch weite Entfernungen, wie sie für die Sandwichinseln in Betracht kommen, getragen werden. Auf die Bedeutung des Windes für die Verbreitung von Pflanzen im malayischen Archipel hat vor Treub schon Beccari³⁾ hingewiesen

¹⁾ In den Alpen, wo Standortsverschiebungen viel häufiger vorkommen als in der Ebene, sind die anemochoren Arten (d. h. diejenigen, bei welchen die Samenverbreitung durch den Wind erfolgen kann) im Vorsprung, wie Vogler (Über die Verbreitungsmittel der schweizerischen Alpenpflanzen. Flora. 89. Bd. 1901. Pag. 73 d. Sep.-Abdr.) besonders schön am Beispiele des Vordringens der Vegetation auf dem durch den Rückzug des Rhonegletschers frei gewordenen Terrain zahlenmässig nachwies.

²⁾ Engler, A., Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt, II. Teil. Die extratropischen Gebiete der südlichen Hemisphäre und die tropischen Gebiete. Leipzig 1882.

Engler, A., Über die neueren Fortschritte der Pflanzengeographie (seit 1899) pg. 90.

³⁾ Beccari, O., Malesia. Vol. I. Fasc. III. 1878. Pag. 214—238.

— — Beiträge zur Pflanzengeographie des malayischen Archipels (im Auszuge mitgeteilt von A. Engler), Botan. Jahrbücher I. Bd. 1881.

Besuchern, gelangten hierher vor allem die Samen der verschiedenen Ficusarten. Auch Schimper nimmt diese Art der Ausbreitung für die in den Tiefländern des malayischen Archipels so zahlreich vorkommenden Feigenbäume an, und nach Guppy ist es auf die Verbreitung der Samen durch die fruchtfressenden Tauben zurückzuführen, dass im Inneren der kleinen Koralleninseln des Solomon-Archipels die Feigenbäume mit den *Casuarinen* die häufigsten und wichtigsten Bäume sind. Für *Melastoma polyanthum* ist schon von Penzig¹⁾ Einschleppung durch Vögel angegeben worden. Von den neueren Kolonisten wird ohne Zweifel auch *Trema amboinensis*, eine *Celtidoidee* mit kleinen saftigen Früchten, zu den zoochoren Elementen der Insel zu rechnen sein. Für die auf Verlaten Eiland vorkommende *Carica Papaya* ist ausser der Verbreitung durch Vögel auch diejenige durch fliegende Hunde (Pteropus) möglich, die wie u. a. aus den Mitteilungen von Forbes (l. c. pag. 34) hervorgeht, ebenfalls zu weiten Flügen über Meer befähigt sind. Da Verlaten Eiland vor Jahren einmal, wenn auch nur für kurze Zeit, bewohnt war, könnte die Einschleppung dieser im Archipel so beliebten Kulturpflanze, wie bereits bemerkt wurde, auch durch den Menschen erfolgt sein.

3. Beförderung von Früchten und Samen durch die Winde.

Von ausserordentlicher Bedeutung für die Entstehung der neuen Krakatauf flora ist, wie schon durch den ersten Besuch Treubs in überraschender Weise gezeigt worden ist, das dritte Verbreitungsagens für Früchte und Samen, der Wind. Bevor die Ergebnisse des ersten Krakataubesuches vom Jahre 1886 bekannt wurden, waren über die Mitwirkung des Windes bei der Besiedelung neuen Landes, im besonderen weit entlegener Inseln, die Ansichten geteilt.²⁾ Vorherrschend war die Meinung, dass die Verbreitung von Sporen und Samen durch die Luftströmungen nur von lokaler Bedeutung sei und erst durch ihre häufige Wiederholung im Laufe der Generationen von geographischer Bedeutung werde. Ihre Stütze hatte diese Ansicht in zahlreichen Beobachtungen über die Besiedelung neuen Landes auf dem Festlande, wo durch Bergstürze und Überschwemmungen, durch Bildung von Schuttkegeln, Geröllhalden, Gletschermoränen im Gebirge, von Sandbänken in Flussbetten und Flussmündungen, von Lava- und Aschenfeldern an Vulkanen ganz oder nahezu vegetationsloser Boden geschaffen und hernach von den benachbarten Gebieten aus besiedelt wird. Da schon bei geringer Entfernung des Neulandes von vege-

¹⁾ Penzig, O., l. c. pag. 111.

²⁾ s. Schimper, A. F. W., Pflanzengeographie. 1898, Pag. 90.

Scaevola Koenigii für möglich; schliesslich dürften auch die saftigen Früchte von *Clerodendron inerme*, *Vitex Negundo* und *Vitis trifolia* fruchtessenden Strand- und Waldvögeln als Speise dienen. Nach der Beschaffenheit der Früchte ist also für neun der aufgeführten Strandpflanzen Verbreitung durch Vögel, endozoisch, möglich. Die Zahl derselben darf vielleicht noch grösser angenommen werden, wenn berücksichtigt wird, dass die fruchtessenden Vögel nach den Mitteilungen von Guppy und Beccari¹⁾ in der Auswahl ihrer Nahrung manchmal nicht heikel sind, dass nicht ausschliesslich saftige Früchte als Nahrung dienen und auch eine beträchtliche Grösse der Samen deren Verschlingung nicht hindert. Im Magen von Fregattenvögeln fanden die Bewohner der Keelinginseln vielfach die grossen, kugeligen Samen von *Caesalpinia Bonducella*, einer Leguminose, die ebenfalls der Strandflora von Krakatau angehört. Auch bei fruchtessenden Tauben sollen sich im Kropfe und Magen häufig Samen von ansehnlicher Grösse vorfinden und Beccari gibt an, auf Neu-Guinea im Magen von Casuaren Samen einer Palme, *Orania aruensis*, mit einem Durchmesser von 6 cm gefunden zu haben.

Die Bedeutung des Samentransportes in Kropf und Magen von Vögeln über weite Entfernungen hin wird deswegen vielfach in Frage gestellt, weil die Zeit zwischen Futteraufnahme und Entleerung des Darmes für viele Vögel eine überraschend kurze sein soll. Im Kote von Drosseln fand Kerner²⁾ bereits $\frac{3}{4}$ Stunden nach erfolgter Fütterung mit Beeren von *Ribes* zahlreiche Samen derselben. Die Samen von *Sambucus* hatten sogar schon nach $\frac{1}{2}$ Stunde den Darmkanal passiert. Die meisten Samen brauchen zu dieser Wanderung $1\frac{1}{2}$ bis 3 Stunden. Für die Besiedelung der Krakatauinseln würde auch bei ebenso kurzen Verdauungszeiten der namentlich in Betracht kommenden fruchtessenden Tauben eine Mitwirkung immerhin möglich sein, denn manche Vögel fliegen mit einer Geschwindigkeit von 50 km, Tauben sogar mit einer solchen von 80 und mehr Kilometern in der Stunde. So ist nicht ausgeschlossen, dass Vögel, welche an irgend einem Küstenstriche im Gebiete der Sundastrasse Früchte genossen haben, nach weniger als einstündigem Fluge auf den Krakatauinseln mit den Exkrementen auch die verschlungenen, aber nicht verdauten Samen fallen lassen.

Auch von den im Inneren der Insel vorkommenden Pflanzen sind sicher eine ganze Anzahl durch Vermittlung der Vögel auf die Inseln gelangt. Endozoisch, im Magen oder Kropf von beschwingten

¹⁾ Beccari, O., Malesia. Vol. I. Pag. 1.

²⁾ Kerner, A., Pflanzenleben. II. Pag. 800.

schalen steckenden Einsiedlerkrebse, deren geschäftiges Treiben ich am Strande von Sumbawa und Noesa Kambangan zu beobachten Gelegenheit hatte, fehlen auf Krakatau und Verlaten Eiland. Auch für das Vorkommen von Krabben, welche nach den interessanten Mitteilungen von Guppy am Strande der Kokosinseln sich vorwiegend von den Driftfrüchten und -Samen nähren, ergaben sich auf Krakatau, dessen Name nach früher angeführter Auslegung „Krabbeninsel“ bedeuten würde, keine Anhaltspunkte. Während auf den Kokosinseln von den in der Drift vorkommenden entwickelungsfähigen Keimen 50 bis 60 verschiedener Strandpflanzen nur diejenigen von etwa einem Dutzend Arten der Zerstörung durch die Krabben entgehen und infolgedessen trotz reichhaltiger Driftauswürfe nur eine artenarme Strandflora zur Entwicklung gelangt, finden sich auf Krakatau zahlreiche erwachsene Pflanzen auch derjenigen Arten, deren Früchten, Samen oder Keimpflanzen von den Krabben am eifrigsten nachgestellt wird: *Cerbera Odollam*, *Calophyllum*, *Carapa*, *Cocos nucifera*. Überraschend ist besonders die grosse Zahl von Kokospalmen, die jetzt schon auf Krakatau vorkommen. Es finden sich in der Literatur Angaben¹⁾, nach welchen die Kokosnüsse des Driftmaterials nur selten zur Keimung gelangen; auch findet man anderwärts in der Drift vielfach nur leere Nüsse. Nicht alle sind von Krabben geöffnet worden; die meisten gelangen schon geleert ins Wasser und eine kreisrunde Öffnung von 1 bis 2 cm Durchmesser deutet an, dass die Frucht von den im Archipel so häufig vorkommenden Eichhörnern ausgefressen worden ist.

2. Samentransport durch Vögel.

Ausser durch das Wasser können einzelne der Strandpflanzen Krakataus durch Vögel auf die Insel getragen worden sein. Die Samen von *Pemphis acidula* haften nach Guppy oft in grosser Zahl im Gefieder von Vögeln fest, welche in den Gebüschern der Küstenvegetation nisten oder hier ihr Nestmaterial suchen; für nicht wenige der Krakataupflanzen dürfte überdies der Samentransport im Magen von Vögeln geschehen sein. In Hemsleys Liste der von Guppy und Mosely²⁾ im Kropfe oder im Gedärme fruchtessender Vögel gefundenen unversehrten Samen begegnen wir den nachfolgenden, auch in der Liste der Krakatauflorea aufgeführten Namen: *Ximenia americana*, *Eugenia*, *Premna*, *Cassytha filiformis*. Schimper hält den gleichen Verbreitungsmodus bei *Morinda citrifolia* und

¹⁾ Engler, A., Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt. II. Pag. 183.

²⁾ Hemsley, W. B., l. c. Challenger Reports. Botany. Vol. I. 1. Pag. 43-44.

taus umfasst daher neben überall verbreiteten Strandpflanzen auch weniger spezifisch ausgeprägte Strandbewohner.

Die Artenzahl des Strandgebietes (67) erscheint im Verhältnis zur Artenzahl der indomalayischen Strandflora (ca. 320) noch gering, zahlreiche typische und weitverbreitete Vertreter der *Pes Caprae*- und *Barringtonia*-formation fehlen bis jetzt. Vergeblich suchten wir z. B. zwischen den Spinifexbüschen die auf Edam so häufige schönblättrige *Tacca pinnatifida*. Es fehlen noch die stattlichen Büsche von *Criminum asiaticum*, welche die schattigen Stellen der *Barringtonia*-wälder mit ihren weissen Blüten zieren, und die am sandigen Strande sonst so häufige, hochstandige *Calotropis gigantea*, eine *Asclepiadacee* mit grossen violetten Blüten, deren Samen mit langen seidenartig glänzenden Haaren bedeckt sind und diese Pflanze als eine der wenigen auch an Windverbreitung angepassten Pflanzen des Meeresstrandes erkennen lassen. Vor allem aber fehlt dem Strande der Krakatauinseln noch die ganze Pflanzengesellschaft der *Mangrove* mit ihren an morphologischen und ökologischen Merkwürdigkeiten so reichen (ca. 20) Arten. Das Fehlen dieser und anderer typischer Strandpflanzen ist auf verschiedene Ursachen zurückzuführen. Die einen derselben sind vielleicht an denjenigen Küstenstrecken, von denen vornehmlich Driftfrüchte nach Krakatau getragen werden, nicht oder in geringer Zahl vertreten. Andere dagegen werden zwar an den Strand geworfen, finden aber auf dem bimsstein- und aschenbedeckten Strande nicht die richtigen Lebensbedingungen. Die Früchte und Samen, die wir in der Driftzone von Krakatau und Verlaten Eiland am häufigsten vorfanden, sind dieselben, die bereits in den Listen von Treub und Penzig aufgeführt sind und denjenigen Arten angehören, welche in der neuen Strandflora mit zahlreichen, zum Teil schon selbst fruktifizierenden Pflanzen vertreten sind. Daneben finden sich freilich auch andere, welche, in grosser Zahl angeschwemmt, einzelne Keimpflanzen liefern, dann aber, wie *Nipa fruticans*, nicht heranwachsen, sondern gleich den an den Strand geworfenen grossen Keimlingen von *Rhizophora* zugrunde gehen. Das Fehlen bestimmter Strandpflanzen, wie *Nipa* und der Mangrovepflanzen, deren Keime wohl auf die Inseln gelangen, aber nicht gedeihen, ist auf die besonderen Standortverhältnisse zurückzuführen. Eine andere Art der Selektion, Vernichtung bestimmter Samen und Früchte des Driftmaterials durch Tiere, im besonderen durch Einsiedlerkrebse und Krabben, wie sie von Schimper¹⁾ und Guppy²⁾ für andere Küsten beschrieben worden ist, scheint hier nicht stattzufinden. Die kleinen, in Schnecken-

¹⁾ Schimper, A. F. W., Indomalayische Strandflora, pag. 75.

²⁾ Guppy, H. B., l. c. pag. 11.

linie. Einzelne sind ziemlich weit landeinwärts abgelagert worden. Auf solchem Treibholz dürften einzelne der auf der Insel gesehenen Tiere die Reise zurückgelegt haben, wie der fette Leguan, der sich im Bachbette sonnte, wie vielleicht auch die Vorfahren der zahlreichen Ameisen, ganz sicher aber Pflanzen. Auf einem der offenbar schon vor längerer Zeit gestrandeten Bäume fand ich die beiden Röhrenschwämme *Polystictus sanguineus* und *P. hydroides*. Das Mycelium derselben hatte offenbar im Innern des Holzes den Seetransport überdauert und bereits eine grosse Anzahl neuer Fruchtkörper erzeugt, von denen namentlich die blutroten von *P. sanguineus* schon auf grössere Entfernung hin auffielen.

Auch Bimssteinbrocken, die seit dem grossen Ausbruche des Krakatau an allen Küsten im Gebiete der Sundastrasse und über dasselbe hinaus den Strand und die Oberfläche des Wassers in stillen Buchten überdecken, können, wie Guppy beschrieben hat, dem Transporte von Früchtchen und Samen dienen. Schwimmende und am Strande liegende Bimssteinstücke können durch die Flut bis unter die Strandbäume oder auf sandiges Terrain getragen werden, wo die zahlreichen Vertiefungen und Höhlungen derselben, ähnlich wie die Risse und Vertiefungen des Schwemmholzes, mit Sand und kleinen Früchtchen vollgeweht werden. Eine nächste Flut trägt die beladenen Bimssteinbrocken wieder weg und eine Strömung, in die sie geraten, befördert sie an andere Küsten. Auf den Kokosinseln ist die Keimung von *Pemphis acidula*, *Scaevola Koenigii*, *Triumfetta procumbens* aus Samen, die in den Höhlungen von Bimssteinen verborgen waren, wiederholt beobachtet worden. Dass ein solcher Transport für die Besiedelung der Krakatauinseln noch viel mehr in Betracht kommen muss, als für die abgelegenen Kokosinseln, lassen schon die grossen Bimssteinmengen erkennen, die nicht nur an allen benachbarten Küsten angehäuft sind, sondern auch grosse Flächen der Sundastrasse selbst bedecken und vielfach wieder ihrem Ursprungsort, der Krakatauinsel, zugeführt werden, wo sie sich mit den anderen Auswürfen des Meeres in der Driftzone anhäufen (Fig. 5 Taf. XVI).

Alle diese verschiedenen Möglichkeiten des Transportes auf dem Wasser, der verhältnismässig geringe Abstand Krakataus von den Küsten Javas, Sumatras und zahlreichen anderen vegetationsbedeckten Inseln und besonders die ungewöhnlich günstigen Strömungsverhältnisse haben dazu beigetragen, dass dem Strande der Krakatauinseln in kurzer Zeit die Keime einer grossen Zahl von Pflanzenarten und darunter auch solcher zugeführt worden sind, deren Samen und Früchte nicht oder nicht in hervorragendem Masse der Verbreitung durch das Wasser angepasst sind. Die Flora der Strandzone Kraka-

mung auf die Krakatauinseln getragen werden. Indessen sind für deren Transport die anderen Möglichkeiten, die Guppy z. B. für die Besiedelung der Kokosinseln angibt, durchaus nicht ausgeschlossen.

Guppy hat festgestellt, dass in den Rissen und Spalten und den von Muscheln und Würmern herrührenden Löchern und Gängen gestrandeter Baumstämme oder angeschwemmten Astwerkes sich ausser Sand vielfach auch kleine Samen von Strandpflanzen wie *Tournefortia argentea*, *Scaevola Koenigii*, *Pemphis acidula* etc. vorfinden. Sie sind gleich dem Sand durch den Wind in jene Vertiefungen hineingeweht worden. Wird dieses Holzwerk bei Stürmen oder Hochfluten vom Wasser wieder weggetragen und durch Strömungen an den Strand entfernter Inseln geführt, so können die in den Ritzen verborgenen Samen und Früchtchen in keimungsfähigem Zustande an den neuen Standort gelangen. Vermittelst solchen Samentransportes können also auch diejenigen Strandpflanzen zu Ansiedlern neuer Strandgebiete werden, deren Samen ein ausgeprägtes Schwimmvermögen abgeht, ferner ebensowohl Pflanzen des Binnenlandes.

Auch in anderer Art und Weise ist eine Verbreitung pflanzlicher Keime auf dem Wasser möglich.

Überschwemmungen und Fluten an Küsten, Hochwasser von Flüssen im Landinnern führen häufig frisch entwurzelte Bäume in die See. Auf dem über das Wasser emporragenden Teil des Wurzelwerkes, in dem mitgeführten Erdreich sind zahlreiche Keime und Samen enthalten, wurzeln noch Gräser, Cyperaceen etc.; auf den ebenfalls in die Luft emporragenden Ästen entgehen einzelne Epiphyten der nachteiligen Einwirkung des Seewassers und nicht selten werden auf diesen treibenden Stämmen auch Tiere der verschiedensten Art mitgeführt. Semon¹⁾ schreibt dieser Transportform sogar eine nicht unbedeutende Rolle für die Verbreitung der Tiere im malayischen Archipel zu. Dass einzelne Tiere, im besonderen Reptilien, auf Treibholz sehr lange Seereisen zurücklegen können, geht auch aus den Angaben von Guppy hervor, nach welchen im Laufe weniger Jahre auf Bambusrohren und Baumstämmen vier lebendige Schlangen und einmal sogar ein Krokodil auf einem grossen Baumstamme am Strande der Kokosinseln gelandet worden sind.

Baumstämme und Astwerk als verbreitende Agentien spielen auch bei der Neubesiedelung der Krakatauinseln mit Pflanzen und Tieren ihre Rolle. Überall finden sich am Strande grosse Haufen angeschwemmter Bäume, Stämme, Äste, Bambusen, oberhalb der Flut-

¹⁾ Semon, R., Im australischen Busch und an den Küsten des Korallenmeeres. 2. Aufl. Leipzig 1903. Pag. 349.

hatten. Auf $3\frac{1}{2}\%$ Kochsalzlösung schwammen bei den Experimenten Schimpers Samen von *Dodonaea viscosa* noch nach 60, diejenigen von *Hibiscus tiliaceus* sogar noch nach 121 Tagen. Für andere ebenfalls weit verbreitete Strandpflanzen ist allerdings durch ähnliche Versuche eine bedeutend geringere Schwimmfähigkeit der Samen festgestellt worden. Nach Schimper schwimmen die Samen von *Euphorbia Atoto* nur 4 bis 5 Tage; Samen von *Pemphis acidula* sinken, nach Guppy, wenn frisch vom Baume gefallen, sofort, nach vierzehntägigem Trockenliegen erst nach 2 bis 5 Tagen. Die Schwimmdauer der Zäpfchen von *Casuarina equisetifolia* soll sich sogar nur über 1 bis 2 Tage erstrecken. Während die kurzen Schwimmzeiten von 2 bis 5 Tagen offenbar nicht genügen, um eine Übertragung von Früchten und Samen der zuletzt genannten Pflanzen auf weit vom Festland entfernte Inseln zu ermöglichen, sind sie doch hinreichend, um das Vorkommen dieser Pflanzen auf Krakatau zu erklären. Die Entfernung der Krakatauinseln von den Küsten Javas und Sumatras und zahlreichen Inseln im Gebiet der Sundastrasse ist verhältnismässig gering. Die beim Ausbruche von 1883 nur teilweise ihrer Vegetation beraubte Insel Sebesi ist von Krakatau nur 19 km, von Verlaten Eiland und Lang Eiland nur etwa 15 km entfernt. Nur wenig grösser ist der Abstand von Seboekoe. Von den nächsten Punkten der sumatranischen Küste, Telong Kelapa und Varkenshoek, beträgt der Abstand 37 und 40 km. Etwa gleich gross ist die Entfernung von Javas drittem Punkt; bis zur Nordspitze der Prinzen Insel beträgt sie 43 km. Von all den benachbarten Küstenstrecken Javas und Sumatras, von den Inseln der Sundastrasse und der Javasee können also die ins Wasser gelangten Früchte und Samen von Strandpflanzen durch die in ihrer Richtung wechselnden Strömungen ganz wohl an den Strand der Krakatauinseln getragen werden. Im besondern ist vom Nordeingang der Strasse her, von der sumatranischen Küste bei Varkenshoek, den Zutphen Eilanden, von der Insel Dwars in den Weg, St. Nicolaaspunt und Javas viertem Punkt an der javanischen Küste der Transport von schwimmenden Pflanzen und Pflanzenteilen durch die nach Südwest verlaufende Strömung unter günstigen Umständen in weniger als einem Tage möglich. Zur Zeit des Ostmonsuns wird diese Stromrichtung bis zu 18 Stunden ununterbrochen beibehalten und da gerade in dem breiteren mittleren Teile der Strasse, in der Richtung gegen Krakatau hin, die Stromgeschwindigkeit mindestens 3 km per Stunde beträgt, ist also zwischen zwei Gezeitenwechseln Transport bis über eine Entfernung von mehr als 50 km möglich. Es können also auch Samen und Früchte mit geringem Schwimmvermögen direkt durch die Strö-

an Stickstoff- und Phosphorverbindungen armen Bimsstein- und Aschenboden durch Assimilation des atmosphärischen Stickstoffs den Kampf um die Nährstoffe wesentlich erleichtert, sind die Leguminosen für die Neu-Besiedelung der Insel von ganz besonderer Bedeutung geworden. Sie sind jetzt mit 16 Arten, die 14 Gattungen angehören, im besonderen in der *Pes Caprae*- und *Barringtonia*-formation des Strandes, durch *Vigna*, *Canavalia*, *Caesalpinia* und *Mucuna* auch in der Binnenlandflora vertreten und übertreffen hier wie dort fast alle anderen baum- und strauchartigen Blütenpflanzen an Individuenzahl.

V. Bedeutung der verschiedenen Verbreitungsagentien pflanzlicher Keime für die Besiedelung der Krakatauinseln.

Unter den Verbreitungsagentien von Früchten, Samen und vegetativen, zur Fortpflanzung bestimmten oder geeigneten Organen kamen für die Besiedelung der Krakatau-Gruppe die gleichen in Betracht wie für neu entstehende Inseln überhaupt: Transport durch Vögel, Winde und Meeresströmungen.

I. Die Meeresströmungen.

Die Früchte und Samen der Strandpflanzen, die sich überall in der Driftzone der Küsten vorfinden, werden fast ausnahmslos durch die Meeresströmungen transportiert. Für viele derselben ist die Fähigkeit, auf Meerwasser oder Kochsalzlösung während längerer Zeit zu schwimmen, ohne die Keimfähigkeit einzubüssen, durch Experimente von Guppy¹⁾, Schimper u. a. festgestellt worden. Das Schwimmvermögen ist nicht bei den Früchten und Samen aller Strandpflanzen in gleichem Masse entwickelt. Einzelne derselben schwimmen frisch vom Baume gefallen ebensogut wie im ausgetrockneten Zustande. Andere dagegen werden erst dann vom Wasser getragen, wenn sie während längerer Zeit trocken gelegen haben. Bekannt ist die langandauernde Schwimmfähigkeit der grossen Driftfrüchte, der *Kokosnüsse*, der Früchte von *Cerbera Odollam*, von *Nipa fruticans*, derjenigen von *Barringtonia*, *Calophyllum* und *Terminalia Catappa*. Auch kleine Früchte und Samen schwimmen während langer Zeit. Bei den Versuchen von Guppy keimten die Samen von *Guettarda speciosa*, *Scaevola Koenigii*, *Morinda citrifolia*, *Tournefortia argentea* und anderer der auch auf Krakatau vorkommenden Strandpflanzen noch, nachdem sie 40 bis 53 Tage auf Seewasser flottiert

¹⁾ Guppy, H. B., l. c.

— — The Solomon-Islands, London 1887, pag. 305.

während merkwürdiger Weise die Hefepilze auf der Platte wie in den Bodenproben vollständig fehlten. Von allergrösster Wichtigkeit aber für die Ernährung der Gefässpflanzen auf Krakatau ist das Vorkommen derjenigen Bakterien, die im Kreislaufe des Stickstoffs eine Rolle spielen, der Nitrit- und Nitratbakterien und der stickstoffbindenden Bakterien.

Bei der Zerlegung der stickstoffhaltigen Substanz toter Tiere und Pflanzen durch Fäulnisbakterien und andere Mikroorganismen werden die Stickstoffverbindungen im allgemeinen in Ammoniak übergeführt. Ein Teil des bei der Verwesung entstehenden Ammoniaks wird vom Boden fixiert und hernach durch die Nitrit- und Nitratbakterien in salpetrige- und Salpetersäure umgewandelt, welche in Form von Salzen von den Absorptionsorganen der Gefässpflanzen am leichtesten aufgenommen werden. Ein anderer Teil des entstandenen Ammoniaks geht in gasförmiger Gestalt in die Luft über und kehrt, an salpetrige- und Salpetersäure oder an Kohlensäure gebunden, mit den atmosphärischen Niederschlägen zum Teil wieder auf den Boden zurück. Auch im Innern der Insel wird dem Boden also in Form von Ammoniak eine weitere Menge von Stickstoff zugeführt, welche von einzelnen der grünen Pflanzen direkt nutzbar gemacht werden kann, andern dagegen erst nach erfolgter Nitrifikation durch die auch hier vorhandenen Nitrit- und Nitratbakterien als Stickstoffquelle zu dienen vermag.

Eine weitere Bereicherung des ursprünglich stickstofflosen Bodens auf Krakatau mit Stickstoffverbindungen erfolgt durch die Tätigkeit stickstoffbindender Bakterien. Die bekannten frei lebenden und den atmosphärischen Stickstoff fixierenden *Clostridium Pasteurianum* und *Azotobacter chroococcum* konnten zwar in den Bodenproben nicht nachgewiesen werden, dagegen gelang es De Kruyff¹⁾, mit den Methoden Beyerincks sowohl aus den Bodenproben des Wäldchens wie der Pes Capraezone eine neue aërobe stickstoffbindende Bakterie, *Bacterium Krakatauï*, zu isolieren. Ausser dieser frei lebenden, Stickstoff fixierenden Bakterie ist auch *Bacterium radicolica* von den Winden auf die Insel getragen worden, das in Symbiose mit Leguminosen, deren Wurzeln bewohnend, beträchtliche Mengen von atmosphärischem Stickstoff zu binden vermag. An den Wurzeln aller darauf hin geprüften Leguminosen, *Vigna*, *Canavalia*, *Erythrina*, fand ich in grosser Zahl die charakteristischen Wurzelknöllchen vor. Infolge ihrer Symbiose mit *Bacterium radicolica*, das ihnen auf dem

¹⁾ E. De Kruyff, Sur une bactérie aërobe, fixant l'azote libre de l'atmosphère: *Bacterium Krakatauï*. Bulletin du Dep. de l'agriculture aux Indes néerlandaises. No. IV. (Micro-Biologie II). Buitenzorg 1906.

mengen¹⁾ während eines Jahres verhältnismässig klein sind, so waren sie doch hinreichend, um zusammen mit den in den Aschen enthaltenen Nährsalzen und Spuren organischer Substanz schon in den ersten Jahren eine reiche Mikroflora zu ermöglichen.

Auf den Bimsstein- und Aschendecken, auf dem blossliegenden Gestein in den Schluchten des Bergabhanges wurden drei Jahre nach der Eruption schwarzgrüne, gallertig-schleimige Schichten blaugrüner Algen festgestellt, die Treub mit Recht als ein geeignetes und nährstoffreiches Substrat für die Keimung der Sporen von Kryptogamen und der Samen von Phanerogamen bezeichnete. Eine vielleicht noch grössere Bedeutung für die Herstellung eines für höhere Pflanzen günstigen Nährbodens dürfte den Bakterien und Schimmelpilzen schon in der allerersten Zeit der Besiedelung zugekommen sein. Untersuchungen über die Bakterienflora von Krakatau sind zwar erst auf unserer (der dritten) Exkursion angestellt worden, es ist aber ausser allem Zweifel, dass diese kleinsten Organismen sich gleichzeitig mit den Algen und Sporen, vielleicht noch vorher auf der Insel eingestellt und weiterentwickelt haben.

Dr. E. De Kruffyf, Bakteriologe an 's Lands Plantentuin zu Buitenzorg, hatte die Güte, mir einige sterile Röhren nebst Zubehör zur Entnahme von Erdproben, eine Papierplatte (Methode von Itersson) zum Nachweis von Pilzen mitzugeben und hernach die Untersuchung des gesammelten Materials zu übernehmen. Die bakteriologische Untersuchung der 4 Bodenproben (2 Proben aus dem Barringtonia- und Casuarinenwalde, 1 Probe aus der Strandzone, 1 Probe aus dem Innern der Insel) ergab auf 1 Gramm Boden zwischen 1300000 und 2800000 (im Mittel für die 4 Proben 2200000) Bakterien, also Zahlen, die auch für den Boden in Buitenzorg auf Java von De Kruffyf festgestellt worden sind und ebenso dem Bakteriengehalte verschiedener Böden in der Schweiz entsprechen dürften.

Die Anzahl der nachgewiesenen Bakterienarten ist nicht gross. Wichtig aber ist, dass die vorkommenden den verschiedensten biologischen Gruppen angehören. Von den gewöhnlichen Bodenbakterien waren *Bacillus mycoides* und *Bacillus Moiré* (*B. Megatherium* De Bary?) sehr häufig, von typischen Fäulnisbakterien *Bacillus fluorescens liquaeifaciens*. In allen 4 Proben fanden sich ferner Erreger der Cellulose-, Pektinstoff- und Stärkegärung, sowie Urobakterien, die Erreger der Harnstofffäulnis, was in Anbetracht der noch verhältnismässig schwach vertretenen Tierwelt nicht ohne Interesse ist. Auf der Papierplatte kamen zahlreiche Schimmelpilze zur Entwicklung,

¹⁾ In Europa nach Boussingault 1 bis 6 mg Stickstoffsäuren im Liter Regen; nach Berechnungen von Ad. Mayer per Jahr ca. 1 kg auf den Hektar.

Die wasserlöslichen Substanzen stammen zum grossen Teil aus dem Meerwasser, das bis zum Lavareservoir des Vulkanes durchgesickert oder im Momente des Einsturzes von oben her in den Krater eingedrungen ist und bei der nachfolgenden Eruption mit der Asche sich vermenget hat. Vielleicht stammt ein Teil des Gipses nicht aus dem Meerwasser, sondern von alten Schichten des Vulkans, womit auch die Tatsache übereinstimmt, dass der unlösliche Teil der Asche eine bedeutende Menge von Anhydrit enthält. Von den übrigen Bestandteilen des Meerwassers fehlt unter dem löslichen Teil der Asche das Magnesiumchlorid, das sich vielleicht bei der hohen Temperatur durch die Berührung mit dem Wasserdampf in das unlösliche Magnesiumoxyd umgesetzt hat. Auch Brom und Jod konnten weder in den Aschen noch im Bimsstein nachgewiesen werden, was in Anbetracht des geringen Gehaltes des Meersalzes an Brom- und Jodverbindungen (ca. $\frac{1}{4}$ %) leicht zu begreifen ist.

In dem durch die Eruption selbst gegebenen Substrate waren also einzelne der anorganischen Nährsalze der Pflanzen in mehr als genügender Menge und in günstiger, löslicher Form vorhanden. Die fehlenden Verbindungen können teilweise in Form von Staub in ähnlicher Art wie die Keime von Lebewesen durch Wasser und Wind auf die Eilande gebracht worden sein. Ferner werden durch die Flut und bei Stürmen durch die anlaufenden Wellen stets grosse Mengen organischer Reste, Meeresalgen und Meertiere an den flachen Strand geworfen, so dass derselbe 50 und mehr Meter landeinwärts ein immer gut besetztes Leichenfeld darstellt, dessen porösem Bimsstein- und Aschenboden aus den verwesenden Körpern stetig organische und anorganische Verbindungen zugeführt werden.

Für die Herstellung günstiger Ernährungsbedingungen im Innern der Inseln dürften andererseits in Betracht kommen: die durch lokale Winde vom Strande her getragenen Staubmassen, ferner kleinste Teilchen anorganischer und organischer Substanz, welche mit den Mikroorganismen, den Sporen von Moosen und Farnen, den Samen von Blütenpflanzen durch die Passatwinde gebracht worden sind, und schliesslich, was wohl eine Hauptquelle stickstoffhaltiger Nahrung ist, die Zuführung von Salpetersäure und salpetriger Säure durch den Regen. Wir dürfen annehmen, dass unter dem Äquator die Oxydation des Stickstoffes zu Salpetersäure und salpetriger Säure unter dem Einflusse elektrischer Entladungen, der fast täglich wiederkehrenden Gewitter wegen, mindestens so intensiv, wenn nicht in bedeutend stärkerem Masse als bei uns erfolgt. Wenn nun auch die durch die Niederschläge dem Boden zugeführten Stickstoff-

samtregennenge der Insel ¹⁾ beträgt wahrscheinlich gegen 2 1/2 m per Jahr, wovon der grösste Teil während der Zeit von Dezember bis März fällt. Namentlich während der ersten Jahre bewirkte jeder heftige Regenguss durch die erodierende Kraft des abströmenden Wassers Oberflächenveränderungen und mit der lockeren Unterlage ist mancher auf die Insel gelangte Same, manche trotz der ungünstigen Bedingungen entstandene Keimpflanze von ihrem Standort weggeschwemmt oder unter anderem Material begraben worden.

Die chemische Zusammensetzung des Substrates und seine physikalischen Eigenschaften dagegen waren der Neubesiedelung nicht so ungünstig, wie man sich zunächst vorzustellen geneigt ist. Aus den von C. Winkler ausgeführten und von Verbeek (l. c. II. pag. 305) mitgeteilten Aschen- und Bimssteinanalysen geht hervor, dass in denselben fast alle für die Pflanze notwendigen Nährsalze (Stickstoff- und Phosphorverbindungen ausgenommen) in genügender Menge und, was für das Pflanzenleben von besonderer Bedeutung ist, zum Teil auch in wasserlöslicher Form vorkommen. Für Asche aus den obersten Schichten der ersten Ausbrüche (a) und hellfarbigen Bimsstein (b) u. a. wird folgende Zusammensetzung angegeben:

	a.		b.			
Si O ₂	60.13	} Im Wasser unlöslich 99.56 %	68.51	} Im Wasser unlöslich 99.31 %		
Ti O ₂	1.10		0.82			
Al ₂ O ₃	17.41		15.96			
Fe ₂ O ₃	4.30		2.61			
Fe O	1.68		1.09			
Mn O	0.40		0.28			
Ca O	3.36		3.14			
Mg O	2.27		1.07			
K ₂ O	2.46		1.82			
Na ₂ O	4.88		4.01			
Ca SO ₄ (Anhydrit)	1.57		—			
Organ. Substanz.	in Spuren		—			
Na Cl	0.75		} Im Wasser löslich 1.11 %		1.09	} Im Wasser löslich 1.34 %
K Cl	in Spuren				—	
Na ₂ SO ₄	0.22	0.22				
Ca SO ₄	0.11	0.03				
Fe SO ₄	0.03	0.03				

¹⁾ In Westjava im Mittel von 24 Stationen 276 cm, in Ostsumatra im Mittel von 10 Stationen 264 cm; für den ganzen Archipel ist der mittlere Regenfall zu 252 cm berechnet worden.

Damit lebendige Keime, welche durch irgend ein verbreitendes Agens auf Neuland wie Krakatau getragen worden sind, heranwachsen und selbst neue Keime erzeugen können, bedarf es des Zusammenwirkens vieler Faktoren. Ein grosser Teil der auf das Neuland gelangten Keime geht zugrunde, weil sie die zu ihrer Entwicklung notwendigen Bodenverhältnisse und klimatischen Bedingungen nicht vorfinden. Samen und Früchte anderer Pflanzen, denen vielleicht die Wachstumsbedingungen des neuen Standortes zusagen würden, haben während des Transportes durch Trockenheit oder zu starke Durchnässung ihre Keimfähigkeit eingebüsst, oder sie sind nur kurze Zeit nach erfolgter Ausstreuung keimfähig und haben durch lange Dauer der Reise bereits gelitten. Von den keim- und wachstumsfähigen Samen wiederum können viele vor oder während ihrer Entwicklung durch Tiere zerstört werden oder infolge Umgestaltung des Substrates zugrunde gehen. Die Konkurrenz anderer Pflanzen um Raum und Licht spielt vorerst bei der Besiedelung von Neuland keine Rolle. Dagegen muss eine schon herangewachsene Pflanze auch diejenigen Verhältnisse vorfinden, welche die Befruchtung ihrer Blüten und das Reifen ihrer Früchte begünstigen. Windblütige Pflanzen, die auf solchem Terrain Fuss gefasst haben, werden also beispielsweise reichlicher fruchten und daher besser zur Ausbreitung auf dem zu besiedelnden Boden geeignet sein, als andere mit speziellen Anpassungen an Bestäubung durch bestimmte Insekten, die auf entlegenem Neuland noch fehlen können. Aus ähnlichen Gründen ist es um die Verbreitung diöcischer Arten häufig schlimm bestellt. Wenn von denselben auf dem Neuland nur ein Exemplar vorkommt (wie von *Cycas* auf Krakatau), oder wenige über weite Gebiete verteilt sind, so unterbleibt naturgemäss die Fruchtbildung. Die betreffende Pflanzenart wird also, wenn während der Lebensdauer des zuerst entstandenen Individuums nicht neue keimfähige Samen auf die Insel gelangen, welche andersgeschlechtliche Exemplare liefern, aus dem Pflanzenkleid wieder verschwinden.

Besonders hemmend mussten sich bei der Neubesiedelung von Krakatau in den ersten Jahren die nachteiligen Einflüsse der starken Insolation und des fliessenden Wassers auf die Erstlinge der Vegetation der Bimsstein- und Aschenfelder geltend machen. Während der schönen Jahreszeit, die vermutlich auf Krakatau, wie in Batavia und anderen Plätzen der javanischen Nordwestküste, mit dem Südostmonsun ungefähr von Mai bis September dauert, sind die Regen verhältnismässig selten. Dagegen wird der Boden jeden Tag, ebenso an hellen Tagen der Regenzeit, auf Temperaturen erhitzt, welche das Wärmemaximum für Keimung und Wachstum der meisten Pflanzen bedeutend übersteigen. Die Ge-

<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	<i>Erechthites hieracifolia</i> (L.) Raf.
<i>Senecio</i> spec.	<i>Vernonia cinerea</i> (L.) Less.
<i>Trichosanthes tricuspidata</i> Lour.	<i>Melastoma polyanthum</i> Bl.
<i>Carica Papaya</i> L.	<i>Albizzia stipulata</i> Boiv.
<i>Ficus fistulosa</i> Reinw.	<i>Ficus fulva</i> Reinw.
<i>Ficus hirta</i> Vahl.	<i>Ficus hispida</i> L.
<i>Ficus leucantatoma</i> Poir.	<i>Ficus toxicaria</i> L.
<i>Trema amboinensis</i> Bl.	<i>Arundina speciosa</i> Bl.
<i>Cymbidium Finlaysonianum</i> Lindl.	<i>Phajus</i> spec.
<i>Spathoglottis plicata</i> Bl.	<i>Vanda Sulingi</i> Bl.
<i>Mariscus umbellatus</i> Vahl.	<i>Gymnothrix elegans</i> Büse.
<i>Imperata arundinacea</i> Cyr.	<i>Pennisetum elegans</i> I.K.
<i>Phragmites Roxburghii</i> Stend.	<i>Pogonatherum crinitum</i> Trin.
<i>Saccharum spontaneum</i> L.	
<i>Lycopodium cernuum</i> L.	<i>Ophioglossum moluccanum</i> Schlecht.
<i>Acrostichum scandens</i> J. Sm.	<i>Aspidium vile</i> Kze.
<i>Blechnum orientale</i> L.	<i>Gymnogramme calomelanos</i> Kaulf.
<i>Nephrodium calcaratum</i> (Bl.) Hook.	<i>Nephrodium cucullatum</i> (Bl.) Bak.
<i>Nephrodium flaccidum</i> Hook.	<i>Nephrolepis exaltata</i> Schott.
<i>Onychium auratum</i> Kaulf.	<i>Pteris aquilina</i> L.
<i>Pteris longifolia</i> L.	<i>Pteris marginata</i> Bory.

Auch die Pflanzen dieser Liste zeichnen sich, wie schon aus den Angaben in der Hauptflorenliste (pag. 328—334) hervorgeht, durch weite Verbreitungsgebiete aus. Einzelne derselben sind Kosmopoliten und werden wie *Lycopodium cernuum*, *Pteris aquilina* u. a. in allen Erdteilen und Zonen gefunden. Andere sind über die Tropen der alten Welt (*Emilia sonchifolia*, *Vernonia cinerea*, *Saccharum spontaneum* u. a.), über das ganze subtropische und tropische Asien oder doch über das Gebiet des malayischen Archipels verbreitet. Sie gehören innerhalb ihrer Verbreitungsgebiete zu den häufigsten und vielfach mit sehr verschiedenartigen Standorten vorlieb nehmenden Pflanzen. Auch diese Bestandteile der neuen Krakataufflora verdanken ihr Vorkommen an dem neuen Standorte, wie ihre weiten Verbreitungsgebiete überhaupt, besonders günstigen Anpassungen ihrer Früchte und Samen an den Ferntransport.

IV. Die Lebensbedingungen auf Krakatau.

Die neue Flora der Krakatauinseln zeigt auf das überraschendste, wie schnell die Pflanzenwelt auch unter ungünstigen Bedingungen ein steriles Gebiet zu erobern vermag.

aufgeführten Pflanzen finden sich die mit x bezeichneten 42 in den Verzeichnissen von Schimper¹⁾ und Hemsley²⁾ als typische Strandpflanzen aufgeführt. 35 derselben sind auch ausserhalb des malayischen Archipels, viele sogar über den ganzen Tropengürtel verbreitet und häufig vorkommend. Für ihre Bedeutung für die Strandflora der Küsten im Gebiete der Sundastrasse spricht schon die Durchsicht der pag. 301—303, 306—307 und 313—314 gegebenen Listen unserer Pflanzenfunde auf Edam, in Vlakte Hoek (Sumatra) und Javas erstem Punkt.

Von den mit x bezeichneten 36 Halophyten Edams finden sich 18 auf den Krakatauinseln, mit dem Strande von Vlakte Hoek haben die Inseln 21, mit demjenigen von Javas erstem Punkt 14 dieser weit verbreiteten Arten gemein. Eine ebenso weitgehende Übereinstimmung würde der Vergleich mit andern Küstenstrecken von Java und Sumatra, mit Inseln der Javasee oder des Gebietes der Sundastrasse ergeben. Von den 17 Strandpflanzen z. B., die Guppy³⁾ für die von ihm besuchten Strecken der Südwestküste Javas angibt, gehören 14 der Krakatauflorea an. Die von Darwin⁴⁾ (1836), Forbes⁵⁾ (1878) und Guppy (1888) besuchten Keeling- oder Kokosinseln (südöstlich der Sundastrasse in 12° s. Br. u. 98° ö. L.) weisen in ihrer ursprünglichen, ca. 30 Phanerogamen umfassenden Flora 18 mit der jetzigen Krakatauflorea gemeinsame Vertreter auf. An den 5 Standorten (Edam, Vlakte Hoek, Javas 1. Punt, Südwestküste von Java und Kokosinseln) zusammen finden sich 36 (mit • x oder • in der Liste vermerkt) der Strandbewohner von Krakatau wieder. Auch die 25 weiteren Arten, welche in der neuen Strandflora von Krakatau vorkommen, gehören solchen Gattungen an, von denen die Listen Schimpers und Hemsleys andere Arten als typische Strandpflanzen anführen.

Im Innern der Insel, auf der langsam ansteigenden Ebene und den Ablängen des Kegels, finden sich neben zahlreichen, auch in der Liste der Strandpflanzen aufgeführten Arten die nachfolgenden Phanerogamen und Gefässkryptogamen:

¹⁾ Schimper, A. F. W., Die indo-malayische Strandflora. pag. 100.

²⁾ Hemsley, B. W., Report of Present State of Knowledge of various Insular Floras. pag. 42.

³⁾ Guppy, H. B., The dispersal of plants, as illustrated by the Flora of the Keeling or Cocos Islands. Sep.-Abdr. 1890 pag. 30.

⁴⁾ Die von Darwin gesammelten Pflanzen sind von Henslow, J. S., bearbeitet: *Florula Keelingensis*, *Annals of Natural History* (1838 vol. 1. pag. 337—347); das Verzeichnis findet sich auch reproduziert in *Challenger Reports. Botany. Vol. I. part 3. pag. 113.*

⁵⁾ Forbes, O., Wanderungen eines Naturforschers im Malayischen Archipel von 1878—1883. I. Bd. Jena 1886. pag. 45.

auf 92 angestiegen. Dieser Zuwachs verteilt sich fast gleichmässig auf Strand- und Binnenlandflora.

Ausschliesslich oder vorwiegend dem Strandgürtel von Krakatau und Verlaten Eiland gehören die nachfolgenden Arten an:

- *Blumea balsamifera* DC.
- *Conyza angustifolia* Ham.
- *Pluchea indica* (L.) Less.
- *Wedelia glabrata* B. et H.
- *Wollastonia spec.*
- x *Guettarda speciosa* L.
- x *Hyptis brevipes* Poit.
- x *Premna foetida* Reinw.
- x *Tournefortia argentea* L.
- x *Ipomaea denticulata* Choisy.
- *Cynanchum Blumei* B. et H.
- *Eugenia speciosa* L.
- x *Barringtonia speciosa* Forst.
- x *Calophyllum Inophyllum* L.
- *Melochia indica* (Houtt.) A. Gr.
- *Vitis trifolia* L.
- x *Dodonaea viscosa* L.
- x *Euphorbia Atoto* Forst.
- x *Carapa obovata* Bl.
- *Cassia siamea* Lam.
- x *Derris uliginosa* Lour.
- *Entada Pursaetha* DC.
- x *Erythrina ovalifolia* Roxb.
- *Mucuna pruriens* DC.
- *Pithecolobium moniliferum* Bth.
- x *Vigna lutea* (Sw.) A. Gray.
- x *Hernandia peltata* Meissn.
- x *Ximenesia americana* L.
- x *Casuarina equisetifolia* Forst.
- *Cyperus digitatus* Roxb.
- x *Remirea maritima* Aubl.
- x *Spinifex squarrosus* L.
- x *Cycas circinalis* L.
- x *Polypodium quercifolium* L.
- *Blumea hieracifolia* DC.
- x *Conyza indica* Miq.
- *Wedelia asperrima* Boerl.
- *Wedelia scabriuscula* Boerl.
- x *Scaevola Koenigii* Vahl.
- x *Morinda citrifolia* L.
- x *Clerodendron inerme* Gaertn.
- *Vitex Negundo* L.
- *Calonyction asperum* Choisy.
- x *Ipomaea Pes Caprae* Sw.
- x *Cerbera Odollam* Gaertn.
- x *Terminalia Catappa* L.
- *Barringtonia Vriesei* Teysm. et Binnend.
- *Melochia arborea* Bl.
- x *Hibiscus tiliaceus* L.
- x *Colubrina asiatica* (L.) Brongn.
- x *Spondias mangifera* Willd.
- x *Euphorbia pilulifera* L.
- x *Caesalpinia Bonducella* (L.) Roxb.
- x *Canavalia obtusifolia* DC.
- x *Desmodium umbellatum* DC.
- x *Erythrina indica* Lam.
- *Indigofera Teysmanni* Miq.
- x *Pongamia glabra* Vent.
- x *Sophora tomentosa* L.
- x *Vigna luteola* (Jacq.) Benth.
- x *Cassytha filiformis* L.
- *Pipturus incanus* Wedd.
- x *Cocos nucifera* L.
- *Fimbristylis spathacea* Roth.
- x *Ischaemum muticum* L.
- *Pandanus spec.*
- x *Acrostichum aureum* L.

Die Strandflora der Krakatauinselfen besteht zu zwei Dritteln aus Ubiquisten der tropischen Küsten. Von den 67 in vorstehender Liste

118. *Cystopleura gibba* (Ehrenb.) K. 2.
Kunze.
119. *Cystopleura gibberula* K. 2.
(Ehrenb.) Kunze. var. pro-
ducta. Grun.

Schizophyta.

Fam. *Chroococcaceae.*

120. *Aphanothece Castagnei* K. 2.
(Breb.) Rabh.
121. *Gloeothece rupestris* (Lyngb.) K. 2.
Bor.

Fam. *Oscillatoriaceae.*

122. *Lyngbya Verbeekiana* Treub. K. 1.
123. *Lyngbya minutissima* Tr. K. 1.
124. *Lyngbya intermedia* Tr. K. 1.
125. *Microcoleus chlonoplastes* Thr. K. 2.
126. *Oscillatoria amphibia* Ag. K. 2.
127. *Schizothrix vaginata* Gom. K. 2.
128. *Symploca spec.* K. 1.

Fam. *Nostocaceae.*

129. *Anabaena spec.* K. 1.

Fam. *Scytonemaceae.*

130. *Scytonema mirabile* Boss. K. 2.
131. *Tolypothrix spec.* K. 1.

Fam. *Bacteriaceae.*

132. *Bacterium radicolica* Beyer-
rinck K. 3.
133. *Bacterium Krakataui.* De K. 3.
Kruyff.
134. *Bacillus Mycoides* Flügge. K. 3.
135. *Bacillus Moiré.* (B. mega-
therium de Bary?). K. 3.
136. *Bacillus fluorescens liquae-*
faciens. K. 3.

Myxothallophyta.

Fam. *Physaraceae.*

137. *Physarum cinereum.* K. 2.

Die grösste Anzahl der in den letzten 10 Jahren eingewanderten Arten entfällt auf die Blütenpflanzen, die nunmehr nicht nur das Vegetationsbild des Strandcs, sondern auch der Ebene und der Bergabhänge bedingen. Während die Anzahl der Farne nicht wesentlich zugenommen hat, ist die Gesamtzahl der Blütenpflanzen (15 Arten im Jahre 1886) von 56¹⁾ im Jahre 1897 bis April vergangenen Jahres

¹⁾ Penzig gibt die Zahl 53 an; er hat von den Treubschen Funden die beiden *Conyza*arten und *Senecio spec.* bei der Berechnung der Gesamtflora von 1897 nicht mitgezählt.

Fam. *Polypodiaceae*.

95. *Acrostichum aureum* L. K. 1. 2. 3; V. 2. Mangrovesümpfe u. Nipaformation aller tropischen Länder.
96. *Acrostichum scandens* J.Sm. K. 1. 2. Mangrove- und Barringtoniaformation. Von Nordindien u. Südchina bis Nordaustralien.
97. *Aspidium vile* Kze. K. 2. Xerophil; Vulkane Javas.
98. *Blechnum orientale* L. K. 1. 2; V. 2. Von Nordindien und Südchina bis Polynesien, Neu-Guinea und Australien.
99. *Gymnogramme calomelanos* (L.) Kaulf. K. 1. 2. 3; V. 3. Tropen der neuen und alten Welt.
100. *Nephrodium calcaratum* (Bl.) Hook. K. 1. Von Osthimalaja und Südchina südwärts; malesisches Gebiet.
101. *Nephrodium cucullatum* (Bl.) Bak. K. 1. 2. 3. Malay. Archipel; Ebene u. Hügel-land.
102. *Nephrodium flaccidum* Hook. K. 1. Malay. Archipel (Java).
103. *Nephrolepis exaltata* Schott. K. 1. 2. 3; V. 3. Epiphyt und Erdfarn von Nordindien u. Japan bis Australien u. Neu-Seeland; Afrika u. Amerika.
104. *Onychium auratum* Kaulf. K. 1. Himalaya bis Philippinen.
105. *Polypodium quercifolium* L. K. 2. 3. Nordindien und Südchina bis Ceylon, Malay. Archipel.
106. *Pteris aquilina* L. K. 1. 2. Kosmopolitisch auf der ganzen Erde.
107. *Pteris longifolia* L. K. 1. 2. 3; V. 3. Wärmere Länder der alten Welt; sehr verbreitet auf Java.
108. *Pteris marginata* Bory. K. 1. Vom östlichen Indien und Ceylon durch die malayische Region bis Nordaustralien.

Bryophyta.Fam. *Anthocerotaceae*.

109. *Anthoceros* spec. K. 2.

Fam. *Bartramiaceae*.

110. *Philonotis secunda* (Dz. et Mb.) v. d. B. et Lac. K. 1. (?) 3.

Fam. *Bryaceae*.

111. *Bryum coronatum* Schwaegr. K. 1. (?) 3.

Eumycetes.Fam. *Agaricineae*.

112. *Hygrophorus* spec. K. 2.

Fam. *Polyporaceae*.

113. *Polystictus sanguineus* (L.) Fries. K. 3.
114. *Polystictus hydroides*. K. 3.

Zygomycota.Fam. *Bacillariaceae*.

115. *Navicula* spec. K. 2.
116. *Encyonema ventricosum* Kütz. K. 2.
117. *Nitzschia Sigrma* (Kütz.) Sm. K. 2.

76. *Spathoglottis plicata* Bl. K. 2. 3; V. 3; Penang, Perak, Singapore, Malay.
L. 2. Archipel (Java), Manilla, Neu-
Guinea.
77. *Vanda sulingi* Bl. L. 2. Java.

Fam. *Palmae*.

78. *Cocos nucifera* L. K. 3; V. 3; L. 2. Alle tropischen Küsten.

Fam. *Cyperaceae*.

79. *Cyperus digitatus* Roxb. K. 1. (?) 2; V. 2. In den Tropen verbreitet, Indien,
Ceylon, Penang.
80. *Fimbristylis spathacea* Roth. K. 1. (?) 2. 3. Ceylon, Vorder- und Hinterindien,
V. 3; L. 2. Singapore.
81. *Mariscus umbellatus* Vahl. K. 3. Von Afrika bis Neu-Guinea, Java,
Sumatra.
82. *Remirea maritima* Aubl. K. 3; L. 2. Alle tropischen Küsten.

Fam. *Gramineae*.

83. *Gymnothrix elegans* Büse. K. 1. 2; V. 2; Java.
L. 2.
84. *Imperata arundinacea* Cyr. K. 2. 3; L. 2. Kosmopolitisch, Alang Alangfelder
im Malayischen Archipel.
85. *Ischaemum muticum* L. K. 2. 3; V. 3; Malay. Archipel, Birma.
L. 2.
86. *Pennisetum elegans* J.K. K. 3; V. 3. Trop. Amerika, Afrika, Indien.
87. *Phragmites Roxburghii* Stend. K. 1. 2; V. 2; Trop. Afrika, Vorderindien, Ceylon,
L. 2. Sumatra, Java, Australien.
88. *Pogonatherum crinitum* Trin. K. 2. 3; V. 3; Vorder-Hinterindien, Malayischer
L. 2. Archipel.
89. *Saccharum spontaneum* L. K. 2. 3; V. 3; Tropen der alten Welt; Bestand-
L. 2. teil der Alang Alangfelder im
Malayischen Archipel.
90. *Spinifex squarrosus* L. K. 2. 3; V. 2. 3; Vorder- und Hinterindien, Malay.
L. 2. Archipel.

Fam. *Pandanaceae*.

91. *Pandanus spec.* (littoralis Jungh.?). K. 2. 3; V. 2. 3. Mehrere Arten in der indo-
malayischen Strandformation,
i. b. auf Java und den Korallen-
inseln der Javasee häufig.

*Gymnospermae.*Fam. *Cycadaceae*.

92. *Cycas circinalis* L. K. 3. Vorder- und Hinterindien, Malay.
Archipel (auch Binnenland).

*Pteridophyta.*Fam. *Lycopodiaceae*.

93. *Lycopodium cernuum* L. K. 2. 3. Inseln u. Küsten der Tropenzone;
i. b. Malayischer Archipel.

Fam. *Ophioglossaceae*.

94. *Ophioglossum moluccanum* Schlecht. K. 2. Hügelland und untere Waldzone
von Java.

52. *Erythrina indica* Lam. K. 1.(?)3; V. 3; L. 2. Indisches Florenreich (auch Binnenland).
53. *Erythrina ovalifolia* Roxb. V. 3; L. 2. Indisches Florenreich (auch Binnenland).
54. *Indigofera Teysmanni* Miq. K. 3. Sumatra.
55. *Mucuna pruriens* DC. V. 3. In den Tropen beider Hemisphären.
56. *Pongamia glabra* Vent. K. 3; V. 3. Indisches Florenreich.
57. *Pithecolobium moniliferum* Bth. K. 3.
58. *Sophora tomentosa* L. K. 3; V. 3; L. 2. Alle tropischen Küsten.
59. *Vigna lutea* (Sw.) A. Gray. K. 2. 3; V. 3; L. 2. Andamanen-Inseln, Malay. Archipel, trop. Australien.
60. *Vigna luteola* (Jacq.) Benth. K. 2; L. 2. Kosmopol. in den Tropen bis zum Kap und Argentinien.
- Fam. ***Hernandiaceae.***
61. *Hernandia peltata* Meissn. K. 1. 3. Trop. Ostasien, Neu-Guinea, Polynisien.
- Fam. ***Lauraceae.***
62. *Cassytha filiformis* L. K. 2. 3; V. 2. 3; L. 2. Alle tropischen Küsten (auch Binnenland).
- Fam. ***Olacaceae.***
63. *Ximenia americana* L. V. 3. Tropische Küsten der alten und neuen Welt.
- Fam. ***Urticaceae.***
64. *Pipturus incanus* Wedd. K. 3; V. 3. Malay. Archipel, Polynisien (auch Binnenland).
- Fam. ***Moraceae.***
65. *Ficus fistulosa* Reinw. K. 3. Perak, Penang, Singapore, Malay. Archipel (Java).
66. *Ficus fulva* Reinw. K. 3; V. 3. Java, Sumatra.
67. *Ficus hirta* Vahl. V. 3. Malayischer Archipel, China.
68. *Ficus hispida* L. L. 2. Vorder-Hinterindien, Ceylon, Malay. Archipel, China, Australien.
69. *Ficus leucantatoma* Poir. V. 3; L. 2.
70. *Ficus toxicaria* L. K. 2; L. 2. Im Malayischen Archipel verbreitet, Java und Sumatra.
- Fam. ***Ulmaceae.***
71. *Trema amboinensis* Bl. K. 3. Subtrop. u. trop. Asien u. Austral.
- Fam. ***Casuarinaceae.***
72. *Casuarina equisetifolia* Forst. K. 2. 3; V. 2. 3; L. 2. Hinterindien, Malayisch. Archipel (auch Binnenland), N.-Australien.
- Angiospermae Monocotyledoneae.***
- Fam. ***Orchidaceae.***
73. *Arundina speciosa* Bl. K. 2. 3. Auf Java an sonnigen Stellen sehr gemein (Vulkane!), Borneo, Sumatra, Malacca, Ostindien.
74. *Cymbidium Finlaysonianum* Lindl. K. 3. Im Malay. Archipel verbreitet (Java, Borneo, Sumatra, Celebes, Riouw, Singapore, Malay. Halbinsel).
75. *Phajus spec.* K. 2; L. 2. Im Malayischen Archipel mit ca. 20 Arten verbreitet.

Fam. *Lecythidaceae*.

31. *Barringtonia speciosa* Forst. K. 2. 3; V. 3; Ceylon, Andamanen Inseln, Singa-
L. 2. pore, Malay. Archipel, tropisches
Australien.
32. *Barringtonia Vriesii* Teysm. L. 2. Java (Provinz Bantam).
et Binnend.

Fam. *Caricaceae*.

33. *Carica Papaya* L. V. 3. Aus Amerika als Kulturpflanze über
die ganze Tropenwelt verbreitet.

Fam. *Guttiferae*.

34. *Calophyllum Inophyllum* L. K. 1. 3; V. 3; Ind. Florenreich, Nordaustralien,
L. 2. Polynesien.

Fam. *Sterculiaceae*.

35. *Melochia arborea* Bl. K. 3; V. 3.
36. *Melochia indica* (Houtt.) A. Gr. K. 2. Malayischer Archipel.

Fam. *Malvaceae*.

37. *Hibiscus tiliaceus* L. K. 2. 3; V. 3; Alle tropischen Küsten.
L. 2.

Fam. *Vitaceae*.

38. *Vitis trifolia* L. K. 3. Vorder- und Hinterindien, Ceylon,
Malakka, Java, Sumatra.

Fam. *Rhamnaceae*.

39. *Colubrina asiatica* (L.) Brongn. V. 3. Vorder- und Hinterindien, Ceylon,
Java, Borneo, trop. Australien.

Fam. *Sapindaceae*.

40. *Dodonaea viscosa* L. K. 3. Tropische Küsten von Südafrika
bis Australien und Neu-Seeland.
(Auch Binnenland).

Fam. *Anacardiaceae*.

41. *Spondias mangifera* Willd. K. 3. Indisch-malayisches Gebiet.

Fam. *Euphorbiaceae*.

42. *Euphorbia Atoto* Forst. K. 3; V. 3. Trop. u. subtrop. Ostasien.
43. *Euphorbia pilulifera* L. K. 2; L. 2. Kosmopol. in trop. u. subtropischen
Gebieten (auch Binnenland).

Fam. *Meliaceae*.

44. *Carapa obovata* Bl. K. 3. Ceylon, Malay. Archipel.

Fam. *Leguminosae*.

45. *Albizzia stipulata* Boiv. K. 2. Trop. u. subtrop. Asien, Malay.
Archipel.
46. *Caesalpinia Bonducella* (L.) V. 3. Alle trop. Küsten.
Roxb.
47. *Cassia siamea* Lam. K. 3. Vorderindien, Malay. Archipel.
48. *Canavalia obtusifolia* DC. K. 2. 3; V. 2. 3; Alle tropischen Küsten.
L. 2.
49. *Derris uliginosa* Lour. K. 3. Trop. Ostasien bis Hongkong, Poly-
nesien.
50. *Desmodium umbellatum* DC. K. 3; V. 3; L. 2. Trop. Ostasien, Australien.
51. *Entada Purusaetha* DC. V. 2. In den Tropen beider Hemisphären
weit verbreitet.

11. *Wedelia glabrata* B. et H. K. 1. (?) 3.
 12. *Wedelia scabriuscula* Boerl. K. 2; L. 2.
 13. *Wollastonia spec.* K. 1. Mehrere Arten im Malay. Archipel verbreitet.
- Fam. *Goodeniaceae.*
14. *Scaevola Koenigii* Vahl. K. 1. 2. 3; V. 2. Trop. Ostasien, Malay. Archipel, 3; L. 2. Polynesien.
- Fam. *Cucurbitaceae.*
15. *Trichosanthes tricuspidata* K. 3; V. 3. Vom Himalaya bis Ceylon und Lour. Singapore, Malay. Archipel (Java und Sumatra), China, Nordaustralien.
- Fam. *Rubiaceae.*
16. *Guettarda speciosa* L. K. 3; V. 3. Beinahe alle trop. Küsten.
 17. *Morinda citrifolia* L. K. 2. 3; V. 3; L. 2. Trop. O. Asien, trop. Australien, Polynesien auch im Binnenland (kultiviert).
- Fam. *Labiatae.*
18. *Hyptis brevipes* Poit. K. 3. Tropisches Amerika, eingeschleppt an den Küsten Afrikas und des tropischen Asiens.
- Fam. *Verbenaceae.*
19. *Clerodendron inerme* Gaertn. K. 3. Vorder- und Hinterindien, Ceylon, Malay. Archipel, Neu-Guinea, Nord-Australien.
 20. *Premna foetida* Reinw. K. 3; V. 3. Java, Borneo, Molukken.
 21. *Vitex Negundo* L. V. 3. Nicobaren, Ceylon, Indien, Malay. Archipel bis Philippinen.
- Fam. *Borraginaceae.*
22. *Tournefortia argentea* L. K. 1. 3; V. 3. Ceylon, Hinterindien, Nikobaren, Malay. Archipel, Neu-Guinea, trop. Australien.
- Fam. *Convolvulaceae.*
23. *Calonyction asperum* Choisy. K. 3. Im Malay. Archipel verbreitet.
 24. *Ipomaea denticulata* Choisy. K. 3. Ceylon, Hinterindien, Malay. Archipel, Australien.
 25. *Ipomaea Pes Caprae* Sw. K. 1. 2. 3; V. 2. Alle tropischen Küsten. 3; L. 2.
- Fam. *Asclepiadaceae.*
26. *Cynanchum Blumei* B. et H. K. 3.
- Fam. *Apocynaceae.*
27. *Gerbera Odollam* Gaertn. K. 1. 2. 3; V. 3; L. 2. Trop. Ostasien bis Formosa und Neu-Guinea.
- Fam. *Melastomataceae.*
28. *Melastoma polyanthum* Bl. K. 3; V. 2. 3. Ostindien, China, Malay. Archipel, Australien.
- Fam. *Myrtaceae.*
29. *Eugenia speciosa* L. L. 2.
- Fam. *Combretaceae.*
30. *Terminalia Catappa* L. K. 2. 3; V. 2. 3; L. 2. Malay. Archipel, Keeling-Inseln, Polynesien, Neu-Guinea.

- Koorders, S. H., Notizen über die Phanerogamenflora von Java (IV). *Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië*. Bd. 60. 1901.
- u. Valetton, Th., *Bijdragen t. d. Kennis d. Boomsorten of Java*. No. I—X. 1873—1904.
- Kruffy, E. de, Sur une bactérie aérobie, fixant l'azote libre de l'atmosphère: *Bacterium Krakatau*. *Bulletin du Dep. de l'agriculture aux Indes néerlandaises*. No. IV. (Mikro-Biologie II.) Buitenzorg 1906.
- Miquel, F. A. W., *Flora van Nederlandsch Indie mit Suppl.: Prodromus florae Sumatranæ*. Amsterdam 1855—60.
- Neumayer, G. (Direktion der deutschen Seewarte), *Segelhandbuch für den indischen Ozean*. Hamburg 1892.
- Neumayer, G., *Anleitung zu wissenschaftl. Beobachtungen auf Reisen*. III. Aufl. 1906.
- Penzig, O., *Die Fortschritte der Flora des Krakatau*. *Annales du jardin botanique de Buitenzorg* 1902. II. série, Vol. III.
- Schimper, A. F. W., *Die Indomalayische Strandflora*. Jena 1891.
- Semon, R., *Im australischen Busch und an den Küsten des Korallenmeeres*. 2. Aufl. Leipzig 1903.
- Smith, J. J., *Die Orchideen von Java*. Leiden 1905.
- Raciborski, M., *Die Pteridophyten der Flora von Buitenzorg*. Leiden 1898.
- Trenb, M., *Notice sur la nouvelle Flore de Krakatau*. *Annales du jardin botanique de Buitenzorg*. Vol. VI. 1888.
- *Over het nieuwe Plantenkleed van Krakatau*. *Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië*. Bd. 48. 1889.
- Verbeek, R. D. M., *Topographische en geologische beschrijving van Zuid-Sumatra*. *Jaarboek van het Mijnwezen in N. O. J.* 1881. Deel I. Pag. 154—156; 179—181; 214—215.
- *Krakatau*. Batavia 1885.
- Vogler, P., *Über die Verbreitungsmittel der schweizerischen Alpenpflanzen*. *Flora*. Bd. 89. 1901.