

DIE MOOSFAUNA DES KRAKATAU

von

Dr. F. HEINIS

(Basel).

I. Einleitung.

Die vorliegende kleine Arbeit über die Moosfauna des Krakatau enthält die Resultate der eingehenden Untersuchung einer Moosprobe, die mir durch die Freundlichkeit von Herrn Dr. R. MENZEL in Buitenzorg übergeben wurde. Das von Herrn Dr. K. W. DAMMERMAN gesammelte Material bestand aus einem grossen Rasenstück von *Philonotis* spec. mit reichem Detritus.

Die Moosprobe wurde bald nach Empfang untersucht. Die Zusammenstellung der Resultate verzögerte sich jedoch infolge verschiedener Umstände sowie infolge Fertigstellung anderer Arbeiten. Sämtliche Tiere der Moosfauna, insbesondere die Rhizopoden, Rotatorien, Tardigraden und Nematoden lebten nach Befeuchten mit Wasser wieder auf, so dass eine sichere Bestimmung möglich war.

Herrn Dr. MENZEL, wie auch Herrn Dr. DAMMERMAN sei auch hier für die freundliche Ueberlassung des interessanten Materiales bestens gedankt. Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. F. ZSCHOKKE, Vorsteher des zoologischen Institutes in Basel, für die gütige Ueberlassung von Literatur.

Der furchtbare Vulkanausbruch auf der in der Sundastrasse gelegenen Vulkaninsel Krakatau im August des Jahres 1883 bot den Biologen zum ersten Male Gelegenheit, die Stufenfolge und die Schnelligkeit zu beobachten, mit der die Besiedelung eines völlig pflanzen- und tierfreien Gebietes vor sich geht. Durch die Eruption wurden bekanntlich die Inseln Krakatau, Verlaten Eiland und Lang Eiland teils in die Luft geblasen, teils im Meere versenkt und der verbleibende Rest 30—40 m hoch unter heisser Asche begraben, so dass die gesamte Tier- und Pflanzenwelt der Vernichtung anheim fiel. Kein organisches Wesen entging der ungeheuren Katastrophe. Die Natur musste erst nach und nach wieder neues Leben herbeiführen und neue Daseinsbedingungen schaffen, unter denen Pflanzen und Tiere gedeihen konnten.

Während die botanische Erforschung der Inselgruppe durch TREUB (38) schon 1886, also drei Jahre nach dem Ausbruch, begann und der Gang der pflanzlichen Besiedelung durch weitere Expeditionen 1897 unter TREUB und PENZIG (25) sowie durch den Züricher Botaniker A. ERNST (3) 1906

und W. DOCTERS VAN LEEUWEN (37) 1920 verfolgt wurde, setzte die zoologische Untersuchung leider verhältnismässig spät ein. C. H. SLUITER (36) beschrieb 1888 und 1889 die neue Küstenfauna und die neue Korallenbildung auf Krakatau, aber erst der Zoologe JACOBSON (9) durchforschte 1908, 25 Jahre nach der Eruption die Inseln eingehender. Er stellte auf Krakatau das Vorkommen von 196 verschiedenen Tierarten fest und zwar 14 Vögel, 2 Reptilien, 150 Insekten, 18 Spinnen, 3 terrestrische Crustaceen, 2 Schnecken, 6 Tausendfüsser und 1 Wurm.

Die letzten und neuesten Untersuchungen über die Fauna des Krakatau stammen von Dr. K. W. DAMMERMAN. In einer ausgezeichneten und lesenswerten Schrift (1) hat er die Resultate seiner Forschungen und Beobachtungen niedergelegt. Die verschiedenen Expeditionen, die DAMMERMAN in den Jahren 1919 bis 1922 nach der Insel Krakatau ausführte, ergaben die Anwesenheit einer dreimal grösseren Artenzahl als 1908 und zwar von insgesamt 573 verschiedenen Tieren, darunter 3 Säugetiere, 34 Vögel, 4 Reptilien, 441 Insekten, 4 Tausendfüsser, 73 Spinnen, 3 Krebse, 5 Mollusken und 6 Würmer.

Ueber die Mikrofauna des Krakatau dagegen ist bis jetzt nichts bekannt geworden, wie überhaupt die niedere Tierwelt des indo-australischen Archipels noch wenig erforscht ist. RICHTERS (32) verdanken wir einige kurze Angaben über die Moosfauna von Sumatra, Banka und Java, sowie über die Fauna der Moosrasen der Aru- und Kei-Inseln (34). Durch die schönen Arbeiten von Dr. MENZEL über die moosbewohnenden Harpacticiden und Nematoden in den Beiträgen zur Mikrofauna von Niederländisch-Ostindien hat die Moosfauna eine weitere wertvolle Bereicherung erfahren sowohl in faunistisch-systematischer wie in tiergeographischer Hinsicht (11—13).

II. Uebersicht über die gefundenen Arten.

A. RHIZOPODA.

1. *Amoeba terricola* EHRBG.
2. *Diffugia pyriformis* var. *bryophila* PENARD.
3. „ *lucida* PENARD.
4. „ *constricta* (EHRBG.).
5. „ *arcula* (LEIDY).
6. „ *lingula* PENARD.
7. *Centropyxis aculeata* STEIN.
8. „ *laevigata* PENARD.
9. *Nebela collaris* LEIDY.
10. *Heleopera petricola* LEIDY.
11. „ *rosea* PENARD.
12. *Arcella vulgaris* EHRBG.
13. *Phryganella hemisphaerica* PENARD.

14. *Euglypha alveolata* DUJ.
15. " *ciliata* (EHRBG.).
16. " *laevis* PERTY.
17. " *strigosa* LEIDY.
18. *Assulina seminulum* (EHRBG.).
19. " *muscorum* GREEFF.
20. *Trinema enchelys* (EHRBG.).
21. " *complanatum* PENARD.
22. *Corythion dubium* TARANEK.

Bemerkungen zu den einzelnen Spezies.

1. *Amoeba terricola* EHRBG.

In mehreren Individuen beobachtet; die meisten waren tot oder encystiert, nur wenige bewegten sich und zeigten kleine kontraktile Vacuolen. Durchmesser lebender Tiere betrug 65 μ .

2. *Diffflugia pyriformis* var. *bryophila* PENARD.

D. pyriformis, einer der häufigsten Süßwasserrhizopoden, fehlt in der typischen Form im allgemeinen den Moosrasen trockener Orte; wo sie gewöhnlich durch die Varietät *bryophila* ersetzt wird. 5 Exemplare; nur leere Gehäuse.

3. *Diffflugia lucida* PENARD.

D. lucida ist ein charakteristischer Moosbewohner. Auf Krakatau waren die Gehäuse bedeckt mit winzigen kieselhaltigen Teilchen, vermischt mit Detritus und vereinzelt Diatomeen aus der Gattung *Navicula*.

4. *Diffflugia constricta* (EHRBG.).

Dieser überall vorkommende, auf der ganzen Erde verbreitete Rhizopode war im untersuchten Material häufig. Wie überall, so trat er auch hier in verschiedenen Varietäten auf. Am häufigsten war eine breite Form, ähnlich der von PENARD, Faune rhizopodique du bassin du Liman, p. 299, fig. 6 abgebildeten Form.

5. *Diffflugia lingula* PENARD?

PENARD beschrieb 1911 in einer kleinen Arbeit über einige Rhizopoden von Sierra Leone (22) eine *Diffflugia*, deren Diagnose und Abbildung mit den von mir beobachteten Formen übereinstimmt. Die etwas herz- oder zungenförmigen Gehäuse sind mit kleinen Steinen, Detritusteilchen und Diatomeen bedeckt; sie besitzen am hintern Rand einen exzentrisch gelegenen Kiel und eine kreisrunde Mundöffnung. Von der Seite gesehen sind sie schmal, länglich-elliptisch. Die Grösse betrug 190 μ in der Länge und 140 μ in der Breite. *Diffflugia lingula* war der grösste in der Moosprobe aufgefundene Rhizopode. Beobachtet wurden 4 Exemplare. Siehe Tabel IX Figur 1.

6. *Diffflugia arcula* LEIDY.Syn. *Trigonopyxis arcula* (LEIDY) PEN.

Diese für die Moorsrasen charakteristische Art wird von RICHTERS aus Sumatra und Java angegeben. Einige Tiere des untersuchten Materiales waren augenscheinlich lebend. Pseudopodien konnten jedoch nicht bemerkt werden. Nach PENARDS Beobachtungen scheinen sie überhaupt zu fehlen. Bei einigen Exemplaren war die Mundöffnung mit kleinen Moos- und Detritusteilchen verklebt, so dass die Vermutung nahe liegt, die Nahrung werde nur ausgesaugt, ohne dass sie ins Gehäuse hineingezogen wird, wie dies bei den übrigen Rhizopoden der Fall ist.

7. *Centropyxis aculeata* STEIN.

Centropyxis aculeata war neben *Diffflugia constricta* und *Phryganella hemisphaerica* der häufigste Rhizopode auf Krakatau und zwar in 2 Formen, einer bedornen und einer dornenlosen. Die mit drei Dornen versehene, hellbraungefärbte Varietät mass 140 μ im Durchmesser. Unter diesen Exemplaren fielen mir 2 Gehäuse auf mit eigenartiger breiter, in der Mitte verengter Mundöffnung, ähnlich wie sie die Gattungen *Bullinella* und *Plagiopyxis* aufweisen.

8. *Centropyxis laevigata* PEN.

Die Art war in der Probe selten; nur 2 Exemplare konnten zu dieser in der südlichen Hemisphaere wenig verbreiteten Spezies gerechnet werden.

9. *Nebela collaris* LEIDY.

Nur einige leere Gehäuse in einer kleinen Form von 86 μ Länge, die *Nebela bohemica* TARANEK nahe steht.

10. *Heleopera petricola* LEIDY.

Diese Art war ziemlich häufig, meist nur als leere Schalen oder in encystierten Individuen von 86—94 μ Länge.

11. *Heleopera rosea* PENARD.

Die durch eine mehr oder weniger starke rosa Färbung ausgezeichnete Art wurde in mehreren Exemplaren beobachtet von ungefähr 88 μ . Da es oft schwierig ist, *Heleopera rosea* von gewissen Formen der vorigen Art zu unterscheiden, können die beobachteten Tiere auch nur als Varietät von *H. petricola* aufgefasst werden.

12. *Arcella vulgaris* EHRBG.

Arcella vulgaris bewohnt selten die Moose trockener Orte, wo sie durch die typische Trockenform *Arcella arenaria* GREEFF ersetzt wird, die dem untersuchten Material fehlt. Die leicht hellgelb gefärbten Schalen besaßen einen Durchmesser von 106 μ .

13. *Phryganella hemisphaerica* PENARD.

Phryganella hemisphaerica ist neben *Diffflugia constricta*, *Centropyxis aculeata*, *Assulina muscorum* und *Trinema euchelys* einer der häufigsten Rhizopoden der Moosrasen. Auf Krakatau waren 2 Formen, eine grössere von 46 — 50 μ und eine kleinere, zierliche von 25 μ .

14. *Euglypha ciliata* EHRENBERG.

Obwohl *Euglypha ciliata* zu den weitverbreitetsten Arten gehört, war sie im Material verhältnismässig selten, stets in einer bedornten Form von 50 bis 60 μ .

15. *Euglypha alveolata* DUJ.

Mehrere typische Individuen in einer kleinen Form von 76 μ .

16. *Euglypha laevis* PERTY.

Im allgemeinen stimmten die beobachteten kleinen Euglyphen mit *Euglypha laevis* PERTY überein. Auf Krakatau ist die Art durch eine zierliche Form von 30 bis 35 μ vertreten.

17. *Euglypha strigosa* LEIDY.

Einige Tiere mit kreisrunder Cyste und zahlreichen kurzen Dornen. Länge 88 μ .

18. *Assulina seminulum* LEIDY.

Nur 1 typisches Exemplar, das zu dieser Art zu rechnen war.

19. *Assulina muscorum* GREEFF.

Diese kleine, für die Moosrasen überaus charakteristische, kosmopolitische Art war häufig, doch immer nur in leeren Schalen von ca. 36 μ .

20. *Trinema enchelys* EHRBG.

Trinema enchelys ist ebenfalls einer der gemeinsten und weitverbreitetsten Wurzelfüusser, der aus allen Erdteilen, auch aus der Arktis und Antarktis wie von den höchsten Erhebungen der Alpen bekannt ist.

21. *Trinema complanatum* PENARD.

Zwei typische Exemplare von 30 μ Länge.

22. *Corythion dubium* TARANEK.

Nur etwa 4 typische Individuen von 36 μ , kenntlich an den kleinen, abgerundeten, fast rechteckigen Plättchen der Gehäuse.

B. ROTATORIA.

1. *Rotifer montanus* MURRAY.2. *Habrotrocha angusticollis* MURRAY.3. " " var. *attenuata* MURRAY.

4. *Macrotrachela ehrenbergi* (JANSON).
5. " *papillosa* THOMSON.
6. *Adineta gracilis* JANSON.
7. *Monostyla cochlearis* MURRAY.

Bemerkungen zu einzelnen Arten.

1. *Rotifer montanus* MURRAY.

Rotifer montanus, von MURRAY in Neuseeland und Australien nachgewiesen, stellt vielleicht nur eine kleinere Form von *Rotifer longirostris* dar mit kürzerem Rostrum. Sie unterscheidet sich von dieser Art ausserdem durch die geringere Grösse, kleineren Rumpf und Zehen. Der Rumpf der beobachteten Tiere war stets dunkelbraun gefärbt und mit kleinen angeklebten Detritusteilchen versehen. Länge 250 μ .

2. *Habrotrocha angusticollis* MURRAY.

Habrotrocha angusticollis ist neben *H. perforata* eine der häufigsten Arten tropischer und subtropischer Länder. In der Probe war sie durch einige typische Gehäuse vertreten; auch die durch ein flaschenförmiges, lang ausgezogenes Gehäuse ausgezeichnete Varietät *attenuata* MURRAY war vorhanden.

3. *Macrotrachela ehrenbergi* (JANSON).

Diese Art gehört zu den häufigsten und typischen Formen trockener Moosrasen und ist horizontal und vertikal weit verbreitet.

4. *Macrotrachela papillosa* (THOMSON).

Die Form des Karakatau ist kleiner als der Typus und weist nur eine Länge von 240 μ auf. *Macr. papillosa* ist bis jetzt bekannt geworden aus Europa, Nord- und Südamerika und Neuseeland.

5. *Adineta gracilis* JANSON.

Beobachtet wurden 3 lebende typische Exemplare.

6. *Monostyla cochlearis* MURRAY.

Im untersuchten Material befand sich häufig eine kleine hyaline *Monostyla*, die ich als *Monostyla cochlearis* MURRAY identifizieren konnte. Nach Befeuchten mit Wasser erwachten die Tiere rasch und zeigten lebhaftige Bewegungen. Die Art ist bis jetzt bekannt aus Südamerika und Indien; sie bewohnt nur die Moosrasen (19).

C. TARDIGRADA.

1. *Echiniscus suillus* EHRBERG.
2. " *duboisii* RICHTERS.
3. " *bigranulatus* RICHTERS.

4. *Macrobiotus hufelandi* C. SCHULTZE.
5. „ *echinogenitus* RICHTERS.
6. „ spec.

Bemerkungen zu den einzelnen Arten.

1. *Echiniscus suillus* EHRENBERG.

Syn. *Echiniscus arctomys* EHRBG.

Diese von EHRENBERG zuerst in Moosrasen vom Monte Rosa in 11138 Fuss nachgewiesene Art gehört nach ihrer Verbreitung zu den Kosmopoliten. Beobachtet wurden 6 Exemplare und ein Gelege mit 2 Eiern.

2. *Echiniscus duboisi* RICHTERS.

Von RICHTERS (29) 1902 in Moosen aus einem Walde im Preanger auf Java aufgefunden und von MURRAY (15) in 2 kleinen Varietäten aus Australien und Südafrika nachgewiesen. Die beobachteten Tiere stimmen mit der Beschreibung RICHTERS' überein.

3. *Echiniscus bigranulatus* RICHTERS.

Wohl der interessanteste Tardigrade des untersuchten Materials war *Echiniscus bigranulatus*, der durch kräftige Panzerung ausgezeichnet ist. Alle Platten des Panzers sind zudem doppelt granuliert mit dichter, feiner und mit zerstreut stehender grober Körnelung. Bei tiefer Einstellung im Mikroskop erscheint die feine Körnelung als schwarze Punkte; die grobe dagegen als hell leuchtende, zerstreut stehende Punkte. Die Platten V und VI sind vereinigt mit Kleeblatteinschnitt. Als einziger Anhang ist ein langer Faden vorhanden. 4. Beinpaar mit Dornenfalte. Krallen relativ kurz. Länge 190 μ .

Echiniscus bigranulatus scheint eine Art zu sein, die wie der Rhizopode *Nebela vas* nur die südliche Hemisphäre bewohnt. Sie ist bis jetzt bekannt aus Feuerland (31), Columbien und Südafrika.

Siehe Mikrophotographie: Tafel IX Figur 2.

4. *Macrobiotus hufelandi* C. SCHULTZE.

Von dieser Art sah ich neben zwei erwachsenen typischen Exemplaren eine zierliche kleine Form von 195 μ Hyalin, glatt mit kugeligem Schlundkopf und 3 kleinen Körnern als Chitineinlagerungen, Kleine Krallen vom *hufelandi*-Typus. Vielleicht repräsentieren die Tiere eine neue Art. Da aber keine Eier aufgefunden werden konnten, so sehe ich von einer Benennung ab.

5. *Macrobiotus echinogenitus* RICHTERS.

Das Vorkommen dieser Art wurde durch zwei typische *echinogenitus*-Eier angedeutet. Aus einem Ei konnte ein Embryo ausgedrückt werden mit den Merkmalen des *Mac. echinogenitus*.

6. *Macrobiotus spec.*

Ein kleines kugeliges Ei von 80 μ Durchmesser mit kurzen schmalen, konischen Fortsätzen, ähnlich demjenigen von MURRAYs Abbildung in Tardigrada der British antarctic Expedition 1911, Tafel 21 fig. 56.

D. NEMATODA.

Das untersuchte Material enthielt verschiedene Nematoden; meist waren es juvenile Exemplare der Gattung *Dorylaimus* und *Plectus*. Mit Sicherheit konnte ich folgende Arten bestimmen: *Dorylaimus bastiani* BÜTSCHLI, *Dorylaimus gracilis* DE MAN?, *Monochus brachyuris* BÜTSCHLI und *Plectus spec.* Einige Nematoden waren auch encystiert. So beobachtete ich eine kleine Cyste von 48 μ Durchmesser. Sie war gebildet durch eine feine Membran, die im Innern einen juv. Nematoden enthielt.

Die Moosfauna von Sumatra, Banka, Java und Krakatau.

Arten	Sumatra	Banka	Java	Krakatau
Rhizopoda.				
1. <i>Amoeba terricola</i>	x		x	x
2. <i>Diffugia pyriformis</i>			x	
3. " " var. <i>bryophila</i>				x
4. " <i>lucida</i>				x
5. " <i>constricta</i>	x		x	x
6. " <i>arcula</i>	x	x	x	x
7. " " v. <i>fabiformis</i>		x		
8. " <i>lingula</i>				x
9. <i>Centropyxis aculeata</i>	x	x	x	x
10. " <i>laevigata</i>		x		x
11. <i>Nebela collaris</i>		x	x	x
12. " <i>vas</i>			x	
13. " <i>bursella</i>		x	x	
14. " <i>caudata</i>		x		
15. <i>Heleopera petricola</i>				x
16. " <i>rosea</i>				x
17. <i>Arcella vulgaris</i>		x	x	x
18. <i>Phryganella hemisphaerica</i>				x
19. <i>Euglypha alveolata</i>		x	x	x
20. " <i>ciliata</i>	x		x	x
21. " <i>laevis</i>				x
22. " <i>strigosa</i>				x
23. <i>Assulina seminulum</i>	x		x	x
24. " <i>muscorum</i>				x
25. <i>Trinema enchelys</i>		x	x	x
26. " <i>complanatum</i>				x
27. <i>Corythion dubium</i>				x
28. <i>Anadrula spec.</i>		x		
29. <i>Diffugia globulosa</i>	x			

Arten	Sumatra	Banka	Java	Krakatau
Rotatoria.				
1. <i>Macrotrachela ehrenbergi</i>				x
2. " <i>papillosa</i>				x
3. <i>Rotifer longirostris</i>		x	x	
4. " <i>montanus</i>				x
5. <i>Habrotrocha angusticollis</i>	x	x	x	x
6. " " var. <i>attenuata</i>				x
7. " <i>perforata</i>	x	x		
8. " <i>multispinosa</i>	x	x		
9. " <i>aspera</i>		x		
10. <i>Adineta gracilis</i>				x
11. <i>Monostyla cochlearis</i>				x
Tardigrada.				
1. <i>Macrobiotus hufelandi</i>				x
2. " <i>echiniogenitus</i>		x		x
3. " <i>rubens</i> MURRAY	x			
4. " <i>annae</i> RICHTERS	x		x	
5. <i>Echiniscus suillus</i>		x		x
6. " <i>duboisii</i>			x	x
7. " <i>bigranulatus</i>				x
8. <i>Milnesium tardigradum</i> DOY.			x	
9. <i>Macrobiotus spec.</i>	x	x		x
10. " <i>harmsworthi</i> MURRAY	x			

III. Die Moosfauna des Krakatau im Vergleiche zu derjenigen von Sumatra, Banka und Java.

Da nur eine Moosprobe von Krakatau untersucht werden konnte, dürfte sich die Zahl der moosbewohnenden Tiere bei der Untersuchung eines grösseren Materiales um zahlreiche Arten vermehren. Rotatorien und Tardigraden werden später sicher eine Zunahme erfahren. Auch die Untersuchungen von RICHTERS (32) über die Moosfauna von Sumatra, Banka und Java geben noch kein vollständiges Bild der moosbewohnenden Mikrofauna Niederländisch-Indiens. Trotzdem lassen sich durch Vergleichung mit den Resultaten RICHTERS' einige Schlüsse über die Moosfauna des Krakatau ziehen, wobei auch auf die vorstehende Tabelle verwiesen sei.

Sämtliche auf Krakatau gefundenen Rhizopoden dürften zweifellos auch auf Java und Sumatra nachgewiesen werden. Interessant für Java ist das Vorkommen der auf die südliche Halbkugel beschränkten *Nebela vas*, die

auf Krakatau noch fehlt. Von den Rädertieren sind bis jetzt auf das Gebiet des Krakatau beschränkt und im malayischen Archipel noch nicht nachgewiesen worden: *Rotifer montanus*, *Habrotrocha angusticollis* var. *attenuata*, *Macrotrachela ehrenbergi* und *papillosa*, *Adineta gracilis* sowie *Monostyla cochlearis*; von den Tardigraden *Echiniscus bigranulatus* und *Macrobotus hufelandi*.

IV. Auf welchem Wege haben die Moosbewohner die Krakatau-Insel erreicht?

In seiner Tiergeographie auf oekologischer Grundlage schreibt R. HESSE (7): „Die Moosfauna überrascht durch ihre kosmopolitische Zusammensetzung. Das verschwindend geringe Gewicht der eingetrockneten Tierchen begünstigt eine Verbreitung durch den Wind, ähnlich wie bei den Sporen der Farne. Die scharfe Siebung durch die ungünstigen Lebensverhältnisse verhindert einen Wettbewerb lokaler Tierformen mit den Moosbewohnern. So haben denn die einzelnen Arten horizontal und vertikal eine sehr weite Verbreitung.“ Diese Worte haben in erhöhtem Maasse auch für den Krakatau Geltung.

In überraschender Weise hat die botanische Erforschung der Krakatau-Inseln gezeigt, wie schnell auch bei äusserst ungünstigen Bedingungen die Pflanzenwelt ein steriles Gebiet erobert. Da die *Rhizopoden*, *Rotatorien*, *Tardigraden* und *Nematoden* sich in der Hauptsache von Pflanzenstoffen ernähren, sei es von der lebenden Pflanze oder von in Zersetzung begriffenen Teilen sowie von tierischen Mitbewohnern, so dürfen wir annehmen, dass die ersten Moosbewohner sich gleichzeitig oder kurz nach dem Auftreten pflanzlicher Keime auf Krakatau ansiedelten. Naturgemäss waren es die widerstandsfähigsten und weitverbreitetsten Vertreter der muscicolen Fauna, die als erste sich den anfänglich noch sehr ungünstigen Lebensbedingungen anpassen konnten.

Die Fähigkeit, mit welcher die Moosbewohner bei Eintritt von Trockenheit sich encystieren oder in den Zustand der Trockenstarre oder Anabiose übergehen, sichert ihnen eine grosse Verbreitung durch Luftströmungen. Nach den schönen Untersuchungen von RAHM (26) ertragen dabei Nematoden in der Trockenstarre Temperaturen bis 80°, Rotatorien und Tardigraden kurze Zeit sogar 150° C. Die gleichen Tiere vermögen im anabiotischen Zustand kalte Temperaturen von — 271'88° C. ohne Schaden zu überstehen. Temperaturstürze von 250° C. schaden ihnen nichts.

Angesichts dieser enormen Widerstandsfähigkeit wäre es somit denkbar, dass vereinzelt Moosbewohner im Zustand der Anabiose die Eruption überlebt und zurückgeblieben sind. Diese Wahrscheinlichkeit des Ueberdauerns der furchtbaren Katastrophe darf jedoch als äusserst gering betrachtet werden, da die Insel mit einer hohen Schicht von Asche bedeckt und mit der Vegetation auch die Moose vernichtet wurden.

Die Untersuchungen von RAHM (27), DOBERS (2) sowie eigene Beobachtungen (5) haben gezeigt, wie schnell die tierische Besiedelung neu sich bildender Moose vor sich geht. Im Jahre 1906 untersuchte ich die Fauna eines 2 Jahre vorher errichteten Granitdenkmals (siehe Lit. 5, p. 233), auf dem sich kleine Moosrasen gebildet hatten. Weitere Untersuchungen erfolgten 1908 und 1927. Die Besiedelung zeigte im Laufe der Jahre folgendes Bild:

Zahl der Arten

	Infusorien	Rhizopoden	Rotatorien	Tardigraden	Nematoden
Oktober 1906	wenige Individuen	2	—	2	3
" 1908	zahlreich	9	3	2	3
" 1927	zahlreich	13	7	5	4

Im Laufe von 20 Jahren hat sich somit die Artenzahl mehr als verdoppelt.

Die Verbreitung der Moosbewohner hängt von drei Faktoren ab, vom Wasser, Wind und Tieren, ist also eine passive. Es sind die gleichen Faktoren, die ERNST (3) für die Besiedelung des Krakatau mit Pflanzenkeimen verantwortlich macht, und die ich in ihrer Bedeutung für die Mikrofauna der Moosrasen schon früher eingehend geschildert habe (5).

Bei der Verbreitung durch das Wasser kommen beim Krakatau einzig die Meeresströmungen in Betracht. Mit denselben gelangen Baumstämme und Astwerk und damit epiphytische Moose und Flechten mit den tierischen Bewohnern von einer Insel zur andern. Der Salzgehalt des Meerwassers schadet nach den Versuchen von RAHM (26) auf kürzere Zeit den meisten Moosbewohnern nichts. ERNST hat denn auch am Strande der Krakatau-Insel grosse Haufen angeschwemmter Pflanzenreste beobachtet, namentlich Bäume, Stämme, Aeste, Bambusen etc.

Von grösserer Bedeutung erweist sich die Verbreitung durch Tiere, hauptsächlich Vögel, an deren Gefieder und Zehen mit anhaftenden Erdteilchen moosbewohnende Tiere oder Eier weiter getragen werden können.

Ueber die Verbreitung von Moosbewohnern durch Vögel seien folgende Beobachtungen erwähnt:

Gefieder und Zehen von zwei Rebhühnern (*Perdix perdix*) wurde zwei Stunden nach ihrer Erlegung (September 1926) in kaltem, abgekochtem Wasser gewaschen und der sich setzende Detritus untersucht. Neben verschiedenen Pflanzensamen fanden sich folgende Tiere vor:

<i>Diffugia constricta</i>	2 Exemplare
<i>Phryganella hemisphaerica</i>	1 Ex.
<i>Euglypha ciliata</i>	3 Ex.
<i>Adineta vaga</i>	1 Ex.
<i>Dorylaimus carteri</i>	2 Ex.

Bei zwei Amseln (*Merula merula*), die im Juni 1927 erlegt und in gleicher Weise behandelt wurden, beobachtete ich:

<i>Diffflugia constricta</i>	1 Ex.
<i>Centropyxis aculeata</i>	1 Ex.
<i>Nematode</i>	1 juv. Ex.

Durch diese Beobachtungen dürfte der Nachweis erbracht sein, dass Vögel als Verbreiter der Moosbewohner in Frage kommen.

Von grösserem Einfluss und ausserordentlicher Wichtigkeit für die Entstehung der neuen Moosfauna auf Krakatau ist der Wind. Nach den Ergebnissen der botanischen Erforschung durch TREUB (38) und ERNST (3) erfolgte die pflanzliche Besiedelung des Inselinnern ausschliesslich durch Windtransport. Aehnlich wie die Pflanzenkeime werden die unwägbaren leichten Tiere im Zustand der Anabiose durch die Luftströmungen emporgehoben und über grosse Strecken hinweg transportiert. Gelangen sie auf günstigen Nährboden, d.h. in die Moose und Flechten, so ist ihr Weiterleben dank der enormen Widerstandsfähigkeit gesichert.

V. Woher stammt die Moosfauna des Krakatau?

Bei der kosmopolitischen Zusammensetzung der Moosfauna ist die Frage nach ihrer Herkunft auf Krakatau schwierig zu beantworten. Aus dem Vergleich mit der Moosfauna von Java ergibt sich jedoch die Vermutung, dass in erster Linie eine Einwanderung von dieser Insel aus in Betracht kommt. Das gleichzeitige Vorkommen einzelner Arten auf Krakatau und Java lässt in gewissem Sinne diesen Schluss zu. Die Tardigraden wenigstens dürften von Java her — auf passivem Wege — eingewandert sein, worauf schon das Vorkommen von *Echiniscus duboisi* an beiden Orten hinweist.

Die Frage nach der Herkunft der Krakatau-Moosfauna wird vielleicht erst durch spätere Untersuchungen, wenn die Erforschung der Mikrofauna Niederländisch-Ostindiens weiter gediehen ist, mit einiger Sicherheit beantwortet werden können.

VI. Zusammenfassung und Schluss.

Die wichtigsten Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung über die Moosfauna des Krakatau mögen in folgenden Sätzen zusammengefasst werden.

1. Die untersuchte Moosprobe enthielt 22 *Rhizopoden*, 6 *Rotatorien*, 6 *Tardigraden* und 4 *Nematoden*.

2. Da nur eine Moosprobe untersucht werden konnte, gibt die Artenzahl nur ein beschränktes Bild der Moosfauna des Krakatau. Die Durchsicht eines grösseren Materials würde sicher auch eine grössere Arten- und Individuenzahl ergeben haben.

3. Die Moosfauna des Krakatau kann nahezu als normal angesehen werden, wenigstens in Bezug auf die Rhizopoden. In ihrer Zusammensetzung weicht sie nur wenig von derjenigen Mitteleuropas ab. Allerdings kommen dazu einige speziell südliche Arten wie *Rotifer montanus*, *Monostyla cochlearis*, *Echiniscus duboisi*, *Echiniscus bigranulatus*.

4. Die Besiedelung der Insel durch Moosbewohner dürfte zugleich mit dem Beginn der pflanzlichen Besiedelung eingesetzt haben. Als erste tierische Mikrobewohner sind gewisse widerstandsfähige und weit verbreitete Rhizopoden anzusehen, denen Rotatorien, Tardigraden und Nematoden folgten.

5. Die Einwanderung erfolgte hauptsächlich durch den Wind und durch Vögel; sie ist von den benachbarten Inseln aus, vornehmlich von Java her, erfolgt.

Literatur.

1. DAMMERMAN, K. W., The Fauna of Krakatau, Verlaten Island and Sebesy. — *Treubia* Vol. III. Livr. 1.
2. DOBERS, E., Ueber die Biologie der Bdelloidea. — *Intern. Revue d. ges. Hydrobiologie* 1915.
3. ERNST, A., Die neue Flora der Vulkaninsel Krakatau. — *Vierteljahrschr. naturf. Ges. Zürich.* Jahrg. 52. 1907.
4. HARRING, H. K., Synopsis of the Rotatoria. — *Smithsonian Institution U. S. Nat. Museum. Bulletin* 88, 1913.
5. HEINIS, F., Systematik u. Biologie der moosbewohnenden Rhizopoden, Rotatorien und Tardigraden. — *Archiv f. Hydrobiologie u. Planktonkunde*, Bd. V. 1910.
6. — Ueber die Mikrofauna alpiner Polster- und Rosettenpflanzen. — *Festschrift ZSCHOKKE*, Basel 1920.
7. HESSE, R., Tiergeographie auf oekologischer Grundlage. — Jena 1924. Verlag G. FISCHER.
8. HUDSON & GOSSE, The Rotifera or Wheel Animalcules. 1886/1889.
9. JACOBSON, E. De nieuwe fauna van Krakatau. — *Jaarb. top. Dienst* 1908. Batavia 1909.
10. LEIDY, J., Fresh-water Rhizopods of North America. — *Report of the United States Geological Survey.* Vol. 12. 1879.
11. MENZEL, R., Beiträge zur Kenntnis der Mikrofauna von Niederländisch Ostindien. — *Treubia* Vol. II bis Vol. VII. Verschiedene Aufsätze über moosbewohnende Harpacticiden und Nematoden.
12. — Over mos bewonende Cyclopiden en Harpacticiden en over vrij levende terricole Nematoden van den maleischen Archipel. — *Handelingen van het derde Nederl.-Indisch Natuurwetenschappelijk Congres, gehouden te Buitenzorg op 25, 26, 27 en 28 Sept.* 1924.
13. — Cyclopides muscicoles et bromélicoles de Java. — *Annales de Biologie lacustre*, Tome 14. 1925.
14. MURRAY, J., Rotifera of the Sikkim Himalaya. — *Journ. Roy. micr. Soc.* 1906.
15. — Tardigrada. — *British antarctic expedition 1907 — 09. Part V.* 1910.

16. MURRAY J., Australian Rotifers. — Journ. Roy. micr. Soc. 1911.
 17. — Rotifera of New Zealand. — Journ. Roy. micr. Soc. 1911.
 18. — Waterbears or Tardigrada. — Journ. Quekett micr. Club. 1911.
 19. — South American Rotifera. — Journ. Roy. micr. Soc. 1913.
 20. — Australasian Rotifera. — Journ. Roy. micr. Soc. 1913.
 21. PENARD, E., Faune rhizopodique du bassin du Léman. Genève 1902.
 22. — On some Rhizopods from Sierra Leone. — Journ. Quekett micr. Club. 1911.
 23. — Rhizopode d'eau douce. — British antarctic Expedition 1907—09. Vol. 1. Part VI. 1911.
 24. — Notes sur quelques Sarcodiniés. — Revue suisse de Zoologie. Tome 20. 1912.
 25. PENZIG, O., Die Fortschritte der Flora des Krakatau. — Ann. du jardin bot. Buitenzorg 1902. II. série. Vol. III.
 26. RAHM, G., Biologische u. physiologische Beiträge zur Kenntnis der Moosfauna. — Zeitschr. Allg. Physiol. Jena. Bd. 20. 1921.
 27. — Die Trockenstarre (Anabiose) der Moostierwelt. — Biolog. Zentralblatt 1926.
 28. — Neue Versuche zur Lösung der Frage, ob die Lebensäuserungen (Stoffwechselforgänge) in der Trockenstarre zum Stillstand kommen. — Convocation Soc. Fribourgeoise Sciences Naturelles. No. 4. 1927.
 29. RICHTERS, F., Neue Moosbewohner. — Ber. Senckenbg. Nat. Ges. 1902.
 30. — Fauna der Moosrasen des Gaussberges und einiger südlicher Inseln. — Deutsche Südpolarexpedition 1901—03. Berlin 1907.
 31. — Moosbewohner. — Schwedische Südpolarexpedition 1901—03. Bd. VI.
 32. — Moosfaunastudien. — Ber. Senckenberg Nat. Ges. 1908.
 33. — Beitrag zur Kenntnis der Moosfauna Australiens und der Inseln des pazifischen Ozeans. — Zoolog. Jahrbücher. Systematik. Bd. 26. 1908.
 34. — Fauna der Moosrasen der Aru- und Keiinseln. — Abhandlg. Senckenbg. Nat. Ges. Bd. 33. 1911.
 35. — Tardigrada. — Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Bd. 9. 1913.
 36. SLUITER, C. H., De nieuwe kustfauna van Krakatau. — Natuurk. Tijdschr. Ned. Indië. Dl. 48. 1888.
 37. VAN LEEUWEN, W. DOCTERS, The flora and the fauna of the islands of the Krakatau group in 1919. — Ann. du Jard. Bot. de Buitenzorg. Vol. XXXI. 1920.
 38. TREUB, M., Notice sur la nouvelle Flore de Krakatau. — Ann. du jardin bot. Buitenzorg. Vol. 7. 1888.
-

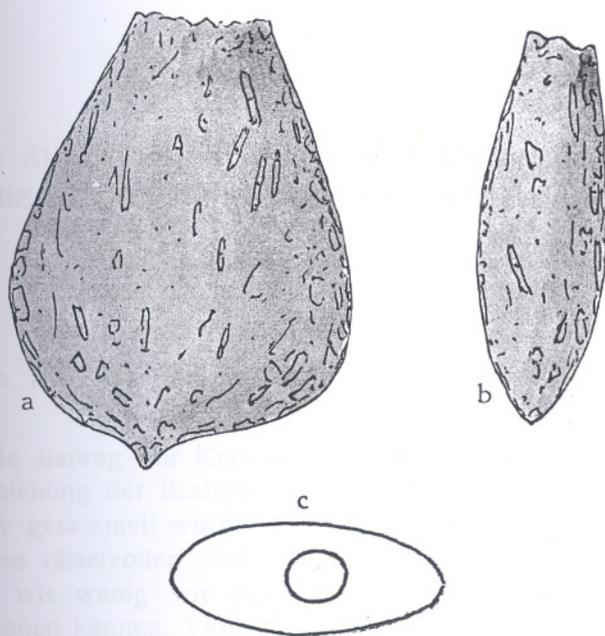


Fig. 1. *Diffflugia lingula* PENARD. a. von der Breitseite; b. von der Schmalseite; c. von oben mit der Mundöffnung.

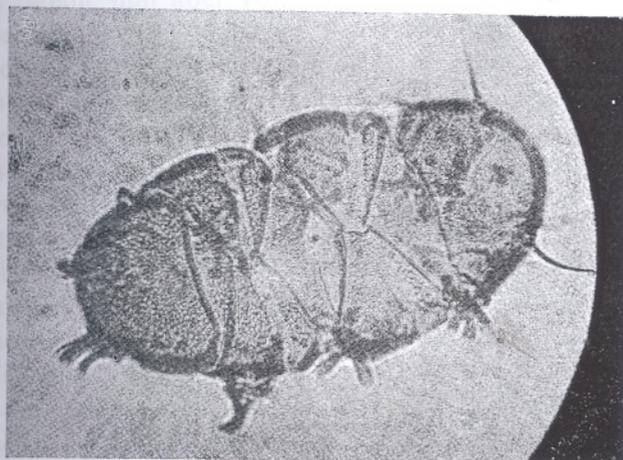


Fig. 2. *Echiniscus bigranulatus* RICHT.
Mikrophotographie.