

ein solcher Nachweis wäre, wie auch C. A. BACKER anerkennt, für ein grösseres Gebiet überhaupt nicht einwandfrei zu erbringen.

Für die Hypothese einer partiellen Erhaltung der früheren Pflanzen- und Tierwelt lassen sich nun nachträglich ebensowenig positive Beweise beibringen wie für die völlige Vernichtung der früheren Pflanzen- und Tierwelt. Wir müssen uns an die Feststellungen der Augenzeugen R. D. M. VERBEEK, E. COTTEAU, M. TREUB halten und Korrekturen ihrer Angaben nur da anbringen, wo durch die Resultate neuer Untersuchungen wirklich Irrtümer nachgewiesen worden sind.

Aus der Uebersicht über die in andern Vulkangebieten während der letzten Jahrzehnte durchgeführten Untersuchungen geht hervor, dass die Wiederbesiedelung neuen vulkanischen Bodens sich unter verschiedenen Bedingungskonstellationen ausserordentlich verschieden gestalten kann, sodass aus keinem einzigen Spezialfall allgemein gültige Gesetzmässigkeiten abgeleitet werden können. Das Gleiche kann natürlich auch für die Entstehung der Inselfloren geltend gemacht werden. Die Wiederbesiedelung der vulkanischen Krakatauinsel ist also nach zwei Richtungen als Spezialfall im weiten Gebiet der Neu- und Wiederbesiedelungsvorgänge aufzufassen, als Spezialfall allerdings, der sich von allen andern seither untersuchten Fällen durch eine besonders interessante Kombination der für den Gesamtbesiedelungsverlauf massgebenden Faktoren auszeichnet. Die Vergleichung der Resultate der Krakatauforschung mit den in andern Gebieten erreichten Resultaten ergibt auch, dass bis jetzt keine andern Untersuchungen von ebenso weitem Ausmass, mit ebenso umfassender Fragestellung und ebenso reichen Resultaten durchgeführt worden sind.

IX. Die Pflanzen- und Tiergesellschaften der neuen Flora und Fauna von Krakatau.

Jede Erst- oder Neu besiedelung eines Gebietes mit Lebewesen ist das Resultat zahlloser Zufallskombinationen, aber durch Häufung von Zufälligkeiten ähnlicher Art führt die Neubesiedelung doch nicht zu einem unverständlichen Sammelsurium von Formen. Wasser-, Wind- und Tierverbreitung von Keimen bringen trotz der Zufälligkeit im einzelnen Geschehen nach verschiedener Richtung Aehnliches und Zusammengehörendes und andererseits Verschiedenes, aber in bestimmter Richtung einander Ergänzendes zusammen. So haben sich auch auf Krakatau schon bald nach dem Auftreten der ersten Neusiedler Pflanzengesellschaften

zu bilden begonnen, welche mit denjenigen anderer Gebiete, wenn nicht Uebereinstimmung, so doch weitgehende Aehnlichkeiten aufwiesen. Pflanzengesellschaften sind nichts Dauerndes. "As an organism the formation arises, grows, matures, and dies" hat F. C. CLEMENTS schon 1916 das Wesen der Formation umschrieben. Unter den auf Krakatau gegebenen besonderen Bedingungen sind einzelne Formationen nicht zur vollen Entwicklung gekommen, sie sind schon während der Entstehung in starkem Grade durch benachbarte Formationen beeinflusst und schliesslich verdrängt worden, wobei auch in diesen Sukzessionen immer wieder bestimmte Gesetzmässigkeiten und Abhängigkeiten zum Ausdruck gelangten.

1. Die Entstehung der Pflanzengesellschaften.

Als M. TREUB die Krakatau-Inseln im Jahre 1886 erstmals besuchte, wurden am Strande verschiedene indomalayische Strandpflanzen, im Inselinneren Farne und vereinzelte Phanerogamen festgestellt. Ueberall lag zwischen den einzeln und in Gruppen stehenden Pflanzen der Aschenboden (vergl. Taf. 1, Fig. 1) in grossen Flächen bloss. Von eigentlichen Pflanzengesellschaften konnte noch nicht die Rede sein.

Schon 1897 aber war der Pflanzenbestand dicht geworden, stellenweise erschien er geschlossen und O. PENZIG konnte über Anfänge zur Bildung von Pflanzengesellschaften, Formationen, berichten. Auf allen drei Inseln (Krakatau, Verlaten und Lang Eiland) fand sich am flachen Strande vorherrschend die als «*Ipomaea pes caprae*-Formation» bezeichnete Pflanzengesellschaft. Für die Bildung einer *Mangrove*-Formation waren die Bedingungen ersichtlich nirgends vorhanden, zu Strandwäldungen (*Barringtonia*-Wald) war erst auf Verlaten Eiland ein kleiner Anfang gemacht.

Weiter landeinwärts (Taf. I, Fig. 2) bildete das Pflanzenkleid eine Art Savanne oder Grassteppe, mit z. T. mehr als mannshohen Gräsern, die vielorts sich zu dichtem Dschungel zusammenschlossen. Auf den Hügeln und Gräten waren niedrige Gräser mit zahlreichen Farnen und wenigen anderen Phanerogamen gemischt. An den Felswänden herrschten, wie 11 Jahre zuvor, die Farne unbedingt vor. Sträucher waren nur spärlich vertreten und Bäume fast gar nicht. So nahm O. PENZIG hinsichtlich der weiteren Gestaltung der neuen Vegetation an, «Es wird wohl ein gar langer Zeitraum vergehen müssen, bis die oberflächlichen Schichten jener vulkanischen Inseln zu genügender Tiefe zersetzt und humusreich

genug geworden sind, um die Rekonstitution des früher herrschenden Waldes zu erlauben».

Bis 1906 fanden wesentliche Veränderungen des Vegetationsbildes statt. Auf Verlaten Eiland, am Strande von Zwarte Hoek und an der Südostküste von Krakatau hatte sich inzwischen die Strandflora deutlich in zwei Formationen geschieden. Wo die Flachküste grössere Tiefe erreichte, setzte sich ein äusserer Gürtel, der sich bis zur Flutlinie ausdehnte, aus niedern, kriechenden Gräsern und Kräutern, sodann auch Büschen und Sträuchern der *Ipomaea pes caprae*-Formation zusammen. Hinter derselben schloss sich ein Strandwald (Taf. II, Fig. 3) an, der in seiner Zusammensetzung zwar noch nicht die Mannigfaltigkeit und düstere Pracht des *Barringtonia*-Strandwaldes an den Küsten Javas und Sumatras erreichte, aber doch unzweifelhaft gewisse Aehnlichkeiten mit ihm aufwies. Beide Strandformationen waren nicht geschlossen, auch nicht an der Südostküste Krakataus, wo der Wald in schönster Entwicklung gefunden wurde. Durch Lichtungen des Waldes drangen die Gräser, Cyperaceen, Farne und Kompositen der inneren Grassteppe bis zu den *Ipomaea*-, *Canavalia*- und *Spinifex*-Rasen vor, während andererseits kleine Siedelungen solcher Strandpflanzen selbst noch 300—500 m landeinwärts vorkamen.

Innerhalb des Strandwaldgürtels waren das flache, gegen den Fuss des Kegels leicht ansteigende Terrain der Südostküste und die untern Gräte und Schluchten am Abhange des Rakata vornehmlich von Gräsern, Cyperaceen, Orchideen und Kompositen eingenommen, während die Farne an Artenzahl nur wenig zugenommen hatten und an Häufigkeit schon zurücktraten. Von den Phanerogamen des Strandes hatte M. TREUB erst zwei Vertreter, *Scaevola Koenigii* und *Tournefortia argentea* im Innern angetroffen. 1906 waren Bäume und Sträucher auch in den steppen- und steinwüstenähnlichen Gebieten zahlreich geworden. Sie sind vom Strandwald aus ersichtlich in Gruppen oder einzeln über die Ebene vorgedrungen. Auch in den Schluchten des Kegels hatten wir schon vom Schiff aus grössere, waldartige Bestände gesehen. Leider gelang es uns nicht, dieselben zu erreichen. Ihre Zusammensetzung ist 1906 also noch nicht festgestellt worden. Wir nahmen aber (vergl. 1907, S. 72) fast als selbstverständlich an, dass an ihrer Zusammensetzung ausser den uns bekannten Pflanzen der Küstenflora, auch Bäume und Sträucher Anteil hätten, deren Keime den höheren Teilen der Insel direkt durch äussere Agentien — Vögel und Wind — zugetragen, oder die, wie damals gesprächsweise auch vermutet

worden ist, dort eventuell als Relikte der früheren Flora erhalten geblieben sein könnten. Es durfte also der Erwartung Ausdruck gegeben werden, dass zukünftige Besucher der Insel in diesen Schluchten zahlreiche weitere Florenelemente vorfinden würden, «die nicht wie die meisten der von uns gesammelten, der Strandvegetation und den Niederungen der umgebenden Inseln, sondern den höhern Regionen der javanischen und sumatranischen Gebirge entstammen». Ebenso wurde darauf hingewiesen, dass in jenen uns unerreichbar gebliebenen waldigen Stellen der Abhänge vor allem einzelne derjenigen anemochoren und zoochoren Arten zu erwarten seien, welche auch auf Java und Sumatra die nach Ausbrüchen vegetationslos gewordenen Vulkankegel wieder besiedeln.

Nach seinem Vorstoss in die höheren Regionen der Insel hat C. A. BACKER (1908, S. 41) an der Südküste von Krakatau drei Vegetationszonen unterschieden:

a) Ein Strandgürtel mit den Charakterpflanzen der *Pes Caprae*- und der *Barringtonia*-formation.

b) Ein hier und da sehr schmaler *Mischwald*, der vom Binnenland durch eine breite, fast undurchdringliche Zone mit *Saccharum spontaneum* (Glagah) getrennt war. An offenen Stellen dieses zweiten Gürtels fanden sich ebenfalls Baumgruppen, vor allem mit *Pipturus incanus*, ferner *Erdorchideen* und einige *Kryptogamen*.

c) Die schon vom Meere aus erkennbaren *Wälder der Schluchten*, mit wenigen Baumarten, i. b. zahlreichen *Feigenbäumen*, mit *Orchideen*, *Gräsern* und *Farnen* im Unterholz, aber noch mit wenig *Epiphyten*.

Dies die Zusammensetzung der Vegetation bis in die Höhe von zirka 400 m. Die von M. TREUB beschriebene *Farnzone* schien, wie C. A. BACKER zum Schlusse ausführt, "of geheel verdwenen te zijn of naar boven opgeschoven". Dazu fügte A. FRANSSEN HERDERSCHÉE am Schlusse des BACKER'schen Berichtes als Fussnote hinzu: Bei der Besteigung des Rakata durch das Personal des topographischen Dienstes wurden auch über 400 m zunächst weiter Bäume und Farnsträucher festgestellt. *Saccharum spontaneum* (Glagah) kam wohl noch vor, doch in geringerem Masse als auf den unteren Abhängen, auch erreichte es nur noch eine Höhe von 1—1½ m. Je höher man stieg, um so mehr nahm die *Farnvegetation* zu, die *Glagahvegetation* ab. In der eigentlichen Gipfelregion fehlten die Bäume ganz, sie waren gänzlich durch *Farne* ersetzt, untermischt mit

einigen Strüchern und niedrigem *Saccharum spontaneum*. Die von C. A. BACKER geäußerte Vermutung, die von M. TREUB auf der Westseite von Krakatau festgestellte Farnvegetation sei auf der Südostseite der Insel in den ihm zugänglich gewordenen Höhenlagen bis zu 400 m bereits verschwunden, resp. auf die oberen Partien des Bergabhanges zurückgedrängt worden, hatte schon 1908 volle Bestätigung gefunden.

W. M. DOCTERS VAN LEEUWEN unterschied 1919, nachdem auch ihm die oberen Regionen des Berges und die Gipfflora aus eigener Anschauung bekannt geworden waren:

- a) die Strandzone mit der *Pes Caprae*-Formation und
- b) dem *Barringtoniawald*, beide von ungleicher Breite und immer noch von Lücken durchsetzt. Die Artenzahl der schon 1906/08 gut durchforschten Strandzone hatte bis 1919 nur eine unwesentliche Vermehrung erfahren.
- c) der Casuarinenwald mit zahlreichen anderen Bäumen geringerer Höhe, Strüchern und Schlingpflanzen,
- d) die Grassteppe des flachen Innern und der anschliessenden Gräte mit an Zahl ersichtlich rasch zunehmenden Baum- und Strauchgruppen,
- e) der junge «Urwald» der Schluchten mit dazwischen liegenden, mit Farnen und Gräsern überdeckten trockenen Kämmen und Gräten,
- f) die Farnzone des Gipfels mit Gräsern und erst kümmerlichen Vertretern der Baumbestände in den feuchten Schluchten.

Bis zum Frühjahr 1931 hat sich die Zahl der inzwischen aber deutlich unterscheidbar gewordenen Formationen nicht wesentlich verändert. Dagegen war in der Ausdehnung und damit in der Bedeutung einzelner Formationen für das Gesamtbild der Pflanzendecke von Krakatau eine auffallende Verschiebung erfolgt.

Zur Zeit dürften auf Krakatau die nachfolgenden Formationen zu unterscheiden sein, die unter Einbezug der Angaben von W. DOCTERS VAN LEEUWEN (1929, S. 63) und unter Berücksichtigung der von C. A. BACKER an den älteren Umschreibungen der Formationen geübten Kritik etwa folgendermassen zu charakterisieren und umschreiben sind:

1. Die *Ipomaea Pes Caprae*-Formation.

Sie ist an der von uns im März 1931 besuchten, «steigenden» Nordostküste von Verlaten Eiland und auf Krakatau an dem

flachen Strand bei Zwarte Hoek wohl entwickelt. An anderen Partien des Strandes, wie gerade an der seit 1906 so oft besuchten Südostecke überdeckt sie zur Zeit nur noch schmale Streifen oder fehlt völlig, weil sich hier die Küste durch A b r a s i o n verändert, die Wellen immer weiter landeinwärts vordringen und dabei zuerst die *Pes Caprae*-Formation zerstören.

In ihrer Zusammensetzung hat die *Pes Caprae*-Formation an den ihr zusagenden Küstenstellen eine gewisse Stabilität bereits erreicht, wobei allerdings einzelne typische Vertreter, wie z. B. *Spinifex littoreus*, stellenweise gänzlich fehlen, an andern dagegen häufig sind.

2. Der Barringtonia-Strandwald.

Auch er ist vielfach nur schmal, stellenweise aber landeinwärts verbreitert. An seiner Zusammensetzung sind eine grössere Anzahl der auch andernorts typischen Vertreter beteiligt. Stellenweise soll er nach W. DOCTERS VAN LEEUWEN auch gut entwickelte Exemplare von *Cerbera Manghas*, also einen Vertreter der *Man-grove*formation, aufwiesen.

Da an den Küsten von Krakatau und von Lang Eiland sumpfige Stellen und vorgelagerte und zum mindesten zur Ebbe freiliegende Korallenriffe gänzlich fehlen, fehlt zur Zeit, trotz der sehr grossen Anzahl der fortwährend angeschwemmten Keime (vergl. S. 30) verschiedener *Mangrove*pflanzen, diese interessante Formation vollständig. Auf Verlaten Eiland ist sie auf die Umgebung des von uns 1931 vergeblich gesuchten Brackwassersee's beschränkt, über dessen Biologie W. DOCTERS VAN LEEUWEN (1922, S. 160) und K. W. DAMMERMAN (1929, S. 94) eingehend berichtet haben.

3. Der Casuarinawald.

Casuarina tritt auf den Krakatau-Inseln in vereinzelt Exemplaren als Bestandteil des *Barringtoniawaldes*, stellenweise aber auch in grössern Gruppen und eigentlichen waldartigen Beständen auf. Zur Bildung einer Casuarinen- F o r m a t i o n kommt es aber nur an wenigen offenen, sandigen Küstenpartien, i. b. auf wachsenden Küstenstreifen, wie z. B. an der Nordostküste von Verlaten Eiland, am Rande des Schuttkegels am Fusse der grossen Abbruchwand auf der Nordseite von Krakatau, sodann an der Süd- und Ostküste von Lang Eiland. Wo am Strande die grossen, schattenspendenden Bäume der *Barringtonia*formation heranwachsen, gehen die Casuarinen zugrunde. An ihrem Absterben haben windende Pflanzen, vor allem *Vitis trifolia* und *Ipomaea denticulata*, ebenfalls wesentlichen Anteil. Sie überziehen mit dichten Decken

aus Stengeln und Blättern die lichten Kronen der Casuarinen (Taf. IV, Fig. 9), vor allem die über den Jungwald emporragenden älteren Wipfel, sodass diese schliesslich unter der Last ihrer Schlingpflanzen zusammenknicken (Taf. III, Fig. 5 und 6).

4. Mischwald und Macarangaformation.

Sie überdecken zur Zeit auf der Südostseite Krakataus und wohl auch anderswo den grössten Teil der unteren und mittleren Partien des Inselinnern. Im Mischwald der Ebene und der leicht ansteigenden Abhänge finden sich neben Bäumen, wie *Macaranga Tanarius*, *Pipturus incanus* und mehreren Feigenbaumarten, zahlreiche und mannigfaltige Sträucher, Büsche, windende und schlingende Pflanzen. Ueber grössere Flächen hin herrschen die vorgenannten Bäume und im Unterholz die *F a r n e* sehr stark vor, sodass von einer eigentlichen *Macarangaformation* gesprochen werden kann (Taf. III, Fig. 7 und Taf. V, Fig. 11). Ihr Charakterbaum verdankt seine starke Ausbreitung und i. b. auch seine Rolle bei der Verdrängung der Savannen-Formation jedenfalls der ungehemmten Verbreitung seiner Samen durch Vögel. In den Eingeweiden eines im April 1919 auf Krakatau geschossenen Vogels, *Calornis strigatus*, gefundene Samen wurden von W. DOCTERS VAN LEEUWEN in Buitenzorg ausgesät und lieferten rasch heranwachsende Bäume. Durch typischen *Macarangawald* führte am 1. März 1931 ein weites Wegstück unseres Vorstosses in die innern Partien der Insel.

5. Die Grassteppe.

Sie überdeckte 1906 weitaus den grössten Teil der Insel. Bald nachher muss ihre Verdrängung durch Misch- und Bergwald begonnen haben. Im Jahre 1919 überkleidete sie, wie W. M. DOCTERS VAN LEEUWEN berichtet, zwar noch grosse Areale, allerdings bereits von zahlreichen waldigen Inseln unterbrochen. Jetzt aber ist sie über weite Flächen vollständig verschwunden und mit ihr nicht nur die Gräser, sondern auch alle anderen Pflanzen und die Tiere (vor allem die Ameisen!), welche diese Steppe vormals besiedelten.

Bei der Annäherung unseres Exkursionschiffes an die Südostküste von Krakatau am frühen Morgen des 1. März 1931 sahen wir aus der imposanten, geschlossenen Walddecke, welche diese Seite der Insel vom Strande bis gegen den Gipfel des Rakata überzieht, nur noch einige wenige, schmale Gräbe sich abheben, welche kahl geblieben, oder den Pflanzen der frühern Grassteppe letzter Zufluchtsort geworden sind. Auf der von zahlreichen Schluchten

und steilen Gräten durchfurchten Südseite der Insel, die wir am 2. März vom Schiff aus betrachten konnten, hat sich die Grassteppe noch über grössere Flächen hin, auf denen das lockere Material offenbar noch nicht genügend zur Ruhe gekommen und gefestigt ist, zu halten vermocht.

6. Die *Cyrtandra*-formation.

Mit dicht gedrängten, dünnen und niedrigen Stämmchen überdeckte sie, nach den Befunden W. DOCTERS VAN LEEUWEN bei seiner Erstbesteigung des Rakatagipfels im April 1919, grosse Partien der Abhänge, namentlich von 400 m Höhe an weiter aufwärts. Seit 1928 aber soll die *Cyrtandra*-formation in typischer Ausbildung nur noch in 700 m Höhe und darüber zu finden sein, nimmt also in der Hauptsache nur noch die oberste Gipfelregion ein. Hier soll zur Zeit auch der Reichtum an Epiphyten am grössten sein, Stämmchen und Aeste von *Cyrtandra sulcata* sind nach W. DOCTERS VAN LEEUWEN'S Beschreibung (vergl. 1929, Photos 4 u. 5) völlig mit epiphytischen Moosen, Farnen und Orchideen überdeckt.

Von den aufgeführten 6 Pflanzengesellschaften sind, wie W. M. DOCTERS VAN LEEUWEN (1929) hervorgehoben hat, nur die *Pes Caprae*- und *Barringtonia*-formation mehr oder weniger beständig geworden und mit denjenigen anderer Küsten vergleichbar. Alle andern Formationen unterliegen, wie schon im Verlaufe der letzten Jahrzehnte, so auch jetzt noch fortwährenden Veränderungen. Als Endstadium derselben dürfte ein «Urwald» hervorgehen, dessen Zusammensetzung sich, ähnlich wie an den javanischen und sumatranischen Vulkanen, von unten nach oben allmählich ändert. Die Krakatau-Inseln bleiben also in der nächsten Zukunft immer noch ein ausgezeichnetes Feld für Feststellungen über Veränderungen und den Wechsel der einzelnen Formationen. Diese Sukzessionen sind auf Krakatau, da diese Insel mannigfaltigere orographische Verhältnisse aufweist, zahlreicher und auffallender als auf den viel niedrigeren, gleichmässigeren Aussenbedingungen und dementsprechend eine artenärmere Flora aufweisenden Inseln Verlaten und Lang Eiland.

2. Sukzessionen in den Pflanzengesellschaften.

Nach dem grossen Ausbruch vom 26.—28. August 1883 erfolgten in den nächsten Monaten, wie durch die Messungen von R. D. M. VERBEEK festgestellt worden ist, in der ganzen Umgebung der Krakatau-Inseln starke Niveauänderungen des Meeresbodens. Ein Teil der ins Meer gefallenen Bimsstein- und Aschenmassen wurde

bei heftig bewegtem Meere hin und her verschoben. Einzelne, kurz nach dem Ausbruch 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 in jener Zeit namentlich an der Südostküste von Krakatau und an der Südküste von Verlaten Eiland das flache Strandgebiet bedeutend vergrössert worden. Seither haben diese Materialumlagerungen am Strande, bald in schwächerem, bald in stärkerem Grade angedauert. Eine starke Vergrösserung hat im letzten Jahrzehnt die Nordpartie von Verlaten Eiland erfahren, wo es infolge der besondern Bodenbeschaffenheit im Gefolge der Neulandbildung zunächst zur Entstehung einer Lagune, hernach zur Bildung eines ersten und schliesslich noch eines zweiten Binnensees gekommen ist. In entgegengesetztem Sinne haben sich in den letzten Jahren Veränderungen an der Südostküste von Krakatau vollzogen. Hier sind grosse Partien des frühern Strandes wieder verschwunden und mit ihnen ihre Vegetation. Im April 1906 fanden wir an dieser Südostküste einzelne junge *Cocospalmen*, *Pandanus*-gebüsche und Gruppen älterer Exemplare von *Barringtonia*, *Calophyllum*, *Casuarina* dem Strande so nahe, dass ihre Stämme zur Flutzeit von den Wellen umspült werden mussten. An andern Stellen dagegen setzte sich der Strandwald ersichtlich aus Beständen verschiedenen Alters zusammen, von denen die ältesten am meisten landeinwärts, die jüngsten dagegen an der Flutlinie standen. Diese Zusammensetzung der jungen Literalflora fand sich überall da, wo eine sukzessive Verlegung der Strandlinie nach aussen erfolgte.

Ein grosser Teil des *Barringtonia*- und *Casuarina*waldes, der 1906 in Bildern festgehalten worden ist, war 1931 nicht mehr vorhanden. Bis gegen 100 m ins Meer hinaus sind dagegen Baumleichen sichtbar, und das Schiff muss diese «versunkene» frühere Südostspitze in grossem Bogen umfahren.

Diese seit 1883 sich ununterbrochen vollziehenden Veränderungen der Küstengestalt, Ausdehnung durch Anschwemmung und Schwinden durch Abschwemmung, erschweren die Feststellung der allmählichen Veränderungen in den Pflanzengesellschaften des Strandes ausserordentlich. Selbst auf verhältnismässig kurzen Küstenstrecken kann sich mehrmals ein solcher Wechsel im Erscheinungsbild geltend machen. An den durch Abspülung sich einbuchtenden Küsten verschwinden zunächst das von der *Ipomaea*

pes caprae-Formation überdeckte, flache Vorland und hernach Partien des Strandwaldes. An den durch Materialanlagerung wachsenden Küsten werden die ältesten Strandpflanzen, die aus den in der Drift der ersten Jahre enthaltenen Früchten und Samen hervorgegangen sind, nach und nach vom Wasser durch eine immer breiter werdende, neue Strandzone getrennt. Da während dieser Strandverschiebung in der jeweiligen Driftzone auch immer wieder neue Keime angeschwemmt werden, kann aus diesen und den noch viel zahlreicheren, aus der Strandformation selbst stammenden Keimen die Besiedelung der sukzessiv entstehenden neuen Zonen sehr rasch und gleichmässig erfolgen. Schon 1907 habe ich (l. c. S. 71) auch darauf verwiesen, dass bei der Entstehung der Strandformationen auf den Krakatau-Inseln die Mitwirkung von Faktoren, welche bei der Besiedelung von Koralleninseln und von Küsten in anderen Gebieten eine Verbreitung von Strandpflanzen über die Driftzone hinaus ermöglichen, ebenfalls nicht ausgeschlossen ist.

Abgesehen von diesen steten Veränderungen und Verschiebungen der Strandformationen infolge An- und Abschwe mmung ist im besonderen das Werden und Vergehen des Casuarinenwaldes von grösstem Interesse. Er ist auf den Krakatau-Inseln als erster Wald aufgetreten, hat aber die kürzeste Lebensdauer; kaum drei Jahrzehnte umfasste sein Werden und Vergehen. Als Pionier, rasch wachsend und sich rasch und reichlich vermehrend, hat *Casuarina* Anteil an der Besiedelung dieser Küsten genommen. Rasch wuchsen die Erstlinge heran und säten bald in ungeheurer Zahl ihre Samen über das noch schwach besiedelte Land. In Unzahl gingen sie Jahr für Jahr auf, aber in dem heranwachsenden Jungwald sind die Casuarinen nur schlecht zum Kampfe gegen andere Elemente der *Barringtonia*formation gerüstet. Langsamer wachsende, sich aber stärker ausbreitende und mehr schattende Bäume machen ihnen mit Erfolg den Platz streitig. Ein weiteres kommt hinzu. Die Casuarinen werden ihrer lichten Kronen wegen von den Schlingpflanzen bevorzugt, die auf ihnen zu üppigster Entwicklung gelangen. Die Tragbäume ersticken und brechen schliesslich unter der Last der auf ihnen lastenden Pflanzendecke zusammen. Ein grosser Teil der Baumleichen, welche jetzt in den Strandwäldern von Verlaten Eiland und der Südostküste von Krakatau den Boden bedecken, sind solche im Konkurrenzkampf um Licht und Luft unterlegene Casuarinen. So kann der Casuarinenwald an den flachen Strandpartien der Krakatau-Inseln

nicht zu einer dauernden Formation werden. *Casuarina* blieb Pionier, Wegbereiter für den *Barringtonia*-Strandwald. Dagegen vermag sie sich auf zerklüfteten, felsigen Steilküsten, wie an der Südostküste von Lang Eiland, in kleineren und grösseren Gruppen an Standorten zu halten, an denen die Entwicklung eines *Barringtoniawaldes* unmöglich ist.

Eine weitere interessante Sukzession bedeutet die seit 1906 erfolgte Verdrängung der Grassteppe des Küsteninnern und der untern Kegelabhänge durch die gleichzeitig von unten und aus den Schluchten des Berges von oben her sich ausdehnenden Wälder. Nur dürftige Reste der üppigen Grasdecke sind an einigen trockenen, steilen Kämmen und Felsabstürzen verblieben. Wo man sich 1906 im grellsten Sonnenlichte nur mit dem Haumesser mühsam Schritt für Schritt durch das 3 m hohe Rohrdickicht vorwärtskämpfte, ist jetzt schattiger Wald, nur stellenweise von Sonnenstrahlen erhellt, mit dicht stehenden, schlanken Stämmen, vereinzelt Baumriesen, wirrem Gestrüpp, Farnen und andern Blattpflanzen im Unterholz. Die Verdrängung der krautigen Pflanzen und Stauden durch die baumbildenden Arten wird sich dabei in der Hauptsache in derselben Art und Weise abgespielt haben, die S. H. KOORDERS (1908, S. 677) für die Waldbildung im Verlauf der Wiederbesiedelung verwüsteter Gebiete an javanischen Vulkanen beschrieben hat. "The woody pioneers, which in the first few months grow more slowly than the many herbaceous species (e. g. many Gramineae and Compositae), are nearly all characterized by a great power of resistance against shade, by an especially well developed root system and by the possession of a foliage-crown, which by exclusion of light, causes the death of the herbaceous species beneath it, generally within one or two years of the closing of the crown of the young trees."

Der selbst in seinen älteren Partien wenig mehr als 25 Jahre alte Binnenwald ist noch lange nicht eine stabile Formation. Ursprünglich vorherrschende Arten werden allmählich durch andere verdrängt. Infolge der Produktion einer ungeheuren Menge von Früchten und Samen, die durch Wind und Tiere verbreitet werden, wird das ganze Waldgebiet fortwährend mit Keimen übersät, welche so lange in Wettbewerb mit den bereits vorhandenen Beständen treten, bis schliesslich jedes Teilstück des so wechselvolle Lebensbedingungen bietenden Areals diejenigen Pflanzenarten und dasjenige Pflanzenkleid aufweisen wird, welchen es optimale Lebensbedingungen bedeutet.

In ganz besonders durchgreifender Art hat sich offenbar auch der Wechsel im Vegetationsbild der oberen Kegelhänge und des Rakatagipfels vollzogen. Schade, dass gerade die hier erfolgten Sukzessionen nicht früher und eingehender studiert werden konnten! An der Zusammensetzung der ersten geschlossenen Vegetation dieses Gebietes hatten Farne und Kräuter Hauptanteil, Sträucher und Bäume waren 1908 erst spärlich vorhanden. Bald hernach muss sich mit einer fast unwiderstehlich zu nennenden Vermehrung und Ausbreitung von *Cyrtandra sulcata* ein rascher und durchgreifender Wechsel der ganzen Pflanzengesellschaft durchgesetzt haben. Ein zwar niedriger aber dichter Wald ist entstanden, der während der letzten Jahre im *H a b i t u s*, nicht aber in der Zusammensetzung, gewisse Ähnlichkeiten mit den Gipfelwäldern javanischer und sumatranischer Vulkane aufgewiesen hat. Wie diese ist auch der Niederwald des regenreichen und häufig von Nebeln und Wolken umhangenen Krakatagipfels jetzt durch einen überraschenden Reichtum an Epiphyten ausgezeichnet.

Die habituelle Ähnlichkeit des *Cyrtandra*-Buschwaldes mit der Gipflora der 2000 und mehr Meter höheren Vulkane Javas und Sumatras wird nicht dauernd sein können. Das niedere Gestrüpp wird in dieser Höhenlage hochstämmigen Bäumen allmählich weichen müssen und man wird wohl annehmen dürfen, dass in nicht allzu ferner Zukunft der Krakatagipfel von Wäldern überdeckt sein wird, etwa von derselben Ueppigkeit und Zusammensetzung, wie sie in den 1883 nur teilweise zerstörten Wäldern von Sebesy in entsprechender Höhenlage schon 1921 wieder festgestellt worden ist.

3. Saprophytismus und Parasitismus.

Aus angeschwemmtem pflanzlichem Material, aus absterbenden einjährigen und Teilen vieljähriger Gewächse ist auf Krakatau sehr bald Humusbildung erfolgt. Schon 1906 fanden wir im Strandwald der Südküste den Erdboden von einer mehrere Zentimeter hohen Lage abgestorbener Pflanzenteile und von Humus überdeckt. Auch in der Grassteppe hatten sich die abgestorbenen Halme bereits in hoher Schicht angehäuft, in die der Fuss tief einsank. Diese Anhäufung organischer Reste und die Bildung von Humus haben die Lebensbedingungen auf Krakatau wesentlich verändert und einer grossen Anzahl neuer Siedler die notwendigen Bedingungen zur Entwicklung und Vermehrung geschaffen. Hatten

wir 1906 s a p r o p h y t i s c h e P i l z e erst auf den angeschwemmten Baumstämmen der Strandzone in geringer Anzahl vorgefunden, so überraschte 1931 im Innern des Strandwaldes und ganz besonders in der *Macaranga*-formation der Abhänge ein geradezu verblüffender Reichtum an Pilzen. Fast von Schritt zu Schritt führte der Weg über gefallene und verwesende Baumstämme. Viele derselben waren so morsch, dass sie mit dem Stock durchstossen werden konnten, einzelne waren teilweise mit Moosen, die meisten aber mit Hunderten von Fruchtkörpern verschiedener Pilze bedeckt. Auch in den obersten Partien des Bergwaldes wird die Humusbildung nicht weniger weiter fortgeschritten sein und unten wie oben, ebenso im Strandwald von Zwarte Hoeck, finden sich unter den angesiedelten Orchideen Formen vor, welche wie *Eulophia macrorrhiza* und *macrostachya* schon in ihrem Habitus erkennen lassen, dass sie jedenfalls in weitgehender Weise an die saprophytische Lebensweise angepasst sind. Steht die endotrophe *Mycorrhiza* dieser und wohl auch anderer Erdorchideen Krakataus vielleicht in erster Linie im Dienste der Ausnutzung von Nährstoffen aus verwesendem organischem Material, so hat die erste wichtige pflanzliche Lebensgemeinschaft Krakataus, die bereits 1906 aufgedeckt worden ist, die Wurzelknöllchen-Symbiose der Leguminosen, wesentlichen Anteil an der Verbesserung der Lebensbedingungen für autotrophe Angiospermen, und es ist schon an früherer Stelle (vergl. S. 57) darauf hingewiesen worden, welche Bedeutung dieser Möglichkeit der Stickstoffversorgung zunächst für die Ausbreitung der Leguminosen selbst und hernach der anderen Angiospermen zuzuschreiben ist.

Nach vollkommen chlorophyllosen phanerogamen Saprophyten, von denen die javanische Flora nicht nur aus der Familie der *Orchidaceae*, sondern auch aus den Familien der *Burmanniaceae*, *Triuridaceae*, *Polygalaceae* und *Gentianaceae* eine grössere Anzahl interessanter Formen aufweist, ist auch noch auf unserer Exkursion von 1931 mit grossem Eifer, aber ohne jeden Erfolg gesucht worden.

Von den phanerogamen Parasiten fehlen die Wurzelparasiten aus den Familien der *Balanophoraceae* und *Rafflesiaceae* noch vollständig. Von den bekannten Stengelparasiten auf krautigen und Holzpflanzen ist *Cassytha filiformis* schon seit vor 1906 in der Strandflora häufig, während die auf Java mit verschiedenen Arten nicht nur auf Kräutern und Sträuchern, sondern selbst in den Kronen hoher Bäume vorkommende *Cuscuta* den Kra-

katau-Inseln noch nicht zugeführt worden ist. Dass in den Kronen der Bäume auch die *Loranthaceae* noch vollständig fehlen, die auf Java in grossem Formenreichtum auf den Bäumen des Meeresstrandes bis hinauf in die Regenwälder in ± 2500 m häufig sind, ist bereits (vergl. S. 107) erwähnt und gedeutet worden.

4. Tiergesellschaften und Sukzessionen im Verlaufe der Entstehung der neuen Fauna.

Der botanischen Erforschung der Krakatau-Inseln ist die zoologische leider erst mit grosser Verspätung nachgefolgt. So sind wir auf Grund der Untersuchungen aus den Jahren 1886, 1897 und 1906 wenigstens über die Hauptphasen des Besiedelungsverlaufes mit Pflanzen während des ersten Vierteljahrhunderts orientiert; der Bestand der neuen Tierwelt dagegen ist erstmals 1908 und sodann erst wieder 1920 aufgenommen worden. So ist, wie auch K. W. DAMMERMAN bedauernd hervorhebt, eine befriedigende Antwort auf die Fragen nach der Besiedelungsfolge mit Tieren nicht, oder doch nur für das zweite Vierteljahrhundert der Besiedelung möglich.

Mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit geht aus der Vergleichung der Tierlisten von E. R. JACOBSON für 1908 und von K. W. DAMMERMAN für 1922 hervor, dass auf Krakatau erst nach 1908 zur Ansiedelung gekommen sind: alle jetzt auf den 3 Inseln vorkommenden Säugetiere, ein Teil der Vögel, die Eidechsen und Schlangen, von den Insekten i. b. die Wasserkäfer und Wasserwanzen, die carnivoren Coccinelliden, die Cycade *Dundubia* und die Gottesanbeterinnen, eine Anzahl Mollusken und die Erdwürmer.

Die Reihenfolge der Festsetzung der einzelnen Tierformen auf den Krakatau-Inseln und ihre anschliessende Vermehrung ist, wie schon an früherer Stelle ausgeführt wurde, natürlich nicht identisch mit der Reihenfolge ihres Eintreffens. Vielleicht sind Vertreter aller jetzt auf den Inseln vorkommenden Tierformen, zusammen mit vielen andern, schon bald nach 1883 auf das Neuland der Inseln gelangt. Zu jeder Zeit vermochten sich aber nur diejenigen zu halten, welche die ihnen notwendigen Lebensbedingungen schon vorfanden. Vor der Entstehung eines neuen Pflanzenkleides können es also nur erd- und detritusbewohnende Formen gewesen sein. Erst mit der zunehmenden Ausbreitung und Differenzierung der Pflanzenwelt fanden auch Pflanzenfresser verschiedenster Organisation ihr Wirkungsfeld, und diese wieder haben Fleisch-

fressern und parasitischen Formen Entwicklungsmöglichkeiten vorbereitet. Neuankömmlinge, die sofort zusagende Bedingungen fanden, haben sich in der Regel sofort mit ungewöhnlicher Raschheit vermehrt, wie z. B. gegen Ende des ersten Vierteljahrhunderts der Besiedelungsgeschichte die Ameisen, Mücken, Wespen, die Tausendfüßler etc., welche in den Dickichten der Grassteppe passende Wohn- und Lebensverhältnisse fanden, später die Spinnen in den sich ausdehnenden Wäldern usw.

Im Einzelnen hat sich der von K. W. DAMMERMAN (1929, S. 88) angenommene Besiedelungsverlauf, Detritusformen, Pflanzenfresser, Carnivoren und Parasiten, infolge des späten Beginns der zoologischen Forschung auf Krakatau nicht mehr für alle Formen erweisen lassen. Doch geht aus der Vergleichung der Befunde von 1908 und 1922 die relativ späte Ansiedelung carnivorer und parasitischer Spezies aus verschiedenen Tierstämmen einwandfrei hervor. Vor 1908 fehlten z. B. Räuberwanzen vollständig, 1921 waren deren 2 Arten auf Krakatau, ebenso fehlten 1908 die carnivoren Mantiden und diejenigen *Neuroptera*, welche im Larvenstadium räuberisch leben. Von Drachefliegen werden 1908 2 Spezies erwähnt, bis 1921 hatte sich ihre Zahl auf 12 vermehrt.

Auch für Vögel und Säuger ergeben sich nach K. W. DAMMERMAN unter Berücksichtigung der Lebensweise ähnliche Progressionen. Im Jahre 1921 wurden auf den Krakatau-Inseln bereits zahlreiche fruchtfressende Fledermäuse (*Cynopterus*) festgestellt, die erste insektenfressende Art (*Hipposideros*) dagegen erst kurz vor 1929. Ebenso war 1908 erst eine insektenfressende Vogelart auf Lang Eiland vorhanden, keine dagegen auf Krakatau, während 1929 die Krakatau-Inseln insgesamt 5 solche Arten aufwiesen.

Entsprechende Feststellungen über die Zunahme der parasitischen Spezies sind spärlicher. Von der Gesamtzahl der tierischen Parasiten kommen für den Nachweis von Sukzessionen alle diejenigen Formen nicht in Betracht, von denen anzunehmen ist, dass sie die Krakatau-Inseln zugleich mit ihren Wirten, extern oder intern, erreicht haben. Für den verbleibenden Rest aber ergibt sich, bezogen auf die Gesamtzahl der Formen, nur eine geringe Zunahme. So war die Zahl der parasitischen *Hymenoptera* von Krakatau im Jahre 1921 nur doppelt so gross als 1908, während sich in der gleichen Zeit die Gesamtzahl der Insekten dreifach hatte.

Ebensowenig wie die heutige Pflanzenwelt ist, wie K. W. DAMMERMAN (1929, S. 83) ausführt, die Zusammensetzung der heutigen Tierwelt von Krakatau «normal», d. h. ebenso artenreich und in der Individuenzahl ausgeglichen wie auf altbesiedeltem Boden. Einige Tiergruppen, so z. B. die Vögel und die geflügelten Insekten, haben nach seiner Schätzung 50—60 % der Norm erreicht. Dasselbe hält er für die Bodenfauna möglich, während die Moosfauna “may be regarded as fairly normal already”.

Mit dem Wechsel in der Ausdehnung und Zusammensetzung der pflanzlichen Formationen ist naturgemäss immer auch eine Aenderung der vergesellschafteten Tierwelt verbunden. Bei jeder Aenderung der Lebensverhältnisse vermehren sich einzelne der neu ankommenden oder schon vorhandenen Formen anfangs häufig in ungewöhnlichem Ausmass und “only in the long run more normal proportions are established, while a species which was at one time abundant can even disappear altogether in the course of years”. So sind bereits zahlreiche Formen, i. b. die A meisen und die T a u s e n d f ü s s l e r , nicht nur an Individuenzahl, sondern sehr wahrscheinlich auch an Artenzahl zurückgegangen.

In ihrer A u s b r e i t u n g über die Insel haben sich Pflanzen und Tiere vielfach unterstützt. Als Beispiel hiefür sei an die Beziehungen zwischen F e i g e n b ä u m e n und T i e r e n erinnert.

Feigenbäume sind bereits 1906 in grösserer Arten- und Individuenzahl auf Krakatau vorhanden gewesen. Zu den bis 1908 festgestellten 6 Arten sind in der Folge noch 9 weitere Arten hinzugekommen. Da die Früchte der Feigenbäume Vögeln und Fledermäusen eine bevorzugte Nahrung bedeuten, darf wohl angenommen werden, dass die Samen, aus welchen die Erstlinge jeder Art auf Krakatau entstanden sind, durch Tiere eingeschleppt wurden. Nach Beginn des Fruchtansatzes an diesen Erstsiedlern waren die Bedingungen für die Ansiedelung der G a l l i n s e k t e n gegeben, deren Wirksamkeit in der Folge offenbar auch nicht lange auf sich warten liess.

In den beiden ersten Publikationen W. DOCTERS VAN LEEUWEN (1921 und 1922), die sich mit den Pflanzen g a l l e n der Krakatau-Inseln beschäftigen, sind die für die F r u c h t b i l d u n g der *Ficus*-Arten wichtigen Insekten noch nicht erwähnt. Erst K. W. DAMMERMAN stellte (1922, S. 68) 3 Arten von Gallinsekten auf Krakatau und Verlaten Eiland fest. Wie C. A. BACKER (1929, S. 275) mit Recht hervorhebt, ist kaum anzunehmen, dass in den Früchten der schon 1919 in zumeist ansehnlicher Individuenzahl vorkom-

menden 10 *Ficus*-Arten nicht schon bedeutend früher Gallwespen enthalten gewesen sein sollten. 1906 allerdings haben wir, wie ich mich genau erinnere und auch in meinem Reisejournal notiert habe, nur unreife, resp. nicht völlig entwickelte Früchte angetroffen. Da auch E. R. JACOBSON 1908 noch keine Gallwespen erwähnt, ist es möglich, dass sie damals noch nicht vorhanden waren und sich also erst nach 1908 eingestellt haben. Jedenfalls wird die Anzahl reifer Früchte nach dem Eintreffen der Gallwespen rasch zugenommen haben, und damit werden Vögel und Chiropteren zunächst vielleicht zu nur zeitweisem, später aber zu dauerndem Aufenthalt auf den Inseln veranlasst worden sein. Vögel und Fledermäuse besorgten ihrerseits wieder in ausgedehntem Masse die Verbreitung der Samen, so dass nunmehr die *Ficus*-Arten auf allen drei Krakatau-Inseln nicht nur in besonders grosser Individuenzahl vorkommen, sondern mit einzelnen geradezu riesigen Exemplaren zu den auffallendsten Vertretern der neuen Flora gehören, die mit ihren dunkeln, mächtig und breit ausladenden, kuppelförmigen Kronen ihre Umgebung häufig hoch überragen.

Auf das Jahr 1919 gehen die ersten Untersuchungen über das Vorkommen von Blatt- und Stengelgallen an Pflanzen der neuen Flora von Krakatau und den beiden andern Inseln der Inselgruppe zurück. Sie sind durch W. DOCTERS VAN LEEUWEN nach vorangegangenen eingehenden Studien über die vorher noch wenig bekannten Gallenbildungen in der javanischen Flora begonnen worden. In der Folge wurden die Untersuchungen auch auf die Gallen in der Flora von Sebesy ausgedehnt und damit weiteres Vergleichsmaterial aus der ungleichen Besiedelungsgeschichte der beiden Inseln gewonnen.

Untersuchungen an dem von M. TREUB, TH. VALETON, C. A. BACKER u. a. eingesammelten und im Herbarium des botanischen Gartens von Buitenzorg deponierten Herbarmaterial ergaben, dass Gallen offenbar schon im ersten Dezennium der Neubesiedelung Krakataus gebildet worden sind. An Exemplaren von *Nephrolepis hirsutula* Pr., die am 29. November 1896 von J. G. BOERLAGE auf Lang Eiland gesammelt waren, fand W. DOCTERS VAN LEEUWEN (1921, S. 57) Blätter mit Gallen von *Eriophyes panropus* Nal. Da diese Galle 1919 auch auf Krakatau und Verlaten Eiland zu den häufigsten Gallenbildungen gehörte, ist wahrscheinlich, dass ihre Erreger auch auf diesen beiden Inseln schon viel früher aufgetreten sein werden. Ähnliches gilt jedenfalls auch für die Gallen auf *Pipturus incanus* Wed., die auf den von TH. VALETON

1905 auf Krakatau und von C. A. BACKER 1906 auf Krakatau und auf Verlaten Eiland eingesammelten Pflanzen nachgewiesen werden konnten. Relativ früh müssen einzelne Gallenbildner dermassen überhand genommen haben, dass fast alle Individuen der als Wirtspflanzen in Frage kommenden Bäume und Sträucher reichlich Gallen aufwiesen. Schon die erste direkte Gallen-Exkursion im Jahre 1919 führte zur Feststellung von 19 Pflanzenarten, auf denen insgesamt 24 verschiedene Gallen vorkamen. Als Gallen er r e g e r stellte W. DOCTERS VAN LEEUWEN (1921, S. 59) i. b. Milben, M ü c k e n und B l a t t l ä u s e fest. Während nach seinen früheren Untersuchungen auf Java Milben- und M ü c k e n gallen etwa in gleicher Anzahl gefunden werden, herrschten auf Krakatau 1919 die M i l b e n gallen (13 von 24 Arten!), die Pflanzen relativ trockener Standorte befallen, gegenüber den Mückengallen (7 Arten) nicht nur in der Arten-, sondern ganz besonders in der Individuenzahl stark vor. Schon 2 Jahre später konnte W. DOCTERS VAN LEEUWEN (1922, S. 288) nach Funden auf Krakatau und Verlaten Eiland 20 weitere Gallen beschreiben.

Versuche, die er während eines längeren Aufenthaltes auf Verlaten Eiland auf dem dortigen Salzwassersee anstellte, ergaben, dass M i l b e n gallen auf den Blättern von *Clerodendron inerme* auch nach einwöchigem Fluten zusammengebundener Zweige auf und in Salzwasser unversehrt und die Gallenerreger l e b e n d blieben. Damit war gezeigt, dass zum mindesten für einen Teil der Gallenerreger Verbreitung in den Blättern des Wirtes d u r c h die M e e r e s s t r ö m u n g e n möglich ist, welche ja Aeste, Zweige und Blätter von Bäumen, unter den in der Sundastrasse besonders günstigen Verhältnissen, i n w e n i g e r a l s e i n e m T a g von benachbarten Küsten oder Inseln aus nach Krakatau zu tragen vermögen.

Von den auf 4 vorangegangenen Exkursionen bis 1922 festgestellten 44 verschiedenen Gallen waren nicht weniger als 23 M i l b e n gallen. Vielleicht ist dieses Vorherrschen gegenüber allen anderen Gallenformen nicht nur auf die Zusammensetzung der Pflanzenwelt Krakataus und damit die Lebensbedingungen, sondern auch auf die verschiedene E i g n u n g der einzelnen Erreger-typen für die Verbreitung durch die Wasser- und Luftströmungen zurückzuführen. Gallen m i l b e n sind jedenfalls die l e i c h t e s t e n aller Gallenerreger, also für den L u f t transport wohl am geeignetsten. Andererseits ist durch das Experiment mit den Milben-gallen auf *Clerodendron* auch erwiesen, dass für diese, wie für alle

anderen Gallenerreger, auch die Verbreitung in intakten Teilen der Wirtspflanze durch die Meeresströmungen möglich ist. Dahingestellt bleiben aber muss, durch welches der beiden Agentien die Erreger jeder einzelnen Gallenform erstmals auf die Inseln gelangt sind.

5. Entstehung und Vorkommen von Endemismen?

Kontinentale und vor allem ozeanische Inseln zeichnen sich häufig durch Endemismen in Flora und Fauna aus. Die Zahl der ihnen eigentümlichen Arten ist je nach dem Alter ihrer Pflanzen- und Tierwelt, je nach der Entfernung von jetzigen oder früheren Kontinenten oder grösseren und älteren Inseln verschieden.

Pflanzliche Endemismen sind wohl auf den Hawaii- oder Sandwichinseln relativ am zahlreichsten. Nach neuesten Untersuchungen (vergl. D. H. CAMPBELL, 1933, S. 167) umfasst der Florenkatalog dieser Inseln 1052 einheimische Arten von Blütenpflanzen (vergl. dazu meine Angaben von 1907, S. 63!), darunter 163 Mono- und 889 Dicotyledonen. Von den erstern sind 119 oder 73 %, von den letztern 832 oder annähernd 94 % endemisch. Einen auch nur annähernd gleich grossen Anteil phanerogamer Endemismen zählt wohl kein anderes Gebiet der Erdoberfläche, auch nicht Neu-Seeland. Die Totalzahl der Gefässpflanzen Neu-Seelands wird (vergl. D. H. CAMPBELL, l. c. S. 167) zu 1780 angegeben, ist also im Vergleich zu Hawaii, das mit seinen Inseln nur etwa $\frac{1}{10}$ der Fläche von Neu-Seeland hat, relativ gering. Der Anteil der endemischen Arten beträgt nur 74 % von der Gesamtzahl, 85 % von den Dicotyledonen.

Die Frage, ob auf Krakatau neben Ubiquisten und Arten, die für die Fauna und Flora von Java oder Sumatra typisch sind, auch schon neue Arten oder Varietäten vorkämen, ist in der Krakatauliteratur — trotz des geringen Alters der neuen Fauna und Flora — ebenfalls schon aufgeworfen worden. Nach den anderwärts gesammelten Erfahrungen ist die Hoffnung auf baldige Feststellung von Endemismen auf den Krakatau-Inseln wohl nicht gerechtfertigt. Auf Hawaii sind nach C. SKOTTBREG (1930, S. 58) die nicht endemischen Pflanzen zumeist Pflanzen der Küstenformationen mit ihren wohlbekanntem Fähigkeiten der Verbreitung durch die Strömungen, die nun auch einen wesentlichen Anteil am Artenbestand der neuen Krakatauflora haben. Sodann sind auf Hawaii nicht endemisch eine beschränkte Anzahl von Farnen und weitere Blütenpflanzen, von denen sicher bekannt oder anzunehmen

ist, dass sie durch die Polynesier oder spätere Ansiedler eingeführt und eingeschleppt worden sind. Bei der jetzigen Zusammensetzung der Flora von Krakatau werden also weder in der Strand-, noch in der an Farnen besonders reichen Gipfflora schon endemische Gefässpflanzen zu erwarten sein. Auch in den relativ artenarmen Wäldern des Inselinnern und der unteren Bergabhänge dürften die Bedingungen für die Entstehung von Endemismen angesichts der in den beiden letzten Jahrzehnten erfolgten Sukzessionen wohl noch nicht gegeben sein.

K. W. DAMMERMAN hat schon 1922 (l. c. S. 87) auf die grossen Schwierigkeiten hingewiesen, die damals und wohl noch für eine längere Zukunft der Lösung dieser Frage entgegenstehen. Es ist, wie er ausführt, immer mit der Möglichkeit, ja mit der grossen Wahrscheinlichkeit zu rechnen, dass eine auf den Krakatau-Inseln aufgefundene und für neu gehaltene Form auch auf einer oder andern Inseln der Sundastrasse, deren Fauna und Flora noch so wenig bekannt sind, oder auf Java oder Sumatra, wo ebenfalls grosse Gebiete noch ganz ungenügend erforscht sind, vorkommt, aber dort noch nicht gesammelt worden ist. Ähnliche Ueberlegungen sind auch für abweichende Pflanzenformen gültig. So erscheint es mir — trotzdem das Untersuchungsmaterial von mir selbst eingesammelt worden ist — ganz selbstverständlich, dass das von E. DE KRUYFF (1906) beschriebene *Bacterium Krakatauii* keinesfalls als endemische Form aufzufassen ist, sondern mit einer auch andernorts unter ähnlichen Standortsbedingungen vorkommenden Art identisch sein wird, die 1906 d. h. im Zeitpunkt des allerersten Beginns der Erforschung der Bakterienflora in javanischen Böden, dort eben noch nicht gefunden worden war.

Als einzeln oder kombiniert wirkende Faktoren, die zur Entstehung neuer Formen auf den 3 Inseln Anlass gegeben haben oder noch geben könnten, werden genannt: Beeinflussung durch die neuen Lebensbedingungen, Isolierung abweichender Individuen und Hybridisation. Möglichkeiten, die zur Fixierung von Aberrationen, Entstehung neuer geographischer Rassen und Vermehrung von Mutationen führen könnten, sind, wie die Ausführungen K. W. DAMMERMAN's (1922, S. 88 und 1929, S. 93) zeigen, unzweifelhaft vorhanden. Ebenso unzweifelhaft aber ist, dass das Studium dieser genetischen Seite des Besiedelungsproblems erst im spätern Verlauf eines zweiten Halbjahrhunderts der Krakatauforschung wirkliche Erfolge bringen wird.