

N O T I Z
über die
dysphotische Flora einer Süßwassersee in Java
von
Dr. S. H. KOORDERS.

»Die Flora der aphotischen Region ist nicht bekannt; jedenfalls ist sie sehr ärmlich,« schreibt Schimper ¹⁾ im Jahre 1898. Und es kann hieran zugefügt werden, dass über die dysphotische Süßwasser-Flora der Tropen bisjetzt in der Literatur nichts erwähnt ist.

Desshalb wird es nützlich sein hier einiges mitzuthemen über Beobachtungen, welche ich in der Süßwassersee von Ngebel über die dysphotische Flora gemacht habe.

Diese Süßwassersee, auf welcher sich meine Beobachtungen beziehen, liegt auf dem Westhang des Wilis-Gebirges in der Provinz Madiun in Mitten-Java auf ungefähr 800 Meter Meereshöhe bei dem Dorfe Ngebel.

Die Ngebelsee hat 1 Kilometer Durchmesser von Ost nach West und $1\frac{1}{2}$ Kilometer von Nord nach Süd, folglich eine Oberfläche von 1.39 Kwadrat-Kilometer. Der Rand der See ist an der Südseite geöffnet und der Ausfluss findet hier statt. Im Juli 1887 wurde die Tiefe der Ngebelsee von Dr. R. D. M. Verbeek gemessen. Er erhielt als die grösste Tiefe

¹⁾ Schimper, Pflanzen geographie auf physiologischer Grundlage, p. 849.

46 Meter in der Nähe der Mitte der See und fand den Boden ziemlich flach. ¹⁾

Als ich im Monat November 1900 die Ngebel-See besuchte, erhielt ich als Maximal-Tiefe 47 Meter und fand an zahlreichen Stellen eine Tiefe von 39 und bis 45 Meter, und ziemlich nahe am Südufer noch über 20 Meter.

Aus den Tiefen von 39—47 Meter der Ngebel-See holte ich mittelst eines einfachen Apparates kleine Bodenproben herauf. Diese von der Oberfläche dieses 39—47 M. tiefen Seebodens erhaltenen Proben waren makroskopisch und mikroskopisch alle sehr gleichartig.

Makroskopisch war es ausnahmslos ein schwarzer, sich etwas schleimig anführender geruchloser Schlamm, in welchem man beim Feinreiben zwischen den Fingern meist nur wenig kleine Gesteinspartikelchen fühlen konnte.

Mikroskopisch lieferte die Beobachtung dieses (aus 39—47 Meter Tiefe heraufgeholt) Schlammes Folgendes:

Bei durchfallendem Licht und in nicht zu dünner Schicht ausgebreitet war es eine bräunliche, homogene, in Flocken vertheilte Haupt-Masse, in welcher Gesteinspartikelchen zerstreut lagen. Bei Ausbreitung in sehr dünner Schicht und bei Beobachtung mit starken Vergrößerungen war die Farbe der bei sehr schwacher Vergrößerung noch homogenen Haupt-Masse mit Ausnahme der häufig gelbbraunlichen Gesteinspartikelchen sehr blass-gelblich-grau.

Und diese bei schwacher Vergrößerung noch scheinbar homogene schleimige Hauptmasse des Schlammes zeigt sich bei stärker Vergrößerung fast vollständig organischer Natur und hauptsächlich bestehend aus Diatomeen, sowie aus Coccen- und Stäbchen-bakterien.

Die Protozoa waren hier nur durch eine relativ geringe Zahl

¹⁾ Verbeek en Fennema, Geologische Beschrijving van Java, I. p. 245.

(lebender) Amoeben representirt und die übrigen Gruppen des Thierreiches nur durch vereinzelte Spongillen-Kieselskelet-Nadeln.

Die höheren Pflanzen waren in dieser Schlamm nur durch todt oder halbverfaulte und von Bacterien dicht umgebene und angegriffene Fragmente vertreten. Und die lebenden pflanzlichen Organismen waren hier ohne Ausnahme Bacillariaceae und Schizomycetes, zwar vorwiegend nur eine Diatomeen-Species nämlich eine hyaline, sehr schmale und lange Form von *Synedra acus* *Kuetz.*

Systematisch und physiognomisch war diese Tiefenflora (aus 39 M. bis 47 M.) scharf verschieden von derjenigen, welche in derselben See in geringer Tiefe (z. B. oberhalb 5 Meter Tiefe) gefunden wird.

Von den zur Zeit meines Aufenthaltes (November 1900) auf der Ngebelsee geselliglebenden Plankton-algen fand sich nur eine einzige Species, nämlich die für Java neue *Botryococcus Braunii*, (*) nur ein einziges Mal und schon ganz todt, in dem abyssalen Schlamm. Die übrigen von mir in Ngebelsee beobachteten Plankton-Algen fanden sich nie in dem abyssalen Bodenschlamm der See. Dieses war auch der Fall mit den zahlreichen nahe der Oberfläche in der See lebenden Schizophyta und Euphyceae.

Characteristisch für alle Organismen, welche in den grössten von mir untersuchten Tiefen der Ngebelsee leben, ist das vollständige Fehlen reingrüner Chromatophoren und für diese Diatomeen auffallende Endochrom-Armuth.

Die hier geselliglebende und die Hauptflora bildende Form

(*) In einem Artikel im „Journal de botanique“ von 1896 sagt CHODAT, das Madme Weber-van Bosse ihm mitgetheilt habe, dass *Botryococcus Braunii* in Sumatra von ihr beobachtet worden ist. Für Java war jedoch das Vorkommen dieser von mir bei Ngebel massenhaft beobachtete (und auch gesammelte) Plankton-alge bisher noch nicht bekannt.

der genannten *Synedra acus* hat nur so wenige und so äusserst kleine, bräunliche Chromatophoren, dass kaum an kräftig assimilatorischer Thätigkeit gedacht werden kann. Diese Armuth deutet eher auf saprophytische Lebensweise. Diese Tiefenform der *Synedra acus* ist aussergewöhnlich durchscheinend, und mit Ausnahme der genannten Endochrom-Körnchen vollständig farblos.

Die schleimartigen Gallertmassen dieser geselliglebenden *Synedra* sind blassgelblich oder blassbräunlich. Innerhalb diesen Gallertmassen liegen häufig zahlreiche Coccen- und Stäbchen-Bakterien.

Auf Grund vorläufiger, mit Hülfe der »Flora (*) von Buitenzorg« (Wildemann's Essai d'une flore algologique de Java.) Bestimmung folgt hier eine kurze Uebersicht über die pflanzlichen (lebenden) Organismen, welche in 39 Meter bis 47 Meter Tiefe in der Ngebelsee von mir gefunden worden sind.

Diese *Synedra* bildet den Hauptbestandtheil dieses Schlammes. Sie lebt in Colonien mit reichlichem Gallertlager.

1. *Synedra acus*? *Kuetz.* — Wenn man diesen Schlamm auf Platina verbrennt, bleibt eine graue Diatomeen-Erde zurück, welche hauptsächlich aus dieser Diatomee besteht. Die Schalen sind meist bis 156 μ . lang und bis 5 μ . breit in der Mitte und 2 μ . breit am Ende.

Die in Wildemann l. c. citirte Abbildungen dieser *Synedra* (sowie der Varietät *delicatissima Grun.*) fehlen leider in der Bibliothek des Botanischen Gartens in Buitenzorg und ebenfalls die Beschreibung der sehr verwandten *Synedra tenuis* var. *subtilis Leud.-Fortm.* (Wildemann l. c. p. 270). Daher bleibt die obige Bestimmung noch unsicher.

Zwischen diesen Colonien von *Synedra acus Kuetz.*

(*) de Wildemann, Essai d'une flore algologique de Java, dans: Flore de Buitenzorg, publié par le Jardin botanique de l'état, Leiden 1900.

(und? der var. *delicatissima Grun.*) finden sich mehr oder weniger vereinzelt folgende freilebende Diatomeen:

2. *Denticula elegans Kuetz.* — Diese äusserst zierliche Species ist hier nicht selten.
3. *Amphora ovalis Kuetz.*, findet sich zwar nie in Colonien, kommt hier jedoch in ziemlich zahlreichen Individuen vor.
4. *Nitzschia Palea? W. Sm.* — Sehr selten.
5. *Sceptroneis erinacea Schütt.* — Selten.
6. *Mastogloia spec.* — Selten.
7. *Navicula? spec.* — Nicht selten.
8. *Paralia sulcata Cleve var. radiata? Grun.* (= *Gallionella* alior). — Sehr selten.
9. *Cocconeis placentula? Ehrenb.* — Ein von mir gemessenes Exemplar war 24 μ . lang und nur 3 μ . dick. — Nur sehr wenige Individuen gefunden.
10. *Suriraya splendida Kuetz.* — Diese ausserordentlich schön-gebaute Diatomee war seitdem Junghuhn dieselbe vor dreiviertel Jahrhundert auf Java sammelte, nicht auf dieser Insel zurückgefunden. Ein von mir gemessenes Exemplar war 210 μ . lang und 77 μ . breit. Nur einige wenige Exemplare von mir gesehen.
11. *Melosira spec.* — Nicht selten.
12. *Homoeocladia Martiana Ag.* — Sehr selten.
13. *Fragillaria spec.* — Selten.
14. Colonien von farblosen Coccaceae und Bacteriaceae, besonders innerhalb und in der Nähe von Fragmenten tochter Pflanzen oder Thiere, welche zu Boden gesunken sind.

Die Zahl der Diatomeen-Species in dem Tiefenschlamm der Ngebelsee wird bei wiederholter Untersuchung zweifellos ansehnlich vermehrt werden können. Untersuchungsmaterial dieser in Entstehung begriffenen Diatomeen-Erde stelle ich gerne andern Forschern zur Verfügung.

Ueber das Vorkommen von Diatomeen-Erde auf Java habe ich in der mir zugänglichen Literatur (auch nicht in Verbeek en Fennema's Geol. Java) nichts finden können.

Erwähnung verdient hier, zum Vergleich mit obiger Diatomeen Liste, was Dr. L. Vuyck*) neuerdings aus den nachgelassenen Papieren Suringar's publizirt hat über die Arten einer fossilen Diatomeen-Erde bei Renkum in Holland. Diese Erde wurde entdeckt von N. C. Koker, eingesandt von J. D. Kobus und untersucht von Suringar und Kinker. Die Hauptmasse dieser fossilen Erde bestand aus *Melosira granulata Pritsch.*, während ausserdem noch etwa 68 Diatomeen-Species (und zahlreiche Varietäten) in derselben gefunden wurden.

Die Mächtigkeit des Diatomeen-Schlammes auf dem 39—47 M. tiefen Boden der Ngebelsee ist von mir nicht gemessen. Die Kenntniss derselben wäre wichtig in geologischer Hinsicht. Denn bekanntlich bilden fossile Diatomeen besonders in quartären und tertiären Ablagerungen mächtige und ausgedehnte Anhäufungen von Bergmehl, Kieselguhr, Tripel, Diatomeen-Erde, u. s. w., wie alle die verschiedenen Arten des Auftretens heissen.

In der Literatur findet sich, wie gesagt, nichts über die dysphotische Süßwasser-flora der Tropen. Nur über Europa finden sich über diesem Gegenstand einige Angaben. Diese lasse ich zum Vergleich mit meinen in Java gemachten Beobachtungen über dieses limnetischen Florengebiet im Auszuge hier folgen.

Schimper(**) unterscheidet im Wasser drei Lichtregionen, und zwar: 1) Die photische oder helle Region, in welcher die Lichtintensität für die normale Entwicklung von Makrophyten genügt; 2) die dysphotische oder dämmerige Region, in welcher die meisten Makrophyten nur kümmerlich oder

(*) Dr. L. Vuyck, Over een nieuw ontdekte laag van diatomeen-aarde in Nederland: in het Kruidkundig Archief van 1900, 3e serie, 2e deel, 1e stuk, pp. 65.

(**) l. c. p. 818.

gar nicht mehr gedeihen, während gewisse genügsame assimilirende Mikrophyten (namentlich Diatomaceen) noch fortkommen und 3) die aphotische oder dunkle Region, in welcher nur noch nicht-assimilirende Organismen existiren können. Entsprechend der ungleichen Trübung der Gewässer durch suspendirte Theilchen liegen die Grenzen der Regionen in den Einzelfällen sehr ungleich tief z. B. zwischen 5 und 30 M. für die Grenze der photischen und dysphotischen Region. Durch Exposition photographischer Platten fanden Fol (*) und Sarasin Folgendes: 1) In der Genfer See zeigten photographische Platten, welche 10 Minuten am Mittag in 237 Meter Tiefe exponirt waren, keine Lichtwirkung, während auf 170 Meter Tiefe noch Lichtwirkung constatirt werden konnte und dieselbe auf 120 Meter noch ziemlich stark war. 2) Im Mittelmeer wurde am Mittag an einem hellen Tag für die Lichtgrenze 400 Meter Tiefe gefunden.

Durch directe Beobachtung mittelst einer Edison'schen Glühlampe fand man in einer Schweizer See (im Lac Léman) dass die Grenze des diffusen Lichtes dort 60—90 M. beträgt, während dort für die Grenze der sogenannten »vision nette" 25—40 Meter gefunden wurde.

Weil nun während meiner Untersuchung der Ngebel-See das Wasser derselben durch sehr reichliches Auftreten von rothen und blau-grünen Plankton- und Hemiplankton-Mikrophyten ausserordentlich trübe war, liegt die von mir untersuchte Tiefenflora zweifellos in Schimper's dysphotischer Region und kann die dort in 40 Meter (und mehr) Tiefe lebende Flora nur so äusserst wenig diffuses Licht empfangen, dass nur äusserst genügsam-assimilirende, sowie parasitisch oder saprophytisch lebende Mikrophyten dort noch fortkommen können.

(*) Fol et Sarasin, Pénétration de la lumière du jour dans les eaux du lac de Genève et dans celles de la Méditerranée — Mémoires de la soc. phys. et d'hist. natur. de Genève, 1887, T. XXIX.

Das Wenige, welches überhaupt (und zwar nur ausserhalb der Tropen) über die Zusammensetzung und den Character des hier behandelten Florengebietes bekannt ist, findet sich folgenderweise kritisch zusammengefasst in Schimper's Pflanzen geographie (im Jahre 1898).

Die dysphotische Region des Benthos der Süsswasserseen besitzt in der Regel nur eine Mikrophyten Vegetation, bestehend aus Bacillariaceen, Oscillarien und Beggiatoen; ausnahmsweise zeigen sich Grünalgen (*Scenedesmus*, *Pediastrum*) und Peridineen (im Züricher See bei 60—90 M. nach Imhof) und nur einmal ist eine höhere Pflanze gefunden worden, nämlich *Thamnum alopecurum* var. *Lemani* im Genfer-See bei ungefähr 60 M. Tiefe, durch Forel. Einige Arten scheinen echte Tiefenbewohner oder »dysphotische Gewächse« zu sein; doch sind die physiologischen Eigenschaften, welche solche Lebensweise veranlassen, nicht bekannt. In den grössten untersuchten Tiefen der Boden-See (160 M. und 240 M.) zeigte sich der Schlamm vegetationslos bis auf einige Exemplare der Diatomee *Cymatopleura Solea Breb.* Immerhin zeigt dieser Befund, dass noch in solchen Tiefen die Existenz an das Licht gebundener Organismen möglich ist. Die dysphotische Flora von der Genfer See dürfte etwas reicher sein, da Forel von einem organischen Filze, in welchem Diatomeen herrschen, berichtet.

Die von Schimper erwähnte Specialliteratur über diese dysphotische Flora fehlt leider in der Bibliothek von 's Lands Plantentuin in Buitenzorg. Und ich sehe mich daher genöthigt mich auf das oben Citirte zu beschränken. Nur sei noch mitgetheilt, das Warming (1896) in seiner Pflanzengeographie darauf hinweist, wie wenig noch über dieses von ihm »abyssale Vegetation«, genanntes Pflanzenleben, bekannt ist. Warming sagt, dass sich in diesen grossen Tiefen wahrscheinlich ein reiches anaerobes Bacterienleben finden wird.

Meine Untersuchung hat nun ergeben, dass der Boden der

Ngebelsee in 39 bis 47 Meter Tiefe bedeckt ist mit einem schleimigen organischen Filze, in welchem Bacillariaceae resp. Diatomeen (besonders eine gesellig lebende Species) und in zweiter Linie auch Schizomycetes (nur Colonien von Coccaeae und Bacteriaceae) vorherrschen. Peridineen und Grünalgen, sowie Beggiatoaceae und Oscillarien, sowie Representanten aus den Phanerogamen, welche ja anderwärts in der dysphotischen Region (in Europa) vereinzelt beobachtet worden sind, fehlten in allen von mir aus der beschriebenen Tiefe untersuchten Schlammproben, trotzdem dieselben in der Ngebelsee sich wohl in der photischen Region, (und zwar besonders oberhalb 5 Meter Tiefe) finden.

Die von mir bei Ngebel beobachtete dysphotische Süßwasser-Flora bestand also ausnahmslos aus: Bacillariaceae und Schizomycetes und zwar vorwiegend aus Ersteren.

Buitenzorg, 24 Januar 1901.