

MERENONDERZOEK IN NEDERLANDSCH INDIE

(Vervolg van blz. 157)

Sumatra kenmerkt zich door het bezit van groote meren, waarvan er 3, nl. het Ranau-meer in het zuiden en het Meer van Singkarak en van Manindjau in de Padangsche Bovenlanden, nagenoeg even groot zijn ($\pm 100 \text{ km}^2$) en ook t.o.v. hun gelaagdheid veel overeenkomst met elkaar vertoonen. Het in de noordelijke helft gelegen reusachtig bekken van het Toba-meer daarentegen behoort tot een speciale grootte-klasse. De 3 eerst genoemde meren zijn alle diepe bergmeren met helder water („Sichttiefe” 3.5 – 6.5 m), groen tot blauwgroen van kleur en met een gehalte

aan nanno-plankton, dat slechts een onderdeel bedraagt van dat der reeds besproken meren van Java (2000-7000 exemplaren per cm^3).

Als voorbeeld voor de verhouding t.o.v. de gelaagdheid bij dit type moge het **Meer van Manindjau** (fig. 7) in het kort besproken worden, een karakteristiek, 169 m diep caldera-meer in de Padangsche Bovenlanden, 98 km^2 groot en 465 m boven zee gelegen. Fig. 8 geeft aan, dat de verhoudingen in hoofdzaak gelijk zijn aan die van het kleinere Meer van Klakak.



Fig. 7. Meer van Manindjau.

Foto Hermann.]

Evenwel ziet men uit de temperatuurskromme, dat een scherpe scheiding tusschen het epi-, meta- en hypolimnion ontbreekt, doch dit feit mag niet als normaal beschouwd worden, omdat onderzoekingen van andere meren van dezelfde grootte, b.v. van het Ranau-meer, zeer typisch gevormde temperatuurskrommen opleverden. Voorts bleek, dat de diepte van het epilimnion in deze groote kommen gemiddeld meer dan het dubbele bedraagt van die in de kleine meren van Java. De verdeeling van de opgeloste zuurstof komt in het algemeen overeen met die in het Meer van Klakah. Toch springen ook enkele opmerkelijke verschillen in het oog: het verval is veel minder steil en beslaat een waterlaag van 40 m diepte, terwijl het nulpunt eerst diep in het hypolimnion wordt bereikt. Een toename van het water met ammoniak-stikstof, phosphaten, ijzer, enz. werd eerst in het onderste, zuurstofvrije deel van het hypolimnion geconstateerd, zoodat de krommen in vergelijking met die van het Meer van Klakah lager verlopen, hoewel de bereikte hoeveelheden even groot waren als daar. De verhoudingen in het nabij gelegen Meer van Singkarak en in het Ranau-meer in Zuid Sumatra bleken ons

geheel overeen te komen met die in het Meer van Manindjau. Wij waren in de gelegenheid in het Ranau-meer (fig. 9) plaatselijk een door afkoeling veroorzaakte circulatie van het water te constateeren: er heerschte een gelijkmatige warmte (homothermie) tot op een diepte van ± 70 m, terwijl het zuurstofgehalte in de bovenste lagen tegelijkertijd tot 73 % van de verzadigings-toestand was afgenomen door bovenwaartsche stroomingen van zuurstofarm diepte-water. Een dergelijke vermindering van zuurstof kan voor het dierlijk leven, vooral voor de visschen, catastrofaal worden, speciaal daar, waar zij een nog grootere omvang aanneemt, zooals dat in het bijzonder in kleinere meren met hooggelegen „Sprungschicht” gemakkelijk kan voorkomen. Menig geval van vischsterfte, dat men in de meren van Java heeft waargenomen tijdens het ontstaan van zwavelwaterstof, zal mogen worden toegeschreven aan het omhoog stijgen van zuurstofarm en H_2S -rijk diepte-water gedurende een verandering der gelaagdheid.

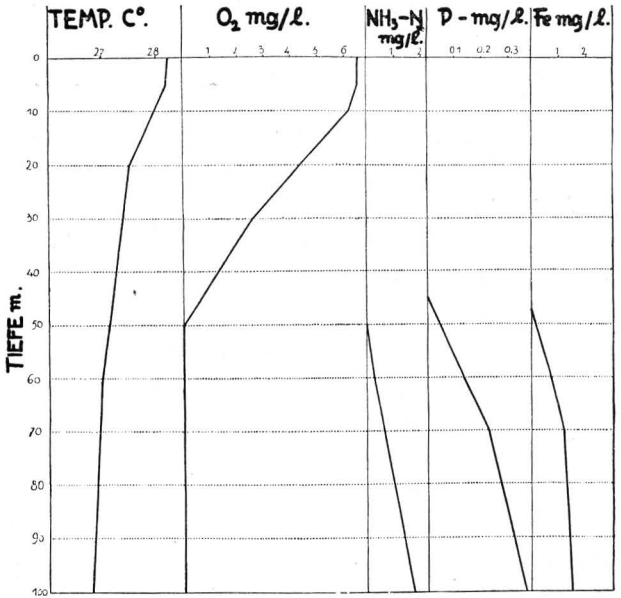


Fig. 8. Krommen van temperatuur, zuurstof, ammoniak-stikstof, phosphor en ijzer voor het Meer van Manindjau.



Fig. 9. Ranau-meer.

Foto Hermann.]

tuurskromme (fig. 11) betreft, t. o. v. deze valt slechts de dikte en de gelijkmatige

Als laatste voorbeeld zij nog het **Toba-meer** (fig. 10) besproken, dat reeds door zijn uitgestrektheid en diepte een afzonderlijke plaats onder de meren van Nederlandsch-Indië inneemt en dat door zijn prachtige blauwe kleur, zijn groote doorzichtigheid („Sicht-tiefe” ± 12 m) en door zijn gering gehalte aan nanno-plankton (enkele honderden exemplaren per cm^3) volkomen te vergelijken is met de Alpen-meren van het extreem oligotropie type.

Wat de tempera-

warmte van het epilimnion te vermelden; dit laatste reikt tot 25 m, dus tot een diepte, welke in de kleine meren van Java reeds ver in het hypolimnion gelegen is. Het verloop van de zuurstofkromme is nagenoeg gelijk aan die in het Meer van Manindjau, doch de dikte van de verzadigde oppervlakte-laag wijkt ervan af; deze is nl. 30 m, terwijl zelfs in de grootste gemeten diepte van 425 m de zuurstof niet volledig verdwenen bleek. Toch komt t.o.v. de gelaagdheid de kromme nog steeds volmaakt overeen met het eutrophe type van een meer der gematigde streken (vgl. fig. 2, het Plöner-meer).

Over de andere krommen in fig. 11 valt weinig te zeggen. De gelaagdheid t.o.v. het koolzuur en van p_H komt overeen met die der andere aan bicarbonaat



Foto Feuerborn.]

Fig. 10. Toba-meer.

arme meren. Opvallend is het zeer geringe gehalte aan fosphaat, zelfs in de grootste diepten, hetgeen ook geldt voor de ammoniakstikstof. IJzer, mangaan en zwavelwaterstof ontbreken.

Het bovenstaande geldt voor de twee groote onderdeelen van het Toba-meer, nl. voor het noordelijk en voor het zuidelijk bekken, en in hoofdzaak ook voor het

vlakker, zuidoostelijk Porsea-bekken. Daarentegen vertoont het 26 km² groote Pangoeroeran-bekken, dat slechts door een nauwe arm met het hoofdmeer verbonden is, geheel andere verhoudingen t.o.v. de gelaagdheid. Hier troffen wij een 10 m diep epilimnion aan, het verval in het hypolimnion was in hoofdzaak steiler en de temperatuur der diepere lagen geringer. Een dergelijke gelaagdheid gelijkt zeer veel op die der middelmatig groote meren van Sumatra (Ranau, Manindjau en Singkarak). Hiermee geheel in overeenstemming gedroeg zich de verdeeling van de zuurstof: reeds op een diepte van 70 m was alle zuurstof verdwenen, terwijl de zuurstofkromme voor het overige een zeer groote overeenkomst vertoonde met die van het type der middelmatig groote meren.

Deze verschijnselen wijzen op een verband tusschen de gelaagheidsverhoudingen en de grootte van het oppervlak. Het is dan ook niet van belang ontbloeit de vergelijking uit te breiden tot de andere door ons onderzochte meren, waaraan echter niet de temperatuurkrommen, welke naar gelang van de zeehoogte verschillend uitvallen, ten grondslag behooren te worden gelegd, doch de stabiliteit. Fig. 12 (links) geeft de stabiliteits-diagrammen weer van 8 meren tot op een diepte van 20 m, waarbinnen de karakteristieke veranderingen zich afspelen. Een kenmerk

van het epilimnion is de onveranderlijke of slechts langzaam toenemende stabiliteit; de scherpe knik in de kromme geeft de bovenste grens van de „Sprungschicht” aan. Op het eerste gezicht reeds laten zich 3 reeksen van krommen onderkennen, die overeenkomen met de 3 hier t.o.v. de grootte onderscheiden typen. Bij de besproken meren op Java, welke alle klein zijn, nl. minder dan 2 km² oppervlakte beslaan, ligt de „Sprungschicht” meestal bij of boven 5 m diepte; zij bereiken reeds op een diepte van 10 m een zeer belangrijke stabiliteit. Hun krommen verlopen bijna evenwijdig, geheel onafhankelijk van de diepte, die in de ter sprake gebrachte gevallen wisselde tusschen 17 en 134 m. Bij de 3 meren, die een oppervlakte hebben van ± 100 km², begint een merkbare stabiliteit eerst een weinig onder de 10 m diepte op te treden, terwijl ten slotte in het Toba-meer de bovenste waterlaag van 20 meter diepte slechts een zeer geringe stabiliteit aanwijst.

De groepeerings der zuurstofkrommen (fig. 12, rechts) komt bijna volkomen overeen met die der stabiliteits-krommen.

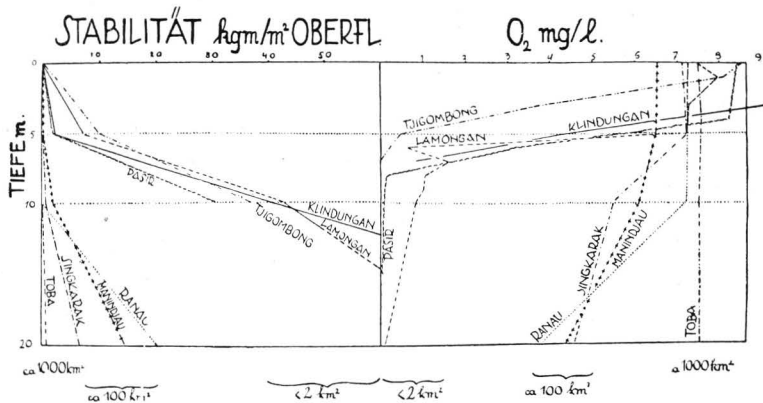


Fig. 12. Stabiliteits- en zuurstofkrommen voor de onderzochte meren.

die zich voordoen, hangen, voorzoover zij de temperatuur, resp. de stabiliteit betreffen, zooals van zelf spreekt slechts af van den physischen toestand. De grootere snelheid, die de wind verkrijgt boven uitgestrekte wateroppervlakten, de grootere stuwkracht der in beweging gebrachte watermassa's, de relatief minder remmende kracht der

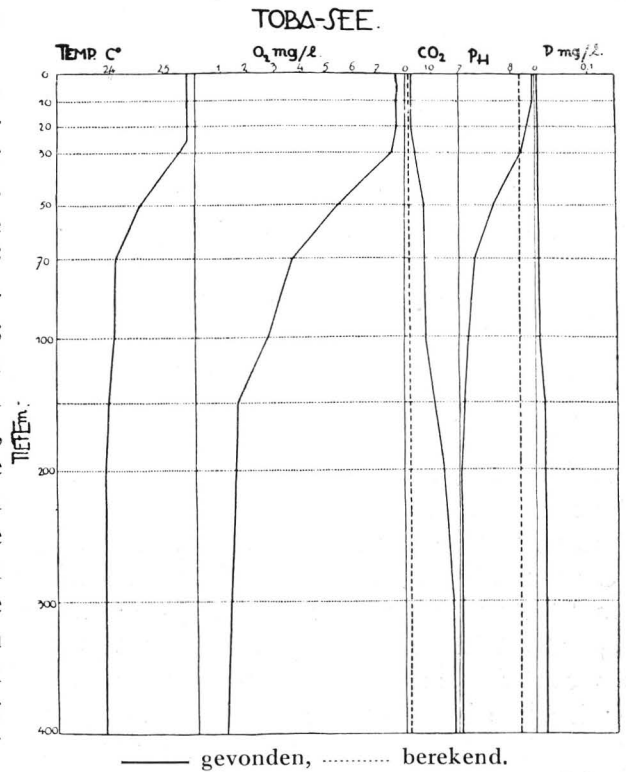


Fig. 11. Krommen van temperatuur, zuurstof, koolzuur, pH en phosphor voor het Toba-meer.

Bij de kleine meren is op 10 m diepte de zuurstof geheel of bijna geheel verdwenen; bij de middelmatig groote meren begint die afname eerst op deze diepte, terwijl er in het Toba-meer een gelijkmatig zuurstofgehalte blijft bestaan tot 20 m diep.

Deze vergelijkingen toonen ons hoezeer de verhoudingen in de stabiliteit en met deze ook de chemische gelaagdheid afhankelijk zijn van de grootte van het oppervlak. De verschillen,

stroomingen nabij de oevers zijn alle factoren, welke men verantwoordelijk mag stellen voor de dieper gaande vermenging der waterlagen in de groote meren.

De zuurstofkromme wordt natuurlijk evenzoo in hooge mate beheerscht door deze mechanische verschijnselen, hoewel zij natuurlijk belangrijk gewijzigd wordt door de organismen in het betreffende meer. Nu vertegenwoordigen de 3 grootte-typen der door ons onderzochte meren zonder twijfel tevens 3 verschillende stadia t.o.v. de voeding, een feit, dat reeds te constateeren valt aan zuiver uiterlijke kenmerken, nl. aan de kleur van het water en aan de doorzichtigheid er van, doch ook vooral aan het gehalte aan plankton. Dat voor de hoeveelheid organische substantie van een meer naast andere factoren ook de grootte van het oppervlak een beslissende factor is, behoeft niet te verwonderen als men bedenkt, dat bij het toenemen van het oppervlak van een meer de relatieve oeverlengte, berekend t.o.v. de vlakte-eenheid, afneemt. En juist de oevers vormen een der voornaamste voedings-, vnl. stikstofbronnen.

Onze onderzoekingen hebben dus uitgewezen, dat de meren van Nederlandsch Indië in een reeks gerangschikt kunnen worden, beginnend met de extreem eutrophe meren rondom den Lamongan en andere kleine meren van Java en via de groote meren van Zuid en Midden Sumatra eindigend in het typisch oligotrophe Toba-meer. Ondanks groote verschillen in het voortbrengen van organische bestanddeelen komt, met betrekking tot de zuurstof, de gelaagdheid in elk der gevallen overeen met dat type, dat in de gematigde streken ons gebleken is kenmerkend te zijn voor eutrophe meren. Voorzoover wij thans kunnen beoordeelen ontbreekt een oligotroph gelaagdheidstype in de tropen volkomen.

Thans hebben wij de vraag te stellen, waardoor eigenlijk dit opvallend verschil ontstaat. M.i. valt de beantwoording dezer vraag gemakkelijk af te leiden uit de totaal verschillende verhoudingen in temperatuur van het hypolimnion. In het gematigde en arktische klimaat hebben de meren in de diepte een temperatuur, welke doorgaans weinig van 4° verschilt. De vergane plankton-organismen en de andere organische resten komen bij het bezinken spoedig in lagen met een temperatuur, die de omzetting door bacteriën belemmert en — evenals in een ijskist — conserveerend werkt. Relatief weinige bestanddeelen worden gedurende dit omlaag zinken ontleed; veel ervan zal in niet-omgezetten toestand den bodem bereiken. Anders is dit voor meren in de tropen, bij welke de temperatuur der diepere lagen ongeveer 20° hooger is dan die in de gematigde streken. Nu weten wij, dat volgens de temperatuur-regel van VAN 't HOFF bij een temperatuursstijging van $\pm 10^\circ$ de snelheid der omzetting — in ons geval dus de ademhaling en de omzetting door bacteriën — verdubbeld tot verdrievoudigd wordt, zoodat de meren der tropen een snelheid van omzetting kunnen vertoonen, die 4 tot 9 maal zoo groot is als die der meren in de gematigde streken en die dan ook bij het oligotrophe type de zuurstof snel in het hypolimnion doet verdwijnen. Hieruit volgt tevens, dat een veel grooter deel der zinkende organische bestanddeelen reeds in het vrije water omgezet en dat slechts relatief weinig daarvan op den bodem van het meer afgezet zal worden. Inderdaad vond Prof. HUMMEL, die de door ons verzamelde moddermonsters onderzocht, een betrekkelijk gering gehalte aan organische substantie.

Deze versnelde omzetting voert, zooals wij gezien hebben, eveneens tot een sterke opeenhooping van afvalprodukten der eiwitstoffen, dus van ammoniak en phosphaten in de diepere lagen der tropische meren. Hoe groot deze hoeveelheden

kunnen zijn, wordt eerst duidelijk, als men ze berekent voor den totalen inhoud van het meer. Voor de onderste 20 meters van het Meer van Klakah, dat met een doorsnede van slechts 750 en een diepte van 28 meter tot het kleinste der onderzochte meren behoort, bleek dit een totaal gehalte te zijn van 1400 kg phosphor en 12000 kg ammoniak-stikstof. Bij een der groote meren, b.v. bij het Meer van Manindjau (97 km²) stijgen deze waarden natuurlijk ontzaglijk. Hier werd voor de hoeveelheid water beneden 60 m diepte door berekening 1.5 miljoen kg posphor en 7 miljoen kg ammoniak-stikstof gevonden. Dit is een geweldig, doch dood kapitaal aan uiterst waardevolle plantaardige voedingsstoffen, dat echter onbenut liggen blijft op den bodem der meren. Onwillekeurig vragen wij ons af, of dit materiaal niet op te pompen ware en of men — in plaats van, zooals totnogtoe, het oppervlakte-water — niet beter het *diepte*-water der meren zou kunnen benutten voor het bevoeien van rijstvelden en voor andere cultures.

Alleen wanneer door afkoeling homothermie en bij beëindigde stabiliteit vermenging plaats heeft, komen de waterhoeveelheden van het hypolimnion en hiermede ook de aldaar opeengehoopte voedingsstoffen aan de oppervlakte, welke dan deels weer ten goede kunnen komen aan de productie van het meer. Terwijl in het koelere klimaat deze vermenging der lagen gebonden is aan den winter en zich dus telken jare van zelf herhaalt, bestaat deze regelmaat in de tropen niet. Het meest nog schijnt deze voor te komen in gebieden met geprononceerden oost-moeson, dus b.v. in Oost Java en op Bali, waar het temperatuurs-minimum in Juli en Augustus meestal ook aanleiding zal kunnen geven tot circulatie-perioden in de meren. Daarentegen kunnen in het westelijk deel van den Archipel geheele of gedeeltelijke veranderingen in de gelaagdheid blijkbaar op elk tijdstip van het jaar optreden en kunnen de stagnatie-perioden daardoor zeer verschillend van duur zijn. Onder bepaalde omstandigheden kunnen deze laatste langer dan een jaar duren, totdat een voldoende diep ingrijpende afkoeling het water der diepere lagen naar boven brengt.

Zoo hebben wij dus gezien, dat de verschijnselen van de physische en chemische gelaagdheid in de meren der tropen in principe dezelfde zijn als die in de meren der gematigde streken. Hoezeer de zich voordoende verschillen ook in het oog mogen springen, zij vertoonen slechts een gradueel karakter en worden beheerscht door de alles overtreffende invloed van slechts één factor, de temperatuur. Het is deze omstandigheid, welke aan limnologische studiën in de tropen een groote betekenis geeft tot begrip van vele vraagstukken, ook van die betreffende de meren der gematigde streken. Daarbij komt nog, dat de organismen in het water voor een zeer belangrijk deel cosmopolitisch zijn. Zoo vreemd als de land-flora en -fauna den uit Europa komenden natuuronderzoeker aandoet, zoo vertrouwd is hij met de talrijke hem bekende planten en diervormen in de diverse wateren. En met het microscoop kan hij onder het plankton, de algen en de protozoa der oevers bijna steeds soorten vinden, die ook verbreid zijn in de verschillende wateren der gematigde streken, terwijl de hem onbekende organismen geheel op den achtergrond blijven. De oorzaak van dit verschijnsel is deze, dat de vernietigende winters het leven in het water ontzien, want zelfs onder het ijsdek heerschen nog temperaturen, welke voor vele organismen niet schadelijk zijn. Deze zich ver uitstrekkende overeenkomst in de levende wereld der — vooral microscopische — organismen stelt ons

in staat, de rol van de temperatuur bij overigens bijna gelijke uitwendige omstandigheden vergelijkend te bestudeeren aan levensgemeenschappen, die in samenstelling een groote overeenkomst vertoonen, en op deze wijze het begrip van het leven en van zijn uitingen in de binnenwateren in het algemeen te benaderen.

Biologisch Station Lunz
Neder-Oostenrijk

F. RUTTNER.

BIOLOGISCHE e. a. AANTEKENINGEN IN ZAKE PAREBA VESTA FABR. (ACRAEIDI)

Deze groep van dagvlinders is in het Indo-maleische gebied maar door twee geslachten, ieder met slechts één soort, vertegenwoordigd, t. w. de genera *Pareba* en *Telchinia*. Op het eiland Kabina, ten zuiden van Celebes (Saleier) (SEITZ schrijft: Kabia, doch bedoelt waarschijnlijk toch hetzelfde), komt bovendien nog het geslacht *Acraea* voor, waarvan ook één soort het Australische gebied bewoont.

Op Java is het geslacht *Pareba* in bergstreken niet zeldzaam. Bij de graswildernis aan de grens van Tjibodas en Rarahan (Gedeh-helling 1400 m b. z.) kwamen de rupsen veelvuldig voor en werden opgekweekt, waardoor tusschen deze vlinders en de rupsen verband kon worden gelegd.

De voedsterplanten stonden op een vochtige plaats onder aan het pad naar den Tjoeroeg (= waterval), dat zich afsplitst van het pad naar Tjibeureum, aan een zeer zonnige boschrand. Ze waren bijna geheel afgevreten door zwart met gele doornrupsen. Bij nazoeken in het herbarium te Tjibodas kwam de heer VAN WOERDEN op den naam *Memoralis hirta* (BL.) WEDD. (fam. Urticaceae), welke determinatie later door Dr VAN SLOOTEN werd bevestigd. SEITZ geeft, (p. 741) als voedsterplanten op *Osbeckia linearis* (fam. Melastomaceae) en een onbekende struikachtige Urticacea. Verder vraten de rupsen te Buitenzorg ook de aldaar op beschaduwde plaatsen aan wegranden groeiende Euphorbiacea: *Acalypha boehmerioides* MIQ., ¹⁾ die ik op het oog voor een Urticacea hield, doch blijkbaar was deze plant als voedsel minder geschikt, daar slechts enkele halfwassen en bijna volwassen exemplaren het met dit voedsel tot pop brachten (4) waarvan één stierf en de ander een dwergachtig exemplaar leverde.

De heer LIEFTINCK vond (volgens eene mondelinge mededeeling) rupsen dezer soort op den Papandajan op een breedbladig gras, dat aangevreten was. Men vindt echter de rupsen op tal van planten, vooral wanneer de voedsterplant is kaalgevreten; misschien vreten ze dan, *in geval van voedselnood dus*, van alles.

SEITZ citeert HORSFIELD, die een Urticacea (Latungan) als voedsterplant aangeeft, en ook ELWES, dat de rupsen in Sikkim voorkomen op *Boehmeria salicifolia* (fam. Urticaceae) en alle mogelijk ander onkruid.

De heer F. VERBEEK deelde mede deze rupsen op een plant te hebben gevonden, die een *Debregeasia* sp. (fam. Urticaceae!) bleek te zijn. Daar de heer LIEFTINCK zeker weet de rupsen op een breedbladig gras te hebben gevonden, blijven verdere waarnemingen in zake de voedsterplanten gewenscht, hoewel men sterk den indruk krijgt,

¹⁾ De determinatie dank ik aan den heer R. C. BAKHUIZEN VAN DEN BRINK van het Buitenzorgsch Herbarium.