

VII. Die Herkunft der neuen Floren- und Faunenelemente.

Für die Neubesiedelung der Krakatauinseln mit Pflanzen und Tieren kamen die gleichen Verbreitungsagentien in Betracht wie für neu entstehende Inseln: Transport durch die Meeresströmungen und die Winde. Für die Entstehung der neuen Pflanzenwelt waren überdies die verschiedenen Möglichkeiten der Verbreitung durch Tiere zu prüfen. Neuere Publikationen betonen auch die Wichtigkeit der Ueberprüfung eines eventuellen Anteils des Menschen am Zustandekommen der neuen Flora und Fauna und schliesslich haben R. F. SCHARFF (1925) und C. A. BACKER (1929) die Notwendigkeit hervorgehoben, im Gegensatz zur ältern Krakatau-Literatur, nochmals die Möglichkeit des Zurückbleibens und der späteren Vermehrung und Ausbreitung von Relikten der alten Flora und Fauna in Erwägung zu ziehen.

Für den Nachweis der Fernverbreitung pflanzlicher und tierischer Lebensformen und ihre Bedeutung für die Besiedelungsfrage hat sich CH. DARWIN als Erster und sofort in wirkungsvollster Weise mit Beobachtungen und Experimenten eingesetzt. Schon 1845 spricht er in einem Briefe an J. HOOKER in voller Ueberzeugung von der Bedeutung der in Frage stehenden Probleme von der "Geographical distribution, that grand subject, that almost keystone of the laws of creation". Angesichts des Widerstandes, dem seine Angaben und Ansichten zunächst vielorts begegneten, sah er sich aber 1866 (vergl. W. THISELTON-DYER, 1909, S. 302) veranlasst, wieder in einem Briefe an J. HOOKER nochmals zu schreiben: "Remember how recently you and others thought that salt water would soon kill seeds . . . Remember that no one knew that seeds would remain for many hours in the crops of birds and retain their vitality, that fish eat seeds, and that when the fish are devoured by birds the seeds can germinate, etc. Remember that every year many birds are blown to Madeira and to the Bermudas. Remember that dust is blown 1000 miles across the Atlantic."

Die Theorie der direkten Fernverbreitung von Pflanzen und Tieren bildet eine der wichtigsten Grundlagen der Pflanzen- und Tiergeographie überhaupt. Mit der Annahme und dem Nachweis der Möglichkeit eines Ferntransportes ist aber für die Lösung jedes einzelnen Besiedelungsproblem es zunächst noch nicht viel gewonnen. Wie ich schon früher (1907, S. 50) ausgeführt habe und wie seither wiederholt, z. B. von TH. SCHMUCKER (1926, S. 55) in seinen trefflichen Beiträgen zur Kennt-

nis der Hochgebirgsflora Javas und zur Theorie der Pflanzenverbreitung, eindrucklich betont worden ist, müssen pflanzliche oder tierische Keime an der endgültigen Ablagerungsstätte lebensfähig anlangen und sich dort auch entwickeln können. Je weiter die Reise geht und je länger sie dauert, um so ungünstiger werden hiefür durchschnittlich die Aussichten. Die Gefahr, in Gebiete mit stark abweichenden und damit ungünstigeren Aussenbedingungen zu gelangen, nimmt zu und damit die Zahl der Verbreitungseinheiten, die nicht nur in grosse Entfernungen, sondern dort auch unter günstige Verhältnisse gelangen, rasch ab. Die Wahrscheinlichkeit für die erfolgreiche Uebertragung irgendwelcher Keime durch irgendwelches Transportmittel in grössere Entfernungen ist recht gering: Das Problem der Verbreitung wird zu einem statistischen oder zu einem Wahrscheinlichkeitsproblem. Der ausserordentliche Zufall ist ausschlaggebend und damit entzieht sich der Besiedelungseffekt im Einzelfalle und weiter auch das Gesamtproblem einer Besiedelung von Neuland, wie z. B. von Krakatau bei einer Oberfläche von 14 km² in unzähligen Einzelheiten der direkten Feststellung und dem experimentellen Beweis. Hiefür ein Beispiel. C. A. BACKER schreibt (1929, S. 12): "ERNST found in 1906 two fungi growing on a trunk washed ashore; he supposes that the mycelium, which had formed new reproductive bodies, had survived the transport, but this opinion, however plausible, is not corroborated by proofs". Gewiss liegt ein Beweis nicht vor und es erscheint auch ganz unmöglich, einen solchen für den genannten oder andere ähnliche Befunde zu erbringen. War das Pilzmycelium nicht schon im angeschwemmten Stamm enthalten, so muss es aus einer durch den Wind zugetragenen Spore hervorgegangen sein. Die Wahrscheinlichkeit, dass in diesem Beispiel Lufttransport das verbreitende Agens gewesen sei, schien mir geringer, die Abstellung auf den ausserordentlichen Zufall bedeutend stärker als bei Annahme der Verbreitung des Pilzes im Treibholz selbst. Ein Beweis ist weder für die eine Ansicht noch die andere zu erbringen. Tatsache aber ist, dass der Pilz durch das eine oder andere der in Frage kommenden Verbreitungsagentien — Wasser oder Luft — nach Krakatau gekommen ist. Damit muss man sich wohl im Spezialfall zufrieden geben. Beweisbar und längst bewiesen sind die Möglichkeiten der Verbreitung von Pflanzen durch Wasser- und Luftströmungen, im Federkleid,

an verunreinigten Füßen und in den Eingeweiden von Vögeln, beweisbar und längst bewiesen sind die Möglichkeiten der Verbreitung von Tieren durch Fliegen und Segeln im Wind, ihrer passiven Verbreitung durch Stürme, der passiven Verbreitung auf pflanzlichem Driftmaterial, als pflanzliche und tierische Parasiten etc. Der von C. A. BACKER (1929, S. 13) erhobene Vorwurf, "that not one of the investigators has made any conclusive experiment in order to ascertain whether spores, seeds or fruits were carried over from elsewhere to Krakatao either by winds or by animals" verkennt die Unterschiede zwischen dem gewaltigen Naturexperiment der Neubesiedelung einer ganzen Inselgruppe und dem einfachen ökologischen oder physiologischen Einzelexperiment. "The possibility may exist but proofs are entirely wanting." Gewiss, aber mit der Feststellung solcher Möglichkeiten muss man sich beim Studium der Pflanzenverbreitung sehr häufig zufrieden geben.

Einige kosmopolitische Species, wie *Cassytha filiformis* und *Scaevola frutescens*, die als Strandpflanzen über die alte und neue Welt verbreitet sind, gehören Gattungen an, die mit der Mehrzahl ihrer Arten auf einzelne Areale, z. B. Australien, beschränkt sind. Für die beiden angegebenen Arten ist Verbreitung der Samen durch die Meeresströmungen festgestellt, desgleichen (vergl. H. B. GUPPY, 1917, S. 192) die Möglichkeit ihrer Verbreitung durch Vögel. Für jeden einzelnen Standort wird die eine oder die andere der beiden Möglichkeiten von grösserer Bedeutung sein, wobei jede die andere natürlich nicht ausschliesst. Auf Krakatau bezogen heisst das nichts anderes, als dass nicht mehr, auch nicht durch Experimente irgendwelcher Art, zu entscheiden ist, durch welches Agens die Samen hergebracht worden sind, aus denen die ersten Individuen dieser Arten in der neuen Flora von Krakatau hervorgegangen sind. Es genügt also, die Möglichkeiten aufzuzeigen, welche zur Erklärung des Vorkommens dieser Pflanzen an dem in Frage stehenden Standort herangezogen werden können. Auch C. A. BACKER hat sich übrigens gelegentlich mit dem Nachweis solcher Möglichkeiten begnügt. So schränkt er (1929, S. 131) nach der Erwähnung des Vorkommens der Samen von *Cycas Rumphii* in der Driftzone von Krakatau die allgemeine Bedeutung der von mir angenommenen Verbreitung dieser Samen durch die Meeresströmung durch den Satz ein: "Probably they are also spread by animals; if not, the occurrence of the tree high above sea-level in forests in the interior could hardly have a natural

cause." In entgegengesetzter Richtung geht der Hinweis auf die Möglichkeit einer anderen als der von mir für *Cassytha filiformis* angenommenen Samenverbreitung durch Vögel.

Er weist darauf hin (1929, S. 92), dass abgefallene, überreife Früchte auf Meerwasser mehr als eine Woche schwimmen und daher für diese Pflanze auch Verbreitung durch Meeresströmungen in Frage kommt. "The fruits of this species may be transported by water, but probably the dispersal is, sometimes at least, brought about by birds also. If such is really the case, the rare occurrence of the plant in the interior far above high-tide mark finds a natural explanation. But only semination of seeds found in bird droppings can furnish the required proof." Gewiss wäre ein jede Annahme beweisendes Resultat für die ganze Besiedelungsfrage sehr erwünscht. Absolut beweisend wären aber solche einmalige Feststellungen weder für alle vorher noch nachher erfolgten Samen Transporte. Auch die von C. A. BACKER geforderten «Beweise» würden höchstens den verschiedenen Grad der Wahrscheinlichkeit der in Frage kommenden Möglichkeiten etwas besser abschätzen lassen. Für alles Geschehene, wie für das in Zukunft noch Geschehene aber können wir mit der Erforschung der jetzt beobachtbaren Vorgänge und der Feststellung von jetzt vorhandenen Zusammenhängen immer nur Wahrscheinlichkeiten erschliessen, aber keine Beweise erbringen.

Für die sprunghafte Wanderung der Pflanzen und Tiere, die Feststellung der Beziehungen zwischen disjunkten Gebieten, wie für unsere Kenntnis der Wirksamkeit der Verbreitungsagenten gilt, wie für das Gesamtgebiet der genetischen Pflanzengeographie überhaupt, der noch in neuester Zeit von erfahrenster Seite geprägte Satz (vergl. C. SCHRÖTER 1934, S. 1003), «dass ihre Resultate oft einen stark hypothetischen Charakter tragen und unter der Unsicherheit und Mehrdeutigkeit ihrer Grundlagen leiden.» Daher ist es auch zu verstehen, dass der Annahme einer Besiedelung einer vegetationslosen Insel durch eine neue Pflanzen- und Tierwelt ausschliesslich als Kette zufälliger Ereignisse schon aus weltanschaulichen Gründen immer wieder zahlreiche Gegner erwachsen werden. So beschliesst z. B. R. F. SCHARFF (1925, S. 22) seine Kritik an den bis 1925 publizierten Resultaten der Krakatauforschung mit dem Satze: «Je n'ai aucun désir d'aller contre l'opinion que certaines graines et quelques animaux sont transportés quelquefois à travers

l'océan par des courants et que les vents et les oiseaux migrateurs peuvent affecter jusqu'à un certain point la faune et la flore d'un pays. Mais j'hésite à croire, sans évidence très convaincante, qu'une île entièrement dépouillée de vie, comme on affirme que Krakatau l'a été, ait pu être pourvue d'une foule de plantes et d'animaux uniquement par des apports accidentels.» Einer solchen Stellungnahme gegenüber sind weitere Nachweise von Möglichkeiten und Wahrscheinlichkeiten unnütz. Der verlangte «Beweis» ist für Krakatau ebenso wenig zu leisten, wie er bis jetzt für irgendeine andere Neubesiedelung geleistet worden ist oder in Zukunft wird geleistet werden können. Trotzdem wird das Krakatauprobem in der Geschichte der Besiedlungsforschung meines Erachtens die ehrenvolle Stellung beibehalten, die ihm die pflanzengeographische Literatur in ungezählten Hinweisen während der letzten 30 Jahre eingeräumt hat.

1. Die Bedeutung des Wasser- und Windtransportes von Pflanzen für die Besiedelungsfrage.

Die Krakatauinseln liegen, wie ich 1907 (l. c. S. 20) ausgeführt habe, mit $105^{\circ} 25'$ ö. L. und $6^{\circ} 10'$ s. Br. inmitten des äquatorialen Streifens der Monsunbewegungen in Luft und Wasser. Luft- und Wasserströmungen zeichnen sich durch regelmässigen Wechsel in der Richtung und vor allem durch bedeutende Intensität aus und begünstigen damit den Transport pflanzlicher und tierischer Organismen ausserordentlich. Die Besiedelungsbedingungen waren für die Krakatauinseln ungleich günstiger als für die grosse Mehrzahl der zumeist in grösseren Abständen vom Festland oder von andern, bereits besiedelten Inseln neu entstehenden Koralleninseln.

a) Der Transport von Pflanzen und Pflanzenkeimen durch die Meeresströmungen.

Dass den Meeresströmungen gerade bei der Wiederbesiedelung von Krakatau eine ganz besonders hervorragende Rolle zu fallen werde, war bei Kenntnis der lokalen Verhältnisse ohne weiteres zu erwarten. Der Transport von Früchten und Samen von den javanischen und sumatranischen Küsten oder von den noch näher liegenden Inseln Sebesy und Seboekoe, Prinsen Eiland her ist bei den relativ geringen Entfernungen (vergl. Abb. 1, S. 9) und der grossen Geschwindigkeit der in der Sundastrasse herrschenden Strömungen im Verlaufe weniger Stunden möglich. Aus dem glei-

chen Grunde spielte für die Wiederbesiedelung von Krakatau das Treibholz eine wichtige Rolle als indirekter Ueberträger von Samen und Sporen aller Art.

Nachdem CH. DARWIN bereits gezeigt hatte, dass gewisse Samen noch nach 28—37 tägigem Aufenthalt in Salzwasser keimfähig sind und während dieser Zeit bei mittleren Strömungsgeschwindigkeiten einen Transport bis über 1600 km erfahren können und nachdem von A. F. W. SCHIMPER (1891) und H. B. GUPPY (1890, 1917) speziell für die Samen von Pflanzen der *Ipomaea pes caprae*-Formation Erhaltung der Keimkraft bei noch bedeutend längerem Aufenthalt in Meerwasser ebenfalls durch Versuche festgestellt worden war, durfte in der Besiedelungsfrage für Krakatau wohl auf diese älteren experimentellen Untersuchungen und den Nachweis dieser Samen in dem auf Krakatau angespülten Driftmaterial abgestellt werden. In allen Mitteilungen über den Besiedelungsverlauf seit 1886 ist immer wieder auf Grund unmittelbarer Beobachtungen betont worden, dass ausser der Versorgung mit Früchten und Samen von Strandpflanzen gerade für Krakatau infolge seiner geographischen Lage und der besondern Strömungsverhältnisse auch der direkte Transport grösserer, vegetativer Pflanzenteile eine grosse Rolle gespielt hat. Auf den Fahrten in der Sundastrasse begegnet man stets grössern Mengen von Treibholz als in den offenen indomalayischen Meeresteilen. Auf unserer Fahrt vom 28. Februar 1930 z. B. stellte ich vormittags während der Fahrt von Sebesy gegen Verlaten Eiland in 2 Stunden in nächster Nähe des Schiffes im Fahrwasser nicht weniger als 8 grosse treibende Bäume mit ganz oder teilweise erhaltenen Kronen und Wurzelwerk, einen Palmenstamm und einen mächtigen Bananenstrunk mit grünen Blättern fest. Grosse Mengen von solchem und anderem Strandgut wurden auch bereits bei Anlass unserer Exkursion von 1906 und wiederum 1930 an den besuchten Strandpartien festgestellt.

Solche Baumstämme, Ast- und Wurzelwerk entwurzelter oder geknickter Bäume haben bei der Neubesiedelung der Krakatauinseln auch als Transportmittel für andere Pflanzen und Tiere ersichtlich eine grosse Rolle gespielt(vergl. 1907, S. 57). Aehnliche Bedeutung kam vielleicht auch den Bimssteinbrocken zu, die nach dem Ausbruch des Krakatau an allen Küsten im Gebiete der Sundastrasse und über dasselbe hinaus während Jahren — stellenweise jetzt noch — den Strand und die Oberfläche des anflutenden Wassers in stillen Buchten bedecken. Sie können, wie schon früher

(vergl. 1907, S. 58) ausgeführt worden ist, ebenfalls der Verfrachtung von Früchten und Samen, von Sporen der Kryptogamen, von Eiern und Cysten von Tieren dienen. Namentlich in der ersten Periode der Besiedelungsgeschichte Krakataus, als die umgebenden Meere und Küsten förmlich mit diesem Auswurfsmaterial von Krakatau überdeckt waren, wurden an allen Küsten Bimssteinbrocken von den Fluten ins Land hinein getragen und später gelegentlich wieder weggespült. Für die Bedeutung dieser indirekten Keimverbreitung auf Bimsstein gibt E. BORDAGE (1916, S. 8) eine treffliche Illustration. Er führt aus, dass in jenen ersten Jahren nach der Eruption selbst in immensen Distanzen von Krakatau grosse Bimssteinbrocken auf offener Fahrt wie an Küsten gesammelt worden seien. So hätten z. B. A. MILNE-EDWARDS und A. BOUQUET DE LA GRYE 1884 ihren Kollegen von der Akademie der Wissenschaften Bimssteinbrocken bis zu 6 kg Gewicht vorgelegt, welche an den Küsten von La Réunion und von Madagaskar gesammelt worden waren. Erstere hatten nach 206 Tagen seit dem grossen Krakatauausbruch eine Reise von 6000 km, die letzteren nach 226 Tagen sogar von 6700 km hinter sich. Während der langen Meerreise hatten sich Tiere, i. b. verschiedene Crustaceen und Anneliden, sowie Algen an der Oberfläche und in den Hohlräumen der Bimssteinbrocken angesiedelt. Entsprechend dürften Bimssteinbrocken, die nach der Eruption von 1883 an die Küsten von Java und Sumatra sowie der benachbarten kleinern Inseln geworfen wurden, an ihrer Oberfläche bald eine Mikroflora und Fauna, und in ihren Hohlräumen gelegentlich auch Sporen und Samen höherer Pflanzen aufgewiesen haben. Kamen sie später wieder, z. B. durch Sturmfluten, in die Strömungen zurück, so konnten sie an den Strand der unbesiedelten Inseln geworfen werden, bevor das in ihnen mitgeführte Leben zerstört war.

Die aufgezeigten und andere Möglichkeiten des Wassertransportes, der geringe Abstand Krakataus von den Küsten Javas und Sumatras und mehrerer anderer, ganz oder teilweise mit Vegetation überdeckten kleinern Inseln, die ungewöhnlich günstigen Strömungsverhältnisse haben dazu beigetragen, dass dem Strande der Krakatauinseln zu Beginn der Neubesiedelung wie auch jetzt noch, die Keime einer grossen Zahl von Pflanzenarten und zwar auch von solchen zugeführt worden sind, deren Samen und Früchte nicht oder nicht in hervorragendem Masse der Verbreitung durch das Wasser angepasst sind. Die Flora der Strandzone Krakataus hat daher fast von Anfang an ausser den überall verbreiteten

Strandpflanzen auch weniger spezifische Strandbewohner aufgewiesen. Trotzdem ist bis heute die Artenzahl des Strandgebietes von Krakatau doch hinter der Erwartung zurückgeblieben.

Die Zahl der im indomalayischen Gebiet am Sandstrand und auf Dünen zu findenden Pflanzenarten ist früher (vergl. A. F. W. SCHIMPER, 1891) zu zirka 320, nach neueren Untersuchungen (vergl. G. BOOBERG, 1933) auf zirka 450 Arten geschätzt worden. Krakatau weist davon heute noch kaum 20—25 % auf. Das Fehlen einzelner, sonst weit verbreiteter Strandpflanzen, u. a. auch der ganzen *Nipa*- und *Mangrove*formation, ist aber, wie schon 1907 (l. c. S. 59) auseinandergesetzt worden ist, auf die besonderen lokalen Bedingungen und Standortverhältnisse zurückzuführen. In die Tausende aber belaufen sich die Früchte, Samen und Keimlinge von *Mangrove*pflanzen (Artenzahl nach G. BOOBERG, 1933, S. 37, allein 57!), die im vergangenen halben Jahrhundert an den Strand der Krakatauinseln geworfen worden sind, hier nicht Fuss fassen konnten und zugrunde gingen.

Von der Gesamtzahl der bis 1906 auf der Krakatagruppe gefundenen Phanerogamen sind nach meiner Schätzung von 1907 zirka 39 % durch die Meeresströmungen auf diese Inseln gelangt. Bei Einbezug derjenigen am Strande gefundenen Arten, welche Gattungen mit sehr bekannten, halophilen Arten angehören, derjenigen Arten, für welche ausser Verbreitung durch das Wasser auch Uebertragung durch Vögel nicht ausgeschlossen ist, ferner der strandbewohnenden Kompositen, Gräser, Cyperaceen, für welchen ausser der Verbreitung durch Wind und Vögel ebenfalls der Transport durch Meeresströmungen nicht ausgeschlossen ist, kamen für insgesamt 72 % der Gesamtzahl aller Arten Verbreitung durch die Meeresströmungen in Frage. Nachdem durch die eingehendere Erforschung der Flora des Inselinnern, i. b. der Abhänge des Rakata, die Anzahl der in den Küstengebieten nicht vorkommenden Blütenpflanzen eine beträchtliche Zunahme erfahren hat, ist naturgemäss der Anteil der vermutlich durch die Meeresströmungen auf die Inseln gelangten Arten kleiner geworden.

b) Beförderung von Früchten und Samen, Sporen und Mikrophyten durch die Winde.

Ueber die Bedeutung des Windes bei der Besiedelung von Neuland waren vor der Mitteilung M. TREUB's über die Neubesiedelung von Krakatau die Ansichten geteilt. Durch die Feststellung der vom Strande so gänzlich abweichenden Besiedelungsart des

Inselinnern wurde die Verbreitung blaugrüner Algen, Bakterien und Diatomeen, der Sporen von Leber- und Laubmoosen, von Farne und schliesslich auch der Samen einzelner Phanerogamen über die für Krakatau in Frage kommenden Mindestdistanzen von 20—40 km ausserordentlich wahrscheinlich. O. PENZIG (1902, S. 109) hat angenommen, dass von den bis 1897 auf der Krakatau-Gruppe gefundenen 53 Blütenpflanzen alle Kompositen (8 Spezies), 5 Gramineen und 4 Orchideen, im ganzen 17 Arten (32,07 % der gesamten Phanerogamenflora) durch den Wind auf das neue Besiedelungsgebiet gekommen seien. Für 32 Arten (60,39 % der Gesamtzahl) hielt er dafür, dass sie «durch die eigenartige Struktur ihrer Samen oder Früchte in keimfähigen Zustände durch die Meeresströmungen auf die Inselgruppe des Krakatau gebracht worden sind» und nur für 4 der gesammelten Arten (7,54 %) möchte er annehmen, «die Samen seien durch fruchtfressende Vögel auf den 3 Krakatauinseln deponiert worden». Die letztere Zahl sei vielleicht noch allzu hoch gegriffen, da zwei der in diese Kategorie fallenden *Ficus*arten ausschliesslich auf Lang Eiland vorkämen und diese Insel seit kurzem bewohnt und häufiger besucht worden sei, unabsichtliche Einschleppung durch Menschen also nicht ausgeschlossen sei.

Im April 1906 gehörten dem Florenbestande der drei Inseln 12 Kompositen, 6 Gramineen (*Ischaemum* und *Spinifex*, die durch das Wasser verbreitet werden, nicht mitgerechnet), 4 Cyperaceen und 5 Orchideen an. Für alle 27 Arten (zirka 30 % der Phanerogamenflora) ist Windtransport vermutet worden. Von den durch W. DOCTERS VAN LEEUWEN von 1919 bis 1931 neu gefundenen Blütenpflanzen werden ebenfalls eine grössere Anzahl, sowie alle Farne und Moose, zu den anemochoren Pflanzen gehören.

Der für die Phanerogamen Krakataus anzunehmende Prozentsatz anemochorer Elemente dürfte ungefähr mit dem prozentualen Anteil der Pflanzen mit staubförmigen oder mit Flugeinrichtungen versehenen Samen an der Zusammensetzung der Phanerogamenflora anderer Gebiete mit entsprechender Höhenlage im malayischen Archipel übereinstimmen. Eine ähnliche Relation kann auch zwischen der Anzahl zoochorer Phanerogamen im Binnenwalde Krakataus und der Artenzahl mit fleischigen Früchten desselben Gebietes angenommen werden.

Für die Pflanzenwelt des Mount Kinabalu auf Borneo, eines der höchsten nicht vulkanischen Gebirges des malayischen Archipels, gibt z. B. O. STAPP (1894, S. 110) hinsichtlich der Ausbildung der Früchte und Samen in den verschiedenen Regionen die in nachstehender Uebersicht enthaltenen Angaben.

Formationen	Pflanzen mit fleischigen Früchten	Pflanzen mit staubförmigen Samen od. Flugeinrichtungen	Samen ohne besondere Anpassungen
Sekundärwälder der Hügelizeone (bis 3000 Fuss)	46,5	18,6	32,5
Urwälder der zweiten Zone (3000 — 6000 Fuss)	45	29	26
Urwälder der dritten Zone (6000 — 10,500 Fuss)	50	32	18
Urwälder der vierten Zone (Gipfelzone von 10,500 bis 13698 Fuss)	59	30	11
Sumpf und Fels	—	26	74

Der Anteil der infolge des Besitzes fleischiger Früchte für die Verbreitung durch Tiere in Frage kommenden Arten beträgt also 45—59 %, derjenigen, für welche Windverbreitung leicht möglich sein dürfte 18,6—32 %. Ohne offensichtliche «Anpassungen» an Fernverbreitung sind 11—32,5 %, von den Siedlern von Sümpfen und der Felsflora sogar 74 %.

C. A. BACKER kritisiert die von seinen Vorgängern gemachten Angaben über den vermutlichen Anteil der anemochoren Arten auf Krakatau durch den Hinweis darauf, dass für keine einzige der auf Krakatau neu gefundenen Pflanzen Windtransport wirklich nachgewiesen und für einzelne derselben, wie z. B. die Komposite *Wedelia biflora* D. C. schon nach Grösse und Struktur der Früchte Verbreitung durch das Wasser sehr viel wahrscheinlicher sei. Auch für alle andern von M. TREUB als anemochor bezeichneten Neusiedler hält er Transport durch andere Agentien — passiven Transport an den Kleidern von Teilnehmern wissenschaftlicher Expeditionen, von landenden eingeborenen Fischern etc., auf Driftgut

oder Bimsstein durch die Meeresströmung oder durch Vögel möglich. «There does not exist the faintest shadow of a proof for direct introduction by wind» (1929, S. 65). Die von A. F. W. SCHIMPER (1898, S. 90), von M. RIKLI (1912, S. 260) u. a. als endgültiger Beweis für die Möglichkeit der Windverbreitung von Sporen, Samen und Früchten über weite Entfernungen zitierten Ausführungen von M. TREUB über die Erstbesiedelung von Krakatau sind für C. A. BACKER nichts weniger als beweisend. "These investigations or, to speak the plain truth, guesses, lack all conclusive force."

Auf die Wiederholung der bereits in meinen früheren Veröffentlichungen (1907, S. 67 und 1909) gemachten Angaben über die Windverbreitung von Früchten und Samen und auf die Zusammenstellung weiterer, seither beigebrachter Beispiele über die von andern Forschern vermutete Rolle des Windes bei der Besiedelung von Neuland muss hier unter Hinweis auf inzwischen erschienene Zusammenfassungen (vergl. H. N. RIDLEY, 1930 und C. SCHRÖTER 1934, S. 1009) verzichtet werden. Das Problem der Verbreitung von Samen und Blütenstaub durch die Luftbewegung ist (vergl. W. SCHMIDT, 1918, S. 313) inzwischen auch bereits theoretisch und experimentell auf meteorologisch-geodynamischen Grundlagen eingehend erörtert und geklärt worden. Auch auf die Rekapitulation der Resultate dieser Forschungen muss hier leider verzichtet werden. Hervorgehoben sei nur, dass nach den Resultaten der ausgeführten Experimente z. B. Pilzsporen sich allein schon durch die ungeordnete Bewegung der Luft fast beliebig weit verbreiten können, sofern dieser Ausbreitung nicht durch andere Vorgänge, vor allem durch die Abfangung in Wassertröpfchen, ein Ende gesetzt wird. Wie bedeutend aber die Zahl der Pilzsporen auch in höheren Schichten der Atmosphäre sein kann, lehren die Feststellungen von E. C. STAKMAN, A. W. HENRY, G. C. CURRAN und W. N. CHRISTOPHER (1923, S. 600), die vom Flugzeug aus die Häufigkeit des Vorkommens von Rostpilzsporen in verschiedenen Höhen untersuchten und z. B. in 8000 Fuss Höhe auf einem Objektträger nach nur 5 Minuten langer Exposition 827 bestimmbare und gegen 200 unbestimmbare Pilzsporen nachweisen konnten. Das gibt vielleicht eine Vorstellung von der ungeheuren Anzahl von Keimen, die im Laufe einiger Jahre von den bis 800 m ansteigenden Abhängen des Krakatau aus den vorbeiströmenden Luftmassen abgefangen worden sind.

In Hinsicht auf die jetzige Zusammensetzung der Bergflora von Krakatau sei noch auf die neueren Angaben über den

Anteil der Pflanzen mit Flugfrüchten und Flugsamen an der Zusammensetzung der Gipfel-flora javanischer Vulkane verwiesen.

Von 152 Angiospermen der Gipfelregion des Gedehgebirges wiesen nach W. DOCTERS VAN LEEUWEN (1933, S. 139) deren 42 Früchte oder Samen mit Flugeinrichtungen oder von so geringer Grösse und so geringem Gewicht auf, dass Windverbreitung derselben angenommen werden darf. Hier wie anderswo ist der Grad der Anpassung resp. die Eignung zur Windverbreitung für die Samen der einzelnen Arten verschieden. Die Wahrscheinlichkeit des Windtransportes und seine Bedeutung für die Speziesverbreitung und die Besiedelung eines gegebenen pflanzenlosen Areals wird ebenfalls von Gebiet zu Gebiet verschieden eingeschätzt werden müssen. Auch hier handelt es sich nur um die Feststellung von Möglichkeiten und Wahrscheinlichkeiten und nicht um «sichere Beweise», die in dem von C. A. BACKER geforderten Umfange zu erbringen der pflanzengeographischen Forschung nicht nur für Krakatau, sondern auch für jedes andere Gebiet unmöglich sein wird. Man wird sich auch in Zukunft beim Studium der Verbreitung von Früchten und Samen durch den Wind in der Hauptsache damit begnügen müssen, den Wahrscheinlichkeitsgrad dieser Art des Transportes für jede einzelne in Frage stehende Pflanze zu bestimmen und zu diskutieren. Un-erfüllbar aber erscheint die Forderung "not before it has been shown by irreproachable experiments that seeds, fruits and fernspores are directly transported by wind to Krakatao from the surrounding islands or at least, that, in such circumstances as prevail in the Sunda-straits, they might be transported by wind that distance across the sea, one has some right to take for granted that such a transport has really taken place," sobald man sich Mittel und Wege für eine solche experimentelle Feststellung auszumalen versucht. Man wird sich in dieser Lage wohl bescheiden müssen und mit W. DOCTERS VAN LEEUWEN (1933, S. 139) sagen: "Although no one has observed the seeds of a particular plant of the wind dispersed type from the moment that they are blown away, until they come to earth and germinate, yet nobody will doubt that dispersal by wind is of great importance in the dispersal of plants."

2. Die Bedeutung des Wasser- und Windtransportes für die Entstehung der neuen Fauna.

Für die Frage nach ihrer Herkunft und der Art ihres Transportes liegen für die Vertreter der neuen Fauna die Verhältnisse

ähnlich wie für die Pflanzen. Die übergrosse Mehrzahl der Neusiedler kommt ebenfalls auf Java und Sumatra vor. Diese beiden Inseln werden daher auch die ersten tierischen Neusiedler geliefert haben, die auf gleichen Wegen wie die pflanzlichen Keime die verödeten Inseln seit 1883 erreicht haben dürften. Auch für den Gang der tierischen Besiedelung ist man im einzelnen wieder auf Vermutungen und Feststellung von Wahrscheinlichkeiten angewiesen. In einem Punkte vielleicht noch mehr als für die Herkunft der Pflanzen, da die Verbreitung vieler Tierformen auf Java und Sumatra noch viel weniger bekannt ist, als die Zusammensetzung der Pflanzenwelt. Dies gilt nicht nur für Insekten und andere niedere Formen, sondern selbst für Wirbeltiere, wie z. B. die Reptilien. So ist nach K. W. DAMMERMAN (1922, S. 67) auf Krakatau und Verlaten Eiland die über den ganzen Indo-australischen Archipel verbreitete Hauseidechse *Hemidactylus frenatus* häufig, daneben aber auch *Lepidodactylus lugubris*, welche Spezies für Java und Sumatra unbekannt war und als deren nächste Verbreitungsgebiete Riou und Borneo galten. Weiter ist nach K. W. DAMMERMAN (1922, S. 83) eine Rutelide von Krakatau als *Parastasia heterocera* bestimmt worden und damit einer Spezies zugeteilt worden, die vorher nur für die Andamanen bekannt gewesen war. Der nächste Ort, von welchem *Stibaroptera longipes* bekannt war, ist das Tenggergebirge in Ostjava, für *Stylopyga picea* wieder Borneo und Singapore. Dass diese und andere Tiere nun gerade von den genannten, entfernten Standorten her nach Krakatau gelangt sein sollten, erscheint ohne weiteres unwahrscheinlich. Näher liegend ist die Annahme, dass die Verbreitung dieser Spezies eben erst ungenau bekannt ist, dass sie auch in näheren Gebieten, vielleicht sogar in den noch wenig durchforschten, Krakatau am nächsten liegenden Teilen von Westjava und Südsumatra vorkommen.

Auch hinsichtlich des Tiertransportes sind wir in der Hauptsache auf Vermutungen angewiesen. In Frage kommen die Möglichkeiten der aktiven Bewegung durch Schwimmen oder Fliegen, des passiven Transportes in Luft und Wasser durch Wind und ozeanische Strömungen und schliesslich die passive Verbreitung von Tieren (i. b. von Parasiten) auf ihren Wirten oder durch den Menschen.

Wie für die Pflanzenwelt wird auch für die Entstehung der neuen Tierwelt Beförderung der ersten Siedler durch Wasser und Luft in erster Linie zu diskutieren sein. Man wird dabei die Bedeutung der beiden Medien für den Transport von Protozoen

und *Metazoen*, schon der bedeutenden Gewichtsunterschiede wegen, verschieden und auch anders einzuschätzen haben als für die pflanzlichen Keime.

Die Besiedelung von Krakatau mit den moos bewohnenden tierischen *Kleinformen* dürfte, wie FR. HEINIS annimmt, zugleich mit der pflanzlichen Besiedelung eingesetzt haben. Als erste tierische Ansiedler betrachtet er die widerstandsfähigen, weitverbreiteten Rhizopoden, denen Rotatorien, Tardigraden und Nematoden folgten.

Die besonderen Eigenschaften der Moosfauna lassen aber für ihre Verbreitung alle Möglichkeiten, Verbreitung durch den Wind, die Meeresströmungen und durch grössere Tiere zu. Die Fähigkeit der Moostierchen, sich bei Eintritt von Trockenheit zu encystieren oder in den Zustand der Trockenstarre (Anabiose) überzugehen sowie das verschwindend geringe Gewicht der eingetrockneten Tierchen, begünstigen zunächst eine Verbreitung durch den Wind — sicherte also diesen Kleinformen eine frühzeitige Uebertragung, vielleicht gleichzeitig mit den Sporen von Moosen und Farnen.

Ihre Verschleppung durch Tiere, namentlich Vögel, an deren Gefieder und Zehen in anhaftenden Moos- oder Erdteilchen, ist nach FR. HEINIS (1928, S. 63) ebenfalls durch Beobachtung festgestellt und spielt, wie er ausführt, für die Verbreitung der Moosfauna wohl eine grössere Rolle als gewöhnlich angenommen wird. Auch der Salzgehalt des Meerwassers schadet bei kürzerer Einwirkungszeit den meisten Moosbewohnern nicht, sodass ihre Uebertragung auch direkt in epiphytischen Moosrasen auf Treibholz erfolgt sein könnte. Schliesslich ist festgestellt worden (vergl. G. RAHM, 1923, S. 33), dass Nematoden in der Trockenstarre Temperaturen bis gegen $+80^{\circ}\text{C}$, Rotatorien und Tardigraden für kurze Zeit bis $+150^{\circ}\text{C}$ ertragen. Im Trockenschlaf sollen sie auch mehrere Stunden lang Temperaturen von -271°C ohne Schaden überstehen und ihnen auch Temperaturstürze von 250°C und mehr nichts schaden. Angesichts dieser enormen Widerstandsfähigkeit wäre es also, wie FR. HEINIS ausführt, theoretisch auch denkbar, «dass vereinzelte Moosbewohner im Zustande der Anabiose die Eruption auf Krakatau überlebt haben und zurückgeblieben sind». Da wir zur Zeit noch nicht wissen, ob die Moosfauna auf allen Moosen und an allen Standorten von der Küste bis zum Gipfel des Rakata dieselbe ist, was für quantitative und qualitative Aenderungen sie im Verlaufe der Neubesiedelung an einzelnen Standorten erfahren hat, wäre es mässig, dieser Frage weiter nachzugehen.

Für die *Metazoen* kommt ausser den Gewichtsverhältnissen für die Luftverbreitung die Ausbildung oder das Fehlen von Flügeln als wesentliches Moment in Betracht. K. W. DAMMERMAN (1922, S. 83) berechnete die Zahl der geflügelten Neusiedler von Krakatau zu 81, von Verlaten Eiland zu 83 und von Sebesy zu 79 % der Gesamtzahl. Diese Zahlen besagen ohne weiteres, dass dem Fliegen und Segeln in der Luft eine ausschlaggebende Bedeutung bei der Neubesiedelung dieser Inseln zugekommen ist. Dafür sprechen auch zahlreiche Einzelbeobachtungen. Unter den

Ameisenarten Krakataus und von Verlaten Eiland gibt es z. B. keine einzige mit flügellosen Weibchen, während auf Sebesy mit seiner teilweise erhalten gebliebenen Fauna eine solche Art (*Dorylus laevigatus*) nachgewiesen ist. Ebenso fehlen unter den zahlreichen Tenebrioniden (18 Arten) Krakataus flügellose Formen vollständig, während sie sonst in diesem Formenkreis nicht gerade selten sein sollen. Andererseits ist mit der Möglichkeit zu rechnen, dass auch geflügelte Insekten die Inseln vielleicht doch nicht durch die Luft, sondern zunächst in Form ungeflügelter Entwicklungsstadien, als Eier, Maden, Larven, Puppen auf Driftmaterial erreicht haben.

Fliegen und Segeln im Wind kommt natürlich ganz besonders als Verbreitungsmöglichkeit für Vögel in Frage. E. R. JACOBSON (1909, S. 47) hat die Anzahl der Vogelarten am Ende des ersten Vierteljahrhunderts der Neubesiedelung zu 16 angegeben. Die Mehrzahl derselben (vergl. auch E. BORDAGE, 1916, S. 11) wird als vorzügliche oder doch mittelmässige Flieger und Segler beschrieben, von denen anzunehmen sei, dass sie Distanzen von 40 und mehr Kilometer ohne weiteres zurücklegen könnten. Nur eine vorgefundene Vogelart, *Centropus javanicus*, ein bespornter Kuckuck, fliege schlecht, sodass für diese die Art des Transportes fraglich bleibe.

Verbreitung durch aktives Fliegen, Segeln im leichten Wind und völlig passive Verbreitung durch heftige Stürme und Orkane, die im Gebiete der Sundastrasse, namentlich zu Zeiten des Monsoonwechsels nicht selten sind, haben in ganz besonderem Grade Anteil an der Wiederbesiedelung der Krakatauinseln mit zahlreichen Insekten. Mit Recht hat schon E. R. JACOBSON (1909, S. 49) hervorgehoben, dass ein Meeressarm von der Breite der Sundastrasse für die Verbreitung zahlreicher Insekten nach einem unbesiedelten Gebiet kein nennenswertes Hindernis bedeute. J. C. H. DE MEIJERE, der Bearbeiter der von E. R. JACOBSON im Mai 1908 auf den Krakatauinseln gesammelten Dipteren, schätzt dagegen die Bedeutung des aktiven Fliegens und der passiven Verbreitung durch Winde und Stürme bedeutend geringer ein. Er weist darauf hin (1910, S. 174), dass viele Dipteren schlechte oder wenigstens nicht ausdauernde Flieger seien. Gegenüber den älteren Angaben über die Verbreitung von Insekten durch den Wind führt er Beobachtungen an, welche die Bedeutung dieses Faktors für die Verbreitung der Dipteren nicht allzu hoch einschätzen lassen. Viel wahrscheinlicher als die direkte Verbreitung der *Imagines* durch

die Luft erscheint ihm die indirekte Verbreitung vorangehender Entwicklungsstadien auf Driftmaterial. Beweisbar war die Richtigkeit dieser Annahme nicht, da erst für drei der erbeuteten 47 verschiedenen Arten der Verlauf der Metamorphose bekannt war: Die Larven von *Plecia fulvicollis* F. leben in Gruppen beisammen in faulenden Vegetabilien, die Larven der *Culicidae Stegomyia scutellaris* Walk. waren in Wasseransammlungen im Inneren von Blumen und in abgeschnittenen oder von Insekten angebohrten *Bambus*astengeln aufgefunden worden. Für eine dritte Art, *Sphaerophoria scutellaris* F. war festgestellt, dass ihre Larven sich auf Blättern von Aphiden ernähren und die Puparien auf den Blättern festgeklebt sind. Für ähnliche Lebensweise von zirka 32 weiteren der gefundenen Arten sprach indirekt der Umstand, dass sie Gattungen angehören, deren europäische Vertreter in faulenden Vegetabilien, in Moder, unter Pilzen, in Tieren usw. ihre Entwicklung durchmachen, sodass auch für diese Arten, trotz Verschiedenheiten in der Lebensweise im einzelnen, Ueberfahrt nach Krakatau auf Driftmaterial sehr wohl möglich gewesen sein dürfte.

Für 10 der verbleibenden Arten wird Transport auf beblätterten Zweigen (5 Syrphiden) im Larven- oder im Puppenzustande oder als Parasiten in Raupen (5 Tachinen) wahrscheinlich gemacht. Die Larven einiger weiterer Formen aus den weit verbreiteten Gattungen *Lucilia* und *Sarcophaga* sollen schliesslich auf Aas leben, so dass sie die Inseln in angeschwemmten Tierleichen erreicht haben könnten, wobei die Widerstandsfähigkeit der Dipterenlarven auch der Einwirkung des Meereswassers getrotzt hätte. So kommt J. C. H. DE MEIJERE zum Schluss, «dass die Ansiedelung des ganzen erbeuteten Dipterenmaterials sich durch die Mitwirkung der Meeresströmungen erklären lässt. Dazu kommt noch, dass die Gruppen, für welche eine derartige Ueberfahrt nicht geeignet ist, im Material auch fehlen.»

In ganz ausgezeichnete Weise hat später E. BORDAGE (1916, S. 12) für die einzelnen Insektengruppen und zahlreiche Einzelformen die möglichen Verbreitungsagentien diskutiert und als Belege für seine Vermutungen z. T. noch sehr wenig bekannte, aber deswegen nicht weniger treffende Literaturangaben beigebracht. Er stellt fest, dass unter den auf den Krakatauinseln nachgewiesenen Insekten zahlreiche Hymenopteren, Lepidopteren, Pseudoneuropteren und Orthopteren seien, von denen angenommen werden könne, dass sie namentlich bei günstigem Winde leicht Distanzen wie diejenigen zwischen Java und Krakatau fliegend zu-

rückzulegen vermöchten. Auch ihm ist bekannt, dass die älteren Autoren die Bedeutung des Windes für die Besiedelung von Inseln mit Insekten sehr verschieden einschätzten. Einige der von ihm zitierten und auch andere ältere Angaben und Ansichten seien kurz wiedergegeben.

CH. DARWIN, dem die Pflanzen- und Tiergeographie so viele Impulse, neue Fragestellungen und Untersuchungsmethoden zu verdanken hat, wies an den verschiedensten Stellen seiner Werke in Besprechungen der Verbreitungsmittel und Verbreitungsmöglichkeiten von Tieren und Pflanzen auch auf die Bedeutung der Luftströmungen, i. b. von Stürmen, für die Besiedelung abgelegener Inseln hin (vergl. z. B. 1884, S. 463). Was Stürme in bezug auf das Gewicht der transportierten Lebewesen leisten können, zeigen u. a. die häufig zitierten (vergl. u. a. A. ERNST, 1907, S. 65) Fälle von «Salz- und Steinregen», was die Entfernungen anbetrifft verschiedene Angaben über «Staubfälle» (vergl. dazu H. und M. BROCKMANN-JEROSCH, 1923, S. 388). In Berücksichtigung älterer Befunde ähnlicher Art hat A. R. WALLACE (1880, S. 253) u. a. den besonderen Charakter von Fauna und Flora der Azoren zum grossen Teil ihrer Herkunft durch den Ferntransport bei Stürmen zugeschrieben und TH. BECKER (1908, S. 5) sucht in gleicher Weise die Besiedelung von Madeira und der kanarischen Inseln mit palaearktischen Dipteren zu erklären. Dagegen sprach K. SEMPER (1880, S. 117), bei aller Anerkennung der von CH. DARWIN, A. R. WALLACE und anderen eingehend dargelegten Spezialbeispiele, dieser Art der Verbreitung, wie auch derjenigen durch die regelmässigen Winde eine allgemeine Bedeutung ab. Im besonderen hält er die Monsun- und Passatwinde nicht für stark genug, um fliegende Insekten und vor allem fliegende Vögel in eine bestimmte Flugrichtung zu zwingen. Auch J. C. KONINGSBERGER, der sich besonders eingehend mit der Vogelwelt der malayischen Inseln beschäftigt hat und J. C. H. DE MEIJERE, der Bearbeiter der von E. R. JACOBSON gesammelten Dipteren, sind derselben Ansicht. E. R. JACOBSON dagegen ist geneigt, dem Wind eine ausgesprochen positive Rolle bei der Neubesiedelung der von ihm 1908 besuchten Inseln mit Insekten zuzuschreiben.

Für Windverbreitung sprechen auch die in der Literatur vielfach erwähnten Schmetterlings- und Heuschreckenschwärme, grosser Mengen junger Spinnen, vereinzelter Schmetterlinge und Käfer in beträchtlichem Abstand vom Festland, Vorkommnisse von denen schon CH. DARWIN (1875, S. 182) aus eigener Wahrnehmung an den Küsten Südamerikas eine stattliche Zahl anführt. Für Windverbreitung verschiedener Insekten und deren Bedeutung für die Zusammensetzung der Inselfaunen führt auch F. M. WEBSTER (1922, S. 797) interessante Beispiele an. E. BORDAGE spricht sich schliesslich auch auf Grund eigener Beobachtungen und Erfahrungen auf La Réunion:

Beobachtung von Schmetterlingen auf offenem Ozean, in einem Abstand vom nächsten Land, der zehnmal grösser war als der Abstand zwischen Java oder Sumatra und Krakatau.

Beobachtung der Wirkung von Zyklonen, welche den Küsten von La Réunion Vögel fremder Herkunft zuführten und Landung von marinen

Vögeln, ausgezeichneten Seglern, die, aus ihrer Flugbahn herausgerissen, mit gebrochenen Flügeln ans Land geworfen wurden, des bestimmtesten für die grosse Bedeutung der Windverbreitung aus.

Da in der Sundastrasse während des Monsunwechsels starke Stürme, die den Zyklonen des indischen Ozeans an Windstärke kaum nachstehen, nicht selten sind, dürften durch dieselben gelegentlich auch pflanzliche und tierische Körper vertragen werden, deren Gewicht bedeutend grösser sein dürfte als dasjenige der (1907, S. 65) nach P. VOGLER (1901, S. 81) zitierten Salzkristalle von 76 cgr. So werden also auch geflügelte und ungeflügelte Insekten, deren Gewicht zumeist weniger als 76 cgr. sein wird — für zahlreiche europäische Hymenopteren und Dipteren gibt E. BORDAGE ein Gewicht von nur 12—20 cgr. an — gegen ihren Willen vertragen werden.

Für geflügelte wie für flügellose Insekten ist, wie schon mehrfach erwähnt wurde, ausser Verbreitung durch Flug und Luftströmungen auch passiver Transport auf Driftmaterial, entwurzelten oder mit Erdreich aus dem Standort herausgerissenen und in die Strömung geratenen Bäumen, Sträuchern, Bambusen und anderen Gräsern denkbar. A. R. WALLACE hat durch die Annahme eines solchen passiven Transportes auf Driftmaterial die jetzige Coleopterenfauna von St. Helena und gewisse Uebereinstimmungen der Insektenfauna der Azoren mit derjenigen Amerikas zu erklären versucht. E. BORDAGE hat in sehr bestrickender Weise die Möglichkeiten entwickelt, welche sich aus der von allen Beobachtern festgestellten massenhaften Anschwemmung von Driftmaterial an den Küsten der Krakatauinseln für die Neubesiedelung mit Insekten ergeben haben:

Transport von Ameisen, Termiten, von Eiern, Larven oder Puppen von Käfern in den Rindenfugen, zwischen Rinde und Holz, in Bohrlöchern, morschem Holz etc. Für den Nashornkäfer, *Oryctes rhinoceros* L., den bereits erwähnten berüchtigten Schädling der Kokoskulturen z. B. ist bekannt, dass seine Larven (vergl. J. C. KONINGSBERGER, 1904, S. 508) vor allem in verwesenden Stämmen und Strünken der Kokospalme, manchmal in unbegreiflich grosser Anzahl hausen. In solchen Stämmen, die an vielen Küsten reichlich herumliegen und leicht in das Driftgut der Strömungen im Gebiete der Sundastrasse gelangen, dürfte dieser Käfer wohl in grösserer Individuenzahl nach Krakatau gelangt sein, sich dort auf den zur Entwicklung gekommenen Kokospalmen (vergl.

S. 77) angesiedelt und durch Fortpflanzung erhalten und vermehrt haben.

Transport von Eiern, Larven oder Puppen von Dipteren in morschem Holz oder verwesenden krautigen Pflanzenteilen.

Transport von Blattläusen, Wanzen an der Oberfläche intakter, zarter Sprosse des Driftmaterials, von Larven verschiedener Insekten, i. b. der Gallenbildner auf und in fleischigen Blättern und Früchten.

Transport von Eiern und Puppen der Lepidopteren, vielleicht auch von Nestern gewisser Hymenopteren (z. B. von Wespen, ebenso von Ameisen) auf Rinden und Blättern. In den Larven verschiedener Insekten sind häufig deren Parasiten enthalten, sodass sich also Wirte und Parasiten vielfach nicht nach-, sondern miteinander in der neuen Fauna eingefunden haben dürften.

Ausser Insekten kann das Driftmateril auch Entwicklungsstadien anderer Metazoen mitführen und ganz allgemein muss passiver Transport auf Driftmaterial für flügellose Formen mit bedeutendem Körpergewicht an erster Stelle angenommen werden.

Die flügellosen Neusiedler von Krakatau, die bis 1922 festgestellt worden waren, gehörten nach K. W. DAMMERMAN (1922, S. 84) den verschiedenen Klassen mit nachfolgenden Artenzahlen an:

Stämme und Klassen	1908			1920—1922			
	Kr.	Verl. Eil.	Kr. + Verl. Eil.	Kr.	Verl. Eil.	Kr. + Verl. Eil.	Sebesy
<i>Mammalia</i>	—	—	—	1	—	1	2
<i>Reptilia</i>	2	—	2	4	5	6	7
<i>Insecta</i>	6	—	6	11	10	18	11
<i>Myriapoda</i>	6	—	6	4	1	4	9
<i>Arachnida</i>	18	—	18	73	37	82	82
<i>Crustacea</i>	3	—	3	3	2	5	4
<i>Mollusca</i>	2	—	2	5	3	5	10
<i>Vermes</i>	1	—	1	6	—	6	6
	38	—	38	107	58	127	131

Für das einzige Säugetier, das seit 1917 auf Krakatau eine weite Verbreitung erhalten hat, die *Ratte*, steht Einschleppung durch den Menschen wohl sicher.

Von den jetzt auf den Krakatauinseln vorkommenden *Reptilien* haben einzelne die Inseln wohl frei schwimmend, die Mehrzahl aber in passivem Transport auf Driftholz erreicht.

Die 1908 von E. R. JACOBSON gesammelten und bestimmten Erstformen waren *Varanus spec.* und eine Eidechse, *Hemidactylus spec.* (Tjitjak). Grosse Echsen, vermutlich *Varanus spec.*, sind schon recht früh auf Krakatau gesehen worden, zuerst wohl von E. SELENKA im Jahre 1895, 1897 von den Teilnehmern der von O. PENZIG beschriebenen Exkursion und sodann von uns 1906. Dass die Varanen in Flüssen und Bächen vorzüglich schwimmen, war bekannt, dagegen nahm man an (vergl. P. und F. SARASIN, 1901, S. 72—73), dass ihr Vorkommen auf Inseln, wie dasjenige von Schlangen und Krokodilen, ausschliesslich auf passivem Transport mit Driftholz beruhe. Gegen die Richtigkeit dieser Annahme steht der Umstand, dass ein von E. R. JACOBSON gefangenes junges Exemplar gegen das vor Anker liegende Schiff geschwommen kam und dort aufgefischt wurde. Für *Varanus* und ebenso für die später aufgetretene Schlange *Python spec.*, einen ebenfalls vorzüglichen Schwimmer, kann also mit der Möglichkeit gerechnet werden, dass sie die Inseln frei schwimmend erreicht haben. Für alle anderen Reptilien kommt dagegen wohl nur passiver Transport, vor allem auf Driftholz in Frage, an welchem sich insbesondere Geckos und Tjitjaks mit ihren Saugscheiben gut festklammern können. Auf die Angabe E. R. JACOBSON's (1909, S. 49), dass die auf Krakatau und Lang Eiland gefundenen Exemplare von *Hemidactylus spec.* sehr wahrscheinlich mit dem Expeditionsgepäck auf die Inseln gelangt seien, wird nachher noch zurückzukommen sein.

Schliesst man aus obiger Tabelle die vermutlich durch den Menschen eingeschleppten, die aktiv schwimmenden Formen, sowie die eventuell durch die Luft verbreiteten flügellosen Insekten aus, so verbleiben immer noch eine grössere Anzahl flügelloser *Arthropoden*, *Crustaceen*, *Myriapoden* und *Spinnen*, sowie die festgestellten *Mollusken* und *Würmer*, für welche eine andere Transportmöglichkeit als auf Driftmaterial kaum in Frage kommen kann.

Hinsichtlich des Transportes der *Myriapoden* und der terrestrischen *Crustaceen* verweist E. BORDAGE auf deren be-

kannte Lebensweise in Rindenspalten lebender Bäume und zwischen der sich ablösenden Rinde und dem Holz abgestorbener Holzpflanzen. Für die Spinnen und ihre Cocons ist ebenfalls ein Transport an Rinden und auf Blättern möglich, doch kann an seine Stelle vielleicht auch im malayischen Gebiet gelegentlich die zuerst von CH. DARWIN auf seiner Weltreise nachgewiesene Verbreitung junger Spinnen durch Luftströmungen treten.

Für den Transport der auf Krakatau gefundenen Mollusken und Würmer bleibt ebenfalls keine andere Annahme als diejenige des Transportes mit angeschwemmtem pflanzlichem Material und in der dem Wurzelwerk von Bäumen und Sträuchern noch anhaftenden Erde. Auch diese Annahme ist nicht neu. Schon A. R. WALLACE (1880, S. 76) hat im 5. Kapitel "The powers of dispersal of animal and plants" seines grundlegenden Werks "Island Life" zur Erklärung des Vorkommens gewisser Landmollusken auf Inseln auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen Seewasser hingewiesen, welche ihren Transport mit Driftmaterial über schmalere Meeresteile möglich mache, "especially when protected in the crevices of logs of timber". Indessen hält er auch Windverbreitung von Eiern und jungen Individuen möglich, "while in the young state when attached to leaves or twigs they may be carried long distances by hurricanes". Beide Möglichkeiten können selbst bei der Entstehung einer bescheidenen Molluskenfauna eine Rolle gespielt haben. Für den Spezialfall Krakatau kommt nur eine dieser beiden Möglichkeiten in Frage. E. R. JACOBSON zieht daraus den Schluss, dass die Bedeutung der künstlichen Verbreitung der Mollusken gegenüber der natürlichen Verbreitung, der Wanderung (vergl. P. und FR. SARASIN, 1901, S. 7) vor seiner faunistischen Untersuchung auf Krakatau unterschätzt worden sei. Freilich, für die neue Molluskenfauna von Krakatau ist, wie für andere Elemente der Fauna und Flora, auch noch eine letzte Möglichkeit denkbar, von der in einem der nächsten Kapitel noch eingehend die Rede sein wird: Die Ueberdauerung der Katastrophe von 1883 durch einzelne Individuen an geschützten, nicht sterilisierten Standorten.

Lassen wir diese Möglichkeit zunächst ausser Diskussion, so ergibt sich aus der Analyse der neuen Tierwelt von Krakatau, wenn auch nur auf indirektem Wege, die Vorstellung, dass unter den durch die Lage der Krakatauinseln gegebenen günstigen Verhältnissen Neuland zuerst von geflügelten und schwimmenden Tieren besiedelt wird. Die Uebermittlung

neuer Siedler durch das Driftgut macht sich dagegen wahrscheinlich erst allmählich in stärkerem Umfange geltend.

Von den zu Beginn einer Besiedelung von Neuland ein-treffenden Tieren wird nur eine kleine Zahl sofort die für ihre Erhaltung und Vermehrung notwendigen Lebensbedingungen antreffen, zunächst diejenigen, welche auf dem an g e s c h w e m m - t e n Pflanzenmaterial die notwendigen Lebens- und Vermehrungsbedingungen vorfinden. Erst n a c h der Entwicklung einer neuen Pflanzenwelt finden sodann auch diejenigen Tiere ihren Unterhalt, welche in ihrer Ernährung auf l e b e n d e Pflanzen angewiesen sind. Zuletzt werden auch R a u b t i e r e und P a r a s i t e n sich auf solchem Neuland zu halten vermögen, wenn für die ersten passende tierische Beute, für die letztern Wirte in genügender Anzahl vorhanden sind.

Bei der Entstehung des neuen Pflanzenkleides von Krakatau war die Anzahl der Arten zunächst gering, die Individuenzahl einzelner Arten dagegen bald ungeheuer gross. In ähnlicher Weise erfuhren auch einzelne der neu angekommenen Tier typen — Ameisen, Mücken, Wespen, Scolopendrien etc. — sobald einmal für sie günstige Lebensbedingungen gegeben waren, zunächst eine ungeahnte Zunahme der Individuenzahl, die früher oder später, nach dem Auftreten von Feinden und Parasiten wieder eine Reduktion erfuhr, z. T. so weitgehend, dass einzelne Arten wieder verschwunden zu sein scheinen.

Von ganz besonderer Bedeutung dürfte die aus dem Besiedelungsverlauf von Krakatau abgeleitete Annahme sein, dass auch für *Myriapoda*, *Arachnida*, terrestrische *Crustacea*, *Mollusca* und *Vermes* eine Verbreitung durch Meeresströmungen möglich ist und auf diese Weise offenbar viel rascher und in grösserer Anzahl verbreitet werden, als vorher angenommen worden ist. Das Vorkommen a r c h a i s c h e r Formen auf einer Insel kann also nicht mehr ohne weiteres als Beweis für ihr bedeutendes Alter gelten, und aus der Uebereinstimmung der Mollusken- oder Vermes-Fauna einer Insel mit andern Inseln oder mit einem Festland wird man auch nicht mehr ohne weiteres auf die frühere Existenz von Landbrücken schliessen dürfen.

3. Frucht- und Samentransport durch Vögel und Fledermäuse in ihrer Bedeutung für Erstbesiedelung und Ausbreitung der neuen Florenclemente.

Pflanzenverbreitung durch Tiere (vergl. H. N. RIDLEY, 1930, S. 335) findet in ausserordentlich mannigfaltiger

Weise statt. Sie ist endozoisch, wenn Pflanzenteile, i. b. Samen, die Verdauungsorgane unbeschädigt passieren und ihre Entwicklungsfähigkeit beibehalten oder diese sogar durch die Verdauungssäfte des Tieres in einer die Keimung günstig beeinflussenden Weise gefördert worden ist. Exozoische Tierverbreitung kann erfolgen, wenn Früchte, Samen oder vegetative Pflanzenteile durch Widerhacken, Schleim-, Gummi- oder Harzausscheidungen im Fell oder Federkleid von Tieren leicht haften bleiben, durch Adhäsion kleiner Früchte und Samen in Schlamm oder Erde an den Füßen usw.

Für die Besiedelung der Krakatauinseln konnte nur Verbreitung von Früchten, Samen und zur Reproduktion fähiger vegetativer Pflanzenteile durch Vögel und Fledermäuse in Frage kommen.

Direkte Beweise für die Richtigkeit dieser Annahme sind allerdings zunächst nicht erbracht worden. Erst 1908 und sodann wieder 1919 und später sind auf Krakatau und den benachbarten Inseln Vögel geschossen und deren Eingeweideinhalt auf Samen untersucht worden. Die Resultate dieser nachträglichen Untersuchungen konnten, wie C. A. BACKER (1929, S. 13) richtig bemerkt, für die Frage der Erstbesiedelung nicht entscheidend sein. Sie geben aber, auch wenn nicht festzustellen war, ob die nachgewiesenen Samen wirklich von Krakatau selbst oder von anderswoher stammten, doch Aufschluss über die Möglichkeiten der Vermehrung und Verbreitung gewisser Florenelemente im späteren Verlauf der Besiedelungsgeschichte. "The many birds found in the island after the eruption may have spread seeds endozoically or exozoically. In the first months after the eruption a zealous research after seeds found on birds or in their droppings could have given a reliable indication that plants were introduced in this manner", schreibt C. A. BACKER. Die im letzten Satz enthaltene nachträgliche Anregung liest sich gut. Man versuche aber, sich Verlauf und Erfolg einer solchen Jagd nach frisch anfliegenden Vögeln und ihren Exkrementen auf dem unwegsamen und vielerorts überhaupt nicht gangbaren Gebiet im ersten Jahre nach der Eruption vorzustellen, und man wird zur Ueberzeugung gelangen, dass die Beibringung von «Beweisen», wie sie C. A. BACKER verlangt, zunächst einmal Aufwendungen an Personal, Ausrüstung und Zeit notwendig machen würde, die in keinem Verhältnis zur Bedeutung des angestrebten Resultates ständen, die Erzielung dieses Resultates

trotz alledem höchst unsicher bliebe und schliesslich erzielte Resultate auch keinen absoluten Beweiswert hätten. Im günstigsten Falle würden solche Versuche nur einige wenige, lokale Episoden aus einem während Jahren andauernden, mannigfaltigen Geschehen auf einem selbst von einer grösseren Anzahl von Beobachtern nicht gleichzeitig im ganzen Umfang übersehbaren Gebiet aufklären. Schon das eine Bedenken, dass es unmöglich gewesen wäre, zu entscheiden, ob ein Vogel direkt von einem besiedelten Gebiete oder von einer anderen Stelle der Krakatauinseln angefliegen kam und also seine Eingeweide schon anderswo erleichtert haben könnte, zeigt, dass auch solche Einzelbeobachtungen niemals einen sicheren Beweis pro oder contra Richtigkeit der Annahme der Einführung aller jetzt auf den Krakatauinseln vorkommenden «zoochoren» Pflanzen infolge Samentransportes durch Vögel bedeutet hätten. Wie TH. SCHMUCKER (1927, S. 57) in anderem Zusammenhang hervorhebt, mag man «den Mageninhalt usw. von Vögeln, die ihnen aussen anhaftenden Teile und dergleichen untersuchen und dabei keine Anhaltspunkte für irgendeine vermutete Samenübertragung finden, so ist das doch kein Beweis, selbst wenn man grosses Material verarbeitet, dass sie nicht gelegentlich doch geschieht». Der Versuch, die Bedeutung der Uebertragung von Früchten und Samen durch Vögel und Fledermäuse für die Neubesiedelung von Krakatau zu bestimmen, führt wieder zur Feststellung von Möglichkeiten und Wahrscheinlichkeiten.

Einzelne Angaben über die Verbreitung der Samen einzelner indomalayischer Strandpflanzen durch Vögel lagen bereits 1907 vor. Für *Pemphis acidula*, eine häufige Strandpflanze (vergl. 1907, S. 60), z. B. war Verbreitung der Samen im Gefieder von Vögeln festgestellt, und von mehreren andern Strandpflanzen waren unversehrte Samen in Kropf, Magen und Gedärmen fruchtefressender Vögel gefunden worden. So wurde aus der Beschaffenheit ihrer Früchte für 9 der 1907 aufgeführten Strandpflanzen Krakataus die Möglichkeit endozoischer Verbreitung abgeleitet.

Auch für eine Anzahl der im Innern der Insel vorkommenden Pflanzen konnte, wie 1907 ausgeführt worden ist, angenommen werden, dass sie sehr wahrscheinlich durch die Vermittlung der Vögel auf die Inseln gelangt seien, so vor allem die *Ficus*-Arten. Für die auf Verlaten Eiland nach 1906 häufig gewordene und auch jetzt immer noch grössere Bestände bildende *Carica papaya* ist ausser der Verbreitung der Samen im Magen von Vögeln auch diejenige durch Fledermäuse möglich, von denen seit 1908 eine, seit 1912 zwei Arten als ständige Bewohner der Insel nachgewiesen worden sind. Durch direkte Beobachtungen ist von K. W. DAMMERMAN überdies wahrscheinlich gemacht worden, dass auch die grossen Vertreter der *Chiroptera*, fliegende Hunde und fliegende Füchse, auf ihren Flügen gelegentlich die Krakatauinseln be-

suchen, also ebenfalls Anteil an der Neubesiedelung der Insel gehabt haben können.

So ist also die Zahl der durch Vögel und Fledermäuse eingeschleppten Arten nicht genau festzustellen. Für den Florenbestand von 1906 ist die Anzahl vermutlich zoochorer pflanzlicher Siedler auf 18 Arten oder 19 % der gesamten Phanerogamenflora berechnet worden.

Die Bedeutung des Samentransportes in Kropf und Darm der Vögel über weite Entfernungen hin ist vielfach deswegen in Frage gestellt worden, weil die Zeitspanne zwischen Futteraufnahme und Entleerung des Darmes für viele Vögel überraschend kurz ist. Wie lauten in dieser Hinsicht die älteren Angaben der Literatur? Die wichtigsten stammen wieder von CH. DARWIN, der angibt, dass die Passage von Samen durch den gesamten Verdauungstraktus zwischen $\frac{3}{4}$ und $1\frac{1}{2}$ Stunden variere und ausnahmsweise auch drei Stunden dauern könne. Nimmt man eine mittlere Geschwindigkeit des Vogelfluges von 50 km pro Stunde an, so würde die Entfernung zwischen Krakatau und den nächsten Küstenstellen von Java und Sumatra von zirka 40 km von Vögeln in weniger als 48 Minuten zurückgelegt. T a u b e n, von denen bekannt ist, dass sie bis zu 80 km per Stunde fliegen, würden dieselbe Entfernung in einer halben Stunde zurücklegen, also für alle Fälle in einer Zeitspanne, die kürzer ist als diejenige zwischen Fruchtgenuss und Samenentleerung.

Angaben über den Verdauungsvorgang malayischer Fruchtfresser und Befunde über die Zusammensetzung der neuen Vogelwelt der Krakatauinseln lagen 1906 noch nicht vor, als ich (1907, S. 61) annahm, dass auch bei sehr kurzer Verdauungszeit fruchtefressender Tauben, deren Mitwirkung bei der Verschleppung von Samen nach Krakatau möglich gewesen sein dürfte. Zwei Taubenarten sind nun auf den Krakatauinseln bereits 1908 von E. R. JACOBSON festgestellt worden. K. W. DAMMERMAN führt 1922 vier *Columbae* und 1929 nach Bestimmungen von H. C. SIEBERS dieselben Arten als je 2 *Treronidae* und *Peristeridae* auf.

Für zahlreiche Pflanzen der javanischen Vulkane, *Vaccinium*- und *Gaultheria*arten, *Myrica javanica*, *Ficus heterophylla* und *diversifolia*, *Lonicera Leschenaultii*, *Rubus lineatus* usw., die alle saftige, zum Teil sehr wohl-schmeckende Früchte bilden, wird Verbreitung der Samen durch fruchtefressende Vögel schon in der älteren Literatur angegeben. F. JUNGHUHN (1852, I. S. 441) beobachtete auf den Vulkangipfeln namentlich fruchtefressende Tauben, *Columba oxyura* und *porphyrea*, sowie *Turdus fumidus*, einen schwarzen, drosselartigen Vogel.

Seither sind von verschiedenen Forschern, speziell von S. H. KOORDERS und von W. DOCTERS VAN LEEUWEN neue, genauere Angaben über die Möglichkeiten und den Vorgang der endozoischen Samenverbreitung durch Tauben und andere Vögel auf Java beigebracht worden.

Auf Grund seiner Untersuchungen über den Mageninhalt einer grösseren Anzahl Vögel, die M. BARTELS am Pangerango und bei Batavia geschossen hatte, berichtet S. H. KOORDERS (1909) eingehend über die endozoische Samenverbreitung durch Vögel auf Java und W. DOCTERS VAN LEEUWEN (1925, S. 83 und 1933, S. 139) teilt auf Grund seiner Beobachtungen über Fauna und Flora des Gedehgebirges mit, dass von den 152 Phanerogamenarten des Pangerangogipfels deren 58 sind, für welche Tierverbreitung möglich erscheint. Die Mehrzahl derselben besitzt mehr oder weniger saftige Früchte. Die Zahl der in der Gipfelregion (zirka 3000 m) vorkommenden fruchtfressenden Vogelarten — Amsel- und Taubenarten — wird zu vier angegeben. Für 20 der oben angegebenen 58 Arten ist Fruchtgenuss durch Vögel direkt gesehen oder das Vorkommen von Samen in den Eingeweiden erlegter Vögel festgestellt worden. Im Mageninhalt von 14 erlegten Vögeln wurden ausnahmslos Samen von *Gaultheria*, *Vaccinium*, *Myrica*, *Eurya* und *Rapanea* und in den Kothaufen einer Amselart direkt keimende Samen von *Rapanea avenis* festgestellt. Welchen Umfang gelegentlich der Samentransport durch Vögel annehmen kann, zeigt eine Angabe S. H. KOORDERS (1908), der in Kropf und Eingeweiden von zwei am Vulkan Sindoro auf Java geschossenen grossen, grünen Waldtauben (Vinago Capelli?) 231 resp. 144 völlig unbeschädigte Steinkerne von *Myrica javanica* vorfand, von denen hernach festgestellt wurde, dass sie vollkommen keimungsfähig waren und normale Pflanzen lieferten.

Fruchtfressende Fledermäuse sind in der Gipfelregion des Gedehgebirges nicht beobachtet worden, dagegen konnte festgestellt werden, dass eine dort lebende kleine Ratte in der Gefangenschaft monatelang bei Fütterung mit Früchten von *Gaultheria* und *Vaccinium* am Leben erhalten werden konnte, und daher sehr wahrscheinlich auch in der Natur — in Ermangelung eines Bessern — Früchte fressen wird und mit von Bedeutung bei der Verbreitung der Samen der genannten Hochgebirgspflanzen sein kann.

W. DOCTERS VAN LEEUWEN hat bereits 1922 mitgeteilt, dass die Früchte einer in der Besiedelungsgeschichte von Krakatau sehr wichtigen Baumart, *Macaranga Tanarius*, die bei der Verdrängung der Grassteppen einen ganz besonders grossen Anteil gehabt hat, von Vögeln gefressen werden. Aus den Eingeweiden der von M. BARTELS auf Krakatau geschossenen Exemplare des Purpurstars *Calornis chalybea*, entnommene Samen dieses Baumes wurden im April 1919 in Buitenzorg ausgesät und die erhaltenen Keimlinge waren schon 1925 zu stattlichen Bäumen herangewachsen. Es heisst entschieden die Anforderungen an experimentelle Beweise zu weit treiben, wenn C. A. BACKER (1929, S. 71) dem obigen Resultat wieder die Forderung gegenübergestellt: "It is clear that, generally speaking, only a very careful sowing of seeds found in bird-

d r o p p i n g s can procure the required evidence for the possibility of dispersal of a given plant by birds.”

Aus der von W. DOCTERS VAN LEEUWEN (1925, 1930 1933, 1934) zitierten Literatur geht hervor, dass ausser den oben bereits besprochenen Angaben über die Verbreitung von Früchten und Samen durch Vögel und Fledermäuse im malayischen Gebiet auch sonst noch eine ganze Zahl schätzenswerter Mitteilungen vorliegen. Freilich, auf die spezielle Frage, welchen Anteil haben Vögel und Fledermäuse an dem nach den Krakatauinseln erfolgten Samentransport, gibt all diese Literatur keinen direkten Aufschluss. Die Herkunft keiner einzigen der neuen Krakataupflanzen ist durch direkte Beobachtung des Samenimportes «sichergestellt». Aber um einen solchen experimentellen Beweis kann es sich ja, wie schon ausgeführt worden ist, auch gar nicht handeln. Nur die Möglichkeit eines solchen Samentransportes war zu demonstrieren und ist auch demonstriert, dies auch in dem Sinne, dass gerade das Fehlen bestimmter Pflanzen, für welche Verbreitung durch Vögel bekannt ist, die Grenzen der Wirksamkeit dieses Besiedlungsfaktors bei der Besiedelung isolierter Gebiete erkennen lässt.

Die im malayischen Gebiet weit verbreitete und formenreiche Familie der Loranthaceen, von der (vergl. C. A. BACKER, 1929, S. 16) nach Funden J. E. TEYSMANN'S von zirka 1860 zum mindesten zwei Arten der Krakatauflora vor 1883 angehört haben, hat zur Zeit in der neuen Flora noch keinen Vertreter. Die Früchte verschiedener Loranthaceen bilden auf Java und Sumatra gerade die Hauptnahrung der zur Familie der *Nectarinidae* gehörenden *Dicaeum*-Arten, die gerade durch ihren endozoischen Samentransport die Ausbreitung der Loranthusarten, u. a. auch auf Kulturpflanzen wie *Eriodendron anfractuosum* in dem Masse fördern, dass sie zu den grössten Schädlingen der javanischen Fauna gerechnet werden. Diese kleinen gefrässigen Vögel (vergl. W. M. DOCTERS VAN LEEUWEN, 1928, S. 122) scheiden nun in Gefangenschaft die Samen gefressener Früchte schon nach 12—20 Minuten aus. In der Natur wird der Verdauungsprozess sich vermutlich nicht viel anders abspielen. Von Nectariniden haben sich bereits mehrere Arten auf den Krakatauinseln angesiedelt. Loranthaceen dagegen fehlen. Das besagt nun offenbar, dass die Gedärme der von Java oder Sumatra her nach den Krakatauinseln gekommenen Nectarinidae bereits entleert und samenfrei gewesen sein müssen, auch wenn sie nach raschestem, durch Windwirkung beschleunig-

tem Flug nach ihrem neuen Wohnort gekommen sein sollten. So fehlt nun den auf Krakatau ansässig gewordenen *Nectarinidae* ihre ursprünglich wichtigste Nährpflanze, an deren Stelle wahrscheinlich *Carica Papaya* als wichtigster Nahrungsspender getreten sein dürfte.

In welchem starkem Grade die Verbreitung von Samen durch Vögel von der Distanz des zu besiedelnden Gebietes abhängig ist, lehrt auch sehr eindringlich der Vergleich der Besiedelungsgeschichte von Krakatau mit derjenigen der Taal-Insel im Bombonsee auf Luzon (Philippinen). Taal- oder Volcano-Eiland ist vom Ufer des umgebenden Sees 3,2—13 km entfernt. Von der 6 Jahre nach der Verwüstung der Insel festgestellten neuen Flora resp. von den gefundenen 292 Gefässkryptogamen und Phanerogamen sollen nach den Untersuchungen und Annahmen von W. H. BROWN, E. D. MERRILL und H. S. YATES (1917; weiteres vergl. S. 144) nicht weniger als 157 Arten oder 54 % der Gesamtzahl durch Vögel übertragen worden sein. Loranthaceen sind, obwohl solche in der weiteren Umgebung des Bombonsees nicht fehlen, in der Florenliste von Volcano-Insel von W. H. BROWN und seiner Mitarbeiter nicht aufgeführt. Daraus geht wohl hervor, dass die Verbreitung von *Viscum* und anderen Loranthaceen, soweit sie in tropischen und subtropischen Gebieten durch *Nectarinidae* vermittelt wird, offenbar nicht oder nur selten auf einmal über Distanzen von einigen Kilometern erfolgt. Wo dagegen neu zu besiedelndes Gebiet unmittelbar an altbesiedeltes angrenzt, da folgen die Loranthaceen ihren Wirtspflanzen offenbar sofort nach. So gibt H. GADOW (1930, S. 39) an, dass bei der Neubesiedelung der verwüsteten Gebiete im Bereiche des Vulkans Jorullo von den im übrigen Mexiko auf sehr verschiedenen Bäumen, vorzugsweise aber auf Feigenbäumen parasitierenden Loranthaceen, mehrere Arten ihren Wirten, speziell den Feigenbäumen, fast unmittelbar nachgefolgt seien.

4. Die Beeinflussung des Besiedelungsverlaufes der Krakatauinseln durch den Menschen.

C. A. BACKER hat mit Recht darauf hingewiesen, dass mit Annahme und Nachweis einer Zufuhr von Früchten und Samen durch Meeresströmungen, Wind und Vögel die Reihe der für die Neubesiedelung verantwortlich zu machenden Faktoren noch nicht erschöpft ist. Es ist auch der Einfluss des Menschen auf den Verlauf einer jeden Neubesiedelung eingehend zu prüfen. Er geht in

der Begründung dieser Forderung einig mit H. und M. BROCKMANN-JEROSCH (1923, S. 392), die ebenfalls betonen, dass die Rolle des Menschen als Pflanzenverbreiter bis in die neueste Zeit unterschätzt worden sei. In Frage steht nicht nur die Verbreitung der Kulturgewächse mit ihrer bekannten Gefolgschaft an Unkräutern, sondern vor allem die durch Jahrtausende ausgeübte, unbewusste Vermittlerrolle des Menschen.

a) Unbewusste Einschleppung von Pflanzen und Tieren.

Die Möglichkeit einer Beeinflussung der Neubesiedelung von Krakatau infolge unbewusster oder doch nicht beabsichtigter Einschleppung von Pflanzen und Tieren durch den Menschen im Verlaufe der Jahrzehnte kann nicht ohne weiteres abgelehnt werden, wie dies M. TREUB auf Grund seiner Befunde von 1886 noch glaubte tun zu dürfen: «Point n'est besoin de discuter la possibilité que les plantes nouvellement installées à Krakatau, y soient amenées par l'intermédiaire de l'homme. L'île est inhabitée, inhabitable et difficile à visiter.» Was 1886 noch nicht möglich war und auch für die nächste Zukunft noch nicht erwartet werden konnte, ist dennoch 1915 Wirklichkeit geworden. Krakatau wurde, wenn auch nur vorübergehend, von Menschen bewohnt.

Neuere Erfahrungen haben gezeigt, dass in den Tropen, vielleicht noch mehr als bei uns, der Einfluss des Menschen auf die Zusammensetzung der «Wildflora» und die ungewollte Pflanzenverbreitung durch den Menschen nicht gering einzuschätzen sind. Leichte und kleine Früchte, die mit Haaren, Widerhaken oder Klebstoffen versehen sind, können nicht nur im Haarkleid von Tieren und im Federkleid der Vögel, sondern auch an den nackten Körperteilen der Menschen, an deren Kleidern, Werkzeugen, Transportgütern etc. hängen bleiben und so ist vor allem eine ungewollte Verbreitung von Früchten und Samen auf Gepäck und Vorräten aller Art bei Land- und Seereisen von Eingeborenen leicht möglich. Die Krakatauinseln sind nach der Eruption im August 1883 vom Herbst desselben Jahres bis zu M. TREUB's erster botanischer Exkursion im Jahre 1886 relativ häufig besucht worden, R. D. M. VERBEEK allein schon hat die Krakatauinseln, wie C. A. BACKER ausführt, nicht weniger als viermal mit grosser Begleitschaft aufgesucht, im Spätherbst 1883 in Begleitung von vier Europäern, im August 1884 mit zwei, im September 1884 sogar mit elf und im Juli 1885 wiederum in Begleitung von sechs Europäern.

“All these persons with their native servants and their belongings were embarked at Batavia or Tandjong Priok, in the neighbourhood of which ports the flora is very rich.” So war es, schreibt C. A. BACKER weiter, wohl kaum zu vermeiden, dass bei diesen wiederholten Besuchen auf den Kleidern der Eingeborenen, mit dem persönlichen und wissenschaftlichen Gepäck der Europäer, mit den Vorräten von Lebensmitteln usw. keimfähige Samen und Früchte auf den Krakatauinseln eingeschleppt und verbreitet worden sind.

Weiter führt C. A. BACKER einwandfreie Angaben dafür an, dass die Expeditionen europäischer Forscher auch in den ersten Jahren nach dem Ausbruch wahrscheinlich nicht die alleinigen, menschlichen Besuche auf den Inseln gewesen sein dürften. In der Javasee haben die F i s c h e r ganz allgemein die Gewohnheit, für die Zubereitung ihrer Mahlzeiten oder zum Trocknen der gefangenen Beute an unbewohnten Inseln an Land zu gehen, wo Driftholz immer in genügenden Mengen vorhanden ist. Durch Zeugen ist bestätigt, dass die unbewohnten Krakatauinseln vor 1883 dann und wann von javanischen und sumatranischen Fischern besucht worden sind und so scheint kein Grund zur Annahme vorhanden zu sein, dass dies nicht auch nach der Eruption weiter geschehen sein sollte. Auch durch diese Fischer könnten also zufälligerweise oder sogar mit Absicht Pflanzen eingeführt worden sein und C. A. BACKER schliesst sein Ausführungen über die Bedeutung der gelegentlichen Besuche von Menschen auf Krakatau für das Zustandekommen der neuen Vegetation mit dem Satze: «That *Cocos nucifera* was introduced in this manner is out of doubt.» Ueber dieses wichtige Detail, eines der interessantesten in der ganzen Besiedelungsfrage, wird im letzten Stück dieses Abschnittes noch eingehend die Rede sein.

Aehnlich wie pflanzliche Keime können auch Tiere an den Kleidern, an Werkzeugen und mit Vorräten von Eingeborenen verschleppt werden. E. R. JACOBSON (1909, S. 49) hat angenommen, dass die von ihm am Strande von Krakatau und auf Lang Eiland festgestellten Exemplare von *Hemidactylus* spec. sehr wahrscheinlich mit dem Gepäck der eigenen Expedition eingeführt worden seien. Er führt aus, dass die im malayischen Gebiet überall weit verbreiteten und selbst in den Häusern der Europäer häufigen «Tjitjak's» sich gerne zwischen Kisten aufhalten und auch mit solchen verfrachtet würden. “Zoodra onze kisten en koffers op het strand van Rakata gelost waren, zag ik boven op den stapel een tjitjak zitten. Ook op Lang Eiland vond ik een van deze dieren vlak

bij het bivak, aldar voor een der heliotropisten van de opnemingsbrigade opgeslagen." Damit ist die Einschleppung dieser Tiere, wenn auch nicht bewiesen, so doch sehr wahrscheinlich gemacht worden.

Auch fliegenden Tieren, i. b. Insekten und Vögeln kann durch den menschlichen Verkehr Transport über grosse Strecken ermöglicht resp. erleichtert werden. Das geht aus zahlreichen Literaturangaben (vergl. H. N. RIDLEY, 1930, Chapt. IX, Dispersal by human agency) und auch aus Beobachtungen im Gebiete der Sundastrasse selbst hervor. K. W. DAMMERMAN (1922, S. 87) verweist z. B. auf Grund seiner eigenen Beobachtungen auf zahlreichen Fahrten darauf, dass die Schiffe offenbar eine grössere Rolle bei der Verbreitung von Tieren spielen, als gewöhnlich angenommen wird. Bei der Ausfahrt von Schiffen aus Häfen und Buchten begleiten Insekten und Vögel, die sich vorher, in der Nacht z. B. durch die Lichter angelockt, auf dem Schiff niedergelassen haben, dasselbe häufig über grössere Strecken. Viele verschwinden wieder im Verlauf der ersten Stunden nach der Ausfahrt, kehren nach dem Ausgangsgebiet zurück oder nehmen Zuflucht auf naheliegenden Inseln. In der Sundastrasse herrscht nun sowohl in der Ost-West-, wie in der Nord-Südrichtung ein reger Verkehr sowohl von grossen Meerschiffen wie von Booten der Eingeborenen, sodass auch diesem Faktor gerade in diesem Gebiete wohl mit Recht erhöhte Bedeutung zugeschrieben werden kann.

b) Verbreitung von Pflanzen und Tieren aus menschlichen Siedelungen.

Für Krakatau und Lang Eiland kommen ausser der Möglichkeit unbewusster Einfuhr von Organismen bei gelegentlichen Besuchen auch Veränderungen der neuen Fauna und Flora infolge länger andauernder menschlicher Ansiedelung in Frage. Ihre Folgen sind wenigstens für Krakatau mit einiger Sicherheit festgestellt worden. Der kurz dauernden Niederlassung J. HÄNDL's an der Südostseite von Krakatau verdankt die Insel unzweifelhaft die Hausratte, als erstes und einziges Säugetier.

Für die Zusammensetzung der Phanerogamenflora der Insel scheint diese von 1915—17 bestehende kleine Niederlassung nicht von allzugrosser Bedeutung geworden zu sein, wenigstens hat sie derselben keinen bedeutenden oder doch keinen dauernden Zuwachs gebracht.

Zu Zwecken der Siedelung und der Bimssteingewinnung sind durch die Arbeitskolonie J. HÄNDL's einige grössere Areale gerodet worden, einige schmale Pfade durch das Dickicht wurden freigelegt, aber Siedelung und Pfade sind in der Folge wieder völlig verschwunden. Schon 1921 waren, wie K. W. DAMMERMAN (1922, S. 65) berichtet, von der Niederlassung nur noch einige Hauswände, sowie eingegrabene Fässer und Wasserlöcher vorhanden, in denen die wasserbewohnenden Insekten gefunden worden sind. Auch der von J. HÄNDL und seinen Angehörigen angelegte Garten mit den üblichen indischen Gemüsen und Obstbäumen ist eingegangen. Das Verzeichnis der dort kultivierten Gewächse ist von C. A. BACKER (1929, S. 197) mitgeteilt worden. Alle diese Kulturpflanzen, *Cocos nucifera* ausgenommen, die aber schon lange vor der Niederlassung J. HÄNDL's in fruchtenden Exemplaren auf Krakatau vorhanden war, haben sich offenbar von den ursprünglichen Pflanzstellen aus nicht oder nur wenig weit über die Insel verbreitet. Vielleicht stammen von diesen kultivierten Pflanzen die von W. DOCTERS VAN LEEUWEN (1919) ohne nähere Standortangabe aufgeführten Exemplare von *Ricinus communis* L. und *Capsicum frutescens* L. Im Areal des früheren HÄNDL'schen Gartens fand W. DOCTERS VAN LEEUWEN später (1922, S. 162) auch die Zingiberacee *Gastrochilus panduratum* Ridl., die auf Java in den Teakwäldern sehr verbreitet sein soll, und nach C. A. BACKER (1929, S. 285) ihrer aromatischen Rhizome wegen von den Eingeborenen ebenfalls häufig angepflanzt wird.

Die kultivierten Pflanzen und ihre verwilderten Nachkommen, ebenso die mit ihnen eingeschleppten Unkräuter (vergl. C. A. BACKER, 1929, S. 269) haben in der Folge weder lokal starke Vermehrung, noch weitere Verbreitung über die Insel gefunden. So werden sie auch unter den späteren Funden W. DOCTERS VAN LEEUWEN bis 1929 nicht weiter besprochen. Auch im Frühjahr 1931 haben wir von diesen Kulturpflanzen nichts mehr aufgefunden, sie sind also offenbar wieder verschwunden. Dieses Schicksal hat schon C. A. BACKER vorausgesehen, indem er (1929, S. 199) schreibt "Now that Krakatao has been definitively left by its inhabitants it is to be expected that the jungle will invade the old premises and kill out most of the cultivated plants and ruderal weeds".

So brachte also offenbar die kurz dauernde menschliche Ansiedelung auf Krakatau keine Förderung seiner Flora, sondern nur eine stellenweise Störung der natürlichen Entwicklung der Vegetation. Als eine solche Störung grösseren Umfanges ist auch der

durch einen Teilnehmer der denkwürdigen Exkursion vom Oktober 1919 verursachte Steppenbrand zu buchen, dessen Folgen noch zwei Jahre nachher festzustellen waren, später aber doch wieder restlos — wenigstens im Vegetationsbild — verschwanden. Dass aber frühzeitige und länger andauernde, menschliche Besiedelung auf das Zustandekommen einer neuen oder auf die Ergänzung einer nur teilweise vernichteten Flora und Fauna von grossem Einfluss sein kann, haben die Befunde über die Fortschritte der Flora und Fauna von Sebesy ergeben. Die Lebewelt dieser Insel ist 1883 (vergl. S. 136) zwar nicht vollständig, aber sicher zum grössten Teil vernichtet worden. Die Insel wurde bereits 1890 wieder von Menschen besiedelt, zahlreiche Stellen unter Kultur genommen und Haustiere in grösserer Anzahl eingeführt. Von diesen sind in der Folge Pferde, Rinder und Ziegen verwildert und in den Wildzustand übergegangen. Flora und Fauna von Sebesy sind also infolge zahlreicher Relikte aus der Zeit vor 1883 und der Einführung und Einschleppung von Pflanzen und Tieren durch die menschlichen Siedler sehr viel mannigfaltiger geworden als diejenige von Krakatau.

c) Herkunft und Verbreitung von *Cocos nucifera* und *Carica Papaya* auf den Krakatauinseln.

Für zwei tropische Kulturpflanzen, die sicher nicht dem Garten J. HÄNDL's entstammen, *Cocos nucifera* auf Krakatau und *Carica Papaya* auf Verlaten Eiland wird die Art des Transportes, der Erstbesiedelung und der späteren Verbreitung auf den Inseln kaum mehr vollständig aufgeklärt werden können.

Was zunächst die Erstbesiedelung von Krakatau mit *Cocos nucifera* in der von M. TREUB besuchten Gegend von Zwarte Hoek und der Nordwestecke der Insel anbetrifft, enthält seine Mitteilung von 1888 keine Angabe darüber, ob die von ihm gefundene Nuss als keimfähig erachtet wurde, oder ob sie, wie viele *Cocos*-nüsse, die gelegentlich an tropischen Küsten gefunden werden, unreif, beschädigt oder durchlöchert, also ersichtlich keimunfähig war. Jedenfalls wurden 11 Jahre später bei dem Besuche, über den O. PENZIG berichtet hat, an demselben Standort noch keine jungen Kokospalmen festgestellt. Dagegen fanden wir 1906 am Strande von Zwarte Hoek mehrere junge *Cocospflanzen*. Diese sollen, wie C. A. BACKER 1929 schreibt, 1908 nicht mehr vorhanden gewesen sein. Er gibt aber an, einige andere junge *Cocospalmen* in grösserem Abstände hinter der Flutzone festgestellt zu haben. Diese

müssten, wie er annahm, 1919 zur Zeit des ersten Besuches von Zwarte Hoek durch W. DOCTERS VAN LEEUWEN, schon zu grossen, fruktifizierenden Bäumen herangewachsen gewesen sein. Da aber W. DOCTERS VAN LEEUWEN in seinem ersten Exkursionsbericht für Zwarte Hoek wiederum nur wenige junge Exemplare von *Cocos* erwähnt, schliesst daraus C. A. BACKER, dass auch die 1908 festgestellten jungen Pflanzen inzwischen wieder verschwunden seien. Wahrscheinlicher dürfte sein, dass diese älteren Cocospalmen beim ersten Besuch W. DOCTERS VAN LEEUWEN unbeachtet oder im Bericht unerwähnt blieben, aber später bei der eingehenden Durchforschung des Gehölzes hinter der nunmehrigen Strandzone wieder entdeckt worden sind. Sie sind sehr wahrscheinlich auch identisch mit den alten *Cocos*beständen, deren absterbende oder bereits am Boden liegende und vermodernde Stämme, umgeben von ihren spontan entstandenen, aber im Wachstum durch die umgebenden Bäume gehinderten Nachkommen, auf unserer Exkursion vom 2. März 1931 lebhaftes Interesse gefunden haben.

C. A. BACKER (1929, S. 39 u. f.) weist darauf hin, dass die Ansichten der Forscher über die Möglichkeit des Ferntransportes von *Cocos*nüssen ohne Einbusse ihrer Keimfähigkeit stark auseinandergehen.

Es würde zu weit führen, an dieser Stelle die ganze Literatur zur Frage der spontanen Verbreitung der *Cocospalme* anführen und diskutieren zu wollen. Einige wenige Angaben mögen genügen. Der erste positive Hinweis auf diese Möglichkeit ist wohl die von BERNARDIN DE SAINT-PIERRE (1786, II. p. 468) wiedergegebene Versicherung des FRANÇOIS LEGUAT aus dem Jahre 1690 «que des noix de coco venues du large étoient jetées sur le rivage de l'île Rodrigue — l'une des trois Mascareignes — et ne tardaient pas à y germer». Dieselbe Ansicht von der spontanen Verbreitung von *Cocos nucifera* ist in der Folge unter Beibringung eines reichen Beweismaterials (vergl. z. B. A. W. HILL, 1929 und N. H. RIDLEY, 1930, S. 322) von vielen Forschern vertreten worden, während andere sich unter Anführung nicht weniger guter Gründe und Erfahrungen für die ausschliessliche Verbreitung der *Cocos*nuss durch den Menschen ausgesprochen haben. Die Autoren, die in ihrer Stellungnahme von eigenen Studien über Verbreitung und Kultur von *Cocos nucifera* in den westlichen Tropen ausgehen, ebenso die anderen, die Amerika als ursprüngliche Heimat dieser Kulturpflanze halten, führen im allgemeinen deren Verbreitung auf den Einfluss des Menschen zurück und verneinen sowohl deren spontane Verbreitung durch die Meeresströmungen wie die Fähigkeit zur selbständigen Keimung und Verbreitung. Umgekehrt treten die Forscher, welche die Verhältnisse in Ostasien und im stillen Ozean übersehen, mehrheitlich für die Verbreitung der *Cocospalme* durch die Meeresströmungen und deren Fähigkeit zur spontanen Vermehrung an einmal gewonnenen Standorten ein. So hat u. a. O. BECCARI (1917) auf Grund eigener, ausgedehnter Reisen und Aufenthalte im malayischen Archipel die Annahme der

amerikanischen Herkunft und der alleinigen Verbreitung der *Cocospalme* durch den Menschen energisch bekämpft und er ist überzeugt, allen Tatsachen durch die Formulierung gerecht zu werden "that the coconut palm can occasionally exist and reproduce itself in the tropic independently of man, and that the latter's protection is necessary to it only when it occurs in regions wherein its existence is disputed by the nature of the soil, by other preexisting vegetation, or by foes of various kinds" (l. c. S. 43).

Was unter optimalen Bedingungen im Tropengürtel möglich ist, spontane Verbreitung durch das Wasser und spontane Vermehrung an den Standorten, auch an den nördlichen und südlichen Grenzen des Verbreitungsgebietes teilweise oder gänzlich unmöglich sein. In Palm Beach und anderen Punkten Südfloridas, d. h. den nördlichsten Teilen der U. S. A., in denen die *Cocospalme* ihre Früchte noch ausreift und ihre Kultur sich noch lohnt, finden (vergl. H. DE VRIES, 1913, S. 280 u. f.) Verbreitung und Vermehrung nur durch die Hand des Menschen statt. Andernorts, z. B. auf den Loyalitätsinseln (vergl. A. U. DÄNIKER, 1931, S. 179) ist festgestellt, dass sich die *Cocospalme* wenigstens innerhalb ihrer Bestände auch ohne Zutun des Menschen fortpflanzt, während dagegen die Möglichkeit der spontanen Ansiedelung aus Driftgut in der Neuzeit nicht mehr gegeben zu sein scheint und auch laut Eingeborenen sagen, die *Cocospalme* einst durch ihre Vorfahren auf diesen Inseln eingeführt worden sein soll.

So lautet also die Antwort auf die Frage nach den Möglichkeiten der Verbreitung und Vermehrung der *Cocospalme* von Fall zu Fall, von Ort zu Ort, wie diejenige auf so viele biologische Rätselfragen, verschieden. Dieser Meinung gibt auch N. H. RIDLEY (1930, S. 322) Ausdruck, wenn er in seinem grossen Werk über Pflanzenverbreitung den Abschnitt über "Evidence for sea-dispersal of the Coco-nut" mit dem Satze beginnt: "Though there can be little doubt that the wide distribution of the Coco-nut is due very largely to human agency, still there is considerable amount of evidence that the tree has been dispersed by sea-transport of the fruits." Seetransport von *Cocospalmen*, spontane Keimung angeschwemmter Früchte und spontane Vermehrung der *Cocospalme* können nun, wie aus dem Nachstehenden hervorgeht, für Krakatau als sicher nachgewiesen gelten.

In Anbetracht der Wichtigkeit dieses Teilproblems und i. b. der negierenden Stellungnahme C. A. BACKER's, liessen wir es uns angelegen sein, während unserer Krakatauexkursion von 1931 nochmals dem Vorkommen und dem Erhaltungszustand der *Cocospalmen* im Driftmaterial der Krakatauinseln, sowie den Beständen jüngerer und älterer *Cocospalmen* auf den drei Inseln volle Aufmerksamkeit zu schenken. Ueber das Vorkommen verschiedener frischer Früchte im Driftmaterial, sowie über gekeimte Nüsse in

der vegetationsfreien Sand- und Bimssteinzone des Strandes, innerhalb der *Pes Caprae*-Formation oder am Rande des *Barringtonia*-waldes an der besuchten Strandstelle von Verlaten Eiland ist bereits (vergl. S. 28) berichtet worden. Auch am Strande von Zwarte Hoek haben wir 1931 ebenfalls wieder junge *Cocospalmen* festgestellt. Alle diese Befunde sprechen durchaus dafür, dass keimungsfähige Nüsse am Strande der Krakatauinseln angespült werden und sie hier auch an Stellen keimen, welche ersichtlich nicht auf planmässige Pflanzung durch Menschenhand hindeuten.

Im Jahre 1906 wurde in einem hinter dem Strande der Südostecke Krakataus festgestellten, grösseren Bestand fruktifizierender *Cocospalmen* spontane Keimung abgefallener Früchte einwandfrei beobachtet und 1931 waren ähnliche Bestände fruktifizierender und Gruppen bereits abgestorbener alter Palmen im Walde von Zwarte Hoek enthalten (Taf. VII, Fig. 19). Auch hier vollzog sich die Vermehrung und Ausbreitung spontan durch Keimung der zu Boden gefallenen Nüsse. Dies zunächst die völlig sicher gestellten Daten. Dahingestellt bleiben muss, ob die ältesten dieser Gruppen von *Cocospalmen*, wie C. A. BACKER es haben will, von Menschenhand angelegt worden sind, oder ob sie spontan aus Driftmaterial in der Strandzone ihren Ursprung genommen und erst im Verlaufe ihres Wachstums infolge Hebung der Küste oder Wachstum derselben durch Anschwemmungen scheinbar «ins Innere» gelangt sind. Ein letzter und endgültiger Beweis dafür, dass im Krakataugebiet durch die Strömung verbreitete Cocosnüsse an geeigneten Küstenstellen spontan keimen, ist durch den Nachweis angeschwemmter und gekeimter Cocosnüsse auf Anak-Krakatau (vergl. Abb. 5, S. 179) erbracht worden. Auf der am 12. August 1930 zum vierten Male über den Meeresspiegel sich erhebenden neuen Insel sammelte ein Beamter des erneut auf Lang Eiland installierten vulkanologischen Dienstes im Januar 1932 bei Anlass von Vermessungsarbeiten einige Keimpflanzen. W. DOCTERS VAN LEEUWEN (1933, S. 674) fand hernach Gelegenheit, Anak-Krakatau im Mai 1932 selbst zu besuchen. Die Insel war damals 40 m hoch, hatte in ihrem Innern einen exzentrisch gelagerten Heisswassersee und einige Solfataren. Ein zirka 1 km langer, flacher Strand aus schwarzem Sand war mit grossen Mengen angeschwemmter Bimssteinbrocken und anderem Driftgut bedeckt. Zahlreiche Samen von sieben verbreiteten Strandpflanzen wurden keimend gefunden und u. a. 41 keimende Cocosnüsse festgestellt.

Wie W. DOCTERS VAN LEEUWEN nicht ohne berechtigten Stolz

anführt, kann die Bedeutung dieses Fundes wohl kaum durch die Annahme einer vorangegangenen Pflanzung durch Menschen herabgesetzt werden. "No native, with the exception of the coolies of the volcanological service, had dared to land on this still active and treacherous crater, nor was there anything for them to find there. Moreover, the coco-nuts lay on the beach and were mostly unburied, lying between the pumice and the logs in the same disorderly manner as the seedlings of the other plants, as to which no one questions their distribution by the sea." Einige der keimenden Nüsse hatten eben erst auszutreiben begonnen, andere hatten bereits mehrere Blätter gebildet und sich im Boden durch Wurzeln verankert.

Nach einigen weiteren Monaten absoluter Untätigkeit, begann die Tätigkeit des Kraters von Anak-Krakatau im November 1932 aufs neue und die Anfänge seiner Vegetation wurden mit Auswurfsmaterial überschüttet und wahrscheinlich wieder vernichtet.

Mit diesen Feststellungen ist natürlich nicht das Gesamtproblem der Verbreitung der *Cocospalme* gelöst, aber doch nachgewiesen, dass auf Krakatau, also inmitten des malayischen Archipels, eine spontane Entwicklung von *Cocos nucifera* aus angeschwemmten Früchten und ferner spontane Vermehrung von Erstsiedlern möglich sind. Spontane Keimung von *Cocosnüssen* kann übrigens auch auf Java und Sumatra überall da beobachtet werden, wo an abgelegenen Standorten die Einsammlung der Früchte unregelmässig erfolgt oder zeitweise ganz sistiert bleibt.

Ausgehend von ganz verschiedenen Untersuchungen und Ueberlegungen sind sowohl Anhänger wie Gegner der Annahme spontaner Verbreitung von *Cocos nucifera* durch die Meeresströmungen (vergl. E. WERTH, 1933, S. 312) zur übereinstimmenden Ansicht gelangt, dass Urheimat und erste Kulturnahme der *Cocospalme* mit grösster Wahrscheinlichkeit im Malayischen Archipel zu suchen seien. Für diese Annahme würde also nun auch die Feststellung sprechen, dass in diesem Gebiet die jedenfalls an vielen anderen Kulturorten der *Cocospalme* nicht mehr vorhandene Fähigkeit der spontanen Ansiedelung und Vermehrung unter günstigen Bedingungen — und solche sind ja für Krakatau infolge der besonderen Strömungsverhältnisse festgestellt — durchaus noch möglich ist.

Die zweite auf den Krakatauinseln frühzeitig aufgetretene Kulturpflanze ist *Carica Papaya*, welche auch auf Java, ausser in den Kulturen der Eingeborenen, sehr häufig verwildert auf ver-

lassenen Pflanzungen und im lichten Walde vorkommt. Erste, vereinzelt stehende, also offenbar spontan entstandene Exemplare wurden bereits 1906 von uns auf Verlaten Eiland in Strandnähe aufgefunden. 1908 fand C. A. BACKER bereits zahlreiche Exemplare nicht nur auf Verlaten Eiland, sondern auch am Strande von Lang Eiland und 1919 wurde dieselbe Kulturpflanze auch auf Krakatau im Casuarinenwald festgestellt. Für die beiden ersten Inseln kommt in erster Linie Uebertragung der Samen durch Vögel in Frage. Nicht ausgeschlossen ist natürlich auch die Einschleppung durch eingeborene Fischer, welche vor 1906 die Inseln besuchten. Die Früchte von *Carica Papaya* sind ja (vergl. C. A. BACKER, 1929, S. 242) eine beliebte und billige Volksspeise, die sehr wohl auch von Fischern mit auf Fahrten genommen werden mag. "Before eating, the fruit is cut into parts and the numerous seeds which clothe the wall of the large central cavity are cast away." Das kann natürlich auch einmal bei einem Besuch dieser Inseln durch Fischer geschehen und damit der Grund für die Erstbesiedelung der Inseln mit *Carica Papaya* gelegt worden sein.

Auf der Aprilexkursion des Jahres 1919 fand W. DOCTERS VAN LEEUWEN *Carica Papaya* auf Verlaten Eiland in geradezu enormer Individuenzahl auf allen Stadien der Entwicklung. Kropf und Magen der auf jener Exkursion von M. BARTELS geschossenen Krähen waren mit Fruchtfleisch von *Carica Papaya* vollgepfropft, zum mindesten die spätere Verbreitung und Vermehrung der Pflanze ist also zweifellos unter lebhafter Mitwirkung der Vögel erfolgt. Für Krakatau ist ausser sekundärer Uebertragung durch Vögel von Verlaten Eiland her auch Abstammung der 1919 im Walde vorgefundenen Exemplare von den in der Niederlassung J. HÄNDL's gezogenen Exemplaren denkbar (vergl. auch C. A. BACKER, 1929, S. 270). Auf allen drei Inseln aber hat sicher erst die Samenverbreitung durch Vögel Anlass zu der starken Verbreitung der Pflanze und Entstehung grösserer Bestände gegeben. Im Oktober 1921 waren (vergl. K. W. DAMMERMAN, 1922, S. 67) die im nördlichen Teil von Verlaten Eiland festgestellten Stöcke von *Carica Papaya* sämtlich von einer Wurzelkrankheit befallen. "Not a single tree was left erect, all had fallen down, bent just at the foot which was wholly rotten." Seither ist diese Krankheit offenbar wieder verschwunden und im Frühjahr 1931 haben wir erneut eine grosse Anzahl Bestände mit alten und jungen, lebhaft blühenden und fruchtenden Stämmen von *Carica Papaya* feststellen können.