

Studiën over Flora en Fauna van het Zuidlaarder Meer

door

BEREND HAVINGA.

INLEIDING.

Jeder See ist ein Organismus für sich, jeder hat seine Eigentümlichkeiten, seine besondere Geschichte in der Vergangenheit und Gegenwart, ein jeder verdient eine spezielle Beschreibung.
Forel, Handbuch der Seenkunde.

Overeenkomstig deze woorden van Forel, den beroemden onderzoeker over het Meer van Genève, tegelijk een der eerste baanbrekers op het gebied der hydrobiologie, hebben talrijke onderzoekers, de geheele wereld over, zich bezig gehouden met de studie der meren, met hun worden en verdwijnen en met de levende wezens, die ze herbergen.

Het is echter een opmerkelijk verschijnsel, dat Nederland — in sommige streken zoo rijk aan meren — weinig bijdragen tot vermeerdering dezer kennis heeft geleverd. Speciaal vermelden wil ik alleen die, gepubliceerd door Redeke (1903) en Blaauw (1917). Beide onderzoekers echter behandelden kleine, sterk gespecialiseerde zoetwater gebieden.

Het, door Redeke onderzochte, *Zwanewater* is niet meer dan een groote duinpan, terwijl het in vele opzichten zoo belangwekkende, door Blaauw onderzochte, *Meertje van Rockanje* zoozeer van de overige Nederlandsche meren afwijkt, dat een vergelijking hiermee zeer moeilijk is. We mogen dus gerust beweren, dat geen typisch Nederlandsch meer onderwerp van een uitvoerige studie is geweest.

Deze leemte te helpen aanvullen, is het hoofdmotief
Nederl. Kruidk. Archief. 1919.

voor het onderhavige onderzoek geweest. En het laat zich aanzien, dat, nu ten behoeve van dergelijke onderzoekingen een goed uitgerust, drijvend laboratorium is ingericht, Nederland ook in dit opzicht niet achter zal blijven.

En niet alleen het biologische, ook het meer systematische deel van de studie der zoetwater-organismen vindt meer en meer beoefening; en wel in de eerste plaats heeft de Nederlandsche hydrobiologie behoefte aan een meer nauwkeurige kennis der soorten en hun verspreiding in het gebied.

Voor mijn onderzoek koos ik het *Zuidlaarder Meer*; deze keuze berust echter bijna uitsluitend op praktische gronden. Doordat dit meer dicht bij mijn woonplaats gelegen was, bracht ik reeds, voor met dit werk aangevangen werd, een groot deel van mijn vrijen tijd hier door en zoo ontstond geleidelijk de lust tot een geregeld wetenschappelijk onderzoek. Ik geloof, dat deze keuze wel gelukkig is geweest, het *Zuidlaarder Meer* staat nog zeer weinig bloot aan verontreinigingen door fabrieks- en ander afvalwater en de afstand tot de laboratoria van Groningen — het grootste deel van het werk werd verricht in het Botanisch laboratorium — is niet al te groot, zoodat levend materiaal door het transport niet al te veel lijdt.

Gaat men de zoo talrijke onderzoekingen van hydrobiologischen aard na, dan vindt men, dat deze over het algemeen zeer eenzijdig zijn, het overgrootste deel concentreert zich op een zeer speciaal deel van dezen tak van wetenschap, n.l. op de planktonkunde.

Hoewel erkend moet worden, dat het planton — ook dat van het zoete water — een zeer belangrijke rol in de huishouding der natuur speelt, is dit toch naar mijn meening dikwijls al te veel op den voorgrond gesteld. Ook van deze publicatie is een vrij aanzienlijk deel aan het plankton gewijd, echter meende ik ook aan de andere planten- en dierenassociaties de noodige aandacht te moeten

schenken. Ter wille van een overzichtelijke behandeling werden vier associaties onderscheiden, die ieder het onderwerp van een hoofdstuk uitmaken.

In het eerste hoofdstuk vindt men een beschrijving van de phanerogamen, de macrophyten, die een zeer scherp omljnd en afgerond geheel vormen; in het tweede die van het plankton, het derde behandelt een groep van organismen — hoofdzakelijk plantaardige — bijna alle microscopisch kleine, die op andere, zich in het water bevindende voorwerpen vastgehecht voorkomen. In hoofdstuk III is hiervoor de naam eponten ingevoerd; deze laten zich iets minder gemakkelijk tot één natuurlijk geheel vereenigen. In het vierde hoofdstuk vindt men een organismengroep, omvattende de planten en dieren, die den bodem bevolken. Deze groep is de minst natuurlijke, om te beginnen zou men hier twee onderdeelen kunnen onderscheiden: n.l. de autochthone en de allochthone organismen, de eerste behooren op den bodem door hun bouw en levenswijze thuis, de tweede echter zijn hier door toevallige omstandigheden terecht gekomen.

Aangezien het onderzoek over meer dan een jaar is voortgezet, is steeds getracht niet zoozeer een overzicht of beschrijving te geven van den toestand op een bepaald oogenblik, als wel van het verloop van de levensverschijnselen over het geheele jaar. Dit is in alle hoofdstukken zooveel mogelijk in toepassing gebracht, uiteraard is dit echter natuurlijk voor het eene van meer belang dan voor het andere, zoo zal het blijken voor de hoogere planten van weinig, voor het plankton van groote beteekenis te zijn.

Wil men het verloop van een flora of fauna over een bepaalde tijdsruimte geven, dan is het vooral noodig niet te volstaan met een kwalitatief onderzoek maar ook kwantitatief te werken. Ook om zich een beeld van de algemeene biologie van een gebied te vormen is noodig

te weten in hoe groot aantal een bepaalde soort aanwezig is, immers dit is van den grootsten invloed op de rol, die dit organisme in de ethologie van dat gebied speelt. In vele werken wordt hieraan naar mijn meening niet voldoende aandacht besteed; een uitzondering vormt echter de studie van het plankton, hier speelt reeds lang — en terecht — het quantitative onderzoek een groote rol, ook in dit werk is hieraan een belangrijke plaats ingeruimd. Men zal echter zien, dat ook in het hoofdstuk over de eponen het quantitative onderzoek uitvoerig is behandeld, bij mijn weten hier voor de eerste maal.

Ook in het hoofdstuk over den bodem is getracht een quantitative methode van onderzoek tot uitvoering te brengen, echter ben ik door tal van hinderpalen slechts voor een gering deel hierin geslaagd.

Zooals men zal begrijpen, is het niet mogelijk in een studie van ten hoogste twee jaren de geheele flora en fauna van een meer in al zijn systematische en biologische merkwaardigheden te beschrijven. Er moest daarom een keuze gedaan worden; het was in het begin mijn bedoeling alleen over de flora van het Zuidlaarder Meer een onderzoek in te stellen, vandaar dat de planten alle in het onderzoek betrokken werden, echter met uitzondering van de *Bacteriën*; de studie hiervan vormt een zoo op zichzelf staand geheel, dat ze zeer speciale eischen aan de methode stelt. Door een gelukkig toeval echter ben ik toch in staat hierover eenige interessante mededeelingen te doen. Het uitvoerigst zijn van de planten de *Diatomeeën* onderzocht; 1^o nemen zij onder de wieren de meest belangrijke plaats in, 2^o zijn ze bijna steeds gemakkelijk met voldoende zekerheid te determineeren, terwijl geen ontwikkelingsstadia voorkomen waarin de soorten niet te herkennen zijn, 3^o zijn alleen de kiezelschalen, die uit allerlei stoffen zijn af te scheiden (bodemafzettingen, maaginhouden etc.) voldoende voor de determinatie, wat dikwijls tot belang-

rijke biologische, maar ook andere conclusies aanleiding kan geven.

Van de dieren werden enkele van de belangrijkste groepen uitgekozen, dit zijn de *Cladocera*, *Copepoda*, *Ostracoda* en *Mollusca*. Minder uitvoerig werden de *Rotatoria* behandeld; dikwijls was, tengevolge van het gebruiken van geconserveerd materiaal, determinatie niet met voldoende zekerheid mogelijk en ook zijn ze voor het gebied van ondergeschikt belang.

Het nemen der monsters geschiedde vanuit een open sloep, het was dus niet mogelijk ter plaatse microscopische of andere uitgebreidere onderzoekingen in te stellen. De glazen buisjes, waarin de monsters bewaard werden, werden slechts voorzien van een nummer en een letter, hiermee correspondeert een lijst met dezelfde nummering, die de aantekeningen op het materiaal betrekking hebbend, bevat. Het materiaal werd n.l. in overeenstemming met de drie hoofdstukken, plankton, eponen en bodem in drie deelen verdeeld, elk aangegeven door zijn eigen serieletter; resp. *a*, *b* en *c*. De nummering is doorlopend alsof de serieletters niet bestonden: had b.v. het laatst verzamelde planktonmonster nummer 5a, dan kreeg het volgende monster, dat een bodemmonster was, 6c. Deze classificatie bleek in alle opzichten zeer doeltreffend te zijn: Alle monsters werden op een groote, aan het kadaster ontleende, kaart (schaal 1 : 2500) ingeteekend, men kan nu aan de serieletter direct zien, welk soort monsters (plankton, eponen of bodem) op een bepaalde plaats genomen zijn, buitendien kan men, dank zij de over alle drie seriën doorlopende nummering vrij nauwkeurig bepalen uit welken tijd het monster stamt. Op de kaart, die zich aan het eind van het werk bevindt, is het waarnemingsgebied in vakken verdeeld, die elk door combinatie van een cijfer en een letter kunnen worden aangeduid; voor de

plaatsbepaling in de beschrijving is dit van groot gemak.

Voorloopig zal het materiaal, dat voor dit onderzoek gediend heeft, bewaard worden; het staat iedereen ten behoeve van wetenschappelijk onderzoek ter beschikking.

Hydrographie.

Op de kaart, aan het eind van dit werk, zijn de diepten bij normalen waterstand, d.i. 0.62 M + N. A. P. of 0 M. + W. P., aangegeven; de cijfers, die bij de stippellijnen staan (waarvan vier in de richting van Oost naar West en één van Noord naar Zuid) geven de diepten in M. aan ¹⁾. Men ziet hieruit, dat de diepte de 1.8 M. nergens overschrijdt, gewoonlijk niet boven de 1.5 M. komt, ja zelfs groote uitgestrektheden aan de Oostzijde van het Meer, zijn slechts 4—5 dM. diep. De gemiddelde diepte is ongeveer 1.1 M.

De grootte van het Meer bedraagt ongeveer 725 H.A., doordat echter de overgang tusschen het Meer en het omliggende land dikwijls onscherp is, maakt dit cijfer geen aanspraak op groote nauwkeurigheid. Ongeveer 25000 H.A. land vloeien af in het Meer; 23000 H.A. hiervan behooren tot het stroomgebied van de Hunze ²⁾, dit riviertje vormt de afwatering van een lange, vrij smalle strook land (in het Zuiden beginnend ten Oosten van het dorp Odoorn) gelegen op de Oostelijke helling van den Hondsrug. Den totalen, jaarlijkschen watertoevoer in het Meer schat Klein op de volgende wijze: neemt men den jaarlijkschen regenval

¹⁾ Deze metingen en nog eenige, hier volgende hydrographisehe bijzonderheden zijn ontleend aan het „Rapport in zake eene Centrale Drinkwatervoorziening van de Provincie Groningen” en met welwillende toestemming van prof. A. Klein, den schrijver van het desbetreffende deel, hier gepubliceerd.

²⁾ Gemakshalve zal in het vervolg onder Hunze steeds worden verstaan dat deel van de rivier, dat stroomopwaarts van het Meer is gelegen (het toevloeiende deel dus); het deel, waardoor het water uit het Meer afvloeit, zal hier Drentsche diep worden genoemd.

0.7 M. (waarvan 0.25 M. in het meer afvloeit), dan be draagt de jaarlijksche toevoer in het Meer $7000000 \times 0.7 + (25000 - 700) \times 10000 \times 0.25 = 65.650.000 \text{ M}^3$ (de oppervlakte van het Meer gerekend op 700 H.A.). Dit beteekent een ongeveer 7.5-voudige verversching van het meerwater. [Mijn schattingen, berustend op een geheel andere methode, n.l. op bepaling van de doorsnede der Hunze en de gemiddelde stroomsnelheid, waarover mij echter niet voldoende gegevens ten dienste staan, kwamen iets hooger uit. Aangezien echter een nauwkeurige bepaling voor ons doel geen waarde heeft, mogen deze cijfers voldoende zijn.]

Zooals reeds werd meegedeeld, is de gemiddelde waterstand 0.62 M. + N. A. P., er bestaat hierin echter een vrij groote wisseling, de laagste is 0.86 M. beneden, de hoogste 0.5 M. boven den normalen stand.

Het water, dat door de Hunze aan den Zuidkant in het Meer komt, verlaat dit weer aan den Noordkant door het Drentsche diep; er moet dus in het Meer een constante stroom van Zuid naar Noord bestaan, deze is echter in het centrale deel zoo gering, dat ze niet kon worden aangetoond.

Terloops wil ik er hier nog op wijzen, dat ondanks de geringe diepte op den bodem en aan de oppervlakte de stroom niet gelijk gericht behoeft te zijn: zoo kon ik bij stevigen wind op den bodem zeer duidelijk een stroom aantoonen in een richting tegengesteld aan de windrichting ¹⁾.

¹⁾ Dit geschiedde op de volgende eenvoudige wijze: Een liter-flesch werd zoover met water gevuld, dat ze juist zonk; door een touwtje werd deze verbonden aan een glazen buisje; dit maakte dat het geheele systeem (buisje + touw + flesch) drijvend bleef; het touw was zoolang, dat de flesch tot dicht aan den bodem zonk. Doordat de groote flesch een veel grooteren invloed van eventueele grondstromen ondervond dan het kleine buisje van de oppervlaktestroomen, kreeg men het eigenaardige schouwspel te zien, dat het buisje, dat alleen zichtbaar was, zich recht tegen een krachtigen golfslag in voortbewoog.

In verband met de langzaam hellende oevers en de geringe diepte is in het zomerhalfjaar een breede en dichte gordel van hoogopschietende oeverplanten ontwikkeld, in de volkstaal vluus¹⁾ genoemd. Ook midden in het Meer steken hier en daar planten boven water uit. Voor een groot deel verdwijnen deze in den winter of breken de bovineinden af. Hierdoor verschilt het uiterlijk 's winters en 's zomers aanmerkelijk en dit verschil wordt nog verhoogd, doordat het Meer 's winters buiten de oevers treedt. Het is nog slechts enkele jaren geleden, dat langs de geheele Oostzijde van den Hondsrug in deze omgeving zich 's winters één groote watermassa uitstreckte, waarboven slechts hier en daar de hooger gelegen deelen uitstaken. Door intensievere cultuur — verhooging en verzwareing der dijken — wordt ook hier aan dezen schilderachtigen toestand langzamerhand een eind gemaakt.

Het zou niet onmogelijk zijn, dat deze ingrijpende veranderingen van invloed waren op de biologische gesteldheid van het Meer. Hiervoor zijn nog meer — ook door de cultuur veroorzaakte — redenen:

1^o de kans op toevoer van afvalstoffen — thans nog zeer gering — wordt vergroot. Het water van de Hunze is nog behoorlijk zuiver: fabrieken loozen er geen afvalwater in, een paar kleine zuivelfabrieken buiten beschouwing gelaten. Het Drentsche diep echter staat in verband met het Winschoter diep en dit met het vaak ontzettend vervuilde water uit de Veenkoloniën. Wanneer nu bij den nog lagen zomerwaterstand de herfstregens beginnen, gaat het water in het Drentsche diep sneller rijzen dan in het Meer (omdat de toevoer van water door de Hunze tengevolge van het sterk kronkelende verloop hiervan slechts langzaam gaat). Hierdoor wordt de stroomrichting omgekeerd, en komt het vuile water door het Drentsche diep

¹⁾ Een goed Nederlandsch woord is mij hiervoor niet bekend.

in het Meer; bijna ieder jaar treedt dit op, gepaard gaande met een enorme vischsterfte.

2^o de kans bestaat op een vergrooten toevoer van anorganische zouten, doordat op de landen langs de Hunze steeds meer kunstmeststoffen gebruikt worden, een — zij het dan ook gering — deel hiervan kan worden uitgeloogd door regens en overstromingen en zodoende in het Meer terecht komen.

3^o een verandering, die nog niet zoo héél lang geleden is opgetreden, is de afsluiting door sluizen van het Reitdiep van de zee — het Reitdiep was de afwatering van het Zuidlaarder Meer naar zee — vroeger kon bij hooge vloed het zeewater diep landinwaarts dringen. Een biologisch verschil met vroeger, als gevolg hiervan, is het verdwijnen van de bot uit het Zuidlaarder Meer. Vroeger werd deze herhaaldelijk in fuiken gevangen, in latere jaren nooit meer; de reden is wel, dat voorplanting in zoetwater niet mogelijk is.

Overigens is het mij niet gelukt eenig brakwaterrelict — als herinnering aan dezen toestand — aan te treffen, hoewel dit steeds mijn volle aandacht heeft gehad.

Naar aanleiding van het onderzoek van bodemmonsters is het ook niet waarschijnlijk, dat brakwatervormen hier ooit eenige beteekenis gehad hebben.

Op grond van dit laatste is ook niet aan te nemen, dat in den laatsten tijd belangrijke biologische veranderingen zijn opgetreden.

Met het oog op de feiten sub 1^o, en 2^o vermeld is het echter niet onmogelijk, dat mettertijd de chemische samenstelling en als gevolg daarvan de biologische, merkbare verandering zullen ondergaan.

Over de chemische samenstelling van de in het water opgeloste stoffen kan ik op dit oogenblik nog niets mededeelen: een onderzoek hierover, dat verband hield met eenige problemen van biologischen aard, kon tot nog toe niet tot een goed einde gebracht worden.

De kleur van het water is meest geelachtig-groen, deze kleur is 's zomers het meest geprononceerd. Voor een deel wordt dit wel veroorzaakt door levende organismen, vandaar ook, dat de kleur in den voorzomer bij het massale optreden der blauwwieren meer in groen, in herfst en voorjaar tijdens de ontwikkelingsmaxima der diatomeeën meer in geel overgaat.

In de Hunze is het water uitgesproken bruin, het verschil met het meerwater is in het ooglopend duidelijk.

De doorzichtigheid van het water is uiterst gering. Doordat de oppervlakte van het meer in verhouding tot zijn diepte vrij groot is en zich reeds bij matigen wind een krachtige golfslag ontwikkelt, kan de hoeveelheid gesuspendeerd materiaal vaak zeer groot zijn. Hierdoor wordt de doorzichtigheid natuurlijk ten zeerste beïnvloed.

HOOFDSTUK I.

De hoogere planten.

De hoogere planten, die aan de oevers der meren groeien en vooral de hoog opschietende, dragen in niet geringe mate er toe bij den habitus hiervan te bepalen. Het lijkt mij dan ook gewenscht in een beschrijving als deze een eenigszins uitvoerige bespreking hierover op te nemen.

Door de zeer geringe diepte van het Meer en de zeer zacht glooiende oevers kunnen zich op uitgestrekte gebieden de hoogere planten ontwikkelen.

De totale oppervlakte van het met hoog opschietende planten begroeide gebied heb ik geschat op 142 H.A., tegenover een totale oppervlakte van het Meer van ± 725 H.A. Het is niet gemakkelijk eenigszins betrouwbare cijfers hierover te krijgen. De methode, die ik heb gevolgd, was als volgt: Op verscheiden plaatsen werd de breedte van de begroeide zone gemeten, wat dikwijls met moeilijkheden gepaard gaat, vooral wanneer deze breedte vrij groot is (b.v. meer dan 100 M.) Met een gewone roeiboort kan men slechts de diepere plaatsen bevaren, zoodra het echter te ondiep of de plantengroei te dicht wordt, gaat dit niet, loopen kan men hier ook niet, daar men soms een halven meter of meer in de modder zakt. Hier komt nog bij, dat de planten vaak zoo hoog zijn, dat men er niet over heen kan zien en men dus de richting, loodrecht op den oever, verliest, waardoor de gevonden breedte grooter is dan de

werkelijke. Vooral aan de Oost-zijde, met zijn uiterst geringe diepte doen zich de genoemde moeilijkheden in sterke mate gelden. 's Zomers komt in de geweldige rietmassa's, die hier groeien, de bodem gewoonlijk over groote uitgestrektheden geheel droog, hoewel de bovenste lagen met de resten van afgestorven planten en de rhizomen met water doortrokken blijven. Hier kan men, dank zij den harden zandbodem te voet komen, hiertusschen komen echter overal lagere, met water bedekte deelen voor, die doorwaad moeten worden. Het meest bezwaarlijke is hier echter, dat men zoo gemakkelijk de richting verliest, daar het riet vaak $2\frac{1}{4}$ M. lang is, zoodat men niets om zich heen ziet dan riet en elk oriënteringspunt mist. 's Winters bij ijs worden deze moeilijkheden minder, maar dan zijn de naar het open water gekeerde planten grootendeels afgebroken en door den dan veel hooger waterstand onzichtbaar. Ik deel dit alles vrij uitvoerig mee, niet zoozeer terwille van een wetenschappelijk doel, als wel, dat ik hiermee een staaltje wilde geven van de eigenaardige moeilijkheden, waarop men bij een onderzoek als dit, soms stuit.

Tengevolge van deze bezwaren kon aan de Oost-zijde de grens der oevervegetatie niet steeds met voldoende nauwkeurigheid worden aangegeven. Aan de West-zijde ging dit over 't algemeen veel beter, hier zijn ook op verscheiden plaatsen geulen dwars door de plantenzie, die natuurlijk een welkome gelegenheid voor metingen gaven. Het meten geschiedde met een touw en bij voorkeur op die plaatsen, die gemakkelijk op de kaart waren uit te zetten ¹⁾.

Behalve de onafgebroken plantenzie langs de oevers

¹⁾ Het met oeverplanten begroeide gebied is op de kaart door arceering — voor elk der belangrijkste plantensoorten verschillend — aangegeven.

komen in het meer nog afzonderlijke pollen voor, deze zijn op de kaart niet aangegeven.

Toen deze grenzen op de kaart waren ingeteekend, werd dit geheel door middel van doorslagpapier op een stuk carton ¹⁾ overgebracht en de strook, die het begroeide gebied voorstelt, uitgeknipt en vervolgens gewogen. Door bepaling van het gewicht per c.M². hiervan, is te berekenen, hoe groot de oppervlakte op de kaart en, daar de schaal bekend is, hoe groot de oppervlakte in werkelijkheid is. Deze methode is voor ons doel van zeer voldoende nauwkeurigheid.

Wanneer de resultaten aanzienlijke fouten mochten vertoonen, dan ligt dat niet aan deze wijze van bepaling maar aan de onvoldoende metingen op het terrein.

Een aanzienlijk gedeelte van het Zuidlaarder Meer is dus met hoogere planten begroeid. De planten, die men in dezen gordel vindt, zijn voornamelijk:

- † *Batrachium* spec.
- † *Ranunculus Lingua* L.
- Nymphaea alba* L.
- Nuphar luteum* Smith.
- † *Nasturtium officinale* R. Br.
- † " *amphibium* R. Br.
- † *Epilobium angustifolium* L.
- † " *palustre* L.
- † *Hippuris vulgaris* L.
- † *Cicuta virosa* L.
- † *Sium latifolium* L.
- † *Oenanthe Phellandrium* Lam.
- † " *fistulosa* L.
- † *Menyanthes trifoliata* L.

¹⁾ Hiervoor werd genomen een dunne (met het oog op het uitknippen) maar zware, gladde cartonsoort, zooals voor mappen wordt gebruikt; door controleproeven was mij gebleken, dat het gewicht per dM². hiervan zeer gelijkmatig is.

- † *Solanum Dulcamara* L.
- † *Mentha* spec.
- † *Lycopus europaeus* L.
- † *Stachys palustris* L.
- † *Utricularia (vulgaris* L. e.a. spec.?).
- † *Lysimachia thyrisyiflora* L.
- † *Hottonia palustris* L.
- † *Rumex Hydrolapathum* Fr.
- Stratiotes aloides* L.
- Hydrocharis Morsus Ranae* L.
- Elodea canadensis* Rich.
- Alisma ranunculoides* L.
- " *Plantago* L.
- Sagittaria sagittaeifolia* L.
- † *Butomus umbellatus* L.
- Potamogeton densus* L.
- " *perfoliatus* L.
- " *pectinatus* L.
- " *heterophyllus* Schreb.
- " *natans* L.
- Lemna trisulca* L.
- " *polyrrhiza* L.
- " *minor* L.
- Typha angustifolia* L.
- † " *latifolia* L.
- Sparganium ramosum* Huds.
- Acorus Calamus* L.
- † *Iris Pseudacorus* L.
- Heleocharis palustris* R. Br.
- Scirpus lacustris* L.
- † *Carex Pseudo-Cyperus* L.
- † *Festucca arundinacea* Schreb.
- Phragmites communis* Trin.
- Equisetum limosum* L.

Van al deze opgenoemde soorten zijn slechts eenige voor den habitus van den plantengroei van belang, dit zijn: *Phragmites communis* (riet), *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris* (bies) en *Sparganium ramosum*, verder vallen door hun bloeiwijzen 's zomers nogal erg in het oog eenige *Umbelliferae* (vrnl. *Cicutavirosa* en *Sium latifolium*), in bepaalde onderdeelen van het gebied komen ook *Nymphaea alba* en *Nuphar luteum* vrij veel voor.

Bij het bestudeeren van dezen plantengroei werd vooral getracht bepaalde regelmatigheden in het optreden van soorten te ontdekken en zoo mogelijk het bestaan hiervan te verklaren. Dit gelukte echter slechts voor een gering deel, gewoonlijk is de verspreiding zoo grillig, dat daarin niet de minste regelmaat is te ontdekken.

Zooals een enkele blik op de kaart doet zien, is de breedte van den plantengordel zeer wisselend, waardoor deze echter bepaald wordt, is mij geheel niet duidelijk geworden, evenmin met welke snelheid deze grenzen in den loop der jaren veranderen; ik veronderstel, dat deze gering zal zijn. Dat de diepte van belangrijken invloed zou zijn op de breedte van den gordel is voor de meeste gevallen wel buiten beschouwing te laten. Aan de Oost-zijde b.v. ligt de grens tusschen volkomen onbegroeid water en het met riet en biezen begroeide meestal op een diepte van ± 5 dM., terwijl op andere plaatsen nog weelderige biezenvegetaties voorkomen op 15 dM. diepte. Dat de aard van den bodem van invloed zou zijn is ook moeilijk aan te nemen: zoowel op zand- als veenbodem van elke consistentie, komen allerlei macrophyten voor.

Men kan ook moeilijk veronderstellen, dat de golfslag de verdere verspreiding tegenwerkt, immers ook midden in het open water, overgeleverd dus aan de krachtigste golven, komen nog biezen voor.

Men wordt dus haast gedwongen de tegenwoordige grenzen van den plantengordel te beschouwen als historische,

met andere woorden de macrophyten hebben zich *nog* niet over verdere gebieden dan de nu ingenomene kunnen uitbreiden, maar dit is slechts een kwestie van tijd. De uitbreiding der begroeiing zal, als dit werkelijk het geval is, slechts zeer langzaam mogen gaan, daar anders reeds het geheele Meer volgegroeid zou moeten zijn. Wanneer dit ook enkel door verder voortdringen der rhizomen plaats vindt, kan het ook niet vlug gaan, daar dit slechts zeer langzaam vordert. Het gebeurt echter dikwijls, vooral in het voorjaar, dat rhizoomstukken losraken en deze kunnen gemakkelijk door stroom- of golfwerking over grooten afstand verplaatst worden; kunnen ook deze tot nieuwe pollen aanleiding geven, dan moet het vooruitdringen der grenzen wel sneller gaan, dan voor deze opvatting toelaatbaar is.

Ik kan dit interessante probleem hier niet verder volgen, weinig of geen onderzoekers hebben hieraan, voor zoover mij bekend, aandacht geschonken; in ons geval springt het echter zoo sterk in het oog, omdat de diepte overal zoo gering is, dat plantengroei over de geheele uitgestrektheid van het Meer mogelijk schijnt.

In ditzelfde verband is uiterst opmerkelijk het voorkomen van plekken midden in het typhetum, die geheel vrij zijn van *Typha* of andere hoogopschietende planten, het mooist vindt men deze op de kaart in 9B en 11A. Die in 9B is feitelijk een aaneenschakeling van enkele bijna geheel van elkaar gescheiden gelijksoortige plekken. Gewoonlijk zijn deze plekken begroeid met *Nuphar luteum* en *Nymphaea alba* en die in 11A vooral ook met *Potamogeton densus*; er zijn er echter ook, die totaal onbegroeid zijn vooral dit wijst erop, dat strijd om het bestaan tusschen verschillende soorten niet de reden kan zijn, dat de *Typha* hier niet groeit en overal rondom wel. Ook in de diepte en bodemgesteldheid kon ik geen verschillen opmerken met die van omliggende, wel begroeide

terreinen. De plek in 9B ligt in een gebied van drijftillen, die vooral ten Noorden en ten Noordwesten hiervan ontwikkeld zijn. Men vindt hier *Typha angustifolia* meestal in slecht ontwikkelde, kleine exemplaren. Iets dergelijks werd voor *Phragmites communis* door Pallis (1916) opgemerkt in de delta van den Donau; hier zijn 2 soorten rietvegetaties te onderscheiden: hooge van 5.5 M. en lage van 2 M.; deze zouden te beschouwen zijn als „phases in one life-cycle”, de hooge zijn jeugd-, de lage ouderdomsspruiten. Dit zou dus met *Typha angustifolia* in het Zuidlaarder Meer ook het geval kunnen zijn. Mij lijkt het echter waarschijnlijker, dat men hier met uitwendige en wel chemische factoren te doen heeft.

De reden van het bestaan en vooral het blijven bestaan van deze open plekken is mij volkomen raadselachtig gebleven; er mag hier nog bijgevoegd worden, dat ook het planktonisch onderzoek hier zeer verrassende resultaten gaf (zie Hoofdst. II pag. 204).

Voor een overzicht over de verspreiding der belangrijkste macrophyten verwijs ik naar de kaart, waar deze door bepaalde arceering zijn aangegeven. Natuurlijk kan dit slechts in zeer grove lijnen geschieden, de begroeiing van zeer beperkte gebieden kan soms uiterst gecompliceerd zijn, het is daarom niet praktisch uitvoerbaar op een betrekkelijk kleine kaart deze talrijke details in te teekenen.

Het is veelal niet gemakkelijk deze feiten onder een algemeen gezichtspunt samen te brengen, toch blijkt dat, wanneer men al zijn gegevens verzameld en verwerkt heeft, er wel eenige regelmaat te ontdekken is.

B.v. kunnen we voor onze beschrijving de geheele vegetatie in drie deelen (gordels) verdeelen:

1^o *de overgangsvegetatie*, vormt de overgang tusschen het land en de

2^o *eigenlijke oevervegetatie*

3^o de vegetatie van het open water ¹⁾.

1^o. De overgangsv egetatie. Uit een floristisch oogpunt is deze de meest interessante. Meer dan 50 % van de soorten, op pag. 141 vermeld, komen vrijwel alleen in deze zone voor (deze zijn hier gemerkt met een †), terwijl slechts ongeveer 10 % hier gewoonlijk ontbreken.

Men kan echter deze vegetatie nog in twee scherp gescheiden typen verdeelen: het ééne type wordt vertegenwoordigd door een zeer weinig afwisseling biedende rietvegetatie, het andere daarentegen door een vrij variabele halfland- en drijftilformatie, dit laatste type is in zijn verspreiding zeer beperkt. Het eerste vindt men langs den geheelen rand van het Meer, over groote uitgestrektheden onafgebroken, vertegenwoordigd; het het meest demonstratief is zijn optreden wel aan de West-zijde (vanaf de lijn $^{10}/_{11}$ tot $^{16}/_{16}$ op de kaart). Meer van het land af bestaat de vegetatie bijna alleen uit typha en bies, maar overal langs de grens van het land vindt men hoog, weelderig riet. Eenzelfde verschijnsel vindt men ook aan de West-zijde, Noordelijk van de lijn $^8/_9$, dit kon echter moeilijk op de kaart ingeteekend worden, omdat de strook meestal zeer smal is. Ook aan de Oost-zijde vindt men op de grens van het land een vrijwel onafgebroken strook riet.

De grens tusschen land en riet is bijzonder scherp, gewoonlijk staat het riet hier ter plaatse nog op een bodem, die geheel droog ligt. Het riet staat gewoonlijk zeer dicht en weelderig (de lengte is vaak 2—2.35 M.) op den bodem vindt men veelal — ook wanneer hier in den zomer geen water staat — een dichte laag *Lemna trisulca* en *L. polyrrhiza*, hoog opschietende planten daarentegen zeer weinig, het meest nog eenige *Umbelli-*

¹⁾ Onder open water zal steeds worden verstaan dat deel van het gebied, dat zich binnen de eigenlijke oevervegetatie bevindt.

ferae (als *Cicuta virosa* en *Sium latifolium*; *Oenanthe Phellandrium* vaak in kleine niet tot bloei komende exemplaren,) verder wat dwergvormen van allerlei soorten (*Hottonia*, *Epilobium*, *Nasturtium* e. v. a.).

Zoo eentonig als dit overgangstype is, zoo afwisselend is het halfland- en drijftillentype.

Dit type vindt men hoofdzakelijk aan de West-zijde van het meer, aan de Oostzijde, met zijn zandbodem, komt het niet voor. Mooie voorbeelden vindt men ten Noorden van de Noordlaarder Vaart (10 A, verder 15 C) ¹⁾. Zeer na verwant hiermee is, wat men vindt in 9 B en in het noordelijk deel van 10 A, hier groeit de vegetatie echter op kleine, rondom door open water omgeven, drijvende eilandjes.

Alle hier voorkomende soorten zijn in de lijst op pag. 141 en 142 gemerkt met een †, ik behoef deze dus niet weer afzonderlijk te vermelden; een uitzondering wil ik echter maken voor de meest belangrijke. Wel het meest vindt men hier *Festuca arundinacea*, die met zijn pluimen hoog boven de andere planten uitsteekt; ook zeer algemeen is *Typha latifolia*, steeds voorzien van bloeikolven; met groote zekerheid wijzen deze beide planten, en vooral de laatste op een weeten „drijftil-achtigen” veenbodem.

Verder komen hier geregeld eenige soorten voor met kleurrijke bloemen, die aan deze vegetatie een levendig en kleurig uiterlijk geven, in zoo sterke tegenstelling met de pas genoemde rietvegetatie (*Cicuta virosa*, *Stachys palustris*, *Ranunculus Lingua*, *Iris Pseudacorus*).

Op enkele — weinige — plaatsen vindt men op den overgang van land en water vrij groote gebieden begroeid met *Menyanthes trifoliata*, echter is dit meestal terrein,

¹⁾ Dergelijk terrein is vrijwel onbegaanbaar, het ligt steeds iets boven den waterspiegel, wanneer men er echter op loopt, zakt het wel zooveel naar beneden, dat direct water te voorschijn treedt.

dat gemaaid of geweid wordt en dus deels tot het land gerekend moet worden.

Hetzelfde kan gezegd worden van de *Carex*-zoden.

2^o. *De eigenlijke oevervegetatie*. Deze is zeer rijk aan individuen, maar arm aan soorten, men zou ze het best kunnen vergelijken met een korenveld, zoo eentonig en goed verzorgd ziet ze eruit. Riet, typha en biezen zijn verreweg de belangrijkste, zooals trouwens een blik op de kaart doet zien; hoewel deze schijnbaar vrij willekeurig door elkaar verspreid liggen, is toch wel eenige regelmaat waar te nemen.

B.v. is Oostelijk van de lijn G/H geen *Typha angustifolia* aangegeven (behalve nog juist een zeer klein plekje in het Noorden). Hiermee wil ik niet gezegd hebben, dat nergens eenig exemplaar te vinden is maar wel, dat nergens uitbreiding van beteekenis voorkomt. Nu valt het op, dat deze lijn ook vrijwel de grens aangeeft tusschen zand- en veenbodem (in het Zuiden ligt deze iets Westelijker, in het Noorden iets Oostelijker (wat ook klopt met de uitbreiding van *Typha* voorbij de lijn G/H).

Er is geen twijfel aan of tusschen dit samenvallen moet verband bestaan: we mogen wel als zeker aannemen, dat het de zandbodem is, die maakt, dat *Typha angustifolia* hier geen gunstige levensvoorwaarden vindt. Deze meening wordt nog hierdoor bevestigd, dat waar in den zandbodem diepere plaatsen zijn, waar zich veenachtige afzettingen hebben gevormd, ook direct weer *T. angustifolia* voorkomt.

Is dus *T. latifolia* — tenminste in het Zuidlaarder Meer — een karakterplant voor den bodem der drijfkillen, *T. angustifolia* is dat voor den dieperen veenbodem.

Voorkeur aan een veenbodem geven ook — hoewel waarschijnlijk in mindere mate — *Nymphaea alba* en

Nuphar luteum, als gevolg hiervan treft men deze dan ook vaak aan in combinatie met *Typha angustifolia*.

Het riet speelt vooral aan de Oost-zijde een belangrijke rol; wat *Typha angustifolia* is voor de Westzijde, is het riet voor de Oostzijde.

We hebben hierboven het riet beschouwd als vormend een overgangsvegetatie op de grens van water en land; de uitbreiding van het riet is echter hier een zeer aanzienlijke, toch is dit geenszins met elkaar in strijd. Men kan de zaak zoo opvatten, dat door de uiterst geringe diepte — waardoor bij lagen waterstand groote uitgestrektheden volkomen droog komen te staan — de overgangsvegetatie zich zeer sterk heeft kunnen uitbreiden, zoodat men het grootste deel van de vegetatie aan de Oost-zijde heeft te beschouwen als een, tot sterke uitbreiding gekomen, overgangsfloora. Het is mij uit mijn onderzoek wel gebleken, dat het riet bijna alleen groeit op ondiepe plaatsen en dat de aard van den bodem geen invloed heeft.

In de rij der hoogopschietende planten komt in de derde plaats *Scirpus lacustris*, de bies. In tegenstelling met beide vorige komt deze door het geheele gebied verspreid voor. Er is haast geen plekje in het Meer waar deze plant niet in meerdere of mindere mate voorkomt, dikwijls zijn echter de bezette gebieden niet erg groot, en te klein om in de kaart in te teekenen, de totale met bies begroeide oppervlakte is daarom ook grooter dan men uit de kaart wel zou besluiten.

Van de *Cryptogamen* is alleen *Equisetum limosum* van eenige beteekenis. Ook deze schijnt geen bepaalde eischen aan bodem of diepte te stellen, men vindt hem zoowel op zand- als op veengrond tot op 1.2 M. diepte, de lengte der planten nadert niet zelden de 2 M.

Verspreid tusschen al deze genoemde komt *Sparganium ramosum* voor, zonder echter aaneengesloten vegetaties te vormen.

3°. *De vegetatie van het open water.* Deze is niet van groot, practisch belang.

Van de hoog opschietende planten treft men enkel en alleen aan de *bies*¹⁾, ook dit is weer één dier onverklaarbare eigenaardigheden; waarom ontbreekt hier b.v. *Typha angustifolia*, die toch ook op even diep water en op denzelfden bodem kan groeien, terwijl deze aan den rand van het open water geregeld, en vaak in holle vegetaties, voorkomt waar bodem, diepte en golfslag weinig zullen verschillen van die van het open water.

Deze biezen nu komen als eilandjes in het Meer voor in pollen van zeer afwisselende dichtheid; men kan wel als regel aannemen, dat hoe grooter de diepte is, hoe holler deze staan. Verreweg het meest vindt men ze aan de Oostzijde en wel nabij de grens van de oevervegetatie, soms reeds hiermee verbonden. Echter vindt men ze ook, bijna overal verspreid, midden in het Meer tot op (relatief) groote diepte (15 dM.), hier echter staan ze steeds zeer hol, dit soort vindt men vooral in de omgeving van 11D, weinig daarentegen ten Noorden van de lijn $\frac{8}{9}$.

Planten met aan de oppervlakte drijvende bladen komen in het centrale deel van het Meer niet voor, wel aan de kanten in de inhammen, die de oevervegetatie hier en daar vertoont, b.v. in 8C, 12B, $\frac{17}{18}$ D/E vindt men vaak veel *Nymphaea alba* en *Nuphar luteum*, waarschijnlijk kunnen deze den zwaren golfslag op iets meer blootgestelde plaatsen niet verdragen.

Drijvende bladen heeft ook, hoewel weinig, meest één per plant, *Sagittaria sagittaeifolia*, die veel aan de Oost-zijde op 3—6 dM. water groeit, de meeste bladen zijn echter ondergedoken; hetzelfde geldt voor *Alisma ranunculoides*.

¹⁾ Er zijn mij twee pollen bekend, niet uit biezen, maar uit *Acorus Calamus* bestaand, deze liggen echter aan de zeer ondiepe Z.O.-zijde, vlak bij de eigenlijke oevervegetatie.

Onder dezelfde omstandigheden groeit hier ook *Potamogeton densus* en *P. perfoliatus*, de eerste komt echter ook op veel dieper water voor, tot zelfs midden in het Meer.

Over de oecologie der hier vermelde planten is verder niet veel meer mede te deelen.

Enkele feiten in verband met de voortplanting mogen hier nog vermelding vinden. Onder de hoogopschietende monocotylen heeft deze wel hoofdzakelijk langs vegetatieven weg plaats, n.l. door rhizomen; deze treft men bij de belangrijkste oeverplanten steeds aan, ze zijn krachtig en sterk vertakt, wat voor de verankering van belang is. Alleen *Sparganium* maakt een uitzondering (is dit misschien een der redenen, dat deze plant geen aaneengesloten vegetatie vormt?), deze laat dan ook zeer gemakkelijk uit den bodem los.

Dikwijls vindt men stukken rhizoom van allerlei planten in het water rondrijven, vooral in het voorjaar; voor de verspreiding der soort lijkt dit wel van belang. Speciaal hiervoor ingericht zijn wel de wortelstokken van *Cicuta virosa*, met hun talrijke, met lucht gevulde vakjes en hun niet zeer sterke bevestiging in den bodem.

Wat aangaat de fructificaties is op te merken, dat *Typha angustifolia* steeds steriel is daar, waar de groei weelderig is; slechts zeer zelden vindt men hier een aar en dan nog is deze slecht ontwikkeld, op andere plaatsen, b.v. op de drijfkillen en waar hij aan de Oost-zijde nog hier en daar voorkomt, waar de groei veel minder goed is, treft men veel meer aren aan (tot één aar op tien planten, een enkele maal één op twee).

Typha latifolia daarentegen komt steeds met frisch ontwikkelde aren voor.

De *bies* komt steeds met fructificaties voor, deze kunnen echter bij de exemplaren, die voorkomen in de holle biezenpollen midden in het open water dikwijls slecht

ontwikkeld zijn of geheel ontbreken. De stengel eindigt dan vaak in een verschrompeld bruin stompje.

De resultaten van andere — ook Nederlandsche schrijvers — geven verschillende punten van aanknooping.

Blaauw (1917) geeft ook een uitvoerig overzicht van de macroflora in het *Meertje van Rockanje*; bij zijn onderzoek waren twee verschillende typen — ook twee bodemsoorten vertegenwoordigend — te onderscheiden: een moeras- en veenvegetatie en een zeelevevegetatie. De laatste is voor ons van weinig belang, alleen is wel interessant, dat *Phragmites communis* ook op dit soort bodem voorkomt en ook op den zeer kalkrijken bodem van een kalkbank.

Opvallend is ook, dat bij het Meertje van Rockanje de overgang naar het weiland zeer vaak gevormd wordt door riet; Blaauw zegt hierover: „Het riet groeit zich dood en wordt door een groot aantal kleinere grassen met begeleidende andere planten vervangen: het Rietland wordt Weiland.” Dit is wel in volkomen overeenstemming met wat ik over het Zuidlaarder Meer mededeelde.

Scirpus lacustris komt in het Meertje van Rockanje niet voor, wel een soort van hetzelfde geslacht, n.l. *S. maritimus*, deze dringt hier nu, evenals *S. lacustris* in het Zuidlaarder Meer, het verst in het open water naar voren.

Als verdere voorloopers van de oeverflora worden nog genoemd *Typha angustifolia* (ook hier is de bodem veenachtig!) en *Phragmites communis* (het voorkomen hiervan in deze categorie staat wel in verband met de geringe diepte nabij de oevers).

Staring (1856) daarentegen beschouwt als voorloopers *Nymphaea*, *Nuphar*, *Limnanthemum*, *Stratiotes*; als deze dan door hun overblijfselen den bodem opgehoogd hebben, ontwikkelen zich hierop *Phragmites*, *Typha spec.*, *Acorus* en *Sparganium spec.* Deze afwijkende opvatting van

Staring wordt waarschijnlijk hierdoor verklaard, dat hij kleinere waterplassen op het oog gehad heeft; geen der eerstgenoemde planten is in staat aan krachtigen golfslag weerstand te bieden en vooral *Stratiotes* niet, met zijn zwakke verankering.

Warming en Graebner (1916) constateeren bij bespreking der „Ordnung der gürtelförmigen Assoziationen“, dat de meeste moerasplanten gordels vormen, die in verband met de diepte dikwijls eenzelfde opeenvolging vertoonen. Als volgorde van diep naar ondiep water geven zij:

Scirpetum, o.a. van *Scirpus lacustris*,

Phragmitetum van *Phragmites communis*,

Typhetum van *Typha angustifolia* en *T. latifolia*.

Deze auteurs nemen beide laatste soorten in één gordel; dit is voor het Zuidlaarder Meer zeker niet toelaatbaar. *T. angustifolia* zou in ons geval moeten staan tusschen het *Scirpetum* en het *Phragmitetum*, terwijl *T. latifolia* moet volgen op het *Phragmitetum*.

Overigens blijkt dikwijls tot in kleinigheden groote overeenkomst met andere Noord-Europeesche zoetwatergebieden te bestaan.

HOOFDSTUK II.

Het plankton.

Bij mijn onderzoek over het plankton van het Zuidlaarder Meer heb ik gemeend zooveel mogelijk verband te moeten leggen tusschen het plankton eenerzijds en de bodemflora en fauna en de eponen anderzijds. Het leek mij gewenscht het plankton aan de beide laatstgenoemde groepen te laten voorafgaan, omdat de kennis van het plankton van groote beteekenis is om ons een duidelijk inzicht in het wezen der beide laatste te verschaffen.

Het eenige, uitvoerige onderzoek over een Nederlandsch zoetwatergebied betreft het Zwanewater (Redeke, 1903). Het Zwanewater is echter een groote duinpan en het was te verwachten, dat het als zoodanig aanzienlijke verschillen met andere, typische, Nederlandsche meren zou vertoonen. Het leek mij daarom niet overbodig het plankton van het Zuidlaarder Meer uitvoerig te behandelen; dit hoofdstuk moge dan opgevat worden als een bijdrage tot de kennis van het plankton der Nederlandsche meren en in 't algemeen tot dat van ondiepe zoetwatergebieden.

Het verzamelen van het materiaal.

Over dit onderwerp is in de litteratuur reeds zeer veel meegedeeld; in verband met de geringe diepte van het Zuidlaarder Meer konden de gewone verzamelmetho-

niet zonder meer worden toegepast; zoo is het b.v. niet mogelijk bij een diepte van ongeveer 1.5 M. met succes verticale trekken met quantitative planktonnetten te doen. Er moest dus ter vervanging hiervan iets anders gevonden worden.

Men kan de verschillende planktonverzamelmethoden in twee principieel verschillende groepen verdeelen:

1^o de *zeefmethoden*,

2^o de *bezinkingsmethoden*.

De eerste zijn langen tijd de eenige gebruikelijke geweest in den vorm van het *qualitatieve* en *quantitatieve* planktonnet. Tegen dit net en het gebruik ervan zijn reeds dikwijls bezwaren geuit, waarvan wel het belangrijkste was, dat de mazen van dit net te groot waren, waardoor kleine vormen aan de waarneming geheel ontsnapten of tenminste in de vangsten in veel te gering aantal aanwezig waren. Het is vooral Lohmann (1908), die door zijn talrijke, zeer uitvoerige en grondige onderzoekingen heeft aangetoond tot hoe groote fouten het planktonnet aanleiding kan geven. Uitvoerig beschreef hij twee methoden om de leemten, door het gebruik van het planktonnet ontstaan, aan te vullen. Hij wijst er vooral op, dat wij niet in staat zijn door één wijze van verzamelen een behoorlijk materiaal te verkrijgen, dat ons een overzicht verschaft over het geheele phyto- en zoöplankton. Om dit te bereiken moet steeds de net-methode gecombineerd worden met zijn beide andere.

Zijn eene methode bestond in het filtreeren van vrij groote hoeveelheden water (54 L.) door groote filters van gehard filtreerpapier, dit filter rustte in een metalen trechter, terwijl het water in het filter gepompt werd. Het filter werd dan schoongespoten en het plankton verzamelde zich in de punt hiervan, deze werd doorgestoken en het materiaal vloeyde zoo in eronder geplaatste verzamelglazen. Door parallelvangsten met planktonnetten bleek, welke

ontzettend groote hoeveelheden organismen — waarvoor Lohmann het woord nannoplankton invoerde — door de mazen van het net ontsnapt. Voor een zeer groot aantal kleine, vrnl. plantaardige, organismen is deze methode uiterst bruikbaar; voor de grootere en vooral voor de dieren is de hoeveelheid afgefilterd water niet groot genoeg, hiervoor kan men echter zonder bezwaren het net blijven gebruiken. De allerkleinste en vooral de niet gepantserde komen echter in de filtervangsten ook minder goed tot hun recht, deze worden het best verzameld door middel van een centrifuge. Het gebruik hiervan bij het planktononderzoek was reeds lang bekend, maar de groote behoefte eraan ontstond eerst, toen men zich meer met het nannoplankton ging bezighouden. Lohmann heeft een methode aan de hand gedaan, waardoor wij in staat zijn de centrifuge ook voor quantitative doeleinden met veel succes te gebruiken. Aangezien ook bij mijn onderzoek de centrifuge voor verschillende doeleinden gebruikt is, zal ik hiervan een eenigszins uitvoerige beschrijving geven.

Van een, met een Krümmelsche flesch, op zekere diepte genomen watermonster werden kleine hoeveelheden (b.v. 15 c.c.m.) in glazen buisjes gegoten, die in de houders van de centrifuge pasten; deze buisjes moeten met zorg gemaakt worden, ze moeten nl. onder capillair zijn uitgetrokken, zoodat wanneer men ze leeggiert, het sediment met zeer weinig water in deze capillaire punt blijft hangen, dit kan dan met een eveneens fijn uitgetrokken spuitje opgezogen en op een verdeeld objectglas overgebracht worden ter telling, de punt van het buisje moet minstens tweemaal met een kleine druppel water nagespoeld worden; het capillaire deel van het buisje moet nu zoo groot zijn, dat het plankton, met het spoelwater, geborgen kan worden op het verdeelde gedeelte van het objectglas.

De buisjes behoeften bij mijn onderzoek niet grooter zijn dan 10 c.c.m.; ik maakte de capillaire punt iets anders

dan Lohmann die liet vervaardigen. Trekt men nl. de vrij wijde buis in éénmaal tot een punt uit, dan krijgt men gewoonlijk of geen capillair werkend deel of de punt wordt erg lang, het capillaire deel daardoor te groot en het glas te dun, waardoor de punt afbreekt. Beter heeft men de zaak in de hand door in tweemaal de punt uit te trekken; eerst bij een matig verwarmd glas wordt een kegel met vrij stompe tophoek gevormd, waardoor de buis bijna gesloten is, dan laat men afkoelen en na weer verwarmd te hebben wordt er een capillair gedeelte aange trokken en de punt dicht gesmolten. Figuur 1 moge een en ander verduidelijken.

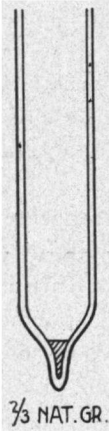


Fig. 1.

Lohmann gebruikte een gewone handcentrifuge, zooals men die in iedere instrumentenprijscourant vindt, hij vond, dat voor volledige sedimentatie 9000 toeren (en wel 1300 toeren per minuut gedurende 7 minuten) voldoende waren. Ik gebruikte een door een kleinen electromotor gedreven centrifuge, die op het botanisch laboratorium te Groningen door den amanuensis J. Veenhoff was geconstrueerd en die steeds onberispelijk heeft gefunctioneerd. Het aantal toeren wisselde, al naar de gebruikte versnelling en de ingevoegde schakelweerstand tusschen 1700 tot ongeveer 3500 toeren per minuut.

Onder de bezinkingsmethoden moet behalve de centrifuge nog gerekend worden de, door Kolkwitz gevonden en beschreven „Planktonkammer”; deze bestaat uit een 2.63 mm. hooge, cilindervormige in glas uitgeboorde holte, die juist 1 c.c.m. water kan bevatten en boven door een vrij dik (0.5 mm.) dekglas wordt afgesloten. Het plankton van deze 1 c.c.m. water moet hierin bezinken (of, voorzover het lichter dan water is, opdrijven). Te oordeelen naar de litteratuur wordt dit instrument niet veel gebruikt.

Er zijn dan ook belangrijke bezwaren tegen: 1^o men kan geen gebruik maken van sterke vergrooting, de afstand van de bovenzijde van het dekglas tot den bodem is 3.1 mm., wat slechts systemen van matige sterkte toelaat; toch is voor het behoorlijk onderscheiden van de verschillende kleinere soorten — waar het hier juist om gaat — wel degelijk een sterke vergrooting noodig;

2^o het volumen water (1 c.c.m.), dat het materiaal levert, is te klein;

3^o men moet met het microscopisch onderzoek wachten tot men mag aannemen, dat alles bezonken is; er zullen zelfs organismen zijn — vooral de sterk bewegelijke — die geheel niet bezinken.

Geen van deze bezwaren ontmoet men bij gebruik van de centrifuge, terwijl het voordeel, dat men ook de kleinste organismen volkomen ongeschonden en levend onder het microscoop krijgt, evengoed bij beide aanwezig is.

Toen ik mijn plan voor het planktononderzoek opzette, lag het in mijn bedoeling enkel het phytoplankton te behandelen, het boven geciteerde werk van Lohmann was mij toen nog niet bekend. Het bleek mij al spoedig, dat voor mijn doel een planktonnet van zijdegaas niet bruikbaar was, om de reeds genoemde redenen. Door vroegere onderzoekers was in de plaats hiervan reeds aanbevolen het gebruik van filters van tafzijde. Deze stof heeft het voordeel van uiterst kleine mazen te bezitten (die zelfs na eenigen tijd door uitzetting der draden bijna geheel verdwijnen) en zeer glad te zijn, waardoor weinig in of op het weefsel blijft hangen. Een en ander is microscopisch gemakkelijk te controleeren; aangezien deze stof in talrijke soorten en kwaliteiten in winkels van damesmodeartikelen verkrijgbaar is, is het aan te bevelen de beste hieruit uit te kiezen door een microscopisch onderzoek.

Van een lap hiervan werd nu een kegelvormige zak

genaaid ¹⁾, die juist paste in een grooten glazen trechter, hiervoor werd het grootste model met geribd binnenvlak genomen, het verzamelen is dus niets anders dan een gewone filtratie, waarbij het filter niet uit filtreerpapier maar uit tafzijde bestaat. Wanneer het water grootendeels door het filter geloopt was, werd dit zorgvuldig door krachtig bespuiten met water gereinigd, zoodat al het plankton zich ten slotte onder in de punt verzamelt, waaruit het met een spuitje is op te zuigen, hierna moet nog eenige malen nagespoeld worden.

Het is niet noodig zeer groote hoeveelheden water te nemen; meer dan 6 Liter werd nooit genomen, in den tijd van eenigszins behoorlijke planktonontwikkeling is dit ook ruimschoots voldoende, in den tijd van het minimum echter wel wat weinig; aangezien juist dan — in den winter — de filtrering zelden vanwege koude, storm, etc. in de open boot kon geschieden, moest het water over eenigen afstand vervoerd worden, wat voor grootere hoeveelheden moeilijkheden opleverde, temeer daar dit werk bijna steeds 's Zondags moest plaats hebben.

Het nemen van het watermonster kon, dank zij de geringe diepte van het Meer en de kleine hoeveelheden, die noodig waren, op eenvoudige wijze gebeuren: water van de oppervlakte kon natuurlijk gewoon geschept worden; voor het nemen van monsters van willekeurige diepten werd op mijn aanwijzingen het volgende instrument geconstrueerd door den amanuensis J. Veenhoff. Een flesch van één Liter inhoud werd van een metalen montuur voorzien, waardoor deze vastgeschroefd kon worden aan een langen uitschuifbaren koperen stok. De opening van de flesch werd gesloten door een onder van gummi voor-

¹⁾ Men behoeft niet bang te zijn dat, tengevolge van het prikken van de naald, gaten in de naad zullen blijven, deze verdwijnen geheel door de elasticiteit van de stof en het uitzetten der draden in het water.

ziene plaat, die door een eraan bevestigd touw omhoog getrokken kon worden en na het loslaten van het touw door een spiraalveer weer naar beneden gedrukt werd, waardoor de flesch weer gesloten was.

Voor het nemen van een monster van bepaalde diepte wordt de aan den stok geschroefde flesch op de gewenschte diepte gebracht, met het touw de sluitplaat omhoog getrokken en het water kan naar binnen stroomen. Gewoonlijk werden echter niet monsters genomen van één bepaalde diepte maar van een geheele waterkolom tusschen oppervlakte en bodem: de geopende flesch werd dan geleidelijk van boven naar beneden en omgekeerd door het water gehaald, tot ze vol was. Wanneer het er niet speciaal bij vermeld is, is het taffilter-materiaal steeds van op deze wijze genomen watermonsters afkomstig.

Steeds werd tegelijk hiermee netplankton verzameld, hiervoor werd een gewoon, klein, eigengemaakt planktonnet gebruikt met gaas van $\pm 55 \mu$ maaswijdte. In het begin werd alleen kwalitatief gevischt door het net horizontaal door het water te trekken; later werden ook kwantitatieve monsters genomen: hierbij werd een hoeveelheid water van 15 tot 30 Liter van de oppervlakte geschept en door het net gefiltreerd; ook voor zoölogische doeleinden was deze hoeveelheid gewoonlijk ruimschoots voldoende.

Verder werden in de laatste maanden van het onderzoek geregeld kleine quantiteiten water (25—30 c.c.m.), voorzien van 1 c.c.m. formol, bewaard voor centrifugeering, dit monster werd uit hetzelfde water genomen als voor het taffilter gebruikt werd, door schudden werd van te voren voor nauwkeurige menging zorg gedragen.

Aangezien nog bij zeer talrijke planktononderzoekingen enkel gebruik wordt gemaakt van het net, heb ik het van groot belang geacht de bruikbaarheid der drie verschillende gebruikte methodes uitvoerig te behandelen en

vooral te wijzen op de fouten, die de verschillende methoden aankleven.

Het planktonnet. Reeds herhaaldelijk is er in de literatuur op gewezen, dat, aangezien de mazen van het net 50 μ groot zijn, wel talrijke vormen, die in twee afmetingen kleiner zijn dan 50 μ , door de mazen moeten ontsnappen. Wanneer dit het geval is, geeft het netplankton ook geen goed beeld van de werkelijkheid. Echter geeft de netmethode niet alleen aanleiding tot kwantitatieve fouten maar ook tot kwalitatieve: Vele soorten komen in koloniën voor, die in grootte zeer uiteen kunnen loopen; het is nu vaak het geval, dat de groote koloniën niet, de kleine wel de mazen van het net kunnen passeeren, men zou dan uit de netvangsten besluiten, dat de betreffende soort alleen bestaat uit groote exemplaren, daar de kleine verdwenen zijn. Hierop wordt nooit voldoende gewezen. Dat op deze wijze verzameld materiaal b.v. voor statistische metingen vaak geheel onbruikbaar is, spreekt vanzelf. Ik hoop straks aan te toonen, dat de hier veronderstelde mogelijkheid werkelijk niet zelden voorkomt. Ik wil echter beginnen met aan te geven, welke groote hoeveelheden plankton door de mazen van het net kunnen ontsnappen. Om dit aan te toonen werden de volgende proeven genomen: water, dat reeds door het net geloopt was, werd opgevangen en nogmaals gefiltreerd, maar nu door het filter van tafzijde. De vangsten volgens beide methoden werden dan in maatglazen tot bezinken gebracht; de resultaten zijn in tabel 1 vereenigd.

Het percentage, dat van de totale hoeveelheid plankton in het net achterblijft, bedraagt dus in het meerendeel der gevallen slechts 25 %; er dient echter bij te worden vermeld, dat het net toevallig telkens uit weinig gebruikt gaas bestond, waarvan de mazen meest nog een diameter van 55—60 μ hebben, later wordt deze aanzienlijk veel kleiner. Het percentage kan bij oud gaas dan ook veel

Tabel 1.

Datum,	31 Dec. '16	17 Jan. '17	31 Juli '17	5 Aug. '18
Planktonvol. } $\frac{1}{h}$. net.	0.25	0.23	0.12	0.18
in c.c.m. } $\frac{1}{h}$. filter.	0.7	0.7	0.4	0.21
per Liter. } totaal	0.95	0.93	0.52	0.39
% van het totaal $\frac{1}{h}$. net achtergebleven.	26	25	23	46

hooger stijgen (tot 70, in een enkel geval zelfs tot 86 %).

Om na te gaan welk percentage der individuen bij de verschillende soorten de mazen van het net passeert, werden een paar tellingen van, op dezelfde wijze als boven beschreven, verzameld materiaal uitgevoerd. Het lijkt mij echter overbodig de resultaten hiervan in alle uitvoerigheid weer te geven, aangezien deze m.m. volkomen overeenstemmen met die door Lohmann (l.c.) meegedeeld.

Evenals Lohmann vond ik voor talrijke, kleinere, vormen verliezen van nagenoeg 100 %, bij de meeste phyto-planktonten is het deel, dat door de mazen van het net gaat, grooter dan dat, wat op het net achterblijft.

Uit dit alles volgt dus voldoende, dat de netvangsten slechts een zeer onvolledig beeld van het aanwezige plankton geven. Ook ziet men, welk nutteloos werk het is, tellingen van dergelijk materiaal met zooveel zorg uit te voeren, dat ze tot op 5 % nauwkeurig zijn, terwijl van vele organismen 50 % of zelfs 100 % bij het monster-nemen is ontsnapt.

Een tweede punt, dat behandeld moet worden, is: geven de individuen, die in het net achterblijven, een kwalitatief juist beeld (vrnl. wat betreft de grootte) van een vorm, m.a.w. oefent het net ook nog in zooverre een practisch van beteekenis zijnde selectie uit, dat alleen de grootere individuen (of koloniën) gevangen worden, en de kleinere ontsnappen, waardoor dus de vorm grooter

schijnt dan hij in werkelijkheid is. Om dit uit te maken, werden van twee speciaal uitgezochte vormen de grootten bepaald in materiaal van netvangsten en van filtervangsten, beide op dezelfde plaats en tijd verzameld. In de tabellen 2 en 3 vindt men de resultaten hiervan; bij *Melosira Binderiana* (tabel 2) geven de cijfers aan hoeveel cellen per draad voorkomen.

Tabel 2.

Melosira Binderiana.

Aantal cellen per draad	2—4	5—7	8—10	11—13	14—16	
in het netmateriaal	8	6	9	8	16	
in het filtermateriaal	33	24	21	13	5	
17—19	20—22	23—25	26—28	29—31	32—34	35—37
13	8	7	2	5	4	1
0	1	1	1	1	0	0
38—40	41—43	44—46	47—49	50—52	53—55	56—70
2	1	0	2	1	3	4
0	0	0	0	0	0	0

Bij het netmateriaal komt dus het grootste aantal draden voor van 14—16 cellen per draad, bij het filtermateriaal van 2—4 cellen per draad. Scherper nog treedt het verschil op den voorgrond als men nagaat, dat bij het filter vrij wat meer dan de helft der cellen uit draden met minder dan 8 cellen bestaat, terwijl slechts het $\frac{1}{25}$ deel der draden uit meer dan 16 cellen bestaat, bij het netmateriaal is dit resp. $\frac{1}{7}$ en meer dan de helft. Reeds bij een oppervlakkige beschouwing valt, wat hier in cijfers is weergegeven, op: in het netmateriaal blijkt *Melosira* uit forsche, lange draden te bestaan, bij beschouwing van het filtermateriaal blijkt hoe bedrieglijk dit beeld is, hier moet men bepaald zoeken naar de lange draden.

Iets dergelijks werd gedaan voor *Pediastrum Boryanum*, de cijfers hier stellen den diameter der koloniën voor in

deelstrepen van den gebruikten micrometer, waarbij één deelstreep gelijk is aan 2.8μ .

Tabel 3.

Pediastrum Boryanum.

Diameter der koloniën, in deelstrepen van den micrometer, $1 = 2.8 \mu$.

Diameter	11—14	14—17	17—20	20—23	23—26
netmateriaal	1	3	1	5	5
filtermateriaal	3	10	11	8	4
26—29	29—32	32—35	35—38	38—41	41—44
5	6	12	4	2	2
3	3	2	1	1	1
44—47	47—50	50—53			
3	0	1			
1	2	0			

Bij het netmateriaal komt dus het grootste aantal koloniën voor bij een diameter van 32—35, bij het filtermateriaal bij 17—20; bijna de helft der koloniën van het laatste is kleiner dan 20, bij het eerste slechts $\frac{1}{10}$. Ook hier geeft dus het netmateriaal een geheel foutief beeld van den werkelijken toestand.

Een dergelijk onderzoek heb ik ook nog trachten te verrichten bij *Scenedesmus quadricauda*, dit stuitte echter hierop af, dat in de netvangsten zoo weinig exemplaren voorkwamen, dat het meten van een 50-tal al te veel tijd zou hebben gekost.

Met het hier meegedeelde meen ik echter voldoende aangetoond te hebben, dat het planktonnet voor phyto-planktonisch onderzoek — zoowel van kwalitatieven als quantitatieven aard — tot zoo groote fouten aanleiding geeft, dat het onbruikbaar is.

We zullen nu nagaan of het *taffilter* tot meer betrouwbare resultaten leidt. Ter controleering van de *taffilter*-

Tabel 4.

Soort.	I (Aug. '17)			II (Aug. '18)		
	Aantal per Liter		verlies %	Aantal per Liter		verlies %
	1/h. filter.	1/h. centrif. neerslag.		1/h. filter.	1/h. centrif. neerslag.	
Dinobryon spec.	7600	0	0			
Pediastrum duplex	22800	0	0	1000	0	0
" Boryanum	41800	4200	10	39000	4600	10
" tetras	4000	1840	31	16000	0	0
Oocystis lacustris	19000	4200	18	16500	3680	18
Tetraedron minimum	30700	6400	17	6000	920	13
Scenedesmus Hystrix				21000	920	3
" quadricauda	304000	16800	5	171000	8280	5
Dictyosphaerium Ehrenbergianum				7500	0	0
Actinastrum Hantzschii	7600	0	0			
Coelastrum microporum	34200	4200	11	1500	0	0
Cosmarium kleine vormen	19000	4200	18	10500	920	8
" grote "	1500	0	0			
Gonatozygon Kinahani	3800	0	0			
Melosira Binderiana	416800	14600	3			
Cyclotella spec.	45600	23200	34	18000	2760	14
Fragilaria crotonensis	7600	0	0	13500	0	0
" capucina				10000	920	8
" construens				37500	0	0
Synedra spec.	100000	16800	15			
Asterionella gracillima	22800	2000	8	1500	0	0
Chroococcus limneticus	186200	27000	13	162000	7360	4
Microcystis aeruginosa	3800	0	0	1500	0	0
Gomphosphaeria lacustris	117200	4200	3	23000	5200	19
Coelosphaerium Kutzianum	171000	16000	9	2325000	253000	10
Anabaena spec.	4200	0	0	4500	920	17

vangsten werd de volgende proef genomen. Van het water, dat door het filter geloopt was, werd tijdens opeenvolgende stadia der filtrering een monster verzameld en dit gecentrifugeerd. Het aantal individuen in het zoo verkregen preparaat werd geteld. De resultaten betreffende de belangrijkste soorten vindt men in tabel 4, waar tevens zijn aangegeven de in het filter achtergebleven aantallen en het percentage, dat nog door het filter verloren gaat.

Uit beide waarnemingen van deze tabel blijkt, dat van sommige vormen nogal vrij veel verloren gaat. De grootste verliezen komen voor bij *Cyclotella*, resp. 34 en 14 %, het betreft hier uiterst kleine soorten; verder bij eenige kolonievormende soorten (welke koloniën echter uiterst klein kunnen zijn, of in zeer kleine stukken uiteenvallen) als *Pediastrum tetras*, *Oocystis lacustris*, *Coelastrum microporum*, *Chroococcus limneticus*, *Gomphosphaeria lacustris* en *Coelosphaerium Kützingianum*, *Tetraedron minimum*; zeer kleine soorten van *Cosmarium* en *Synedra* vertoonen ook een hoog verliespercentage.

Dat het verliespercentage in I en II dikwijls aanzienlijk verschilt, hangt meestal samen met de meerdere of mindere grootte, die die soort op dat tijdstip had, dit kan nl. vrij sterk variëren. Het spreekt vanzelf, dat van de kleinste soorten de grootste hoeveelheden verloren gaan.

Enkele uitzonderingen daargelaten, gaan de fouten niet veel boven 10 %, voor ons doel is dit naar mijn meening niet van overwegend bezwaar. De beoordeeling hiervan hangt echter in 't algemeen af van de nauwkeurigheid, die men wil betrachten bij de tellingen. Apstein (1896) wenscht de tellingen tot op 5 % nauwkeurig (en wel aan netplankton!); voor bepaalde doeleinden kan dit zijn nut hebben, het kost echter ontzettend veel tijd en geduld om die nauwkeurigheid te bereiken. De tellingen, die in deze publicatie voorkomen, dienen hoofdzakelijk — zooals dat trouwens gewoonlijk het geval is — om de periodiciteit

der soorten gedurende den tijd van het onderzoek weer te geven en hiervoor is een dergelijke nauwkeurigheid niet bepaald noodig; zelfs worden door talrijke auteurs de tellingen geheel weggelaten en vervangen door schattingen (als zeer talrijk, talrijk, etc.); op die manier treden echter zeer gemakkelijk subjectieve fouten op. Om deze geheel uit te schakelen heb ik gemeend de tellingen te moeten handhaven, zonder echter naar al te groote nauwkeurigheid te streven, zoodat fouten van 10 % hierin wel kunnen voorkomen; dit is ook de voornaamste reden, dat ik geen groot bezwaar zag in het feit, dat door de taffilter-methode van eenige soorten tot 10 % verloren gaat. In de tabel is alleen melding gemaakt van phytoplanktonten: het zoöplankton komt in het taffilter-plankton in te geringe hoeveelheid voor om hiervan tellingen uit te voeren; eensdeels komt dit door de wijze van monsternemen waardoor de Crustaceen meest zullen weten te ontsnappen, anderdeels door de te geringe hoeveelheden water, die afgefiltreerd kunnen worden. Voor de studie van het zoöplankton is het taffilter dus niet bruikbaar.

Tenslotte rest ons nog de bespreking van de *centrifuge-methode*. Over de inrichting hiervan is reeds het noodige gezegd (pag. 156 en vgl.). Ik kan dus hier volstaan met de resultaten van eenige onderzoekingen mede te deelen.

In de eerste plaats moest worden nagegaan een hoe sterke centrifugeering noodig was, om het plankton quantitatief neer te slaan.

Na centrifugeering met 1700 toeren per minuut gedurende 2 minuten had zich reeds een flinke neerslag gevormd, het bovenstaande water werd dan voorzichtig afgegoten en dit opnieuw gecentrifugeerd gedurende 5 minuten en ook nu vormde zich nog een duidelijke neerslag; het wederom afgegoten water werd nu gecentrifugeerd gedurende 7 minuten met 2800 toeren, waardoor weer een nog macroscopisch zichtbaar bezinksel gevormd werd.

Onder het microscoop werden de verschillende sedimenten onderzocht: dat van het eerste stadium bevat de grovere detritus-deeltjes maar ook veel planktonvormen en vooral de grootere koloniën (*Pediastrum Boryanum*, *Scenedesmus*, *Asterionella*, *Fragilaria*, etc.), dat van het tweede stadium bevat de hoofdmassa van het plankton, vooral ook kleine, dikwijls zeer bewegelijke vormen, dat van het laatste stadium verschilt sterk van de beide vorige: het bestaat vrnl. uit detritus in den vorm van zeer talrijke uiterst kleine, vaak glasheldere korrels, verder groepjes bacteriën en uiterst fijne draden (ook bacteriën?). De gewone planktonorganismen daarentegen ontbreken hierin.

Voor het gewone planktononderzoek kan men dus volstaan met een centrifugeering van 1700 toeren per minuut gedurende 5 minuten. Gewoonlijk echter werd voor tellingen veiligheidshalve gedurende 7 minuten gedraaid. Eén groep van phytoplanktonen echter is er, die ook na 7 minuten bij 2800 toeren nog lang niet kwantitatief neergeslagen worden, n.l. de *blauwwieren*, voorzien van zgn. gasvacuolen; dit is een zeer groot bezwaar voor deze methode, waaraan ik ook niet voldoende tegemoet heb kunnen komen.

Reeds vroegere onderzoekers hadden er op opmerkzaam gemaakt, dat blauwwieren niet gesedimenteerd kunnen worden; het is echter niet geoorloofd te spreken van blauwwieren in 't algemeen, verscheiden soorten kunnen wel degelijk kwantitatief worden neergeslagen (*Chroococcus*, *Gomphosphaeria*, *Coelosphaerium*), echter niet die soorten, die voorzien zijn van zgn. gasvacuolen (*Aphanizomenon*, *Anabaena* div. spec. en *Microcystis* div. spec.). Deze soorten hebben een soortelijk gewicht kleiner dan 1, men kan dus verwachten, dat ze zich na afloop der centrifugeering aan de oppervlakte van het water verzameld hebben. Voor een deel blijkt dit ook het geval te zijn; daarom werd een proef genomen met geheel gevulde

buisjes, die met een kurk werden gesloten, deze werden met de punt naar boven, dus omgekeerd in de houders der centrifuge geplaatst, en daarna zeer lang met groote snelheid gecentrifugeerd. De resultaten bleven echter onbevredigend. Er had zich in de punt wel eenig materiaal verzameld maar na 10 minuten centrifugeeren met ± 3500 toeren werden in het water nog geregeld draden van *Aphanizomenon* en *Anabaena* zwevend aangetroffen, deze hadden zich dus noch naar boven, noch naar beneden afgezet. Verder vormde zich in de punt dikwijls een zeer klein luchtbelletje, dat zich bij het ontkurken van het buisje sterk uitzette en omhoog steeg, waardoor het gevormde sediment weer mee opwarrelde. Het hoofdbezwaar is echter het onvoldoende sedimenteeren tengevolge van het zeer geringe verschil in soortelijk gewicht van de levende blauwwieren en het water.

Pascher (1912), die zich ook met de centrifugeering van blauwwieren heeft bezig gehouden, gebruikte een stel van 2 met de openingen juist in elkaar passende buisjes, zoodat zoowel het materiaal met een soortelijk gewicht grooter als kleiner dan 1 zich in een punt van één der beide buisjes verzamelt. Hij vond, dat na 20—30 minuten centrifugeeren nog belangrijke hoeveelheden blauwwieren worden neergeslagen, m.a.w. het proces verloopt uiterst langzaam en is dus voor quantitatieve doeleinden weinig bruikbaar.

Hieruit blijkt dus wel, dat tot nu toe de blauwwieren een ernstig bezwaar vormen bij deze wijze van verzamelen van phytoplankton, en daar in onze streken in den zomer juist de blauwwieren in het plankton een belangrijke rol vervullen, is dit bezwaar van groote beteekenis. Lohmann (l.c.) vond ook, dat lichte organismen (*Oscillatoria*, zeer vetrijke *Diatomeeën*) niet bij de centrifugeering worden neergeslagen, de blauwwieren betekenden voor hem echter weinig; in 't algemeen zal dit bezwaar bij mariene onderzoekingen wel van meer ondergeschikt belang zijn.

Hiermee zijn alle ons ten dienste staande plankton-verzamelmethodeën de revue gepasseerd, ons rest nu nog hieruit een keuze te doen. Het planktonnet bleek voor het verzamelen van phytoplankton geheel onbruikbaar te zijn, het zoöplankton wordt daarentegen hiermee goed gevangen; het taffilter heeft het bezwaar, dat slechts geringe hoeveelheden water kunnen worden gefiltreerd, waardoor het zoöplankton slechts onvoldoende vertegenwoordigd is, het phytoplankton wordt daarentegen behoorlijk quantitatief verzameld (behalve enkele zeer kleine soorten). Door de centrifuge-methode ontsnappen talrijke blauwwieren — en ook het zoöplankton — aan de waarneming.

Om dus een overzicht over de totale hoeveelheid aanwezig plankton (waarvoor Lohmann het woord „Vollplankton” invoerde) te krijgen, moeten de verschillende methoden gecombineerd worden: voor het zoöplankton moet men het planktonnet gebruiken, voor het phytoplankton het filter (zij het dan papier- of zijdetaffilter), voor de allerkleinste vormen nog aangevuld met centrifugemateriaal. Aangezien het oorspronkelijk mijn plan was alleen het phytoplankton te behandelen werden in het eerst alleen quantitatieve filtermonsters genomen, volledigheidshalve aangevuld door kwalitatieve netvangsten, eerst later werden deze ook quantitatief genomen, door n.l. vrij groote hoeveelheden (15—30 L.) water van de oppervlakte geschept door het net te filtreren; dit leverde voor quantitatief zoölogisch werk zeer bruikbare resultaten, in het winterhalfjaar echter moeten de hoeveelheden gefiltreerd water aanzienlijk veel grooter genomen worden.

Ook werden later geregeld centrifugemonsters verzameld, een volledig planktonmonster bestond dan dus uit quantitatief net- en filtermateriaal en uit een watermonster voor centrifugeering.

Het was echter niet mogelijk dit laatste ter plaatse direct te onderzoeken; voor het vervoer en bewaren is conserveering noodig en alleen hierdoor al verdween de mogelijkheid het nannoplankton — voor zoover betreft tenminste de bewegelijke, onbeschaalde vormen — in het onderzoek te betrekken. Deze echter, hoofdzakelijk bestaande uit *Infusoriën* en *Flagellaten* (groene en ongekleurde) maar verder vooral uit *Bacteriën*, zijn in de planktonlitteratuur nog niet aan een behoorlijke, systematische behandeling onderworpen en zonder zeer speciale, uitvoerige studie is het voorshands nog niet mogelijk betrouwbare determinaties der soorten uit te voeren. Van vele dezer organismen is zelfs nog niet voldoende bekend of het niet ontwikkelingsstadia van andere vormen zijn. Vooral ook de *Bacteriën* leveren moeilijkheden van allerlei aard op, zoodat deze in de planktonlitteratuur dan ook steeds zeer stiefmoederlijk behandeld zijn.

Het hoofdmateriaal voor het phytoplankton vormen de filtervangsten, hiervan werden ook — met intervallen van \pm een maand — de tellingen, waarvan men de resultaten in tabel 7, pag. 183 vindt, uitgevoerd.

De telling had op de gewone wijze plaats: nadat de vereischte concentratie van het geconserveerde monster was bereikt, werd na zorgvuldige schudding 0.05 c.c.m. hiervan genomen met een door mij zelf met zoo groot mogelijke nauwkeurigheid uitgewogen zeer fijn pipet, gemaakt van een relatief wijde capillaire buis, waaraan onder een punt was geslepen (echter niet fijn uitgetrokken om verstopping te voorkomen). Door de pipet tot op zekere diepte in het planktonhoudende water te dompelen, steeg dit tot aan de merkstreep, daarna werd de inhoud op een in kleine vierkantjes verdeeld objectglas gebracht, de pipet werd, door boven een kleinen druppel glycerine in de buis te laten loopen, tweemaal nagespoeld, en deze glycerine eveneens op het objectglas gebracht, waardoor

meteen het preparaat niet gaat uitdrogen. Meestal werd, voor tijdsbesparing, slechts de helft der hokjes uitgeteld. Wanneer nu het aantal planktonten per 0.05 c.c.m. en het volumen van het monster bekend zijn, kan men gemakkelijk berekenen, hoe groot dit aantal was in de totale hoeveelheid (en dus ook in 1 L.) van het afgefiltereerde water. De cijfers in tabel 7 zijn berekend per Liter. Soorten, die of zeer veel of zeer weinig voorkwamen, werden geteld in zwakkere, resp. sterkere concentratie. Voor het zoöplankton konden deze tellingen niet geregeld uitgevoerd worden, omdat quantitatief materiaal voor een deel der periode van onderzoek ontbrak, ik moest daarom hier mijn toevlucht tot schattingen nemen.

Het plankton in den loop van het jaar.

Om een overzicht van den loop van het plankton in zijn geheel, van de productie van organische stof dus, gedurende de verschillende jaargetijden te geven, heeft men bij vroegere onderzoekingen hoofdzakelijk gebruik gemaakt van de planktonvolumina, verkregen door quantitatief verzameld plankton in meetglazen tot bezinking te brengen, en na verloop van 24 uren het bezinkingsvolumen af te lezen en dit cijfer om te rekenen op een bepaalde eenheid van volumen water, waaruit het monster genomen werd (gewoonlijk de kolom water zich bevindend onder 1 M² oppervlakte).

Deze methode is echter zeer gebrekkig, zooals trouwens door vroegere auteurs is meegedeeld, maar door Lohmann (l.c.) na zeer uitvoerig en grondig onderzoek overtuigend is bewezen. Zoo vond hij het optreden der grootste planktonvolumina samenvallen met ontwikkelingsmaxima van soorten van grillige, dikwijls van uitsteeksels voorziene vormen, trad daarentegen een dergelijk maximum op van soorten met regelmatig, afgeronden vorm, dan uitte dit zich niet of slechts weinig in een verhoogd planktonvolumen. De ver-

klaring van dit verschijnsel ligt voor de hand: door de aan uitsteeksels rijke vormen wordt een zeer hol en volumineus neerslag gevormd, door de tweede categorie een dicht neerslag met als gevolg een gering volumen. Lohmann is aan dit bezwaar tegemoet gekomen door, voor elke soort het gemiddeld volumen van een individu te meten.

Voor het totale planktonvolumen, dat hij op deze wijze door berekening verkreeg, voerde hij den term „Rechen-volumen” in tegenover het „Setzvolumen”, dat het door bezinking verkregen volumen aangeeft. Dit Rechen-volumen doet naar mijn meening een zeer belangrijk hulpmiddel aan de hand om ons een inzicht te verschaffen in de productie aan organische stof door het plankton. Het ideaal van Lohmann was nl. niet zoozeer het volumen van het geheele individu te kennen als wel dat van de organische stof hiervan. Om dit in de practijk uit te voeren, heeft men echter met groote moeilijkheden te kampen: voor een Diatomee moet, om maar iets te noemen, de in verhouding zeer groote vacuole afgetrokken worden, en zoo levert iedere vorm zijn speciale moeilijkheden op, zoo is b.v. bij de groenwieren dikwijls lastig de omgrenzing en dus de grootte der vacuole waar te nemen. Kolonievormende cellen van blauwwieren (b.v. *Microcystis*- of *Gomphosphaeria* soorten) liggen vaak zoo dicht in een geleimassa opeen, dat het aantal cellen per kolonie niet te bepalen is, wat toch noodig is om het totale volumen der cellen in de kolonie te kunnen berekenen, buitendien zal dit tellen voor talrijke koloniën moeten geschieden om statistisch een gemiddelde vast te stellen.

Al deze moeilijkheden — waarmee Lohmann bij zijn mariene soorten waarschijnlijk niet zooveel te kampen heeft gehad — maken, dat dit onderzoek buitengewoon tijdroovend wordt, en zeer geringe kansen op voldoende nauwkeurigheid biedt. Dit is ook de reden, dat ik het van

mijn programma van werkzaamheden heb moeten schrappen, hoewel ik overtuigd ben, dat het juist voor een onderzoek als het onderhavige de eenig bruikbare methode is.

Wanneer men nl. bij een ondiep meer, als het Zuidlaarder Meer is, de bezinkingsvolumina van de verschillende monsters nagaat, dan ziet men, dat deze aan buitengewoon sterke schommelingen onderhevig zijn, voor een zeer belangrijk deel zijn deze volumina afhankelijk van de sterkte van den golfslag. Zoo vond ik in een monster van 2 December 1917 per Liter 4.6 c.c.m., den volgenden dag 0.23 c.c.m. neerslag, dus juist het $\frac{1}{20}$ deel; tijdens het nemen van het eerste monster stond er echter een krachtige golfslag (7—8) in het tweede geval een zeer zwakke (2—3). [De sterkte der golven werd steeds schattenderwijze bepaald en aangegeven door cijfers, loopend van 0—10, 0 voor spiegelglad water, 10 voor den toestand bij vliegend stormweer]. Bij een golfsterkte 6—7 vertoont het geschepte water reeds een macroscopisch zichtbare bruine troebeling, vooral veroorzaakt door detritus, er blijken dan echter ook verscheiden organismen, zoowel plantaardige als dierlijke, in voor te komen, die er in normale omstandigheden ontbreken (soorten van *Microcystis*, *Aphanothece stagnina*, *Cymatopleura elliptica* en *C. Solea*; *Pleuroxus uncinatus*, *Alona quadrangularis*, *Monospilus dispar*; verder veel leege schalen van *Diatomeae* en *Cladocera*). Al deze zijn bodemvormen, de verontreiniging is dus van den bodem afkomstig; dit was a priori niet te zeggen, daar het niet te verwonderen zou zijn, als ook de eponten een belangrijk aandeel hieraan vormden, doordat deze door de kracht van den golfslag, die aan den lagen wal al bij vrij zwakken wind groot kan zijn, waren losgeslagen en door de stroomingen in het water waren meegevoerd. Eponten komen echter, ook bij woelig water in het plankton slechts weinig voor.

Doordat tengevolge van verandering van windkracht

en meerdere of mindere golfslag de planktonvolumina in zeer korten tijd (een paar uren) zoo aanzienlijk kunnen wisselen, heeft het geen beteekenis deze, zooals ze elke week bij het monsternemen zijn bepaald, te vermelden. Echter wil ik hier enkele cijfers geven, ontleend aan monsters bij zoo zwakken golfslag verzameld, dat deze op het planktonvolumen geen invloed van beteekenis heeft. Uit tabel 5 blijkt, dat de volumina zeer sterk kunnen wisselen, de kleinste komen voor vanaf midden December

Tabel 5.

Datum.	Volumen per L. in c.c.m.	Sterkte der golven 0—10	Temp.	Verdere bijzonderheden.
12 Nov. '16	0.4	5	?	
3 Dec.	0.23	2—3	1°5	
17 Dec.	0.1	1—2	1°7	
11 Jan. '17	< 0.03	1	1°	
22 Jan.	0.03	0	0°	ijs
29 Jan.	0.04	0	0°	ijs
18 Febr.	0.03	0	0°	ijs
25 Maart	< 0.05	6	2°4	bodemmonster
1 April	0.2	2	3°5	
30 April	0.24	0	8°5	
13 Mei	0.32	2—3	17°	
23 Mei	0.6	2	?	0.26 c.c.m. blauwwieren
4 Juni	0.67	2	18°6	0.24 c.c.m. „
8 Juli	0.7	3—4	18°2	
5 Aug.	0.4	4	18°7	na veel regen
26 Aug.	0.31	3	16°5	
9 Sept.	0.28	2	18°5	
16 Sept.	0.4	4—5	14°1	
14 Oct.	0.47	2—3	8°6	
28 Oct.	0.07	0—1	5°5	
4 Nov.	0.06	?	5°	

tot eind Maart, dan treedt plotseling een sterke stijging op, die onafgebroken voortgaat tot midden Juli, dan begint een daling, tot begin September, waarna weer een kortstondige rijzing optreedt, van midden September — midden October.

Deze veranderingen, die het planktonvolumen ondergaat, zijn geheel te verklaren uit de meteorologische omstandigheden. In de eerste plaats blijkt de temperatuur (en misschien ook de hiermee parallel loopende lichtintensiteit) van belang te zijn: lage cijfers voor eind November — begin April, hooge voor Mei — October. Door de temperatuur worden echter niet verklaard de dalingen, die in Augustus en in eind October optreden.

Deze dalingen staan zonder twijfel in verband met de groote hoeveelheden neerslag in de maanden Augustus en October. Door een graphische voorstelling (figuur 2) wordt dit ten duidelijkste gedemonstreerd.

De gearceerde rechthoeken geven aan de hoeveelheid neerslag (zie voor het aantal m.m. de verticaal-as links) per maand, de planktonvolumina worden voorgesteld door de doorlopende lijn (zie voor het aantal c.c.m. per L. de verticaal-as rechts).

De snelle dalingen der lijn in begin Augustus en eind October vallen samen met de groote hoeveelheden neerslag in die maanden, (de grootste helft van de neerslag in Augustus viel reeds in de eerste week). De stijging in September tot midden October valt samen met den geringen regenval in die maand (vooral in het laatste deel hiervan).

Het verloop van de planktonvolumina blijkt dus in sterke mate afhankelijk te zijn van meteorologische invloeden (vrnl. temperatuur en neerslag).

Vergelijkt men de cijfers der planktonvolumina met die van buitenlandsche meren dan stuit men op de moeilijk-

heid, dat bij de laatste is gebruik gemaakt van netvangsten en deze geven steeds lagere cijfers dan filtervangsten. Neemt men echter in aanmerking, dat de grootste planktonvolumina, die ik in netvangsten vond ± 0.5 c.c.m. per Liter zijn, dan blijkt wel, dat het Zuidlaarder Meer

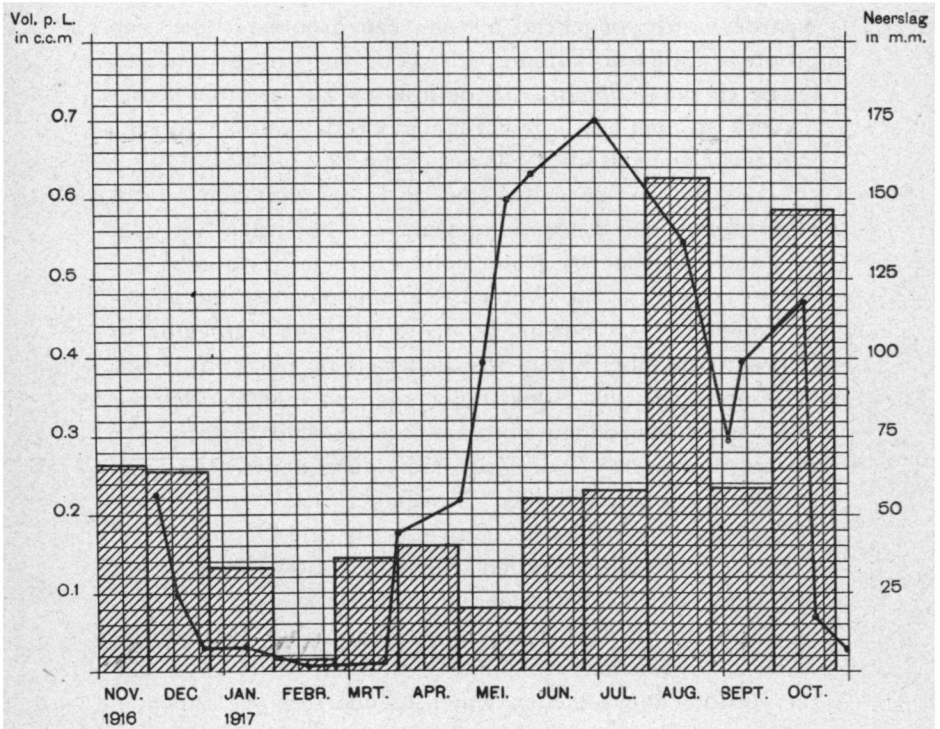


Fig. 2.

De cijfers links en de lijn geven aan het planktonvolumen per L. in c.c.m., de cijfers rechts en de gearceerde rechthoeken de hoeveelheid neerslag in m.m.

tot de zeer planktonrijke meren behoort; zoo vond Apstein (1896) voor het planktonrijkste meer, dat hij onderzocht 0.45 c.c.m. per Liter (Molfsee, Juni).

Het phytoplankton.

Een andere methode om den loop van het plankton in cijfers uit te drukken, bestaat in het nagaan van het totaal aantal organismen, dat in zekere hoeveelheid water op de verschillende tijdstippen aanwezig is. Men maakt hiermee echter de fout, dat aan een zeer klein organisme dezelfde waarde wordt toegekend als aan een groote kolonie: een groote *Fragilaria* kolonie telt voor niets meer dan een kleine cel van *Synedra*. In de praktijk zal deze fout echter dikwijls gecompenseerd worden, door dat talrijke soorten van wisselende grootte aanwezig zijn.

Gaan we nu de cijfers, die de totale aantallen phytoplanktonten per Liter aangeven, na, dan zien we, dat deze ook aan sterke schommelingen onderhevig zijn. De laagste komen — in overeenstemming met de lage planktonvolumina — voor in de wintermaanden (December—Februari) zie tabel 7, pag. 183, onderaan bij elk der groepen: Chlorophyceae etc. Ook blijkt, dat na midden October 1917 een snelle daling optreedt, zoodat eind October '17 slechts ongeveer $\frac{1}{10}$ deel der individuen aanwezig is van midden October. Midden November 1916 waren ook $10 \times$ zooveel organismen aanwezig als eind October 1917. Deze verschijnselen worden zeer voldoende verklaard door het feit, dat de waterstand in den herfst van 1917 tengevolge van de hevige regens zeer hoog was. Deze hooge waterstand ontstaat grootendeels doordat de Hunze dan zeer groote hoeveelheden water toevoert en we zullen in den loop van dit hoofdstuk zien, dat dit Hunze-water zeer planktonarm is; het gevolg is natuurlijk een verarming van het meerplankton, vooral daar het door het Drentsche diep afgevoerde water een normale hoeveelheid plankton bevat. Dit is ook de voornaamste reden, dat in 14 dagen (van midden tot eind October) het plankton tot op $\frac{1}{10}$ deel gereduceerd werd. Echter moeten ook andere factoren (verlaging van temperatuur, vermindering van lichtinten-

Tabel 6.
Aangevende het percentage, dat elk der groepen *Flagellatae*, *Chlorophyceae*, *Diatomaceae*, *Diatomaceae* en *Cyanophyceae* aan het totaal aantal planktonen vormen.

Datum.	12 XI '16	17 XII '16	11 I '17	18 II '17	1 IV '17	23 IV '17	23 V '17	25 VI '17	8 VII '17	3 VIII '17	26 VIII '17	16 IX '17	14 X '17	28 X '17
<i>Flagellatae</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0
<i>Chlorophyceae</i>	9.3	7.9	9.6	95?	1.1	1	3	2.8	15	34	23	25	19.2	11.2
<i>Diatomaceae</i>	88	89	87	4	98.5	99	11	2	47	39	50	52.4	72.6	85
<i>Cyanophyceae</i>	2	4.2	3.6	0	0.3	0	85	95	37	25.8	26.5	22	8.6	4

siteit, en misschien ook daling van concentratie der voedingszouten) zich hebben doen gelden, immers de cijfers van tabel 6 toonen aan, dat vooral de *groen-* en *blauw-wieren* de zwaarste verliezen hebben geleden, en bij een eenvoudige verdunning van het meerwater zouden de verliezen voor alle groepen gelijk moeten zijn. Zoo waren op 14 October '17 per Liter aanwezig 554.000 *diatomeën*, 146.000 *groen-* en 61.400 *blauw-wieren*, vormend resp. 72.6 %, 19.2 % en 8.6 % van het totaal, op 28 October resp. 72.400, 9.500 en 3.600 resp. 85 %, 11.2 % en 4 % van het totaal vormend. Het percentage der *diatomeën* is dus met eenige procenten toegenomen, dat der *groen-* en *blauw-wieren* in dezelfde verhouding afgenomen; bij eenvoudige toevoeging van planktonarm water bij het meerwater zou het percentage voor elk der groepen gelijk gebleven moeten zijn, er moeten dus ook andere invloeden werkzaam geweest zijn en wel meteorologische of misschien ook chemische,

daar het toevloeiende water waarschijnlijk wel zeer geringe hoeveelheden voedingszouten zal bevatten.

Dezelfde verklaring geldt ook voor het verschijnsel, dat eind October '17 zooveel minder plankton aanwezig was dan begin November '16. Den geheelen winter blijven de totaal-aantallen der planktonten klein. Eind Januari was het Meer dichtgevroren en bleef dit tot eind Maart. Onder het ijsdek ontwikkelde zich een soort, die in de overige jaargetijden vrijwel ontbreekt, ik heb deze in het geconserveerd materiaal niet kunnen determineren, niet onmogelijk is het een groene *flagellaat*, ik heb hem echter gerekend tot de *groenwieren*; tijdelijk is deze soort geheel overheerschend (95 % van het totaal aantal organismen).

Vanaf April gaat dan het planktongehalte snel toenemen, de voornaamste organismen zijn dan de *diatomeën* (99 % van het totaal), juist één maand later is dit percentage echter tot 11 gedaald, tengevolge van de reusachtige en snelle ontwikkeling der *blauwwieren*, deze bereiken in eind Juni met 95 % hun maximum (zie tabel 6) om dan vrij langzaam af te nemen. De *groenwieren* komen in geen enkele maand tot een zoo hoog percentage, behalve dan misschien voor uiterst korten tijd in Februari. Macroscopisch is van de overweldigend groote hoeveelheid *diatomeën* in het voorjaar weinig te bemerken, hoogstens is de kleur van het water iets meer geel dan geelgroen.

Anders is het met de *blauwwieren* in den zomer, deze veroorzaken in het water een duidelijk zichtbare troebeling. Daar de talrijkst voorkomende soorten alle gasvacuolen bevatten, treedt herhaaldelijk het verschijnsel op, bekend onder den naam waterbloei, het water is dan bij windstilte bedekt met een blauwgroene laag; vóór 18 Mei was dit niet waar te nemen, na dien datum tot begin Juli herhaaldelijk, vooral 's morgens. Na midden Juli wordt het verschijnsel steeds zeldzamer en zwakker.

De soorten, die er aan deelnemen zijn *Anabaena spir-*

oides, *A. macrospora*, *A. flos aquae*, *Aphanizomenon flos aquae*, *Rivularia (Gloiostrichia) echinulata* en *Microcystis flos aquae*.

Voor bespreking der afzonderlijke soorten moge in de eerste plaats verwezen worden naar tabel 7. De belangrijkste phytoplanktonten zijn hierin vermeld, behalve deze komen nog wel andere soorten nu en dan voor, maar van beteekenis zijn deze niet. Gewoonlijk behooren ze niet in het plankton van het open water thuis, maar zijn ze uit een andere zone hierin verzeild ¹⁾. Het gaat niet aan al deze op te noemen, omdat individuen van vrijwel alle soorten, die in het Meer voorkomen ook wel nu en dan in het plankton gesignaleerd werden. Voor een uitvoerige behandeling wil ik mij dus hoofdzakelijk beperken tot de in de tabel vermelde soorten.

Flagellatae en Dinoflagellatae.

De beteekenis hiervan voor het Zuidlaarder Meer is zeer gering. De voorkomende soorten zijn:

Synura uvella, met een maximaal aantal van 450 per Liter in midden Februari.

Dinobryon stipitatum var. *eustipitatum*? alleen in Mei vrij talrijk: 39000 per Liter.

De overige *Flagellatae* als *Euglena*- en *Phacus*-soorten, komen zoo weinig voor, dat ze bij de tellingen niet in aanmerking genomen werden.

Van de *Dinoflagellatae* zijn het belangrijkste:

Peridinium tabulatum met hoogstens 1000 per L. in den zomer en

Peridinium aciculiferum met in Febr.—Maart 450—700 per L.

¹⁾ Door Wesenberg Lund zijn deze met den term *tycholimneten* aangeduid.

Aantal planktonorganismen per

Datum.	12 XI '16	17 XII	11 I '17	18 II	1 IV
Flagellatae etc.					
<i>Synura uvella</i> Ehrbg.	—	—	—	450	—
<i>Dinobryon stipitatum</i> Stein?	—	—	—	—	—
<i>Peridinium aciculiferum</i> Lemm.	—	—	—	450	700
„ <i>tabulatum</i> Klebs.	—	—	—	—	—
<i>Ceratium hirundinella</i> Duj.	—	—	—	—	—
Totaal Flagellatae	—	—	—	900	700
Chlorophyceae.					
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen.	—	—	—	—	—
„ <i>Boryanum</i> (Turp.) Menegh.	6.000	—	150	—	4.100
„ <i>Kawràskyi</i> Schmidle	—	—	—	—	700
„ <i>Tetras</i> (Ehb.) Ralfs	—	—	—	—	—
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	3.000	—	—	—	—
<i>Nephrocytium Agardhianum</i> Naeg.	—	—	—	—	—
<i>Tetraedron minutissimum</i> (A.Br.) Hsg.	—	—	—	—	—
„ <i>caudatum</i> (Corda) Hansg.	—	—	—	—	—
<i>Scenedesmus obliquus</i> (Turp.) Kütz.	—	—	—	—	—
„ <i>quadricauda</i> (Turp.) Breb.	40.000	400	1.150	75	5.500
„ <i>Hystrix</i> Lagerh.	3.000	200	—	—	2.700
„ <i>bijugatus</i> (Turp.) Kütz.	—	—	—	—	—
<i>Actinastrum Hantzschii</i> Lagerh.	—	—	—	—	—
<i>Crucigenia rectangularis</i> (A.Br.) Gay	—	—	—	—	—
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirch.) Moeb.	—	—	—	—	—
<i>Dictyosphaerium Ehrenbergianum</i> Naeg.	—	200	450	(74.000)?	2.700
<i>Ankistrodesmus spec. div.</i> ¹⁾	3.000	—	—	300	650
<i>Coelastrum microporum</i> Naeg.	1.500	—	150	—	700
<i>Closterium gracile</i> Bréb.	—	—	—	—	—
<i>Cosmarium spec. div.</i>	—	—	—	—	—
<i>Staurastrum papillosum</i> (Kirch.)	—	—	—	—	—
„ <i>polymorphum</i> Bréb.	3.000	—	—	—	—
<i>Gonatozygon Kinahani</i> (Arch.) Rabh.	20.000	700	—	—	3.400
Totaal Chlorophyceae	79.500	1.500	1.900	74.400	20.400

¹⁾ *A. falcatus* (Corda) Ralfs, en var. *duplex* (Kütz) West; *A. longissimus* (Lemm.) West.

liter water, naar filtervangsten.

23 IV	23 V	25 VI	8 VII	3 VIII	26 VIII	16 IX	14 X	28 X
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	39.000	—	—	—	—	4.000	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	1.000	—	—	—	—	—
—	1.300	6.000	4.500	—	—	—	—	—
—	40.300	6.000	5.500	—	—	4.000	—	—
1.400	1.300	11.000	4.500	24.000	13.600	2.700	2.000	—
16.000	28.700	86.000	18.000	156.000	38.000	36.000	23.000	1.800
—	4.000	3.100	3.000	6.000	—	4.000	—	—
—	2.600	3.000	2.000	22.000	6.000	6.500	1.000	300
800	5.000	8.000	3.400	13.000	6.000	6.000	2.100	600
—	—	4.800	—	—	2.000	—	—	—
—	—	6.000	—	3.000	6.000	2.500	1.000	—
—	—	—	—	14.000	—	—	1.100	—
1.400	1.300	1.600	?	5.000	2.000	—	—	—
28.000	52.300	92.000	35.000	653.000	91.000	139.000	87.000	4.000
1.400	1.300	1.600	?	11.000	5.800	7.000	12.000	1.000
—	—	—	—	—	—	1.300	1.100	—
—	—	2.800	—	—	14.000	—	—	—
—	—	—	1.000	—	—	—	—	—
—	—	—	2.000	—	—	2.000	1.100	—
2.000	1.200	14.000	29.000	50.000	16.000	9.500	3.200	300
—	1.200	7.600	2.200	11.000	25.000	31.000	1.000	—
700	4.000	14.000	2.200	34.000	8.000	2.100	3.200	600
—	1.300	8.000	—	3.000	1.900	700	1.100	—
—	—	6.300	4.500	14.000	8.000	—	—	—
—	1.300	3.000	—	—	3.800	1.300	—	—
2.100	1.300	17.000	1.100	5.000	2.000	4.000	1.100	—
9.200	22.000	10.000	3.000	6.000	72.000	2.500	1.000	900
63.000	128.800	299.800	110.900	1.030.000	321.100	258.100	146.000	9.500

Datum.	12 XI	17 XII	11 I	18 II	1 IV
Diatomeae.					
<i>Melosira varians</i> Agardh	—	—	—	—	—
„ <i>Binderiana</i> Kütz.	537.000	4.000	10.500	1.600	121.400
<i>Coscinodiscus subtilis</i> Ehrbg. var.?	—	—	—	—	—
<i>Cyclotella spec. div.</i>	11.000	700	150	300	1.400
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.	—	—	—	—	700
<i>Diatoma elongatum</i> Ag.	54.000	6.000	2.300	350	1.605.000
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	28.000	1.100	1.300	—	4.400
„ <i>capucina</i> Desmaz.	45.000	900	300	75	14.000
„ <i>construens</i> (Ehrbg.) Grun.	23.000	400	450	200	7.600
<i>Synedra spec. div.</i>	3.000	—	400	—	2.100
<i>Asterionella gracillima</i> Heib.	71.000	3.500	1.700	450	2.100
<i>Gyrosigma attenuatum</i> Kütz.	—	—	—	—	2.100
<i>Cymatopleura elliptica</i> Bréb.	—	—	—	—	—
„ <i>Solea</i> Bréb.	—	—	—	—	—
Totaal Diatomeae	772.000	16.600	17.100	2.975	1.760.800
Cyanophyceae.					
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemm.	8.500	400	600	—	2.100
<i>Microcystis spec. div.</i>	—	—	—	—	—
„ <i>aeruginosa</i> Kütz.	—	—	—	—	—
<i>Gomphosphaeria lacustris</i> Chodat.	9.000	400	—	—	700
<i>Coelosphaerium Kützingianum</i> Naeg.	—	—	—	—	1.400
<i>Anabaena macrospora</i> Kleb.	—	—	100	—	1.400
„ <i>spiroides</i> Kleb.	—	—	—	—	—
<i>Aphanizomenon flos aquae</i> Ralfs.	—	—	—	—	—
Totaal Cyanophyceae	17.500	800	700	—	5.600

Ceratium hirundinella (forma *gracile* Bachmann) het meest in den voorzomer, tot 6000 per L.

Chlorophyceae.

Van belang is, dat de *Volvocales* in het plankton vrijwel ontbreken.

23 IV	23 V	25 VI	8 VII	3 VIII	26 VIII	16 X	14 X	28 X
—	—	—	—	—	—	—	3.000	—
279.000	129.400	122.000	181.000	857.000	545.000	198.000	447.000	69.000
5.700	2.600	30.000	17.000	64.000	45.000	55.000	33.000	600
—	—	—	8.000	21.000	25.000	18.000	6.300	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
787.000	298.000	1.600	4.500	13.000	30.000	6.700	—	—
27.000	4.000	17.000	18.000	11.000	10.000	2.400	9.500	2.100
25.000	1.300	11.000	6.000	9.600	6.000	7.400	2.000	900
49.700	3.900	11.000	19.000	82.000	10.000	50.000	41.000	600
6.400	24.800	15.500	60.000	111.000	4.000	2.700	1.000	—
5.600	11.700	1.600	7.000	24.000	27.000	184.000	11.000	4.200
—	2.600	3.000	2.200	5.000	2.000	2.000	—	—
1.400	—	—	—	—	—	2.000	1.000	—
2.800	—	—	1.000	—	—	700	—	—
189.600	478.300	212.700	323.700	1.197.600	704.000	526.900	554.800	77.400
4.300	18.000	80.000	36.000	331.000	111.000	29.000	33.000	1.200
2.800	2.600	24.000	4.500	21.000	16.000	4.600	2.100	600
—	—	4.700	1.100	11.000	2.000	4.000	2.100	—
—	12.000	86.000	28.000	182.000	124.000	71.000	21.000	600
—	?	97.000	48.000	174.000	58.000	25.000	3.200	—
< 400	3.600.000	2.570.000	1.000	9.600	21.000	2.100	—	300
< 400			1.000	11.000	12.000	5.400	—	300
< 400	700	7.600.000	141.000	35.000	128.000	82.000	—	600
7.100	3.633.300	10.461.700	260.600	774.600	472.000	223.100	61.400	3.600

Protococcales.

Verreweg het belangrijkste zijn de *Pediastrum*- en *Scenedesmus*-soorten. De hoofdontwikkeling valt in den zomer (Augustus): *Pediastrum Boryanum* met 156.000 en *Scenedesmus quadricauda* met 653.000 per L. (bij de laatste echter zijn vele uiterst kleine, bijna onzichtbare koloniën).

Van *Pediastrum Boryanum* komen voor de variëteiten: *longicorne* Reinsch en *granulatum* (Kützing) Al. Braun; van *Pediastrum duplex* de variëteit *reticulatum* Lagerheim.

De *Desmidiaceae* ¹⁾ zijn van weinig belang, interessant is echter het voorkomen van *Gonatozygon Kinahani*; deze soort schijnt in het plankton overigens nog niet of tenminste zeer zelden opgemerkt te zijn. In het geconserveerde materiaal zijn de draden dikwijls in afzonderlijke cellen opgelost; eenmaal kon bij levend materiaal opgemerkt worden, dat vele draden aan hun uiteinde tot een dicht kluwen waren ineengedraaid, merkwaardigerwijze kon dit verschijnsel later aan het geconserveerde materiaal niet weer worden opgemerkt: misschien doordat de cellen door de formolconservatie van elkaar hadden losgelaten.

Tot de planktonisch waargenomen *Cosmarium*-soorten behooren vnl. *C. granatum* Bréb. en de var. *subgranatum* Nordstedt, *C. Meneghinii* Bréb., en *C. subprotumidum* Nordstedt.

Diatomeae.

Deze vormen verreweg de belangrijkste groep van phytoplanktonen. In het waarnemingsjaar namen *Melosira Binderiana* en, gedurende korten tijd, *Diatoma elongatum* een eerste plaats in, in de tweede plaats kwamen *Coscinodiscus*, *Cyclotella*, *Fragilaria crotonensis*, *Asterionella* en *Synedra*.

Melosira (Orthosira) Binderiana. Er zijn talrijke soorten van dit geslacht, die zeer veel op elkaar gelijk en de nomenclatuur is vaak vrij verward; de, onder de hier genoemde soort vereenigde, vormen vertoonen vrij groote variatie in afmeting en in teekening op de wanden, niet

¹⁾ Voor het determineeren van *Desmidiaceae* en ook van andere *Chlorophyceae* ben ik grooten dank verschuldigd aan den heer J. Heijmans, biol. doct. te Amsterdam.

onwaarschijnlijk is de soort dezelfde als *Melosira crenulata* Kützing. In alle maanden van het jaar neemt *Melosira* een overheersende plaats in het plankton in; het grootste aantal 857.000 draden per L. komt voor in begin Augustus, dit is wel opmerkelijk, daar de *Diatomeae* over het algemeen voorjaars- of herfstorganismen zijn. In dit verband is van belang, dat *Melosira* in den zomer van 1918 bijna geheel in het plankton ontbrak (slechts 6000 per L.)

Melosira varians, die in de Hunze een der voorname planktonen is, ontbreekt in het Zuidlaarder Meer vrijwel geheel, slechts eens in October werden 3000 draden per L. geteld.

Van het geslacht *Cyclotella* komen eenige soorten voor, de determinatie der, meest zeer fijn gebouwde, vormen is vaak uitermate lastig en tijdens de telling niet uit te voeren, ook is dan de scheiding van het geslacht *Coscinodiscus* moeilijk, daarom konden deze bij de telling niet steeds uit elkaar gehouden worden. Ook bij deze beide geslachten treden de grootste aantallen in den zomer op.

In December 1916 kwam een soort tot ontwikkeling, waarvan de cellen banden vormen, de cellen blijven aaneen door uiterst fijne, aan de randen der schaalzijde zich bevindende borstels, het aantal cellen per draad is meest niet meer dan 6. Wat betreft de soort, meen ik te moeten besluiten tot *Cyclotella chaetoceras* Lemmermann.

Merkwaardig is het snelle verschijnen en weer verdwijnen dezer soort.

Coscinodiscus subtilis Ehrenberg var. *fluvialis* Lemmermann? Het moet voorloopig twijfelachtig blijven of de determinatie dezer soort juist is. In v. Schönfeldt (1906) is dit de eenige beschreven soort, die in aanmerking kan komen.

Tabellaria flocculosa werd slechts eens in het voorjaar (700 per L.) opgemerkt.

Diatoma elongatum. Van deze soort kwamen in April

en Mei '17 reusachtige aantallen voor. Het verloop van deze vegetatie is zeer snel: op 18 Februari waren slechts 350 per L. aanwezig, 1 April 1.6 millioen, 23 April 7.8 millioen, 23 Mei 0.3 millioen, 25 Juni 1.600, 26 Augustus wordt dan nog weer het cijfer van 30.000 bereikt.

Fragilaria crotonensis, *F. capucina* en *F. construens* komen geregeld in het plankton voor, alle drie met een maximum in het voorjaar (eind April) bij de eerste en tweede maximum in het najaar, bij de laatste nog in den zomer.

F. construens komt bijna steeds voor in verbinding met detritus-massa's, is dus feitelijk een zgn. passieve planktont; er komen 2 variëteiten voor, n.l. var. *binodis* Grunow en var. *biceps* Stroese.

Synedra. In den zomer treden in het plankton een of meer zeer kleine *Synedra*-soorten op, de fijnste bleken nog in grooten getale door het taffilter heen te gaan. Soms zijn eenige (meest 3) cellen tot een stervormige kolonie vereenigd.

Asterionella gracillima. Maxima komen voor in November '16, Mei '17 en September '17.

Verreweg het grootste aantal koloniën bestaat uit 8 cellen, voorzoover de kolonie niet toevallig in deeling is.

Gyrosigma attenuatum, *Cymatopleura Solea* en *C. elliptica* zijn soorten, die feitelijk in het plankton niet thuis behooren, maar die zoo nu en dan in beperkte aantallen waargenomen werden.

Cyanophyceae.

Alle blauwwieren komen hierin overeen, dat ze alleen in het zomerhalfjaar tot belangrijke ontwikkeling komen. Van de eerste 5 soorten der tabel is, behalve de voor zichzelf sprekende cijfers, die de aantallen per L. aangeven, weinig mede te deelen.

Belangrijker en interessanter echter zijn de voorkomende

soorten der *Hormogoneae*, die ook vrnl. het verschijnsel der waterbloei veroorzaken. Het zijn *Anabaena macrospora*, *A. flos aquae* (Lyng.) Bréb., *A. spiroides* en *Aphanizomenon flos aquae*. Deze soorten die 23 April '17 nog bijna geheel in het plankton ontbreken (samen minder dan 400 per L.) komen juist één maand later met 3.6 miljoen koloniën (of losse cellen, vele draden zijn n.l. in het formol-materiaal uiteengevallen) voor, weer een maand later is dit cijfer tot meer dan 10 miljoen gestegen en na 14 dagen weer tot 140.000 gereduceerd. Doordat zooveel draden in cellen opgelost en de losse cellen niet te determineeren zijn, is het meestal niet mogelijk geweest de soorten van het geslacht *Anabaena* uiteen te houden bij de telling, er is hierbij echter alleen sprake van *Anabaena macrospora* en *A. spiroides*, daar *Anabaena flos aquae* slechts in gering aantal, doch groote — zelfs macroscopisch zichtbare — koloniën, voorkomt.

Deze vegetatie begint met een overheerschen van *Anabaena spiroides*, de draden van deze, en trouwens ook van de andere soorten van dit geslacht zijn dan vrijwel alle steriel, in Juni beginnen echter al spoedig sporen op te treden. Eind Juni begint naast de *Anabaena* soorten ook *Aphanizomenon* op te treden, deze komt vrijwel steeds in losse draden, dus niet in bundels voor; waarschijnlijk komt meer nog dan de typische vorm ook de variëteit *gracile* Lemm. voor, ook de draden van deze soort zijn bij hun eerste optreden steriel en zonder grenscellen.

Anabaena macrospora komt in 2 variëteiten voor, in begin Juni is de voornaamste de var. *gracilis* Lemm., die dan ook al sporen draagt, eind Juni treedt de variëteit *robusta* op, echter nog zonder sporen.

In begin Juli is *Aphanizomenon* relatief ver de belangrijkste, draden met grenscellen beginnen minder zeldzaam te worden (± 1 op 10), eind Juli bevatten ongeveer de helft der draden grenscellen, doch sporen worden nog niet

opgemerkt. Eerst midden Augustus beginnen de draden in zeer holle bundels op te treden, sporen komen eerst midden September, echter nog in slechts geringe aantallen, voor.

Al deze soorten hebben gemeen, dat ze in het begin van hun optreden steriel zijn, eerst later worden sporen gevormd.

Behalve de genoemde soorten nemen aan den waterbloei ook nog deel *Microcystis aeruginosa* en *Rivularia (Gloiotrichia) echinulata* (Eng.) P. Richter. Vooral de laatste is, doordat de koloniën zóó groot zijn, dat ze macroscopisch duidelijk te onderscheiden zijn, nogal van belang. In 1918 werden eenige tellingen uitgevoerd, in het centrale deel van het Meer werden toen aantallen van 99—247 koloniën per L. aangetroffen.

Het is te begrijpen, dat een zoo intensieve vegetatie als die der *blauwwieren* in den voorzomer van invloed moet zijn op andere planktonorganismen. Deze invloed uit zich vooral in een sterke vermindering van het aantal *diatomeën* in dien tijd. Vrijwel alle *diatomeën* vertoonen in Mei—Juli cijfers die aanzienlijk veel lager zijn dan die zoowel van de voorafgaande als van de volgende maanden.

Het zoöplankton.

Door het ontbreken van quantitative netvangsten gedurende het eerste deel van het onderzoek is het niet mogelijk geweest dit even streng quantitatief te behandelen als dat met het phytoplankton het geval is geweest; er moest hier volstaan worden met het schatten van de relatieve talrijkheid der verschillende vormen.

De zoöplanktonten zijn vnl. de volgende:

Infusoria.

Cothurnia crystallina. Ehrbg.

Codonella lacustris Entz.

Phyllopora.

Sida crystallina O. F. Müller.

- Daphne longispina* O. F. Müller v. *hyalina* Leydig.
 " " " " " v. *cucullata* G. O. Sars.
Ceriodaphnia pulchella G. O. Sars.
Bosmina longirostris O. F. Müller f. *cornuta* Jurine.
 " " " " " f. *brevicornis* Hellich.
 " *coregoni* Baird f. *humilis* Lilljeborg.
Chydorus sphaericus O. F. Müller.
Leptodora Kindtii Focke.

Copepoda.

- Eurytemora velox* Lilljeborg.
Cyclops strenuus Fischer.
 " *Dybowski* Laude. ¹⁾
 " *Leuckarti* Claus.
 " *viridis* Jurine.

Rotatoria.

- Asplanchna priodonta* Gosse.
Synchaete pectinata Ehrb.
Triarthra longiseta Ehrb.
Polyarthra platyptera Ehrb.
Euchlanis dilatata Ehrb.
Brachionus pala Ehrb. f. *amphiceros* Ehrb.
Anuraea aculeata Ehrb.
 " " " v. *divergens* Ehrb
 " " " v. *valga* Ehrb.
 " *cochlearis* Gosse.
Notholca striata Ehrb.

¹⁾ Waarschijnlijk komt naast *C. Dybowski* ook nog *C. oithonoides* voor; deze twee soorten gelijken zeer veel op elkaar, de eenige *Cyclops*-soorten die van Breemen (1907) voor het Zuidlaarder Meer opgeeft zijn *C. oithonoides* en *C. Leuckarti*. Na een zorgvuldige determinatie, vnl. aan de hand van de door Schmeil (1892) gegeven tabel, meende ik vrijwel zeker te moeten besluiten tot *C. Dybowski*; het meest waarschijnlijke is dus dat beide soorten voorkomen.

Notholca acuminata Ehrb.

„ *labis* Gosse?

„ *longispina* Kellic.

Deze lijst geldt alleen voor het onbegroeide deel van het Meer, in de begroeide zone komen nog talrijke andere hierbij.

De periodiciteit van het zoöplankton is nagegaan aan monsters van December 1916—Januari 1918.

In December 1916 was het zoöplankton slechts zeer zwak ontwikkeld, slechts enkele *Copepoda* werden aangetroffen en wel *Cyclops strenuus*, *C. Dybowski* en *C. Leuckarti*. Het voorkomen van jonge exemplaren wijst er op, dat de voortplanting ook gedurende de wintermaanden zijn gang gaat.

Van de *Cladocera* werden aangetroffen:

Daphne longispina hyalina (slechts 1 exemplaar).

Bosmina coregoni humilis, eenige exemplaren alle met wintereieren.

Chydorus sphaericus eenige exemplaren.

Opvallend is het relatief groote aantal bodemvormen, die in het — aan de oppervlakte verzameld — plankton voorkomen, als:

Alona quadrangularis O. F. Müller, eenige ex. alle ♀.

Pleuroxus uncinatus Baird, ook ♂.

Monospilus dispar G. O. Sars, ook ♀ met wintereieren.

Rotatoria komen uiterst weinig voor.

Het zoöplankton wordt dan — evenals het phytoplankton — steeds armer, waarschijnlijk mede tengevolge van de langdurige ijsbedekking.

Een monster van 11 Februari is gekenmerkt doordat de *Rotatoria* een relatief vrij belangrijke rol beginnen te spelen, het zijn vooral *Notholca acuminata*, *N. longispina* en *Anuraea cochlearis*; alle zijn voorzien van eieren, ook losse eieren zijn in het plankton in vrij grooten getale aanwezig. Van de *Crustacea* werden gevonden een paar

exemplaren van *Bosmina coregoni* (♀ zonder eieren) en van *Cyclops Leuckarti*.

De *Rotatoria* gaan zich dan vrij sterk uitbreiden; 18 Februari zijn behalve de genoemde ook *Polyarthra platyptera* en *Notholca striata* vrij sterk vertegenwoordigd. In dit monster hebben de *Rotatoria* hun hoogtepunt bereikt, alle soorten, in de lijst genoemd, komen nu voor.

Eind Maart is deze toestand nog vrij wel onveranderd aanwezig; de *Crustacea* nemen een onbeteekenende plaats in en ook de *Rotatoria* beginnen op den achtergrond te treden tegenover de geweldige massa's *Diatomeae*, die nu zich gaan ontwikkelen. Eind April begint het dierlijke leven zich krachtiger te ontwikkelen:

Cyclops vooral met vele jeugdige exemplaren, die niet nader te determineeren zijn; van de volwassene is *C. strenuus* de belangrijkste.

Ook de *Cladocera* treden iets meer op den voorgrond.

Daphne hyalina lacustris begint talrijker te worden, eveneens *Bosmina coregoni humilis* en *Chydorus sphaericus*. De *Rotatoria* zijn nog in talrijke soorten aanwezig, het belangrijkste is hier *Anuraea aculeata*, zoowel de typische vorm als de variëteiten *divergens* en *valga*.

Midden Mei geeft nog weinig verandering, *Eurytemora* wordt voor het eerst opgemerkt.

Eind Mei is deze toestand echter sterk veranderd.

De *Cladocera* nemen een belangrijke plaats in; de belangrijkste is *Chydorus sphaericus*. Dan volgt *Daphne* met 2 variëteiten: *D. longispina hyalina* en *D. longispina cucullata*. *Bosmina coregoni* neemt hiertegenover nog een bescheiden plaats in, meer nog is dit het geval met *B. longirostris*.

Van de *Copepoda* nemen *Cyclops Leuckarti* en *Eurytemora velox* tegenover *Cyclops strenuus* in belangrijkheid toe.

Een monster van midden Juni is vooral interessant.

doordat van *Daphne hyalina* ♂ en ♀ met wintereieren voorkomen. Hiermee heeft deze soort in het plankton voorloopig afgedaan. Begin Juli geeft nog weinig bijzonders; het voornaamste is wel, dat *Chydorus sphaericus* zich nog steeds sterk gaat vermeerderen, het aantal hiervan is grooter dan van *Bosmina* en *Daphne* samen. Onder de *Rotatoria* begint *Asplanchna priodonta* iets meer op den voorgrond te treden.

Eind Juli is vooral gekenmerkt door het plotselinge optreden van *Leptodora Kindtii*. *Chydorus sphaericus* begint achteruit te gaan ten opzichte van de *Cyclops* soorten: *C. Dybowski*, *C. Leuckarti*, *C. viridis* en *Eurytemora velox*.

De belangrijkste *Cladocera* zijn *Daphne longispina cucullata* en *Bosmina coregoni humilis*.

Eind Augustus treedt plotseling een nieuwe soort in vrij grooten getale op, n.l. *Ceriodaphnia pulchella*; *Chydorus sphaericus* echter is bezig te verdwijnen.

In begin en midden September zijn alle genoemde soorten nog aanwezig. Het optreden van ♂ en van ♀ met wintereieren wijst echter op achteruitgang van sommige (*Bosmina coregoni humilis*, *Daphne longispina cucullata*).

Gedurende eind September en begin October heeft bij verschillende soorten een geleidelijke vermindering in aantal plaats: *Daphne longispina* is reeds vrij zeldzaam, *Bosmina coregoni* komt nog in vrij grooten getale voor, in tegenstelling echter met vorige monsters is *Bosmina longirostris cornuta* talrijker; *Ceriodaphnia pulchella* nog talrijk. *Copepoda* op den achtergrond.

Eind October is het plankton veel armer geworden, hoewel alle genoemde soorten nog gevonden worden. *Daphne longispina hyalina* werd hier weer waargenomen in tegenstelling met monsters uit voorafgaande maanden. *Bosmina longirostris brevicornis* en *B. longirostris cornuta* komen in relatief groote aantallen voor.

Deze verarming gaat dan steeds verder, nieuwe soorten treden niet meer op. In November en December komen in 15 L. nog slechts enkele individuen voor, meest nog de soorten van het geslacht *Bosmina*, en eenige *Rotatoria* als *Triarthra longiseta* en *Anuraea cochlearis*.

Deze toestand blijft zoo den winter over, en eerst in Maart begint het plankton zich weer te ontwikkelen.

Om een inzicht te geven in de aantallen *Crustacea*, die in de bloeiperiode voorkomen, zijn van eenige monsters van eind Augustus tellingen uitgevoerd, waarvan hier de gemiddelden volgen:

	Aantal per liter.
<i>Cyclops</i> vrnl. { <i>Leuckarti</i> .	31
{ <i>Dybowski</i> .	
<i>Eurytemora velox</i>	3.3
<i>Daphne longispina cucullata</i> .	15.5
<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	4
<i>Bosmina coregoni humilis</i>	15
<i>Leptodora Kindtii</i>	0.3

De verspreiding van het plankton in het gebied.

Het verloop van het plankton werd bestudeerd aan monsters, die steeds op ongeveer dezelfde plaats — en wel midden in het open water, ver verwijderd van de oeverplanten-zone — werden verzameld (10 E). De vraag rijst echter, is het plankton overal gelijkmatig verspreid of zijn er afwijkingen op bepaalde plaatsen aan te toonen?

Om deze vraag te beantwoorden werden verschillende proeven genomen.

In de eerste plaats werden eenige malen op verscheiden plaatsen door het geheele Meer verspreid quantitatieve netmonsters genomen en wel werd telkens 15 L. oppervlakte-water geschept en in het net gefiltreerd. De bezinkingsvolumina (per 15 L.) werden bepaald. In tabel 8, 9 en 10 zijn de resultaten van 3 seriën onderzoekingen

meegedeeld. Behalve de monsternummers zijn ook de kaartaanduidingen vermeld, zoodat de plaats waar elk monster genomen werd, gemakkelijk op de kaart te vinden is.

Tabel 8.

Onderzoek van 23 September 1917.

No.	261	260	259	258	257	256
Kaartaanduiding	17 G	16 E	14 E	10 E	9 E	3 F
Planktonvol. in 15 L.	0.1	0.6	7	8.5	6.6	6.6

Tabel 9.

Onderzoek van 19 October 1917.

No.	267	268	269	270	271	272	273
Kaartaanduiding	17 G	16 F	16 E	15 E	14 F	12 F	9 F
Planktonvol. in 15 L.	0.25	0.15	0.35	0.25	3.2	5.1	3.8

Tabel 10.

Onderzoek van 30 Juli 1918.

No.	301	302	303	304	305
Kaartaanduiding	9 B	9 C	11 D	11 B	11 A
Planktonvol. in 15 L.	< 0.1	0.75	1.1	0.7	0.7
Rivularia in 15 L. (Gloiootrichia)	0	38	124	97	0

309	310	311	312	313	314	315	316	317
17 G	16 F	16 E	16 E	15 D	13 E	3 J	3 E	8 E
0.1	0.05	< 0.05	0.4	0.4	1.0	0.95	0.75	0.45
0	18	23	99	247	136	122	75	76

Ten duidelijkste volgt uit deze cijfers, dat de hoeveelheden plankton op verschillende plaatsen aan zeer sterke wisseling onderhevig zijn en dat de sterkste ontwikkeling te vinden is in het midden van het Meer: 258 (10 E), 272 (12 F) en 314 (13 E). De kleinste hoeveelheden daarentegen vindt men in het Hunze-water of vlak bij den

mond van de Hunze in het Meer, dit laatste wordt veroorzaakt, doordat de deeltjes, die door den stroom in de Hunze zwevend werden gehouden, in het Meer gaan bezinken, terwijl het normale meer-plankton nog niet tot ontwikkeling is kunnen komen.

Men kan wel aannemen, dat het planktonvolumen in de Hunze 0.1 c.c.m. per 15 L. is, in no. 267 is het 0.25 c.c.m. Dat dit cijfer zooveel grooter is dan in beide andere seriën, is ongetwijfeld het gevolg van den toen heerschenden, sterken stroom, op de plaats van 268 (16 F) is het dan ook, door bezinking van een deel der zwevende deeltjes, tot op 0.15 c.c.m. gedaald.

Het bezinkingsvolumen 0.1 c.c.m. is echter feitelijk nog veel te hoog, daar hier het hoofdbestanddeel uit detritus bestaat. Dit plankton werd ook eenige malen op zijn samenstelling uitvoerig onderzocht, de resultaten hiervan vindt men op pag. 202.

Andere plaatsen, die zich onderscheiden door hun zeer gering gehalte aan plankton, vindt men in de oeverzone. Vooral opmerkelijk zijn in dit opzicht de onbegroeide gedeelten in het typhetum bij 9 B, over deze plaatsen is in Hoofdstuk I reeds uitvoerig meegedeeld; No. 301 (tabel 10) geeft hier een volumen < 0.1 c.c.m. per 15 L. Uit andere monsters, hier ter plaatse genomen, volgt vrijwel hetzelfde cijfer, hoewel soms een grooter gevonden wordt, doordat het materiaal dikwijls uiterst los bezinkt en niet samenbalt als normaal plankton: zoo werd b.v. voor een taffilter-monster een volumen gevonden van ± 0.1 c.c.m. per L. Dat dit cijfer echter veel te groot is, bewijst een telling die van dit monster werd uitgevoerd (zie pag. 207).

Een relatief hoog cijfer wijst ook no. 305 aan (0.7 c.c.m. per 15 L.), een microscopisch onderzoek bewees ook hier, dat dit cijfer te danken is aan de buitengewoon groote hoeveelheden detritus, in dit monster aanwezig.

In het typhetum zijn de hoeveelheden plankton afhankelijk van den afstand der plaats van monsterneming tot het open water, hoe verder men van het open water verwijderd is, hoe geringer de hoeveelheid plankton is. Reeds op geringen afstand van het open water nemen de hoeveelheden belangrijk af: no. 302 (genomen op 15 M. vanaf het open water) bevatte 0.75 c.c.m. (in het open water ± 1 c.c.m.), dit cijfer is naar evenredigheid ook echter weer veel te hoog, doordat het neerslag zeer los bezonken was en voor een vrij groot deel bestond uit drijvende of zwevende stukjes van hoogere planten.

Men zou verwachten, dat, aangezien het planktongehalte vanaf de Hunze naar het meer centrale deel van het Meer steeds grooter wordt, de maximale hoeveelheden voorkomen daar, waar het water door het Drentsche diep het Meer weer verlaat. Dit wordt echter door de proeven niet bevestigd, integendeel men vindt, dat de grootste hoeveelheden reeds te vinden zijn nabij de vakken 10—12, E—F, dus nog niet eens midden in het Meer, maar nog vrij dicht bij de Hunze. Zeer duidelijk wordt dit ook gedemonstreerd door de telling, die werd uitgevoerd van het aantal koloniën van *Rivularia (Gloiostrichia) echinulata* (tabel 10); dit is een typisch planktonorganisme, dat b.v. in de Hunze en in no. 301 (9 B) en 305 (11 A) ontbreekt. Het grootste aantal koloniën ligt hier niet bij 314 (waar het maximale volume ligt) maar bij 313; dit wordt veroorzaakt, doordat de laatste plaats in de luwte van den oever lag, waardoor de koloniën zich in de bovenste waterlagen gaan verzamelen en de monsters zijn juist afkomstig van oppervlakte-water. Afgezien dan van dit monster, vindt men het grootste aantal koloniën in 314 (waar ook het grootste planktonvolumen ligt). In elk geval blijkt zeer duidelijk, dat het maximum niet ligt bij het Noordelijkste punt waar het Drentsche diep begint

(316 met slechts 75, 317 met 76 koloniën). Het vrij groote aantal bij 315 is ongetwijfeld ook weer — evenals bij 313 — grootendeels het gevolg van de zeer beschutte ligging dezer plaats achter dichte biezepollen. Zeer demonstratief zijn ook de lage cijfers; die in de oeverzone voorkomen (301, 302, 305).

Gedurende den tijd, dat het, door de Hunze toegevloede, water in het Meer verblijft, is dus het verloop van het plankton als volgt: het water is bij zijn intrede in het Meer bijna geheel vrij van plankton en de nog aanwezige soorten komen, zooals later zal blijken, niet tot ontwikkeling. Ook de eerste 400 M. het Meer in is de toename aan plankton nog gering, ongetwijfeld een gevolg van den stroom die hier nog vrij sterk kan zijn (bij 16 E op de plaats van no. 269 kon soms nog een stroom van 10 M. per minuut geconstateerd worden), van daar af echter kan zich de stroom meer verspreiden (vooral ook in Oostelijke richting) en wordt dus minder krachtig, de toename aan plankton is van dit punt af dan ook eerst sterk, later langzamer, terwijl het maximum reeds nabij 12 F wordt bereikt, vanaf dit punt treedt dan een niet sterke afname op.

De oorzaak, dat het maximum reeds betrekkelijk dicht bij de Hunze ligt, is naar mijn meening waarschijnlijk van chemischen aard. Het water in de Hunze bevat weinig plantaardige organismen, van de opgeloste voedingsstoffen wordt dus weinig door assimilatie aan het water onttrokken, het komt dus betrekkelijk rijk aan voedingsstoffen in het Meer. Direct na de intrede in het Meer begint een levendige planktonontwikkeling, waardoor een groot deel der opgeloste stoffen aan het water wordt onttrokken; de toename aan plankton duurt voort, zoolang nog zooveel zouten ter beschikking staan, dat er meer individuen gevormd worden dan er, door afsterven of bezinken, verloren gaan;

het evenwicht tusschen deze beide factoren stelt zich in ongeveer bij 12 F, vanaf dat punt krijgt laatstgenoemde factor de overhand.

Dat in het water gedurende het verblijf in het Meer veranderingen optreden is al aan de kleur duidelijk waar te nemen: het Hunze-water, ook wanneer het door zijdetaf gefiltreerd is, heeft een donkerbruine tint, ook het plankton is donkerbruin; het Meer-water daarentegen is geelgroen getint; of dit verschil te wijten is aan neerslag van humusachtige bestanddeelen of van ferriverbindingen of aan reductie van ferriverbindingen, zou door een chemisch onderzoek uitgemaakt moeten worden. Daar men echter ziet, dat in sommige stoffen belangrijke omzettingen plaats hebben, is ook wel te verwachten, dat dit met voedingszouten het geval zal zijn.

In verband met de eigenaardige verspreiding van het plankton, moge hier ter plaatse aangehaald worden het resultaat van de onderzoekingen over het *bacteriën*-gehalte van het Zuidlaarder Meer-water, door Klein neergelegd in het „Rapport in zake eene Centrale Drinkwatervoorziening van de prov. Groningen” (1913). Klein onderzocht het water op 8 verschillende plaatsen (op de kaart aangeduid met A.—H.) waarbij H. in werkelijkheid \pm 200 M. ten N.O. van het op de kaart aangegeven punt ligt.

De variaties in aantallen der bacteriën verloopene ongeveer parallel, zij het ook in tegengestelde richting, met die van het plankton. Tabel 11, samengesteld uit de resultaten van onderzoekingen op 19 October 1912, 13 Februari 1913 en 1 Juli 1913, moge dit nader demonstreeren: We zien hieruit, dat bij A. (18 H.) het Hunze-water relatief rijk is aan bacteriën, bij B. (15 E.) is dit aantal reeds enorm verminderd, om bij E. (10 F.) een minimum te bereiken. Vanaf dat punt stijgt het weer vrij snel en heeft bij H. (1 C.) weer een enorme hoogte.

Tabel 11.

Aantal bacteriën per c.c.m. water, gekweekt op voedingsgelatine bij 22° C.

No.	Kaartaan- duiding.	Aantal per c.c.m. op		
		19 Oct. '12.	13 Febr. '13.	1 Juli '13.
A.	18 H	2224	1770	739
B.	15 E	401	1650	610
C.	13 F	664	1930	271
D.	12 F	351	915	201
E.	10 F	233	191	136
F.	8 E	810	365	151
G.	5 F	939	542	317
H.	1 C	6100	325	452

Hieruit volgt dus, dat stijging van het plankton-gehalte (van A. tot E.) gepaard gaat met daling van het bacteriën-aantal en daling van het planktongehalte (van E. tot H.) met stijging van het bacteriën-aantal.

Uiterst merkwaardig is het, dat deze omgekeerde evenredigheid tusschen het bacteriën- en planktongehalte niet alleen voor verschillende plaatsen maar ook voor verschillende jaargetijden schijnt te gelden. Immers we zien uit de tabel, dat in Februari — wanneer het plankton-gehalte steeds het laagst pleegt te zijn — het bacteriën-gehalte het hoogst is; in Juli precies het omgekeerde: juist bij de hoogste watertemperatuur vindt men het kleinste bacteriën-aantal!

We hebben gezien, dat de hoeveelheden plankton in de oeverzone gewoonlijk aanmerkelijk veel minder zijn dan die in het open water; het is nu nog van belang na te

gaan of ook verschillen in de samenstelling zijn waar te nemen.

Hetzelfde geldt van de Hunze; dit plankton is in zooverre nog temeer interessant, omdat dit geregeld in het Meer wordt afgevoerd en zoo van invloed zou kunnen zijn op dat van het Meer. Daarom werden op verschillende tijden eenige malen plankton-analyses hiervan uitgevoerd. Periodiciteit is hier lang niet zoo sterk uitgesproken als bij het Meer-plankton en uit zich vooral in een zeer sterken achteruitgang van het plankton in de wintermaanden. Deze achteruitgang treft vooral het zoöplankton, aan-gezien dit in den zomer de hoofdrol speelt, terwijl het in den winter vrijwel geheel ontbreekt. Hier moge dus volstaan worden met het geven van een overzicht van den zomer-toestand.

Plankton van de Hunze, 11 Juli 1917.

Flagellatae.

Synura uvella Ehrbg. (3)¹⁾.

Euglena oxyuris Schmarda (2).

Chorophyceae.

Gonium pectorale Müller (2).

Pandorina Morum Bory (2).

Eudorina elegans Ehrbg. (2).

Asterococcus superbus Scherffel (1).

Pediastrum duplex Meyen (1).

„ „ „ v. *reticulatum* Lagerheim (1).

„ *Boryanum* (Turpin) Menegh (2).

„ *biradiatum* Meyen v. *emarginatum* A. Braun (1).

Scenedesmus quadricauda (Turpin) Bréb. (3).

Kirchneriella lunaris (Kirchn.) Moeb. (1)

„ *obesa* W. West (1).

¹⁾ De tusschen haakjes achtergevoegde cijfers geven hier en in de volgende lijsten de talrijkheid aan, waarbij 1 zeer zelden, 2 zelden, 3 niet zelden, 4 vrij talrijk, 5 talrijk, 6 zeer talrijk.

- Dictyosphaerium Ehrenbergianum* Naeg. (2).
Ophiocytium parvulum (Perty) A. Braun (1).
Spirogyra (steriel) (2).
Mougeotia genuflexa Ag. (3).

Diatomeae.

- Melosira varians* Ag. (3) 2 × auxosporen.
Melosira Binderiana Kütz. (1).
Diatoma elongatum Ag. (2).
Fragilaria capucina Desm. (3).
Synedra Ulna Ehrbg. zeer groote var. (2).
Asterionella gracillima (Hantzsch) Heib. (1).
Navicula spec. div. (2).
Bacillaria paradoxa Gmelin. (3).
Surirella biseriata Bréb. (2).
 „ *robusta* Ehrbg. v. *splendida* Kütz. (2).
Cymatopleura Solea Bréb. (1).
 „ *elliptica* Bréb. (1).

Cyanophyceae.

- Chroococcus limneticus* Lemm. (2).
Merismopedia elegans A. Br. (1).

Rotatoria.

- Philodina* (*roseola*?) Ehrbg.
Synchaeta oblonga Ehrbg.
Polyarthra platyptera Ehrbg.
Dinocharis tetractis Ehrbg.
Euchlanis dilatata Ehrbg.
Colurella deflexa Gosse.
Brachionus pala Ehrbg.
Anuraea aculeata Ehrbg.

Copepoda.

- Cyclops macrurus* Sars.
Argulus foliaceus L.

Phyllopora.*Bosmina longirostris* O. F. Müller f. *cornuta* Jurine.*Macrothrix laticornis* Jurine,*Chydorus sphaericus* O. F. Müller." *latus* G. O. Sars.*Polyphemus pediculus* L.

Door het relatief groot aantal *Rotatoria* en *Cladocera* (vooral *Polyphemus pediculus*) en het gering aantal plant-aardige organismen is dit een uitgesproken zoöplankton.

Vergelijkt men dit plankton met het Meer-plankton van denzelfden tijd (zie tabel 7, pag. 182 en 190), dan vindt men weinig punten van overeenkomst; wel komen eenige phytoplanktonen bij beide voor, maar dit zijn ubiquisten (*Chroococcus*, *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Mougeotia* e. a.) van het zoöplankton geldt dit voor *Chydorus sphaericus*. Typische Hunze-planktonen zijn: *Synura uvella*, *Gonium*, *Pandorina*, *Melosira varians*. *Bacillaria*; *Synchaeta*, *Philodina*, *Dinocharis*, *Colurella*, *Macrothrix*, *Chydorus latus*, *Polyphemus*. Al deze vormen maken het Hunzeplankton tot een typisch Heloplankton (Zacharias (1898)). Al deze planktonorganismen — en vooral de dierlijke —, waarmee het Meer altijd maar weer besmet wordt, zijn niet in staat hier tot ontwikkeling te komen, immers men vindt ze in het normale Meer-plankton slechts uiterst zelden. We mogen dus wel aannemen, dat de invloed van het Hunze-plankton op het Meer-plankton uiterst gering is.

In het Drentsche diep vindt men, zooals ook niet anders te verwachten was, een plankton dat geheel overeenkomt met het normale Meer-plankton.

Andere gebieden, die uitvoerig op het plankton onderzocht werden, waren de onbegroeide kommen in de oeverzone, vooral die in 9 B.; dat de hoeveelheden

plankton hier uiterst gering zijn, werd reeds medegedeeld. Het microscopisch onderzoek leverde ook interessante resultaten. Hier volgt een uitvoerige analyse van het plankton zooals dat in den zomer van 1917 voorkwam:

Flagellatae.

Phacus pleuronectes (O. F. Müller) Duj.

Chlorophyceae.

Pediastrum Boryanum (Turpin) Menegh.

Scenedesmus quadricauda (Turpin) Bréb.

Closterium Leibleinii Kützing.

„ *moniliferum* (Bory) Ehrbg.

„ *Ehrenbergii* Menegh.

„ *gracile* Bréb.

Cosmarium punctulatum Bréb.

„ *subprotumidum* Nordst.

„ *humile* Nordst.

Staurastrum polymorphum Bréb.

Diatomeae.

Melosira Binderiana Kützing.

Cyclotella comta (Ehrbg.) Kützing.

Coscinodiscus subtilis Ehrbg. v. *fluviatilis* Lemm.?

Fragilaria capucina Desm.

„ *construens* (Ehrbg.) Grunow.

Asterionella gracillima (Hantzsch) Heib.

Navicula affinis Ehrbg.

„ *radiosa* Kützing.

Cymbella spec. div.

Gomphonema gracile Ehrbg.

Nitzschia spec.

Cyanophyceae.

Merismopedia elegans A. Br.

Rotatoria.

- Conochilus volvox* Ehrbg.
Brachionus pala Ehrbg.
Anuraea cochlearis Ehrbg.

Copepoda.

- Eurytemora velox* Lilljeborg (2).
Cyclops fuscus Jurine (3).
 „ *albidus* Jurine (3).
 „ *viridis* Jurine (3).
 „ *macrurus* Sars. (2).
Canthocamptus staphylinus Jurine? (2).

Cladocera.

- Simocephalus vetulus* O. F. Müller (1).
Ceriodaphnia pulchella G. O. Sars. (1).
Bosmina coregoni Baird (1).
Eurycercus lamellatus O. F. Müller (3).
Camptocercus Lilljeborgii Schoedler (2).
Acroperus harpae Baird (2).
Alona quadrangularis O. F. Müller (3).
Peracantha truncata O. F. Müller (3).
Pleuroxus uncinatus Baird (4).
Chydorus globosus Baird (2).
 „ *sphaericus* O. F. Müller (3).

Verder komen voor: *Chironomus*-larven en veel mijten, o.a. *Unionicola figuralis*, *Limnesia undulata* en *L. maculata*.

De *Copepoda* zijn dikwijls dicht bezet met andere organismen: *Colacium (vesiculosum?)*, *Sciadium arbuscula* en *Synedra spec.*

Bij het zoöplankton werden de cijfers voor de talrijkheid bijgevoegd (zie hiervoor noot pag. 202). Om de armoede aan plantaardige organismen te demonstreeren is een telling op precies dezelfde wijze uitgevoerd als bij het

normale plankton is geschied, zoodat dus de uitkomsten volkomen vergelijkbaar zijn.

In tabel 12 vindt men de resultaten.

Tabel 12.

Soort.	Aantal per L.
<i>Pediastrum Boryanum</i>	1850
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	1850
<i>Staurastrum polymorphum</i>	500
<i>Melosira Binderiana</i>	6500
<i>Cyclotella comta</i>	460
<i>Coscinodiscus subtilis var.?</i>	460
<i>Fragilaria construens</i>	5550
<i>Asterionella gracillima</i>	400
<i>Cymbella spec.</i>	500
Totaal aantal	18070

Vergelijkt men dit totaal aantal met dat van tabel 7, dan ziet men, hoe uiterst schraal in vergelijking daarmee dit plankton is. Begin Augustus geeft tabel 7 voor het open water ± 3 miljoen per Liter, daarentegen komt het laagste aantal voor het open water (in December—Januari) ongeveer overeen met het aantal hier midden in den zomer.

De veranderingen, die in den loop van een jaar in dit plankton optreden zijn niet zoozeer van kwalitatieven als wel van quantitatieven aard. 's Winters verdwijnen de *Cladocera* meerendeels, slechts enkele, als b.v. *Chydorus sphaericus*, blijven den geheelen winter over, de *Copepoda* zijn echter ook dan goed ontwikkeld, sommige soorten minstens evengoed als in den zomer, b.v. *Cyclops fuscus*, *C. albidus*, *C. serrulatus* en *C. viridis*.

Van al deze werden den geheelen winter door ook ♀

met eieren waargenomen. Eind Maart was *Bosmina coregoni humilis* de meest voorkomende *Cladoceer*.

Veel overeenkomst hiermee vertoont de kom in 11 A; waar hier echter een vrijwel opene en directe verbinding met het open water van het Meer aanwezig is, mocht men verwachten hier ook een vrijwel normaal plankton aan te treffen; zooveel te interessanter is het, dat dit geenzins het geval is, zooals uit de volgende lijst — ook weer van zomerplankton — blijkt:

Flagellatae etc.

Euglena spec.

Ceratium hirundinella.

Chlorophyceae.

Pediastrum Boryanum.

Scenedesmus quadricauda.

„ *Hystrix.*

Oedogonium (steriel).

Closterium moniliferum.

Cosmarium subcostatum Nordst.

Diatomeae.

Fragilaria crotonensis.

„ *capucina.*

„ *construens.*

Synedra lanceolata e. a. *spec.*

Navicula spec. div.

Cyanophyceae.

Chroococcus limneticus.

Aphanothece stagnina (Sprengel) A. Br.

Gomphosphaeria lacustris.

Coelosphaerium Kützingianum.

Merismopedia elegans.

Copepoda.

Cyclops fuscus (1).

- Cyclops albidus* (3).
 „ *viridis* (2).
 „ *serrulatus* (3).
Canthocamptus staphylinus? (3).

Ostracoda.

- Ilyocypris gibba* Ramd. (1).
Cyclocypris laevis O. F. Müller—Vavra (3).
Herpetocypris reptans Baird (2).
Cypridopsis vidua O. F. Müller (3).

Cladocera.

- Simocephalus vetulus* (1).
Eurycercus lamellatus (2).
Acroperus harpae (3).
Alona quadrangularis (3).
Peracantha truncata (2).
Pleuroxus trigonellus O. F. Müller (1).
Chydorus sphaericus (1).

De frequentie cijfers zijn alleen voor het zoöplankton ingevuld, bij het phytoplankton is dit niet gebeurd, omdat alle soorten zeldzaam zijn, het meest komen nog voor *Pediastrum*, *Scenedesmus* en *Oedogonium*.

Karakteristiek voor dit en het voorgaande monster zijn vooral *Merismopedia elegans*, in dikwijls macroscopisch zichtbare platen en *Peracantha truncata*.

Voor al hier is opmerkelijk, dat alle typische planktonen zoo goed als ontbreken, terwijl deze toch ieder oogenblik, door telkens heen en weer zwemmende vogels (vrnl. meerkoeten en futen), van het open water hierheen overgebracht moeten worden.

Er moet dus iets zijn, zoowel hier als in het vorig geval, dat elke vermeerdering van typische planktonorganismen tegenhoudt. Voor het phytoplankton zou het denkbaar zijn, dat de chemische samenstelling zoodanig

was, dat (b.v. door gebrek aan voedingszouten) geen voldoende ontwikkeling mogelijk was, en dat als gevolg hiervan het normale zoöplankton zijn gewone voedsel (nannoplankton?) miste en zich dus ook niet kon ontwikkelen, vgl. Redeke (1918). Wanneer de verklaring voor dit verschijnsel inderdaad te zoeken is in een tekort aan voedingszouten, dan zou de oorzaak van dit tekort hierin gelegen kunnen zijn, dat het water niet geregeld ververscht wordt. Wanneer de eens aanwezige voedingszouten door assimilatie aan de oplossing zijn onttrokken, worden deze, doordat het water in deze kleine afgesloten kommen niet ververscht wordt, niet zoo gemakkelijk weer aangevuld, en ook komen deze uit het afgestorven en bezonken phytoplankton, slechts uiterst langzaam weer in de circulatie, doordat het water door gebrek aan stroomingen en golfslag niet in beweging is, terwijl het bezinken juist door het kalme water wordt in de hand gewerkt.

Een chemisch wateronderzoek zou hier zeer gewenscht zijn en alleen kunnen uitmaken, of aan de hier meegedeelde hypothese waarde is toe te kennen.

Wanneer men het tekort aan voedingszouten verantwoordelijk stelt voor de zeer geringe planktonontwikkeling, dan krijgt men aansluiting met hetgeen is meegedeeld in het hoofdstuk over de hoogere planten (pag. 145 Hoofdst. I), immers ook hier werd gewezen op het eigenaardige feit, dat vrij groote oppervlakten elke begroeiing met hoogere planten misten en het is niet onmogelijk, dat hier dezelfde factor — welke die dan ook zij — werkzaam is ¹⁾.

¹⁾ Dat ook aan andere onderzoekers iets dergelijks is opgevalen, bewijst wel het volgende citaat uit Warming en Graebner (1916): „das still stehende Wasser ist der Vegetation sehr schädlich, und viele Arten fehlen gewisz aus diesem Grunde in grösseren, ruhigen Tiefen oder in eingeschlossenen, stillen Buchten“. Hier wordt ook als vermoedelijke reden opgegeven het geringe gehalte aan zuurstof en voedingsstoffen.

Het plankton, dat men vindt in het typhetum, is ook afwijkend van het normale, de grootte van de afwijking wisselt natuurlijk met den afstand tot het open water maar is ook in sterke mate afhankelijk van het jaargetijde: 's winters wanneer de typha is afgestorven en de bovenste deelen bij het wateroppervlak zijn afgebroken, vindt men nog diep het typhetum in (40—50 M.) een vrijwel normaal plankton. 's Zomers echter is de afwijking vrij sterk, reeds op geringen afstand van het open water zijn dan belangrijke verschillen op te merken. Zoo bestond een monster van Augustus, genomen op 15 M. vanaf het open water, voornamelijk uit draadwieren (*Oedogonium*, *Bulbochaete*, *Spirogyra*, *Mougeotia*) en de gewone kolonievormende groenwieren (*Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Kirchneriella*, *Botryococcus Brauni*), van de typische phytoplanktonen is alleen *Rivularia echinulata* vrij talrijk.

In het zoöplankton werden opgemerkt: *Metopidia lepadella*, *Sida crystallina*, *Daphne longispina hyalina*, *Chydorus sphaericus*, *Polyphemus pediculus*, *Cyclops Leuckarti*, *Cyclocypris laevis*, *Caligus lacustris* en *Argulus foliaceus*.

Door de aanwezigheid — in vrij grooten getale — van *Daphne* en *Cyclops Leuckarti* is het verschil met het normale plankton bij het zoö- niet zoo groot als bij het phytoplankton. Juist het omgekeerde treft men aan op de zeer ondiepe gedeelten van het Meer aan de Oostzijde, hier vindt men juist de grootste verschillen bij het zoöplankton. Een monster (14 H., 30 cM. diepte) genomen aan de oppervlakte, bevatte vrijwel normaal phytoplankton — zij het in kleine hoeveelheid — hoewel de *Diatomeën* en vooral *Melosira Binderiana* zwak vertegenwoordigd waren. Het zoöplankton daarentegen verschilt geheel van het normale: *Bosmina* en *Daphne* ontbreken geheel, in de plaats hiervan zijn aanwezig *Chydorus sphaericus* en *Acroperus harpae* en in plaats van de plankton-*Copepoda*

Cyclops macrurus en *Canthocamptus staphylinus*. Al deze zijn min of meer gebonden aan den bodem of aan plantengroei, vrij zeker heeft men hier te doen met organismen, die feitelijk thuis behooren in de Chara-velden op den bodem, en die zich van hier uit in het open water verspreiden. Het blijft echter wel opmerkelijk, dat de gewone planktondieren hier ontbreken, daar oppervlakkig beschouwd er geen enkel verschil met diepere plaatsen te zien is: zoo is het water vrij van Phanerogamen-begroeiing en de genoemde Chara is slechts kort en bevindt zich vlak tegen den bodem aan.

Seizoenvariatiës.

Phytoplankton.

Het aantal onderzoekingen, dat zich bezighoudt met de seizoenvariatiës van het phytoplankton is uiterst gering in verhouding tot het ontzettend groote aantal, waarin die van het zoöplankton behandeld worden.

De meest bekende studie over de morphologie van een phytoplankton-organisme is wel die van Schröter en Vogler (1902) over *Fragilaria crotonensis*.

Dat in deze aangelegenheid nog zoo weinig bekend is, is zeker wel voor een groot deel hieraan toe te schrijven, dat zoo frappante verschillen in vorm en afmeting als bij vele planktondieren (*Cladocera*, *Rotatoria*), bij het phytoplankton niet bestaan. Het leek mij daarom niet overbodig door statistische bepalingen na te gaan of toch ook niet hetzelfde — zij het ook in mindere mate — bij het phytoplankton voorkomt. In de eerste plaats werd bij verschillende soorten (*Melosira Binderiana* en *Diatoma elongatum*) onderzocht hoe groot het aantal cellen per kolonie op verschillende tijden van het jaar was. Dat het aantal cellen per kolonie kan wisselen, was trouwens reeds eerder — zooals mij later bleek — door Dakin and Latarche (1913) aangetoond; zij vonden, dat de grootste

koloniën optraden vlak na het ontwikkelingsmaximum. Zooals zal blijken zijn de resultaten van mijn onderzoek hiermee niet in overeenstemming:

De toestand bij *Melosira Binderiana*. Doordat deze soort het geheele jaar door in het plankton in groot aantal aanwezig is, was het mogelijk een zeer voldoende aantal bepalingen uit te voeren. Terwille van een duidelijk overzicht zijn de resultaten in een curve (fig. 3) weergegeven; de cijfers bij de verticale as links geven het aantal cellen per draad aan, hiermee correspondeert de doorgetrokken lijn. Zooals blijkt, is de variatie in het aantal cellen zeer groot, en het verloop der lijn is vrij grillig. Toch is er een zeer besliste regelmaat in te ontdekken wanneer men n.l. deze lijn vergelijkt met die welke de periodiciteit, dus het aantal cellen per Liter, weergeeft (stippellijn met de cijfers bij de verticale as rechts). Het verloop dezer lijnen is over het algemeen vrijwel parallel, m. a. w. bij daling van het aantal koloniën per Liter, neemt ook het aantal cellen per kolonie af en omgekeerd. Het ligt dus voor de hand hiertusschen een causaal verband te zoeken. De grootte van een kolonie moet in het algemeen een functie zijn van twee factoren, een opbouwende en een afbrekende. Als opbouwende factor is werkzaam de deeling der cellen, het afbreken der koloniën geschiedt of mechanisch (b.v. door waterbeweging) of chemisch (bacteriën) waardoor de verbindingen der cellen worden vernietigd of opgelost. Heeft de eerste factor de overhand dan is het gevolg groote, in het omgekeerde geval kleine koloniën. Nu is het duidelijk, dat vele deelingen, die dus het ontstaan van groote koloniën tengevolge hebben, plaats hebben in den tijd, (of eigenlijk vlak voor den tijd), dat het maximum van ontwikkeling wordt waargenomen. Gaat daarentegen de ontwikkeling achteruit, m. a. w. vermindert het aantal deelingen per tijdseenheid en wordt dus de opbouwende

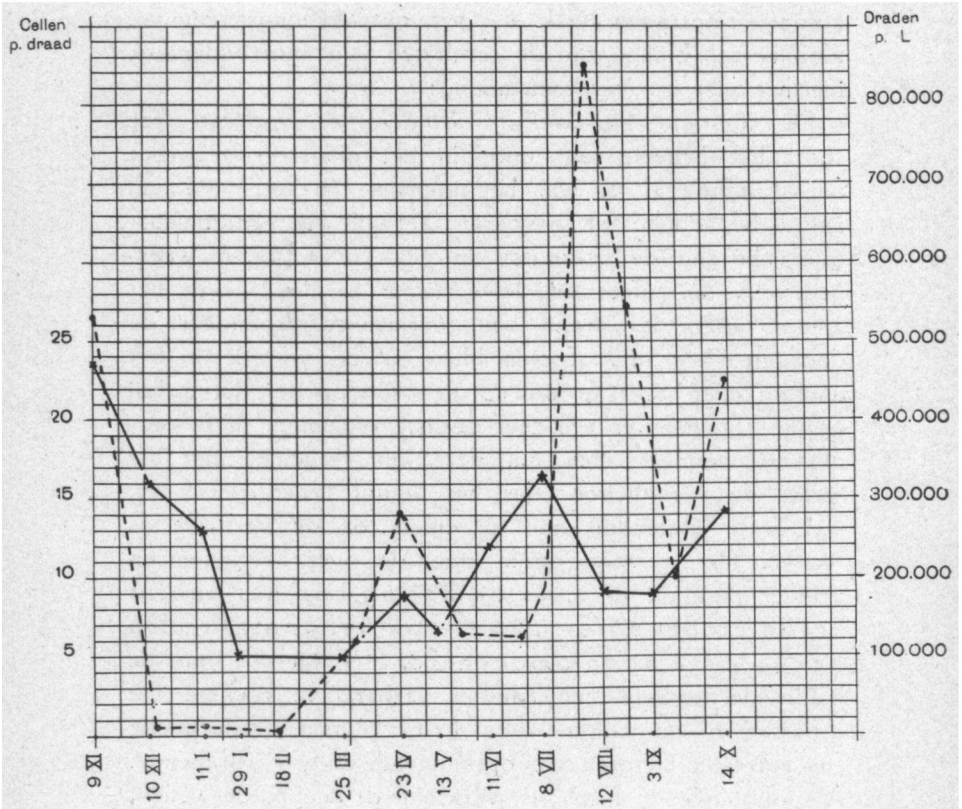


Fig. 3.

Melosira Binderiana.

De cijfers links en de doorgetrokken lijn geven aan het aantal cellen per draad; de cijfers rechts en de stippellijn het aantal draden per Liter water.

factor zwakker, dan blijft toch de afbrekende even snel werkzaam en de koloniën gaan in grootte achteruit. Hiermee is naar mijn meening het over 't algemeen parallelle verloop der curven voldoende verklaard.

Bij *Diatoma elongatum* vindt men vrijwel denzelfden

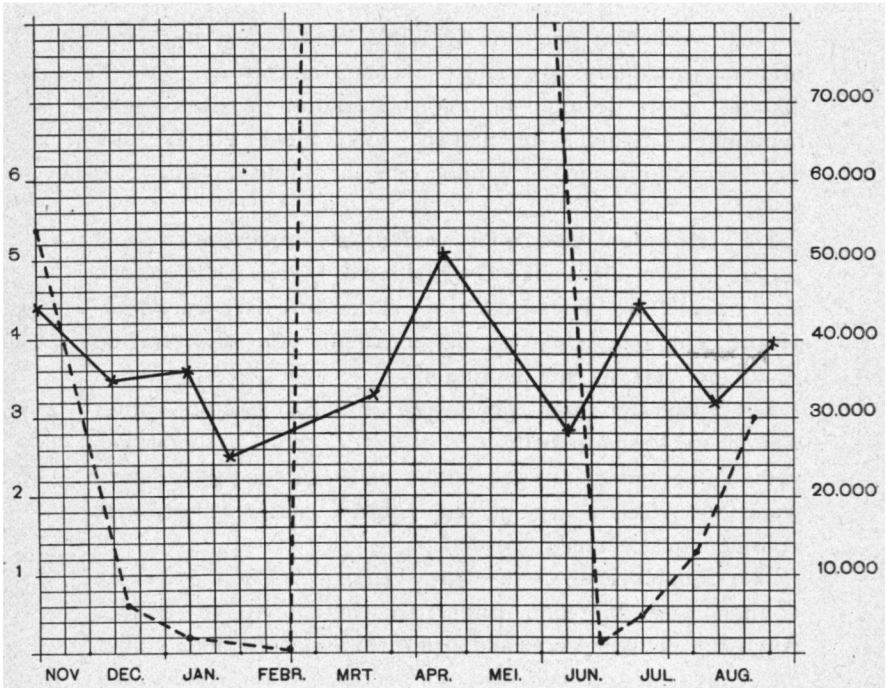


Fig. 4.

Diatoma elongatum.

De cijfers links en de doorgetrokken lijn geven aan het aantal cellen per kolonie, de cijfers rechts en de stippellijn het aantal koloniën per Liter, men moet zich voorstellen, dat deze laatste lijn eind April tot 7.9 millioen stijgt.

toestand, (zie fig. 4). Ook hier zeer kleine koloniën in den winter (ongunstige meteorologische omstandigheden, ijs!) en daarop volgend een sterke stijging in het voorjaar tijdens het ontwikkelingsmaximum, dan treedt, evenals bij de lijn die de periodiciteit aangeeft, een daling op terwijl tenslotte beide lijnen weer stijgen.

De toestand, dien we bij *Diatoma* aantreffen, bevestigt dus volkomen hetgeen naar aanleiding van *Melosira Binderiana* is opgemerkt.

Ook werd nog getracht hetzelfde na te gaan bij *Asterionella gracillima*, dit stuitte echter hierop af, dat *A.* dikwijls in te geringe aantallen voorkomt om statistische bepalingen mogelijk te maken. Wel bleek echter ook hier een minimum in Januari en in Augustus aanwezig te zijn.

De resultaten van mijn onderzoek vielen dus nogal anders uit dan die, welke Dakin and Latarche vonden bij *Tabellaria fenestrata* en *Asterionella gracillima*: groote koloniën vlak na het maximum van ontwikkeling en kleine vlak na het minimum.

De resultaten van genoemde auteurs moeten echter wel in sterke mate beïnvloed zijn door hun methode van verzamelen, immers zij gebruikten hiervoor een planktonnet, waardoor, zooals we gezien hebben, juist de grootste koloniën geselecteerd worden.

Het omgekeerde van wat Dakin and Latarche vonden was bij mijn onderzoek het geval in midden Augustus en wel voor alle drie proefobjecten; hier komen n.l. de grootste koloniën juist vóór het ontwikkelingsmaximum, terwijl dit laatste gepaard gaat met zeer kleine koloniën.

Voor deze, voor alle drie geldende, verkleining der koloniën tegen het einde van Juli, moet dus wel één algemeene oorzaak zijn, deze is ongetwijfeld te zoeken in de slechte meteorologische omstandigheden die toen heerschten (groote regenval), waarop reeds eerder werd gewezen (zie fig. 2, pag. 177).

In de tweede plaats werd onderzocht of de grootte der cellen evenals het aantal cellen per kolonie aan temporaire variaties onderhevig is. Bij *Diatoma elongatum* werd de lengte¹⁾ der cellen gemeten, bij *Melosira Biederiana* de breedte der draden (morphologisch is dit homoloog met de lengte der cellen van *Diatoma*) en ook

¹⁾ De „Apikalachse“ volgens O. Müller.

dè lengte der cellen (waaronder verstaan wordt de langste afmeting der cel ¹⁾).

Inderdaad bleken bij beide vormen aanzienlijke veranderingen in afmeting op te treden.

Bij *Melosira* bleken over 't algemeen lengte, breedte en aantal cellen per draad een overeenkomstig verloop te hebben, zoodat breede draden gepaard gaan met lange cellen en met veel cellen per draad; zie tabel 13.

Tabel 13.

Gemiddelde lengte, breedte en aantal cellen per draad van *Melosira Binderiana*; lengte en breedte in deelstrepen van den micrometer, 1 = 1.5 μ .

Datum.	9 XI	11 I	1 IV	25 VI	3 VIII	3 IX	9 IX	14 X	28 X
Breedte	4.94	5.28	4.19	4.56	4.72	4.72	4.95	5.3	4.94
Lengte	17.74	17.5	15.7	15.36	14.44	—	16.84	16.9	17.56
Aant. cell.	24.6	13	9.4	13.6	8.9	—	12.9	12.36	11.44

We zullen ons echter alleen met de breedte verder bezig houden; behalve de in de tabel gegevene, zijn nog eenige andere bepalingen gedaan, die in de curve van fig. 5 zijn vereenigd (de doorgetrokken lijn, waarmede de cijfers links correspondeeren). Uit deze graphische voorstelling ziet men, dat

1^o de breedte der draden sterke variatie vertoont.

2^o de smalste draden niet voorkomen in den zomer zooals men volgens de theorie Wesenberg Lund — Ostwald zou moeten verwachten.

Hoewel het verloop der curve zeer gecompliceerd is, is het toch mogelijk tot op zekere hoogte het verloop hiervan te verklaren, en wel door deze in verband te

¹⁾ De „Pervalvarachse” volgens O. Müller.

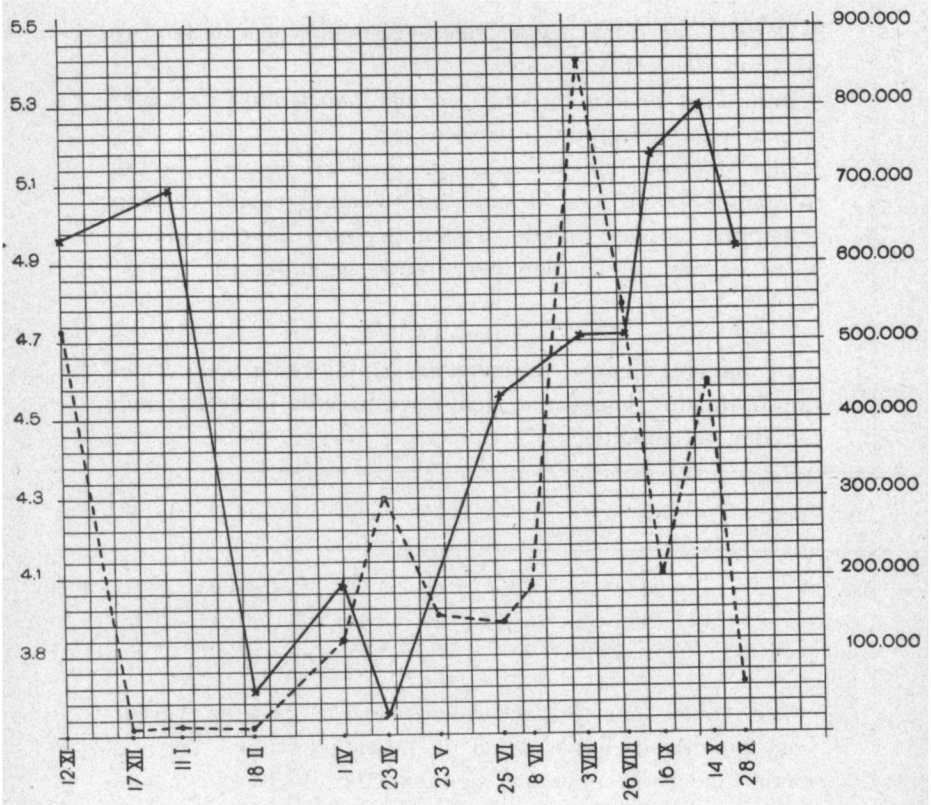


Fig. 5.

Melosira Binderiana.

De doorgetrokken lijn geeft aan de breedte der draden in deelstrepen van den micrometer ($1 = 1.5 \mu.$), hiermee correspondeeren de cijfers links; de gestippelde lijn (en de cijfers rechts) het aantal draden, dat per L. water voorkomt.

brenge met de periodiciteit der soort en met de inwerking van de uitwendige levensomstandigheden. De curve, die de periodiciteit, dus het aantal draden per Liter aangeeft, is daarom ook in de figuur aangegeven (stippelij, waarmee de cijfers rechts correspondeeren).

Uit vergelijking dezer beide lijnen blijkt, dat in 't algemeen een achteruitgang van het aantal draden per Liter gepaard gaat met een toename in breedte der draden, en omgekeerd, zoodat de twee lijnen dikwijls een tegengestelde richting hebben (vgl. 12 November — 17 December; 1 April — 23 April; 23 April — 25 Juni; 26 Augustus — 16 September).

Men mag dus aannemen, dat de aanwezigheid van zeer veel individuen in het plankton gepaard gaat met smaller worden der draden en omgekeerd. Wanneer veel individuen aanwezig zijn, moet de strijd om het bestaan intenser worden, b.v. doordat de voedingsstoffen minder overvloedig zijn. In de meening, dat de breedte — en in 't algemeen de grootte — der cellen afneemt door verscherping van den strijd om het bestaan, wordt men versterkt door het feit, dat de loop der curven ten opzichte van elkaar afwijkingen vertoont met het boven beschrevene, welke afwijkingen echter eveneens verklaard worden door ongunstige invloeden. Dit is het geval van midden Januari — eind Maart en van midden October — eind October. Van ongeveer midden Januari — midden Maart was het water door ijs en soms ook door sneeuw bedekt, en door de dikke, vaak grijze, ijslaag wordt natuurlijk zeer weinig licht doorgelaten en het water van de atmosfeer afgesloten, waardoor de assimilatie sterke belemmering moet ondervinden, zoodat toch ondanks het geringe aantal individuen ongunstige levensomstandigheden heerschen.

Niet onmogelijk is ook, dat in het, tengevolge van de ijsbedekking tot rust gekomen water, de draden bezinken en dat de smallere — door hun relatief grooter oppervlak — langzamer bezinken dan de bredere. Daargelaten nu welk van beide invloeden de belangrijkste is, is toch de sterke daling van de lijn in den tijd tusschen midden Januari en midden Februari wel te verklaren. De andere afwijking

(tusschen 14 en 28 October) is ook zeer goed door ongunstige invloeden te verklaren: na 14 October is een hevige regenval opgetreden, waarvan de ongunstige invloed op de planktonontwikkeling reeds werd meegedeeld, deze blijkt zich dus niet alleen te uiten in een vermindering van het aantal, maar ook van de afmeting der individuen. De kleinste cellen vindt men 23 April, tijdens een ontwikkelingsmaximum, dat echter toch niet zoo buitengewoon sterk uitgesproken is; het is echter interessant, dat dan een andere *Diatomee* (*Diatoma elongatum*) dan juist een reusachtig ontwikkelingsmaximum heeft, (8 millioen per Liter) en dus zeer veel voedingsstoffen aan de circulatie onttrekt.

De blauwwieren-vegetatie, die van eind Mei—eind Juni optreedt, schijnt niet in zoo sterke mate van ongunstigen invloed te zijn, echter wordt misschien hierdoor toch verklaard, dat de grootste cellen eerst optreden, wanneer deze vegetatie voorbij is (vanaf begin Augustus).

We moeten dus tot de conclusie komen, dat de optredende veranderingen in de breedte van *Melosira*-draden tot in bijzonderheden zijn te verklaren door aan te nemen, dat de grootte der cellen afhankelijk is van trophische factoren: slechte voedings- en assimilatie-omstandigheden (groot planktongehalte, ijsbedekking, toevoer van voedselarm regenwater) hebben steeds tengevolge een smaller worden der draden, terwijl omgekeerd een daling van het aantal individuen in het plankton en als gevolg hiervan een ter beschikking komen van meer voedingsstoffen gepaard gaat met een toename in grootte.

Afgezien van het al of niet juist zijn dezer verklaring, blijkt in elk geval uit het verloop der curve, dat we de meening moeten laten varen, dat de gewone celdeling bij de *Diatomeae* steeds gepaard gaat met een kleiner worden der cellen en dat vergrooiting alleen mogelijk is door

vorming van auxosporen. In ons geval trad driemaal vergroting van cellen op: n.l. van 12 Nov.—11 Jan., van 18 Febr.—1 April en van 23 April—14 Oct.

Om de volgende redenen lijkt het mij zeer onwaarschijnlijk, dat de ontkieming van auxosporen hiervan de oorzaak zou zijn:

1^o. is het aantal auxosporen, dat in den loop van het onderzoek werd aangetroffen buitengewoon gering. Onder de millioenen draden, die ik onder oogen heb gehad, werden slechts 12 maal auxosporen waargenomen, terwijl deze toch gemakkelijk in het oog vallen; buitendien werden deze alleen geconstateerd van eind Juli—eind September. Zeer onwaarschijnlijk is het, dat deze auxosporen lang in rust blijven, ze zouden dan gedurende langeren tijd moeten zijn waargenomen en verder waren de meeste reeds tot korte draden uitgegroeid. Misschien echter wordt de sterke stijging, die na eind Augustus optreedt — althans voor een deel — veroorzaakt door ontkieming der auxosporen,

2^o. wanneer de vergroting een gevolg was van ontkieming van auxosporen, dan zouden tijdens de stijging (b.v. van Aug.—Oct.) een grooter aantal cellen van 15 μ en daarboven (de auxosporen zijn meest $\pm 20 \mu$) moeten voorkomen; dit is echter niet het geval.

Daarentegen wijst alles er op, dat een geleidelijke vergroting der cellen mogelijk is, dus zonder auxosporen-vorming, deze vergroting zal dan plaats hebben tijdens de normale celdeeling.

Het lijkt mij niet onwaarschijnlijk, dat deze vergroting der cellen tijdens de celdeeling ook bij andere planktonische *Diatomeae* optreedt: immers nog van geen enkele der meest bekende planktondiatomeeën als *Fragilaria*, *Diatoma* en *Asterionella* is ooit één enkele auxospore gevonden, terwijl toch bij elke celdeeling — volgens de oude opvatting — de cellen kleiner moeten worden. Tot deze aanname

komen ook al Schröter en Vogler (1902): „so scheint uns die Annahme eines nachträglichen Wachstums zum Ausgleich des Kleinerwerdens bei der Teilung nicht ausgeschlossen“.

Om in deze aangelegenheid meer zekerheid te krijgen, werden bij *Diatoma elongatum* overeenkomstige bepalingen gedaan. Andere soorten konden niet in aanmerking komen, omdat deze gedurende een groot deel van het jaar niet in voldoende aantal in het plankton aanwezig waren; trouwens dit geldt ook al voor *Diatoma*, waar het niet mogelijk was deze metingen uit te voeren tusschen 11 Jan. en 1 Maart, tusschen 23 Mei en 8 Juli en tusschen 16 Sept. en 28 Oct.

Een verdere moeilijkheid is, dat bij sommige metingen maxima bij verschillende lengten optreden (in Juli en Augustus); dit zou dus wijzen op een menging van 2 rassen van verschillende lengte, evenals dat voor *Fragilaria crotonensis* door Schröter en Vogler (1902) is aangetoond. Hierdoor wordt de zaak natuurlijk zeer veel gecompliceerder.

Vergelijkt men de lijn, die de gemiddelde lengten aangeeft met die van de periodiciteit (zie fig. 6) dan blijkt ook lang niet zoo sterk het verband tusschen beide, maar toch blijkt ook hier van 12 Nov.—23 Mei het dalen van de lijn, die de talrijkheid aangeeft, gepaard te gaan met een stijging van de lengte en omgekeerd, zooals men ook naar analogie van den toestand bij *Melosira* mocht verwachten. Na 23 Mei echter zou de lengte moeten stijgen: dat hier echter juist een daling optreedt is misschien toe te schrijven aan het optreden van een kleiner ras, met een lengte van meest 23—26 (zie tabel 14), het stijgen der lijn na 8 Juli zou veroorzaakt kunnen worden door het weer verdwijnen van dit korte ras.

Of, evenals bij *Melosira*, tengevolge van de ijsbedekking ook een zoo sterke afname van de celgrootte plaats vindt,

kon helaas niet worden nagegaan, doordat te weinig individuen in het plankton aanwezig waren.

Hoe dit ook zij, een zoozeer gewenschte bevestiging van wat bij *Melosira* gevonden werd, kan door de metingen van *Diatoma* niet voldoende gegeven worden.

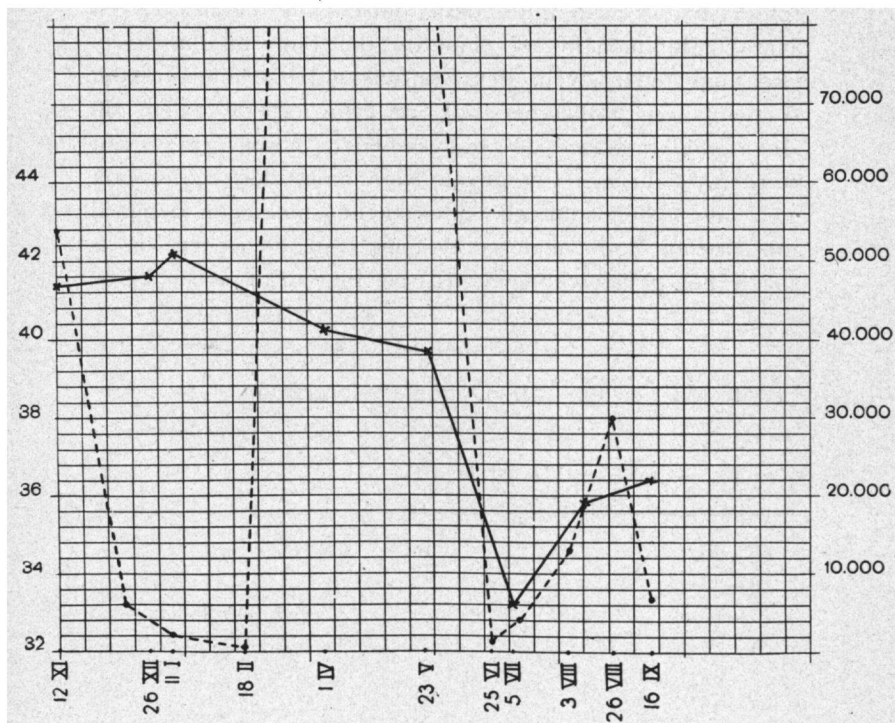


Fig. 6.

Diatoma elongatum.

De cijfers links en de doorgetrokken lijn geven aan de lengte der cellen, 1 = 1.5 μ .; de cijfers rechts en de stippellijn het aantal koloniën per Liter.

Dergelijke metingen zijn door Dakin and Latarche (1913) gedaan voor *Tabellaria fenestrata* en *Asterionella gracillima*. Ook zij vonden enig verband tusschen de

ontwikkelingsmaxima en minima en tusschen de lengte der cellen, n.l. dat bij beide soorten de grootste cellen voorkomen wanneer de soort in het plankton het rijkst vertegenwoordigd is en omgekeerd. Dit zou dus geheel in strijd zijn met het door mij meegedeelde. Vergelijkt men echter nauwkeurig hun data betreffende celgrootte en aantal individuen in het plankton, dan blijkt bij *Tabellaria* tweemaal tijdens een sterk ontwikkeld maximum, n.l. in Augustus en November ook de celgrootte te dalen. Bij *Asterionella*, waar de hoeveelheden nooit zoo groot worden, is dit niet het geval. Men moet zich echter ook niet voorstellen, dat elk ontwikkelingsmaximum gepaard zou moeten gaan met verkleining van de cellen, dit is alleen het geval wanneer tijdens het maximum zoo-

Tabel 14.

Lengte der cellen van *Diatoma elongatum*, 1 = 1.5 μ .

Datum.	9 XI	26 XII	11 I	1 IV	23 V	5 VII	12 VIII	16 IX
17-20							1	
20-23							1	
23-26						9	4	
26-29		2		3		2		
29-32	4	1	1	3	5	9	3	
32-35	2	4	5	3	4	7	9	2
35-38	8	2	5	15	15	13	11	2
38-41	10	12	11	17	16	5	10	5
41-44	6	10	6	8	22	2	7	4
44-47	8	10	7	15	6	2	1	1
47-50	5	3	6	8	7		2	
50-53	6	5	8	2			1	
53-56	1	1	1	1		1		
56-59								1
Gemidd.	41.5	41.58	42.2	40.32	39.68	33.24	35.82	(36.4)

veel cellen gevormd worden, dat er schaarschte aan voedingsstoffen ontstaat. Zoolang echter de gunstige ontwikkelingsomstandigheden geen aanleiding geven tot een maximum, dat zoover gaat, dat gebrek aan voedingsstoffen ontstaat, zal door deze gunstige omstandigheden ook zeer goed vergrooting van de cellen kunnen optreden. Dit zou bij *Asterionella* (Dakin and Latarche) het geval geweest zijn, en misschien ook wel bij ons onderzoek bij *Diatoma* en *Melosira* tijdens de niet groote maxima van resp. 26 Augustus en 14 October (zie de curven van figuur 5 en 6).

Over seizoenvariatiëes bij het zoöplankton wil ik zeer kort zijn, daar in de litteratuur hierover reeds zooveel is meegedeeld en mijn onderzoek niet tot nieuwe resultaten aanleiding heeft gegeven.

Daphne longispina cucullata. In April is de helm afgerond en een relatief korte schaalstekel ontwikkeld (forma *apicata* Kurz). De helm begint zich in Mei te ontwikkelen en in Juni is reeds een groote helm en een lange stekel aanwezig. Midden Juli komen de vormen met grootste helm en stekel voor (forma *Kahlbergiensis* Schoedler). Eind Juli nemen helm en stekel reeds sterk in omvang af (forma *berolinensis* Schoedler).

Bosmina coregoni. De verschillende vormen, die in den loop van het jaar optreden, zijn het best onder te brengen onder de forma *humilis* Lilljeborg. Gewoonlijk echter is de projectie der eerste antennen kleiner en ontstaat ook wat betreft de schaalhoogte een overgang tot de forma *Lilljeborgii* Sars. De schaalstekel is vaak slechts door een scherpen hoek aangeduid, de borstel er voor dan vaak niet te vinden.

De lengte der eerste antennen neemt in het begin van den zomer aanzienlijk toe, eind Augustus weer af. In Juli komen vormen voor met vrijwel loodrecht naar beneden gerichte antennen, die meer dan $\frac{2}{3}$ van de lichaamslengte lang zijn.

Het optreden van celdeelingen.

Melosira Binderiana.

Voor zoover ik heb kunnen nagaan, is nog slechts weinig bekend, wanneer de celdeelingen bij de phytoplankton-organismen plaats hebben. Wel is in 't algemeen bekend, dat dit proces door tal van fysieke factoren (temperatuur, licht) wordt beïnvloed. Mijn onderzoek beperkt zich tot het nagaan, wanneer in den loop van den dag de meeste deelingen optreden. Er werden 2 seriën van monsters verzameld: één maal (25/26 Aug.) van 10¹/₂ uur n.m. tot 5¹/₂ uur v.m. en om 4 uur n.m., de tweede maal (16/17 Sept.) van 8 uur n.m. tot 12¹/₂ uur v.m., 9³/₄ uur v.m., 4 uur n.m. en 6¹/₄ uur n.m. (zie tabel 15 en 16). De monsters werden verzameld door middel van filtrering met tafzijde, bij het zoo geconcentreerde materiaal werd onmiddellijk een gelijk volumen Flemming's mengsel gevoegd. Het uitwasschen geschiedde door centrifugeering. Het was oorspronkelijk mijn bedoeling het probleem aan meerdere soorten na te gaan, het gelukte mij echter niet preparaten te vervaardigen, waarin de kernen zoo goed gekleurd waren, dat duidelijk te zien was of de kernen (en cellen) in deeling waren of niet, zoodat van dit plan afgezien moest worden. Bij sommige soorten (en wel *Diatomeae*) is echter al zonder kleuring te zien of de cellen in deeling zijn, het best gaat dit voor *Melosira Binderiana*: de cellen zijn dan langer, de 2 schaalhelften zijn uiteengegaan en de inhoud, die normaal meest bij de gordelband geconcentreerd is, vertoont min of meer verdeeling in tweeën. Er werd nu een preparaat gewoon in water gemaakt op een verdeeld objectglas en bij elken draad, die in het gezichtsveld kwam, geteld, uit hoeveel cellen deze bestond en hoeveel cellen hiervan in deeling waren. Nadat een voldoende aantal cellen (meest werd met 50 draden volstaan) was nagegaan, werd uitgerekend op hoeveel cellen er één voorkomt die in deeling

verkeert. In tabel 15 en 16 resp. van 25 Aug. en 16 Sept. zijn deze bepalingen vereenigd.

Tabel 15.

Tijd	10 ¹ / ₂ n.m.	12 ¹ / ₄ v.m.	2 v.m.	3 ³ / ₄ v.m.	5 ¹ / ₂ v.m.	4 u. n.m.
Temp.	16°.5	16°.1	15° 7	15°.5	15°.2	16°.5
Aantal cellen waarop 1 in deeling	7.3	5.4	4.8	3.3	3.4	3.9

Tabel 16.

Tijd	8 n.m.	9 n.m.	10 ³ / ₄ n.m.	12 ¹ / ₄ v.m.	9 ³ / ₄ v.m.
Temp.	14°.5	14°.4	14°.2	14°.1	13°.6
Aantal cellen waarop 1 in deeling	12.6	11	10	8.2	10.3

Tijd	10 ³ / ₄ v.m.	4 n.m.	5 ³ / ₄ n.m.	6 ¹ / ₄ n.m.
Temp.	13°.6	14°.2	14°.2	14°.1
Aantal cellen waarop 1 in deeling	7.5	14	11.7	12

Bij vergelijking van beide tabellen blijkt, dat in eind Augustus (tabel 15) het aantal deelingen aanzienlijk veel grooter is dan in midden September. Ook dit staat waarschijnlijk weer met de periodiciteit in verband, immers *Melosira* gaat dan juist in aantal in het plankton ook sterk achteruit, en deze achteruitgang heeft juist in midden September tot een minimum geleid; bij materiaal uit iets lateren tijd zou men dus weer een vermeerdering van het aantal deelingen mogen verwachten.

Uit tabel 15 zou blijken, dat de meeste deelingen optreden te ongeveer 4 u. v.m., uit tabel 16 zou volgen, dat de meeste cellen in deeling zijn om 12¹/₄ v.m. en te 10³/₄ v.m.

Hoewel de verschillen niet zeer groot zijn, geldt toch

voor beide gevallen, dat gedurende de morgenuren (van middernacht — middag gemiddeld meer deelingen voorkomen dan in de namiddaguren (middag — middernacht): in tabel 5 zijn deze cijfers resp. 4.2 en 5.6, in tabel 6 resp. 8.7 en 11.9.

Hoewel in den loop van den dag vrij aanzienlijke variaties optreden in de verhouding der cellen, die wel en niet in deeling zijn, blijkt toch niet, dat het optreden der deelingen gebonden is aan een bepaald deel van den dag en aan bepaalde omstandigheden van temperatuur en licht.

HOOFDSTUK III.

De Eponten.

Alle voorwerpen, die gedurende eenigen tijd in het water vertoefd hebben, worden bedekt met een min of meer dikke, soms draderige laag van meest vuilbruine kleur. Uit den aard der zaak zijn deze voorwerpen vaak de ondergedoken deelen van hoogere planten, hoewel evengoed hiertoe behooren de draadwieren, copepoda e. a. levende dieren en levenloze voorwerpen (staken, tonnen, beschoeiingen, lijken van dieren etc.)

Bij microscopisch onderzoek blijkt deze laag voor het grootste deel te bestaan uit levende organismen, meest plantaardige en wel vnl. *Diatomeeën*.

Zij vormen een goed omgrensde associatie, de samenstelling is overal in het gebied vrij homogeen, terwijl de omgrenzing ten opzichte van de overige associaties in het littoraal (omvattende de plankton- en bodemorganismen) behoorlijk scherp is uitgesproken.

Slechts enkele soorten zijn bepaald zichtbaar vastgehecht: *Cymbella* en *Gomphonema* soorten aan slijmstelen, andere *Cymbella* soorten in slijmbuizen, *Synedra* soorten door middel van slijmafscheidingen uit pori, verschillende draadwieren door rhizoiden; talrijke andere daarentegen bewegen zich vrij over het substraat: *Navicula*, *Nitzschia* *Bacillaria* e. a.

Van talrijke andere soorten is mij echter niet recht duidelijk, hoe zij zich op het substraat blijvend weten

vast te houden; tot deze categorie behooren zeer talrijke soorten; b.v. van de *Diatomeae*: *Melosira*, *Diatoma*, *Fragilaria*, *Tabellaria*; van de *Chlorophyceae*: *Pediastrum*, *Scenedesmus* e. v. a.

Ik heb deze associatie aangeduid met den naam *eponten* ¹⁾. Hieronder worden dan verstaan plantaardige of dierlijke organismen, die zich aan de oppervlakte van allerlei voorwerpen (substraat) vastgehecht bevinden; het substraat verschaft alleen de groeiplaats maar niet het voedsel, dit wordt uit het omgevende medium opgenomen. Het begrip *eponten* is dus eenvoudig een uitbreiding van *datgene*, wat met epiphyten en epibionten wordt aangeduid.

In ons speciaal geval zijn de *eponten* voor verreweg het meerendeel epiphyten, aangezien het substraat bijna steeds bestaat uit planten (in den vorm van hoog opschietende monocotyle oeverplanten). Aangezien echter ook andere voorwerpen als substraat kunnen dienen en de hierop zich bevindende organismen veelal dezelfde zijn als die welke op de planten groeien, bleek het noodig een woord te hebben, dat betrekking had zoowel op levend als op dood substraat.

Slechts weinig is de hier behandelde groep van organismen onderwerp van studie geweest, wel worden in de litteratuur hier en daar soortenlijsten gegeven, Zacharias (1902), Huber (1906), maar uit een biologisch oogpunt zijn ze voor zoover mij bekend nooit behandeld, wat wel verwonderlijk is, daar het plankton zoo buitengewoon uitvoerig behandeld is.

Ik moest derhalve beginnen met een methode van onderzoek en een werkprogramma op te stellen. Ik heb hierbij getracht zooveel mogelijk aansluiting te krijgen met het planktononderzoek, waardoor men het groote

¹⁾ Naar het Grieksche *τα ἑποντα*, datgene wat zich aan de oppervlakte bevindt.

voordeel heeft resultaten te verkrijgen, die direct hiermee te vergelijken zijn,

Het zijn vnl. de volgende problemen naar wiet oplossing ik gestreefd heb:

- A. Systematisch onderzoek,
- B. Verspreiding der soorten over het gebied,
- C. Invloed van het substraat,
- D. Invloed van het plankton op de epontische vegetatie,
- E. Quantitatief onderzoek,
- F. Periodiciteit,
- G. Invloed van de omgeving,
- H. Morphologie.

Elk dezer problemen zal in den loop van dit hoofdstuk afzonderlijk behandeld worden.

A. Systematisch onderzoek.

De methode, die hierbij gevolgd werd, was zeer eenvoudig: met behulp van een mes werd van eenig voorwerp de bruine laag afgeschrapt en met wat water in een buisje gespoeld. De noodige aantekeningen — betreffende aard en toestand van het substraat, de plaats van monstername en verdere bijzonderheden — werden gemaakt, het materiaal werd levend onderzocht of formol (tot een 2% oplossing) werd toegevoegd. Zonder verdere voorbereiding konden de groen- en blauwwieren gedetermineerd worden, met de diatomeeën gelukte dit slechts bij uitzondering. Voor de determinatie der *Cyanophyceae* werden gebruikt: Lemmermann (1910), Migula (1907) Lindau (1914), voor de *Chlorophyceae*: Pascher (1912) voorzoover verschenen, West (1904, 1904—1916) Migula; voor de *Diatomeae*: Pascher, von Schönfeldt (1907), van Heurck (1899). Voor de determinatie der *Diatomeae* moesten gewoonlijk — vooral in het begin — speciale „diatomeeën-preparaten” gemaakt worden. Hoewel in vrijwel alle handboeken over de systematiek der *Diatomeeën*

zeer volledige recepten gegeven worden voor het maken dezer preparaten — die hierop neerkomen, dat de organische stof vernietigd wordt en de schaalhelften van elkaar loslaten — wil ik toch de door mij gevolgde methode hier in het kort uiteenzetten, omdat deze iets van de normale afwijkt en voordeelen boven deze biedt. Een kleine hoeveelheid van het te onderzoeken monsters werd in een klein Erlemeyer-kolfje (van b.v. 25 c.c.m.) gedurende 5—10 minuten gekookt in salpeterzuur, waarbij gewoonlijk eenig kaliumchloraat was gevoegd. Het is niet noodig hierbij bepaalde verhoudingen streng in acht te nemen; explosies, waardoor sommige procédés soms gevaarlijk worden, zijn mij bij mijn werkwijzen nooit voorgekomen.

Na eenige minuten koken is de bruine kleur der vloeistof in goudgeel veranderd. Meestal wordt dan aanbevolen water toe te voegen en de vaste bestanddeelen (waaronder de diatomeeënschalen) te laten bezinken en dan de bovenstaande vloeistof voorzichtig af te gieten en dit te herhalen totdat alle chemicaliën verwijderd zijn; door regeling van den tijd voor bezinking kan men tegelijk de schalen grootendeels bevrijden van de sneller en langzamer bezinkende verontreinigingen. Deze methode is echter zeer tijdroovend. Ook wast men het zuur wel uit op een filter, dit gaat veel vlugger; men heeft dan echter het nadeel, dat alle niet opgeloste verontreinigingen mee in het preparaat terecht komen, wat soms zeer hinderlijk kan zijn. De door mij gebezigde methode, beide voordeelen — korte tijdsduur en toch behoorlijke reiniging — in zich vereenigend, bestaat in het toepassen van de centrifuge. De benoodigde utensiliën zijn dezelfde als die bij de centrifugeering van het plankton beschreven.

De salpeterzuurhoudende vloeistof, waarin zich de diatomeeënschalen bevinden, wordt in de glazen buisjes gedurende korten tijd gecentriufugeerd, de schalen verzamelen zich in de capillaire punt en de bovenstaande vloeistof

kan zonder bezwaar afgegoten worden. Dan wordt versch water — eerst leiding-, dan gedistilleerd water — toegevoegd en weer gecentrifugeerd; door dit 4 maal toe te passen, is de zure reactie gewoonlijk verdwenen. Doordat men de omwentelingssnelheid en den tijd nauwkeurig kan regelen, kan men tegelijk de grovere, snel bezinkende, en de fijnere, langzaam bezinkende, verontreinigingen meestal bijna totaal verwijderen. De geheele uitwassching en reiniging behoeft in normale gevallen niet meer dan 15 minuten in beslag te nemen, waarbij men nog zooveel monsters tegelijk kan behandelen als men buisjes in de centrifuge kan plaatsen.

Het aantal soorten, dat in één monster voorkomt is gewoonlijk vrij groot. Ter illustreering moge hier een soortenlijst volgen van een geheel willekeurig monster (i. c. van 12 November 1916, verzameld van een bies); bij elke soort is de frequentie-index ¹⁾ vermeld:

Chlorophyceae.

- Pediastrum duplex* (1).
- „ *Boryanum* (2).
- Scenedesmus Hystrix* (1).
- „ *quadricauda* (3).
- Coelastrum microporum* (2).
- Microspora tumidula* (3).
- Oedogonium spec. ster.* (2).
- Closterium Venus* (2).
- „ *moniliferum* (1).
- Cosmarium granatum* (1).
- „ *reniforme* (1).

Diatomeae.

- Melosira varians* (6).

¹⁾ Zie noot pag. 202.

- Melosira Binderiana* (1).
Tabellaria flocculosa (4).
 " *fenestrata* (5).
Diatoma elongatum (4).
Fragilaria crotonensis (1).
 " *capucina* (5).
 " *construens* (var. *biceps* en *binodis*) (5).
Synedra pulchella (3).
 " *Ulna* var. (3).
 " *affinis* (3).
Eunotia major? (2).
Navicula gracilis (3).
 " *radiosa* (3).
 " *scutelloides* (2).
 " (*Pinnularia*) *nobilis* (1).
Gyrosigma attenuatum (1).
Gomphonema constrictum (3).
 " *gracile* (1).
 " *acuminatum* (2).
Cymbella lanceolata (3).
 " *cistula* (4).
 " *prostrata* (2).
Cymatopleura elliptica (2).

Cyanophyceae.

- Chroococcus limneticus* (2).
Gomphosphaeria lacustris (1).
Oscillatoria spec. (3).

Hoewel elk monster individueele verschillen vertoont, geeft toch deze analyse een zeer voldoende beeld van een normale eponische begroeiing.

Zooals uit de frequentiecijfers blijkt, nemen de *Diatomeae* een zeer overheerschende plaats in, de *Chlorophyceae* beteekenen weinig en de *Cyanophyceae* nog veel minder,

de verhouding tusschen deze drie groepen is gewoonlijk dezelfde; een enkele maal treden de *Chlorophyceae* meer op den voorgrond door een sterke ontwikkeling van draadwieren (vrnl. *Microspora*, *Oedogonium*, *Bulbochaete*, *Cladophora*, *Mougeotia*).

De soorten, die eponisch werden aangetroffen, zijn in de volgende lijst vereenigd.

Chlorophyceae.

Asterococcus superbis (Cienk.) Scherffel.

† *Characium spec.*

* *Pediastrum duplex* Meyen.

* " " var. *reticulatum* Lagerh.

* " *Boryanum* (Turpin) Menegh.

" " var. *brevicorne* A. Braun.

* " " var. *longicorne* Reinsch.

" *Kawraiskyi* Schmidle.

* " *Tetras* (Ehrenberg) Ralfs.

" *biradiatum* Meyen.

* *Oocystis lacustris* Chodat.

Tetraedron muticum (Al. Braun) Hansg.

" *caudatum* (Corda) Hansg.

" *crassispinum* (Reinsch) Wille.

* *Scenedesmus obliquus* (Turpin) Kützing.

" *Hystrix* Lagerheim.

* " *quadricauda* (Turpin) Bréb.

" *bijugatus* (Turp.) Kütz. *alternans*

(Reinsch) Hansg.

* *Kirchneriella lunaris* (Kirchner) Moebius.

* *Dictyosphaerium Ehrenbergianum* Naegeli.

Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs.

* *Coelastrum microporum* Naegeli.

† *Stigeoclonium spec.*

† *Chaetophora elegans* (Roth) Agardh.

† *Microthamnion Kützingianum* Naegeli.

- Coleochaete scutata* Bréb.
 † *Chaetosphaeridium Pringsheimii* Klebahn.
 † *Conferva (Triblonema) bombycina* (Ag.) Lagerh
 † *Microspora tumidula* Hazen.
Oedogonium Boscii Wittrock v. *occidentale*.
 † " *intermedium* Wittrock.
 † " *spec. div. ster. indet.*
 † *Bulbochaete* " " " "
Botryococcus Braunii Kütz.
Ophiocythium cochleare A. Br.
 † *Sciadium Arbuscula* Al. Br.
Cladophora glomerata (L.) Kütz.
 " *crispata* (Roth.) Kütz.
 † *Spirogyra spec. ster. div. indet.*
 † *Mougeotia genuflexa* (Dillw.) Ag.
 † " *quadrangulata* Hass.
Closterium Leibleinii Kütz.
 " *moniliferum* (Bory.) Ehrbg.
 " *Ehrenbergii* Menegh.
 * " *gracile* Bréb.
Pleurotaenium Ehrenbergii (Ralfs) Delp.
Cosmarium granatum Bréb.
 " " *var. subgranatum* Nordst.
 " *Meneghinii* Bréb.
 " *reniforme* (Ralfs) Arch.
 " *punctulatum* Bréb.
 " *protractum* (Naeg.) Arch.
 " *Turpinii* Bréb.
 " *subprotumidum* Nordst.
 " *Boeckii* Wille.
 " *subcostatum* Nordst.
 " *humile* Nordst.
 " " *var. Raciborskii* Schmidle.
 " " " *striatum* (Boldt) Schmidle.
 * *Staurastrum papillosum* Kirchner.

- * *Staurastrum polymorphum* Bréb.
- * " *paradoxum* Meyen.

Diatomeae.

Melosira varians Agardh.

- * " *Binderiana* Kütz.

* *Cyclotella comta* (Ehrbg.) Kütz.

* *Coscinodiscus subtilis* Ehrbg. var. *lacustris* Lemm.?

Tabellaria flocculosa Kütz.

" *fenestrata* (Lyngbye) Kütz.

* *Diatoma elongatum* Agardh.

* *Fragilaria crotonensis* Kitton.

" *capucina* Desmazières.

" " var. *constricta* Grun.

" *construens* (Ehrbg.) Grun.

" " var. *binodis* Grun.

" " " *biceps* Stroese.

† *Synedra pulchella* Kütz.

† " " var. *lanceolata* O'Meara.

† " *Vaucheriae* Kütz.

† " *Ulna* Ehrbg., met talrijke variëteiten b.v.:

† " " var. *biceps* Kütz.

† " " var. *vitrea* Kütz.

† " *Acus* Kütz.

" " var. *angustissima* Grun.

† " *affinis* Kütz.

* *Asterionella gracillima* (Hantzsch) Heiberg.

Eunotia major W. Smith.

" " var. *bidens* W. Smith.

" *lunaris*¹⁾ Ehrbg.

† *Achnanthes minutissima* Kütz.

¹⁾ Waarschijnlijk komen nog meer soorten en variëteiten van dit geslacht voor, deze zijn echter meest zeer weinig talrijk en de determinatie daarom moeilijk.

- † *Cocconeis Pediculus* Ehrbg.
 † " *Placentula* Ehrbg.
 † " *Disculus* Schumann.
Navicula (Diploneis) elliptica Kütz.
 " *(Neidium) affinis* Ehrbg.
 " *Bacillum* Grun.
 † " *gracilis* Ehrbg.
 " *Reinhardti* Grun.
 † " *cryptocephala* Kütz.
 † " " var. *exilis* Kütz.
 † " " " *veneta* Kütz.
 " *hungarica* Grun. var. *humilis* Donkin.
 † " *rhyngocephala* Kütz.
 † " *vulpina* Kütz.
 † " *radiosa* Kütz.
 " *Gastrum* Ehrbg.
 " *pusilla* W. Smith.
 " *scutelloides* W. Smith.
 " *stauroptera* Grun. var. *parva* Grun.
 " *(Pinnularia) viridis* Ehrbg.
 " " *nobilis* Ehrbg.
Stauroneis Phoenicenteron Ehrbg.
Gyrosigma attenuatum Kütz.
 † " *Spenceri* W. Smith. var. *nodifera* Grun
 † *Gomphonema constrictum* Ehrbg.
 † " *Augur* Ehrbg.
 † " *angustatum?* Kütz.
 † " *gracile* Ehrbg.
 † " *acuminatum* Ehrbg.
 † " *subclavatum* Grun.
 † *Rhoicosphenia curvata* (Kütz.) Grun.
 † *Cymbella Ehrenbergii* Kütz.
 † " *cistula* Hemprich.
 † " *lanceolata* (Ehrbg.) v. Heurck.
 † " " var. *cornuta* Ehrbg.

- † *Cymbella helvetica* Kütz.
 † „ *aspera* Ehrbg.
 † „ *tumida?* Bréb.
 † „ (*Encyonema*) *prostrata* Berkeley.
 † „ „ *ventricosa* Kütz.
 † „ „ *caespitosa* Kütz.
Amphora ovalis Kütz.
Epithemia turgida (Ehrbg.) Kütz.
 „ „ var. *Westermanni* Kütz.
 „ *Sorex* Kütz.
 „ *Argus* Ehrbg.
 „ „ var. *amphicephala* Grun.
 † *Rhopalodia ventricosa* (Grun.) O. Müller.
Bacillaria paradoxa Gmelin.
Nitzschia sigmoidea (Nitzsch) W. Smith.
 „ *vermicularis* (Kütz.) Hantzsch.
 „ *palea*¹⁾ Kütz.
Cymatopleura Solea Bréb.
 „ *elliptica* Bréb.
Surirella biseriata Bréb.
 „ *linearis* W. Smith.
 „ *capronii* Bréb.
 „ *ovalis* Bréb.
Campylodiscus hibernicus. Ehrbg.

Cyanophyceae.

- * *Chroococcus limneticus* Lemm.
Microcystis spec. div.
 * *Gomphosphaeria lacustris* Chodat.
 * *Coelosphaerium Kützingianum* Naeg.
Holopedia Dieteli P. Richter.
 † *Oscillatoria princeps* Vauch.

1) Waarschijnlijk komen nog wel meer soorten voor; ze zijn echter steeds vrij zeldzaam, en betrouwbare determinatie is zeer moeilijk.

- † *Oscillatoria proboscidea* Gomont.
- † " *tenuis* Ag.
- † *Arthrospira Jenneri* Stizenb.
- Lyngbya ochracea?* (Kütz.) Thuret.
- † " *aeruginosa* (Mertens) Liebmann.
- Aulosira laxa* Kirchner.
- † *Rivularia pisum* Ag.

Op sommige planktonorganismen komen nu en dan eponten voor; op *Crustacea*, maar vooral op *Cyclops*-soorten het geheele jaar door *Colacium vesiculosum* Ehrbg., de begroeiing kan soms buitengewoon dicht zijn; op draden van *Melosira Binderiana*, *Cothurnia crystallina* Ehrb. Tusschen de eponten komen geregeld, zij het ook in geringen getale, enkele dierlijke organismen, vooral *Nematoda* en *Rotatoria*, voor; van de *Crustacea* komen bijna alleen in aanmerking *Alona quadrangularis* en *Alonella nana*, ook deze zijn echter nog zelden.

In bovenvermelde lijst komen tal van soorten voor, die ook reeds in de planktonlijsten vermeld zijn, m. a. w. vele soorten, die in het plankton geregeld voorkomen, kunnen ook epontisch leven; andere daarentegen komen vrijwel alleen epontisch voor, terwijl ook talrijke overal in het gebied, in alle associaties worden aangetroffen.

Zooals in den loop van dit hoofdstuk zal blijken, is het van belang deze drie groepen uiteen te houden. Daarbij zullen *typische eponten* genoemd worden die soorten, waarvan het gemiddelde der frequentieindices aanzienlijk veel grooter is in de associatie der eponten dan in de andere (plankton en bodem), deze zijn aangeduid door †; *planktoneponten* die, waarbij dit gemiddelde aanzienlijk veel grooter is in het plankton, deze zijn aangeduid door een *; *facultatieve eponten* die, waarbij noch het een, noch het ander het geval is; gewoonlijk zijn dit ubiquisten, soorten, die zoowel in het plankton als op den bodem en

als eponten voorkomen; ook gevallen, waar twijfel bestond, zijn tot deze groep gerekend.

Aangezien bij de analyse van elk monster voor elke soort de frequentieindex werd geschat, leverde de praktische uitvoering van deze verdeling geen moeilijkheden op; ook de verschillen der gemiddelden in elk der drie associaties (plankton, bodem en eponten) zijn voor elke soort meestal wel zoo groot, dat slechts zelden twijfel hoeft bestaan.

B. Verspreiding der soorten over het gebied.

Bij het begin van het onderzoek werd elk monster op een kadastrale kaart met zoo groot mogelijke nauwkeurigheid aangegeven, zoo noodig met behulp van hoekmeting met een sextant. Later werden dergelijke hooge eischen aan nauwkeurigheid niet meer gesteld, daar al spoedig bleek, dat over het geheele gebied een zeer gelijksoortige epontische flora voorkomt. Dit wil echter volstrekt niet zeggen, dat alle monsters vrijwel aan elkaar gelijk zijn; er treden integendeel zoowel kwalitatieve als kwantitatieve verschillen op; deze kunnen echter op een zeer beperkt terrein al aanzienlijk zijn, terwijl monsters van ver uiteen-gelegen plaatsen volkomen aan elkaar gelijk kunnen zijn.

Op enkele plaatsen zijn echter constante afwijkingen met den normalen toestand op te merken. Dit is b.v. het geval met de moerassige overgangszone langs den rand van het Meer; karakteristieke verschillen zijn hier:

1^o het ontbreken der planktoneponten,

2^o het voorkomen van eenige *Diatomeae* (*Eunotia*-, *Epithemia*- en *Gomphonema*-soorten),

3^o het dikwijls overheerschend zijn der *Chlorophyceae*; vrijwel alle soorten der bovenvermelde lijst komen hier voor.

De overgang van de epontische microflora in de moeraszone tot die van de grens van het open water is natuurlijk zeer geleidelijk, dit werd nog eenigszins uitvoerig nagegaan; het verschil tusschen beide bleek vooral te zetelen in het

aandeel, dat de planktoneponton aan het totaal vormen. Daarom werd zooveel mogelijk getracht de verhouding typische-, plankton- en facultatieve-eponten in cijfers uit te drukken. Dit werd bereikt door van een behoorlijk gemengd monster op een verdeeld objectglas een telling uit te voeren, waardoor de relatieve talrijkheid van elke soort bleek. Door nu deze soorten samen te voegen tot de drie bovengenoemde groepen, was daarmee de verhouding der groepen gevonden.

In tabel 17 zijn deze cijfers vereenigd.

Tabel 17.

No.	Kaart-aand.	Datum.	% Typ. eponten.	% Plankt. eponten.	% Facult. eponten.
274	15 E	21 X	4	77	19
25	10 F	10 XII	36	40	24
226	11 E	8 IX	22	45	34
184	11 B	5 VIII	47	41	11
68	8 C	25 III	53	27	20
265	11 A	14 X	67	10	23
295	9 B	19 V	86	9	5
294	9 B	19 V	89	10	1

Door middel van de kaart-aanduiding zijn de nummers op de kaart te vinden; de cijfers geven de verhouding in procenten weer.

De rangschikking in de tabel is zoo gekozen, dat van boven naar beneden zooveel mogelijk overeenkomt met een verplaatsing der monsters van het centrum naar den oever. De cijfers, die het percentage planktoneponton aangeven, vertoonen dienovereenkomstig ook zeer demonstratief een daling van boven naar beneden: m. a. w. hoe verder men in de oeverzone doordringt hoe geringer het percentage planktoneponton wordt. De hoogste cijfers bij de planktoneponton worden gewoonlijk veroorzaakt door

Diatoma, soms door *Scenedesmus quadricauda*, een enkele maal door *Melosira Binderiana*; die bij de typische eponten door *Diatomeae* (vooral *Navicula*-, *Gomphonema*- en *Cymbella*-soorten) of door draadvormige groenwieren (vooral *Oedogonium*, *Mougeotia*, *Cladophora*).

Een eigenaardigen toestand vindt men aan de O. en Z.O. zijde van het Meer, in het ondiepe gedeelte van het open water; hier bevindt zich in de Charavelden een microflora, die in vele opzichten een overgangsvorm is tusschen een bodem- en epontische flora; deze is echter in het hoofdstuk over den bodem behandeld.

Ook de Hunze en het Drentsche diep werden in het onderzoek betrokken. Men mocht verwachten, dat in beide een min of meer overeenkomstige epontische microflora voorkomt in verband met het stroomende water. Dit is echter niet het geval. In het Drentsche diep vindt men een toestand, die vrijwel identiek is met dien van het eigenlijke Meer. De Hunze echter vertoont eenige duidelijke afwijkingen.

Karakteristiek is hier het bijna geheel ontbreken van de planktoneponten, terwijl er ook vormen voorkomen, die in het Meer zelf afwezig zijn (*Navicula Reinhardtii*, *N. cryptocephala* var. *exilis*, *N. humilis*, *Gyrosigma Spenceri* var. *nodifera*, *Synedra Ulna* var. *longissima*, *Bacillaria paradoxa*).

Wat kan nu de reden zijn van deze verschillen tusschen Hunze en Drentsche diep en tusschen Hunze en het eigenlijke Meer? Twee factoren zouden hier van invloed kunnen zijn:

1^o een verandering van de chemische samenstelling van het water gedurende het verblijf in het Meer,

2^o voorwerpen, die zich in de drie verschillende onderdeelen bevinden, zijn aan verschillende besmetting blootgesteld.

Hoewel het verschil in chemische samenstelling wel

aanwezig zal zijn, is het niet toelaatbaar belangrijke conclusies hierop te gronden, zoolang dit nog niet experimenteel is aangetoond.

Belangrijker echter zal wel zijn het sub 2^o genoemde. De jonge oeverplanten in de Hunze en de voorwerpen, die daar te water komen, worden met andere organismen besmet dan die in het Drentsche diep, daar het Hunzeplankton een geheel andere samenstelling heeft dan dat van het Drentsche diep, zooals in het vorig hoofdstuk (zie pag. 202) is meegedeeld. De geringe hoeveelheid plantonoponten, die in de Hunze voorkomt, kan hier buiten beschouwing blijven, daar ook in het Hunzeplankton wel eenige gewone Meerplanktonten aanwezig zijn.

Men kan dus door de verschillende biologische samenstelling van Hunze en Meerwater vrij goed het verschil verklaren tusschen het toe- en afvoerkanaal. Moeilijker echter is het wat betreft de verschillen tusschen de Hunze en het Meer zelf; hetzelfde geldt trouwens ook voor het plankton. Niet onmogelijk is ook hier het verschil in besmetting de belangrijkste factor; immers men zou zich kunnen voorstellen, dat de betrekkelijk weinige organismen, die in het Meer ontbreken, en die ook in de Hunze toch in slechts geringen getale voorkomen, reeds over grooten afstand vervoerd zijn en dus afstammen van gebieden, die zeer ver stroomopwaarts liggen, en dus aan geheel andere omstandigheden zijn aangepast en in de nabijheid van het Meer niet zoozeer tot ontwikkeling komen als wel telkens opnieuw worden aangevoerd. Opmerkelijk is, dat er zeer weinig soorten zijn, die voor Hunze en Drentsche diep gemeenschappelijk zijn, maar in het Meer ontbreken, die dus speciaal aan stroomend water zijn aangepast; misschien zijn als zoodanig te beschouwen *Navicula humilis* en *Bacillaria paradoxa*.

Afgezien dan van deze beide uitzonderingen: de moeraszone langs den rand van het Meer en de Hunze —

gebieden, die feitelijk niet tot het eigenlijke Meer behooren — kan men zeggen, dat over het geheele gebied een zeer groote gelijkmatigheid in de epontische microflora heerscht.

Hiermee is feitelijk al antwoord gegeven op het probleem gesteld onder

C. Invloed van het substraat. Van zeer uiteenlopende voorwerpen, die langer of korter tijd in het water verkeerd hadden, werden monsters genomen, in de eerste plaats van allerlei levende planten in alle onderdeelen van het gebied; hiermee werd echter niet volstaan; ook afgestorven of zelfs rottende plantendeelen, beschoeiingen, bakens, boeien, losdrijvende stukken hout, in ontbinding verkeerende doode visch werden onderzocht.

Het resultaat van al deze onderzoekingen is geweest een groote onderlinge overeenkomst in samenstelling der monsters; wel komen telkens weer verschillen voor, maar deze laten geenszins toe generalizeerende conclusies te trekken. Eenige bijzondere gevallen mogen hier nog genoemd worden.

Interessant was b.v. een monster van 21 October, verzameld van een dooden baars, die aan een dobber gevangen was, maar aan den visscher was ontgaan. Het — ongetaande — touw was nog zeer sterk en ook het uiterlijk van den visch wees er op, dat hij nog niet langer dan een week geleden gestorven was. Deze visch was met een dichte laag eponten bedekt. Hoewel deze voor een deel uit bacteriën en andere fungi bestonden, was toch ook een groote hoeveelheid normale eponten aanwezig, zooals men die in ieder ander monster vindt. Hoofdzaak was *Melosira Binderiana* en andere plankton-eponten: *Fragilaria crotonensis*, *Asterionella*, *Scenedesmus quadricauda*; van de typische eponten, waren nog maar enkele exemplaren aanwezig. Verder is opmerkelijk, dat

men hier naast elkaar aantreft de polysaprobe bacteriën en fungi en de oligosaprobe plankton-diatomeeën. Op den duur zullen onder dergelijke omstandigheden de bacteriën en fungi wel de overhand krijgen, maar toch blijven de andere vormen nog lang bestaan. Dit blijkt b.v. uit een monster afkomstig van een rottende paling, die eind Mei verzameld werd; deze was reeds veel langer dood, vrij zeker wel langer dan een maand. Ook deze was geheel bedekt met een viltige bruine laag, die hoofdzakelijk bestond uit hyphen (waarschijnlijk dezelfde als in het vorig geval), maar toch ook diatomeeën waren vrij sterk vertegenwoordigd: *Diatoma elongatum* vrij veel, verder ook typische eponten als *Synedra Ulna* en *Cocconeis*. Dat de planktoneponten niet zuiver mechanisch tusschen de hyphen blijven hangen, volgt ook uit dit monster; immers was dit het geval, dan zouden alle planktonen erin vertegenwoordigd moeten zijn in ongeveer dezelfde verhouding als ze ook in het plankton voorkomen; hier echter kwam *Melosira* veel voor in het plankton, daarentegen weinig in dit monster; *Diatoma*, die in het plankton hoogstens evenveel voorkwam als *Melosira*, heeft hier op *Melosira* sterk de overhand.

Hoewel niet geheel in deze afdeeling thuis behoorend, moge hier nog behandeld worden de invloed, dien de intensiteit van het licht uitoefent; aan verschillende monsters kon dit worden nagegaan.

Het nauwkeurigst kon dit geschieden aan de monsters 53, 54 en 55. Voor eenige jaren is in de Noordelijke hoek (4 D) een hut gebouwd voor tijdelijk verblijf van een jachtgezelschap. Deze staat op geringe hoogte boven den waterspiegel op in den grond geheide palen. Van deze palen werden nu de monsters genomen en wel no. 53 aan de Oostzijde vrij ver onder de hut, zoodat de organismen zoo goed als niet aan direct zonlicht waren blootgesteld, no. 54 van palen aan de Zuidzijde, waar de zon

direct kon doordringen, no. 55 eindelijk van een paal aan de Noordzijde, die zich ook nog ver onder de hut bevond, waar het daglicht zichtbaar getemperd was. Alle monsters hebben dit gemeen, dat het aanslag vooral bestaat uit detritus en dus weinig organismen bevat; eigenaardig is echter, dat dit vooral ook geldt voor no. 54, waar men juist normale, gunstige omstandigheden mocht verwachten. No. 53 en 55 verschillen niet in eenig belangrijk punt van elkaar en beide zijn in alle opzichten in samenstelling gelijk aan normale monsters. De eenige afwijking is, dat er misschien iets — doch ook zeer weinig — minder planktoneponten voorkomen; dit is echter waarschijnlijk te verklaren, doordat de vegetatie hier jaar in jaar uit doorgaat en niet zooals in de meeste gevallen door het verdwijnen van het substraat (afsterven der oeverplanten) telken jare weer onderbroken wordt.

Uit 53 en 55 blijkt in elk geval wel, dat planktonische organismen, die in de oppervlakkige waterlagen een maximale lichtintensiteit genieten, ook kunnen gedijen in sterk getemperd licht. Zoo komt *Fragilaria capucina*, die ook in het plankton soms rijk vertegenwoordigd is, die dus den strijd om het bestaan in het planktonische leven kan uithouden, in 53 zeer talrijk, in 55 talrijk voor, ook typische planktonorganismen echter als *Melosira Binderiana*, *Fragilaria crotonensis* en *Diatoma elongatum* komen — zij het ook in niet zeer grooten getale — voor.

Met hetzelfde doel werden onderzocht monsters afkomstig van de boven- en benedenzijde van een ondergedoken blad en van een bladsteel van *Nuphar luteum*. Ook deze drie monsters vertoonen onderling geen belangrijke verschillen; ook aan de onderzijde der bladen bevinden zich zeer talrijke eponten, waarbij veel planktoneponten. Uit deze en de vorige serie monsters blijkt dus wel, dat een sterke demping van het daglicht de eponten niet belangrijk in hun ontwikkeling belemmert.

D. Quantitatief onderzoek. Om een inzicht te krijgen in het biologisch karakter van de epontische vegetatie is het niet alleen noodig te weten uit welke organismen deze is samengesteld, maar ook in welke hoeveelheden en in hoe grooten getale deze voorkomen. Vooral is dit ook interessant in vergelijking met overeenkomstige bepalingen, die bij het plankton-onderzoek zijn ten uitvoer gebracht. Hier is o.a. nagegaan hoe groot het volumeën plankton en hoe groot het aantal organismen is, dat in een bepaalde hoeveelheid water voorkomt. Wanneer men nu deze methode, die bij het plankton algemeen gevolgd wordt, ook kon toepassen op de eponten, dan zou men tot resultaten komen, die direct vergelijkbaar zouden zijn. De vraag rijst nu: is het mogelijk het quantitative planktononderzoek pasklaar te maken voor dat der eponten? Ik meen met het volgende een bevestigend antwoord hierop te kunnen geven. Men moet beginnen een bepaalde *eenheid* aan te nemen (zooals bij het plankton wordt opgegeven hoeveel in een zekere eenheid van volumen voorkomt). Het meest wenschelijk leek mij een zekere oppervlakte (i.c. 1 cM.²) van het substraat als eenheid te kiezen. De praktische uitvoering der methode was nu vrij eenvoudig: een plantendeel — b.v. een bies of rietstengel — werd bij den bodem afgesneden, als de diepte het toeliet met een mes, anders met een aan een stok bevestigd schopje. Het plantendeel, voor zoover het onder den waterspiegel was geweest, werd in stukken van ± 10 cM. lengte gesneden en in buisjes met eenig water en voorzien van de noodige aantekeningen meegenomen naar het laboratorium. Met behulp van een mes en penseel werd elk stuk dan zoo zorgvuldig mogelijk van het erop zittende aanslag ontdaan, terwijl er voor gezorgd werd, dat geen deelen van de opperhuid mee afgeschraapt werden, wat door den stevigen bouw hiervan niet moeilijk was. De afgeschraapte hoeveelheid werd dan met water en eenig

formol in een maatglas gebracht; na verloop van 24 uren werd dan het volumen van het bezinksel afgelezen. Hiermee is dus het volumen eponten van een zeker plantendeel bepaald, wil men nu weten hoeveel per cM.³ voorkomt, dan rest alleen nog het oppervlak van het substraat te berekenen. Dit is in sommige gevallen zeer gemakkelijk, n.l. bij plantendeelen van eenvoudigen vorm, b.v. bij riet en bies. Een stuk rietstengel van 10 cM. lengte kan men als een cylinder beschouwen, boven- en ondervlak zijn niet merkbaar verschillend in diameter; bij een stuk bies van 10 cM. lengte is het bovenvlak merkbaar kleiner, ter vereenvoudiging der berekening werd zoo'n stuk in het midden dwars doorgesneden en het stuk bies beschouwd als een cylinder met dit vlak van doorsnede als grondvlak. De lengte werd eenvoudig met een lineaal gemeten, de diameter dikwijls eveneens; bij dunne stukjes echter werd met een scheermes een schijfje afgesneden en de diameter hiervan bij zwakke vergrooting onder het microscoop bepaald. Het oppervlak laat zich dan eenvoudig berekenen. Deelt men dan het reeds bepaald volumen door dit oppervlak, dan heeft men de hoeveelheid eponten in volumeneenheid per vlakte-eenheid. Gaat dus deze berekening gemakkelijk voor planten als *bies* en *riet*, moeilijker wordt het voor *Typha*: deze heeft geen cirkel- maar een min of meer ellipsvormige doorsnede. Geheel onmogelijk is de methode bij dingen, die niet uit het water gehaald kunnen worden, zooals tonnen, beschoeiingen en dgl.: 1^o laat zich het oppervlak hiervan niet berekenen, 2^o zijn de eponten niet quantitatief te verzamelen. Daar deze voorwerpen practisch van weinig belang zijn en de invloed van het substraat zeer gering is, kan men gerust volstaan met alleen riet en biezen in beschouwing te nemen.

Een moeilijkheid van geheel anderen aard is, dat op beperkte localiteiten de hoeveelheden zoo sterk uiteen kunnen loopen, aan dit bezwaar kan alleen worden

tegemoet gekomen door een groot aantal monsters te onderzoeken, wat echter ontzettend tijdroovend is.

Door het quantitative onderzoek kwamen eenige interessante feiten aan het licht: Vooreerst werd nagegaan hoe groot het volumen eponen per cM.³ is en of deze hoeveelheid al naar de verschillende diepte bij eenzelfde plant gelijk is. Dit laatste bleek niet het geval te zijn, maar wel was een zeer besliste regelmaat op te merken. In tabel 18 zijn de resultaten van een 5-tal bepalingen — alle afkomstig van plaatsen met ongeveer gelijke diepte — verenigd.

Tabel 18.

Aangevende het volumen eponen (in mM.³) per cM.³.

Diepte in cm.	0—10	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60—70
Bies	13	76	69	68	44	28	
Riet	35	29	46	49	35	16	6
Bies	6	9	23	20	25	18.6	17
Bies	9.6	30	29	24	9.5	9.5	
Riet	8	31	46	45	24	4	
Gemidd.	14	35	43	41	27	15	11

Uit de cijfers van deze tabel blijkt wel, dat het maximum van volumen niet voorkomt vlak beneden den waterspiegel, zooals men misschien zou verwachten — immers hier heerscht de grootste lichtintensiteit en hier heeft de gaswisseling tusschen water en atmosfeer het best plaats — maar op 20—40 cM. er beneden. Op grooter diepte gaat het volumen weer geleidelijk dalen.

Dat het maximum niet vlak beneden den waterspiegel ligt, laat zich waarschijnlijk wel hierdoor verklaren, dat hier de beweging van het water, in den vorm van golfslag,

zich het meest doet gelden, zoodat talrijke organismen, die niet voldoende zijn vastgehecht, worden losgeslagen. Ook zal een verlaging van den waterstand zijn nadeeligen invloed hebben, de dan drooggekomen organismen sterven af en bij een volgenden normalen stand moet de ontwikkeling weer van voren af beginnen.

Een verklaring te geven waarom het volumen naar beneden toe weer afneemt, is niet zoo gemakkelijk te geven; dat de vermindering van lichtintensiteit de reden zou zijn, is niet aan te nemen, want ook bij een plantendeel, dat op 40 cM. diep water staat, vindt men aan het onderste gedeelte deze vermindering eveneens optreden (terwijl bij monsters op dieper water op 30—40 cM. nog een volumen voorkomt, dat zeer nabij het maximum ligt). Daaruit blijkt dus, dat het de nabijheid van den bodem moet zijn, die hier de belangrijkste factor is. Aan twee oorzaken zou men hier kunnen denken: in de eerste plaats zou de reden kunnen zijn, dat door de vele humusachtige, reduceerende stoffen het zuurstof-gehalte te gering wordt; maar verder vindt men, dat monsters, die dicht bij den bodem genomen zijn, steeds veel meer slijk bevatten dan andere. Dit kan op twee manieren van invloed zijn: 1^o maakt het losse slijblaagje het den eponten onmogelijk zich op de vaste deelen der plant vast te hechten, 2^o wanneer zich eenmaal eponten vastgehecht hebben, loopen ze telkens de kans weer overdekt te worden door een laagje slijk, dat licht en lucht afsluit.

Wanneer het zuurstofgebrek in dezen van groot belang was, zou men moeten verwachten, dat nabij den bodem voornamelijk organismen voorkomen, die met geringe hoeveelheid zuurstof toe konden, terwijl die, welke veel zuurstof noodig hadden, ontbraken, m. a. w. men moest een verschil kunnen aantoonen tusschen de eponten van geringe en groote diepte. Hierover werden wel zeer uitvoerige onderzoekingen ingesteld, maar frappante ver-

schillen konden niet worden aangetoond. Wel schijnen echter eenige tellingen er op te wijzen, dat het percentage plankton-eponenten van boven naar beneden afneemt. Het materiaal is echter niet uitgebreid genoeg om voldoende zekerheid te geven.

Interessant is het verder na te gaan, hoe groot het aantal organismen is, dat op een zeker oppervlakte van eenig substraat voorkomt. Hoewel dergelijke tellingen van het aantal individuen eerst belangrijke waarde krijgen, wanneer men deze over een groot aantal monsters, verzameld over den loop van een geheel jaar, uitbreidt, wil ik toch om eenig inzicht in deze getallen te verschaffen, de resultaten eener telling van een monster, dat als typisch kan gelden, hier geven, vooral als bewijs hoe talrijke organismen dicht opeengedrongen naast elkaar kunnen leven. Lauterborn (1916) zegt hiervan: „Hier sind die Organismen oft auf kleinstem Raume in eine Art- und Individuenfülle zusammengedrängt, wie man es in der freien Natur sonst kaum wieder antrifft.“ Dit wordt nu door de telling in cijfers meer nauwkeurig weergegeven en ook wordt hierdoor de gelegenheid gegeven voor vergelijking met de plankton quantiteiten. De hiervoor gevolgde methode was, wat betreft het verzamelen, gelijk aan die, waarbij het volumen bepaald werd. Dan echter wordt dit quantitatief verzameld materiaal tot een bepaald volumen met water verdund en zeer zorgvuldig geschud. Het schudden is hier nog veel meer noodig dan bij het plankton, omdat dikwijls verwarde klompjes, waarin de afzonderlijke organismen niet voldoende te onderscheiden zijn, voorkomen. Dan wordt hieruit 0.1 c.c.m. genomen en dit op de gewone wijze onder het microscoop uitgeteld. Het monster i. c. was afkomstig van een stuk bies van 10 cM. lengte en 1.35 cM. doorsnede, het volumen was 1.3 c.c. d. i. 30 mM.⁸ per cM.⁹; voorjaar 1917. Zie tabel 19.

Ter vergelijking mogen hier een paar cijfers, ontleend

Tabel 19.

Soort.	Aantal i/h. geh. monster	Aantal per cm ² .
<i>Melosira varians</i> *	46000	1000
„ <i>Binderiana</i> *	40000	930
<i>Diatoma elongatum</i> *	330000	7700
<i>Fragilaria crotonensis</i> *	7000	160
„ <i>capucina</i> *	300000	7000
„ <i>construens</i> *	238000	5600
<i>Synedra Ulna</i>	13000	320
„ <i>spec. div.</i> ¹⁾	165000	3850
<i>Asterronella gracillima</i> *	13000	320
<i>Eunotia spec.</i>	7000	160
<i>Naviculae lineolatae</i>	297000	7000
<i>Gomphonema spec.</i>	33000	770
<i>Cymbella spec. div.</i>	72000	1700
Totaal Diatomeae.	1.561.000	36.510
<i>Pediastrum tetras</i> *	7900	160
<i>Scenedesmus quadricauda</i> *	46000	1000
<i>Draadvormige groenwieren</i> ²⁾	33000	770
Totaal Chlorophyceae	86000	2090
Totaal eponten	1.647.000	38.600

aan het planktononderzoek aangehaald worden. Het grootste aantal hier is \pm 11 miljoen per Liter (zie tabel 7, pag. 182) of 11000 per cM.³, in Juni; meer dan 10000 hiervan echter zijn blauwwieren en wel vrnl. losse draden

*) De met * gemerkte soorten zijn kolonievormend, elke kolonie is voor één individu geteld.

¹⁾ Vrnl. *S. pulchella*, veelal in dichte van één punt uitstralende groepen; de telling der afzonderlijke individuen was geheel onmogelijk, zoodat elke groep ook voor één geteld is.

²⁾ Vrnl. steriele draden van *Oedogonium* en *Mougeotia*.

van *Aphanizomenon*, die echter meest bijna onzichtbaar klein zijn. In de overige maanden van het jaar is in Augustus een maximaal aantal organismen aanwezig (waarbij de blauwwieren een onbeteekenende plaats innemen); 3 Augustus kwamen per Liter \pm 3 mill. organismen of 3000 per cM.³ voor. Beter dan iets anders demonstreeren deze cijfers den reusachtigen rijkdom van de epontische vegetatie: per cM.³ oppervlakte komen 13 maal zooveel vormen voor als in één cM.³ water tijdens het zomermaximum. Om dus eenzelfde dichtheid van organismen te verkrijgen als op 1 cM.³ substraat voorkomt, zou men in het zomermaximum alle plankton-organismen, die voorkomen in een cylinder water met 1 cM.³ bodemoppervlak en 13 cM. hoogte op den bodem moeten neerslaan. Nog meer in het oog vallend wordt de vergelijking wanneer men de bezinkingsvolumina beschouwt. Neemt men als gemiddeld bezinkingsvolumen voor de eponten per cM.³ 35 mM.³, terwijl het maximale volumen plankton per cM.³ 0.7 mM.³ is, dan zou men dus om een volumen plankton te krijgen gelijk aan dat der eponten per cM.³ substraat, het plankton aanwezig in een cylinder van 50 cM. hoogte op den 1 cM.³ grooten bodem moeten neerslaan. Dat dit cijfer bij vergelijking der volumina zooveel grooter is dan bij vergelijking der aantallen, vindt zijn oorzaak vooreerst hierin, dat het eponten-materiaal veel meer verontreiniging met detritus bevat dan het plankton; maar ook zijn in 't algemeen de eponten, vooral door de groote koloniën veel grooter dan de planktonorganismen.

E. Periodiciteit.

Het geheele jaar door blijkt een epontische microflora voor te komen, de vraag rijst nu of deze organismen het geheele jaar door dezelfde zijn, of dat een periodiciteit

voorkomt, evenals we die bij het plankton in zoo sterke mate aantreffen. We hebben gezien, dat de eponten onafhankelijk van bodem of substraat over het geheele gebied vrijwel dezelfde zijn, er moet dus een factor zijn, die overal in het gebied gelijk is en den aard der eponten bepaalt. Deze factor kan niet anders zijn dan de fysisch-chemische toestand van het water. En daar deze toestand ook de factor is, die den aard van het plankton bepaalt, het plankton dus in zijn ontwikkeling van dezelfde omstandigheden afhangt als de eponten, kan men ook verwachten, dat de periodiciteit, bij het plankton zoo sterk uitgesproken, ook bij de eponten moet voorkomen en wel vooral bij die vormen, die zoowel epontisch als planktonisch voorkomen. In de eerste plaats ligt het dus voor de hand na te gaan of een dergelijke periodiciteit bij deze vormen op te merken is. Hiervoor in aanmerking komen *Fragilaria capucina*, *Diatoma elongatum* en *Melosira Binderiana* en om ook een voorbeeld onder de groenwieren te hebben *Scenedesmus quadricauda*. *Melosira* is echter minder goed bruikbaar, omdat deze in het plankton het geheele jaar door een domineerende plaats inneemt, wel wisselt zijn absoluut aantal per Liter, maar relatief is het toch steeds een der meest voorkomende soorten. *Fragilaria capucina* heeft wel een duidelijk maximum (nl. in April) maar het aantal is nooit zeer hoog (25000 per Liter). Verreweg het best leent zich voor ons doel *Diatoma elongatum*, deze heeft een scherp uitgesproken maximum (23 April 8.8 miljoen per Liter, 16 September 6700 per Liter). Gaan we nu de talrijkheid van *Diatoma* als epont na, dan vinden we in verschillende monsters van November en December *Diatoma* zeer talrijk, echter ook in een monster van midden Juli, daarentegen weinig talrijk in een monster van April (maximum in het plankton).

Eenzelfde resultaat blijkt uit het onderzoek van *Fragilaria capucina*; in alle maanden van het jaar konden hier

frequentie-indices van 5-6 (dus zeer talrijk) genoteerd worden.

Melosira Binderiana, als epont gewoonlijk weinig belangrijk, werd het geheele jaar door gesignaleerd, zonder dat een regelmatige wisseling in de frequentieindex viel op te merken. Hetzelfde geldt voor *Scenedesmus quadricauda*.

Uit deze gevallen meen ik met stelligheid de conclusie te mogen trekken, dat de organismen, die in hun planktonische levenswijze een uitgesproken periodiciteit vertoonen, dit als epont niet, of tenminste geheel anders, doen.

Wel echter vindt men iets, dat herinnert aan een normale periodiciteit, hoewel het zich voornamelijk uit in een vermeerdering van de quantiteit. Reeds werd opgemerkt, dat in het voorjaar de grootste hoeveelheden voorkomen. Voor een deel is dit waarschijnlijk toe te schrijven aan een gewone accumulatie: aan de jonge phanerogamen beginnen in het voorjaar zich de eponten te ontwikkelen, de individuen gaan zich vermeerderen, en de vermeerdering gaat sneller dan het afsterven, zoodat er dus steeds meer komen. Dit proces gaat zoo door tot in het voorjaar van het volgende jaar.

Tegen het begin van den zomer schijnt echter stagnatie in deze vermeerdering op te treden, zoodat zich aan substraat dat overjarig is (b.v. plantendeelen, die zich ook nog in den zomer weten staande te houden en andere voorwerpen) in den zomer in 't algemeen zeker niet meer eponten bevinden dan in het voorjaar.

De oorzaak hiervan is waarschijnlijk, dat vele *Diatomeae* zooals uit andere onderzoekingen bekend is, in het winterhalfjaar en vooral in het voorjaar een ontwikkelingsmaximum hebben.

Eén enkel geslacht is er, dat als epont deze periodiciteit duidelijk vertoont, n.l. *Tabellaria* met de beide soorten

floculosa en *fenestrata*; deze soorten komen in eenigszins belangrijke aantallen alleen in het voorjaar voor.

Iets dergelijks, doch veel minder geprononceerd, is waarschijnlijk ook het geval met vele draadvormige groenwieren; deze komen vooral in het late voorjaar en in den zomer het meest voor. Ook door andere onderzoekers is dit geconstateerd: Fritsch en Rich (1913); Schultz (1914); Klemm (1916).

De conclusie waartoe we komen is dus, dat in het algemeen periodiciteit, zooals die bij het plankton voorkomt, bij de eponten (speciaal ook bij de planktoneponten) ontbreekt; soorten, die in het plankton een scherp uitgesproken minimum hebben, kunnen dan als eponten wel juist — lokaal — een maximum hebben en omgekeerd. Wel echter blijkt, dat de quantiteit eponten in den loop van het jaar wisselt en dat een maximum voorkomt in het voorjaar.

G. Invloed van de omgeving.

Er kunnen zich somtijds verschijnselen voordoen, die herinneren aan gelijke periodiciteit bij plankton en eponten.

Vergelijkt men b.v. twee overeenkomstige monsters, beide genomen aan in ontbinding verkeerende visch, waarvan het eene verzameld werd in eind Mei aan een rottende paling, het andere eind October aan een baars, dan zien we tusschen beide aanmerkelijke verschillen in eponten. In het eerste domineert *Diatoma*, in het tweede *Melosira*. Dit verschil laat zich echter voldoende verklaren door de omgeving, i. c. het plankton, in aanmerking te nemen. We zien n.l. ook in het plankton, dat in het voorjaar *Diatoma*, in den nazomer *Melosira* domineert. Een voorwerp, dat in het voorjaar aan begroeiing met eponten wordt blootgesteld, zal dus hoofdzakelijk met *Diatoma* besmet worden, deze heeft dus direct een voor-

sprong, die behouden blijft, of door onderdrukking van andere vormen nog grooter kan worden. Hetzelfde geldt voor *Melosira* in den nazomer. Het waarnemen van groote talrijkheid in deze gevallen bij *Diatoma* en *Melosira* is dus niet toe te schrijven, tenminste niet hoofdzakelijk, aan een op zich zelf staande, directe periodiciteit bij eponen, maar het is slechts een gevolg van de periodiciteit bij het plankton.

In dit verband verdient ook het volgende feit vermelding. Op 19 Mei 1918 werden te 8 uur 's avonds midden in het open water baars- en bleinnetten uitgezet, den volgende morgen tegen 6 uur werden ze weer opgehaald; elke draad was toen bedekt met een lichtgroene laag van draadwieren, naar schatting was per M.² van het vrij wijdmazige net wel 0.1 K.G. (in vochtigen toestand) aanwezig. Bij microscopisch onderzoek bleek dit wier te zijn *Conferva (Triblonema) bombycina f. minor*. Deze soort kwam ook in het plankton veel voor; het water was gedurende den nacht en de vorige dagen uiterst kalm geweest. Door dit geval wordt ad oculos de overgang van plankton tot epon gedemonstreerd. Zoo kan men zich ook een beeld vormen van de wijze, waarop de begroeiing van te water rakende voorwerpen (vooral in het open water of op den rand hiervan) plaats vindt. De eerste begroeiing geschiedt door vormen, die ook planktonisch voorkomen en eerst later beginnen de typische eponen tot ontwikkeling te komen. Men moet dus verwachten, dat voorwerpen, die nog slechts korten tijd te water verkeerd hebben een hooger percentage aan planktoneponten bevatten dan die welke zich reeds lang in het water bevinden. Eenige gevallen, die zich toevallig voordeden, kunnen dit ook eenigszins demonstreeren, vgl. tabel 20.

Daar deze toevallig verkregen cijfers weinig aanspraak op voldoende nauwkeurigheid maken, heb ik getracht,

Tabel 20.

Tijd van inwerking.	% typ. epont.	% plankt. epont.	% facult. epont.
± 1 week (visch)	4	77	19
± 4 week (baken)	36	40	24
± 6 week (stok)	22	45	34
overjarige plant	53	27	20

door het instellen van bepaalde experimenten, hierover nog nader iets te weten te komen.

Begonnen werd met ergens midden in het Meer ontvette objectglazen uit te zetten, deze waren bevestigd aan een touw, dat onder door een steen verankerd en boven door een stuk hout of kurk drijvend werd gehouden. De proeven in 1917 mislukten, door dat eenige malen de glazen, hetzij door kwaadwilligheid hetzij door andere oorzaken, verdwenen. In 1918 (19—26 Juli) gelukte het wel; de omstandigheden waren toen echter zeer ongunstig, door dat toen de meest gewone planktoneponten (*Melosira* en *Diatoma*) in het plankton ontbraken. Toen na 8 dagen de glazen onderzocht werden, bleek daarop zich zeer weinig te hebben vastgehecht, aan de touwtjes bevonden zich reeds vrij veel draadvormige groenwieren, waartusschen eenige *Chironomus*-larven.

De eponten op de glazen waren van de volgende samenstelling, waarbij het percentage aan het totaal bij elke soort is vermeld:

* <i>Pediastrum Boryanum</i>	7%
* " tetras	2
* <i>Oocystis lacustris</i>	2
* <i>Tetraedron minimum</i>	3
* <i>Scenedesmus quadricauda</i>	31

* planktoneponten.

<i>Scenedesmus Hystrix</i>	1
* <i>Dictyosphaerium Ehrenbergianum</i>	2
† <i>Oedogonium spec.</i>	2
<i>Botryococcus Braunii</i>	1
† <i>Cladophora glomerata</i>	1
* <i>Cosmarium spec.</i>	13
* <i>Fragilaria crotonensis</i>	1
" <i>capucina</i>	13
" <i>construens</i>	5
† <i>Synedra lanceolata</i>	1
† <i>Naviculae lineolatae</i>	4
† <i>Cymbella spec.</i>	1
* <i>Chroococcus limneticus</i>	5
* <i>Coelosphaerium Kützingianum</i>	2
* <i>Anabaena spec.</i>	3

De planktoneponten (*) nemen 71 %, de typische (†) 9 % en de facultatieve 20 % van het totaal in. [*Cosmarium* is hier in tegenstelling met de lijst op pag. 236 tot de planktoneponten gerekend, daar de soorten van dit geslacht in den zomer van 1918 in het plankton rijk vertegenwoordigd waren.] Het aanslag op de touwtjes verschilde hiervan nog al door de aanwezigheid van veel draadvormige groenwieren (vrnl. *Oedogonium* en *Cladophora*).

De procentsgewijze samenstelling van het materiaal van de objectglazen is vrij goed in overeenstemming met die vermeld in de eerste regel van tabel 20.

Daar zich op het glas slechts weinig organismen hadden vastgezet en de oorzaak hiervan misschien gezocht moest worden in het gebruiken van glas, werd de proef herhaald, maar nu werden kleine glad gemaakte houtjes gebruikt.

* planktoneponten.

† typische eponten.

Deze waren vastgemaakt aan een touw, dat onder voor verankering een steen en boven voor het terugvinden een drijver droeg; de inrichting was zoo, dat de houtjes zich halverwege tusschen bodem en waterspiegel bevonden. Zoowel in het typhetum als in het open water werden deze uitgezet. Na 3 dagen was op de houtjes een sterkere ontwikkeling waar te nemen dan op de glaasjes na 8 dagen ¹⁾. De soorten zijn ongeveer dezelfde als die van de vorige lijst, vertoonen in elk geval geen principiële verschillen. In het typhetum was het aanslag sterker ontwikkeld dan in het open water, echter was ook hier het percentage typische eponenten nog gering.

Al deze feiten demonstreeren m.i. voldoende, dat de begroeiing met eponenten wordt ingezet door de planktoneponenten en dat eerst daarna de typische tot ontwikkeling komen. Men heeft zich dus de zaak niet voor te stellen, dat eerst de typische eponenten (door rhizoiden, slijmstelen etc.) het substraat gaan bezetten en dat daartusschen de niet van speciale „hechtorganen” voorziene plankton- of facultatieve eponenten verward raken.

De vraag hoe beide laatste groepen zich op het substraat blijvend weten vast te houden moet voorloopig onbeantwoord blijven.

H. Morphologie.

Het plankton is te beschouwen als een groep van organismen, die speciaal zijn aangepast aan een vrij in het water zwevende levenswijze. Dit uit zich b.v. in den vorm, die zoodanig is, dat een zoo groot mogelijke wrijvingsweerstand in het water wordt ondervonden. We hebben echter gezien, dat talrijke typische planktonorganismen ook

¹⁾ Een eigenaardig verschijnsel deed zich voor bij het ophalen van één in het open water uitgezet houtje, dit was n.l. overdekt met een groot aantal (meer dan 100) exemplaren van *Sida crystallina*.

een epontische levenswijze kunnen leiden. Het zou nu van belang kunnen zijn na te gaan of in verband hiermee de vorm ook een verandering ondergaat. Dit is natuurlijk alleen statistisch uit te maken. Als eerste voorbeeld zij hier genoemd *Diatoma elongatum*; gemeten werd de lengte van eenige honderden exemplaren uit verschillende monsters (zie tabel 21).

Tabel 21.

Lengte van *Diatoma elongatum* in deelstrepen van den micrometer: 1 = 1.5 μ .

No. en Kaartaand. Datum.	7, 11 A	8, 8 F			25, 10 F			68, 8 C
	12 XI	12 XI			10 XII			25 III
		I	II	I + II	I	II	I + II	
8—11								
11—14		2		2	1		1	
14—17	2	4	5	9	1	2	3	
17—20	2	4	11	15	1	3	4	
20—23	5	15	14	29	2	1	3	
23—26	6	17	14	31	5	6	11	
26—29	4	13	16	29	2	4	6	
29—32	8	18	12	30	2	4	6	3
32—35	8	9	11	20	4	6	10	4
35—38	7	7	9	16	16	3	19	13
38—41	5	4	2	6	3	7	10	10
41—44	1		1	1	2	1	3	4
44—47	2	2	1	3	5	3	8	8
47—50		3	1	4	4	2	6	3
50—53	1				5	6	11	1
53—56		2	1	3	8	1	9	4
56—59					3	1	4	
Gemiddeld	30.5			27.86			37.3	40 38

De monsters 7, 8 en 25 liggen wat tijdsverschil betreft slechts weinig uiteen, echter blijkt, dat de individuen

een zeer verschillende lengte hebben, vgl. vooral 8 en 25 waar telkens 2×100 exemplaren werden gemeten, de gemiddelden geven de verschillen nog het best weer.

Uit de tabel blijkt wel, dat van een bepaalde lengte van *Diatoma* op een zeker tijdstip geen sprake kan zijn, maar dat zeer geprononceerde locale variaties voorkomen.

Reeds werd opgemerkt, dat op plaatsen zelfs dicht bij elkaar dikwijls verschillen optreden in hoeveelheid en aard der eponenten; uit deze metingen blijkt nu, dat niet alleen de aanwezige soorten verschillen, maar dat zelfs de individuen nog aan vrij sterke variatie onderhevig zijn en locale „rassen” vormen. In no. 25 bleken zelfs nog 2 of 3 van dergelijke „rassen” aanwezig te zijn (met maxima bij 23—26, 35—38 en 50—53). Door deze zeer sterke locale variatie is het natuurlijk niet uit te maken of ook evenals bij het plankton buitendien nog temporaire variaties optreden.

Dezelfde locale variaties bleken bij *Melosira Binderiana* op te treden.

Vergelijkt men bij *Diatoma* de resultaten der metingen van eponenten met die van planktonen van denzelfden tijd, dan blijkt, dat de eerste aanzienlijk veel kleiner zijn dan de laatste. Het best blijkt dit uit de eponentische monsters 7, 8 en 25 vergeleken met de planktonische van 9 XI en 11 I (zie tabel 224 pag. 96): de eerste hebben een gemiddelde lengte van resp. 30.5, 27.86 en 37.3, de laatste van 41.5 en 42.2. De gezamenlijke metingen van eponentisch materiaal leverden een gemiddelde van 38.84, die van planktonen uit denzelfden tijd van 41.40.

Een vrijwel gelijk resultaat leverde het onderzoek van *Melosira Binderiana*.

In tabel 22 zijn gemiddelde lengte en breedte der cellen en aantal cellen per draad van planktonische (a) en eponentische (b) individuen zooveel mogelijk uit denzelfden tijd onder elkaar gezet.

We zien uit de tabel, dat het aantal cellen steeds,

Tabel 22.
Melosira Binderiana.

Datum.		Dec.	Jan.	Begin Aug.	Eind Aug.	Sept.	Oct.
Breedte	{ a	4.96	5.1	4.72	4.72	5.2	4.94
	{ b	4.74	4.74	4.3	4.37	4.06	5.16
Lengte	{ a	17.74	17.5	14.4	—	16.84	16.9
	{ b	17.97	16.6	16.64	13.12	14.6	17.5
Aant. cellen	{ a	24.6	13	8.9	—	17.9	12.4
	{ b	6.7	3.8	4.1	3.2	4.9	9.8

Lengte en breedte in deelstrepen van den micrometer:
1 = 1.5 μ .

de breedte der cellen meestal in het epontisch materiaal kleiner is dan in het planktonisch: Berekent men de gemiddelden van de *a*- en *b*-monsters uit de tabel, dan blijkt de gemiddelde breedte van alle planktonische monsters te zijn 4.94, van de epontische 4.56, voor de lengte zijn deze cijfers resp. 16.68 en 16.07 en voor het aantal cellen per draad resp. 15.4 en 7.1. M. i. is de reden hiervan, dat *Melosira* weinig geschikt is voor de epontische levenswijze en hier slechts ongunstige levensomstandigheden vindt, (ook het geringe aantal cellen per draad wijst hierop, zie pag. 213) en dat tengevolge hiervan de grootte der cellen afneemt. Ook uit dit geval zou dus, de reeds eerder vermelde, conclusie te trekken zijn, dat de grootte der cellen in sterke mate afhankelijk is van de algemeene, uitwendige levensomstandigheden.

Een nadere bevestiging dezer meening is nog te putten uit het feit, dat in het monster van October zeer groote eponten voorkomen. Dit monster nu is afkomstig van een drijvenden, toen nog niet lang geleden gestorven visch, te verwachten is dus, dat de voedingsomstandigheden hier gunstig geweest zullen zijn en dat als gevolg hiervan juist

in dit geval de epontische vorm niet kleiner is dan de planktonische, terwijl ook het aantal cellen per draad hier aanzienlijk veel grooter is dan in alle andere epontische monsters.

In de litteratuur vond ik, zooals in het begin van dit hoofdstuk reeds werd meegedeeld, weinig punten van aanknooping. Het uitvoerigst vond ik deze aangelegenheid nog behandeld in de afdeeling. „Die microphytische Ufervegetation” van het artikel van Huber (1906) over de Montigglerseen. Hij geeft een zeer uitvoerige lijst van soorten, die hij in dit gebied heeft waargenomen; er wordt echter hoofdzakelijk volstaan met het vermelden der soorten. Zoo wordt b.v. de relatieve talrijkeheid hiervan niet opgegeven, wat te betreuren is, omdat men zich zóó slechts een zeer gebrekkig beeld van den werkelijken toestand kan vormen. Wel echter blijkt, dat vrijwel alle soorten, die in onze lijst voorkomen, ook door Huber vermeld worden, hoewel de Montigglerseen in een geheel ander terrein liggen (Tirolsche bergland) \pm 500 M. boven den zeespiegel.

Misschien mag men hieruit besluiten, dat het meeren-deel der eponten evenals vele planktonen ubiquisten zijn ¹⁾.

Een artikel, dat zich wel niet speciaal bezighoudt met de studie der eponten, maar dat toch zeer waardevolle data bevat, is dat van Fritsch and Rich (1913). Hierin zijn neergelegd de resultaten van een over 4 jaren voortgezet onderzoek over de periodiciteit van alle wieren in een „pond” (Barton's pond). Met het oog op het trekken van een vergelijking is het echter zeer te betreuren,

¹⁾ Dat de lijst van Huber zooveel meer soorten bevat, is ongetwijfeld toe te schrijven aan een uitvoeriger systematisch onderzoek. De lijst van het Zuidlaarder Meer zou zich — in elk geval wat betreft de *Chlorophyceae* en *Cyanophyceae* — zeker ook nog aanzienlijk laten uitbreiden.

dat in het door deze auteurs onderzochte gebied slechts uiterst weinig *Diatomeae* voorkomen tengevolge waarvan het onderzoek hierover vrij beknopt moest zijn. Zij onderscheiden verschillende fasen, waarvan de belangrijkste zijn de winter-, voorjaar-, zomer- en herfstphase.

Overeenkomstig de door mij geuite veronderstelling vinden ook zij, dat de *groenwieren* hun maximum bereiken in voorjaar—zomer.

Er blijkt echter, dat men de groenwieren niet als één geheel mag behandelen zooals in ons geval is geschied, in verband met de geringe beteekenis die deze soorten in ons gebied hebben.

Belangrijk is ook hetgeen wordt meegedeeld over de epiphyten (i. c. *Eunotia* (*Himantidium*) *Arcus*, *Synedra radians*, *Eunotia lunaris* en eenige zeer weinig belangrijke soorten. Bij al deze valt vrijwel steeds de hoogste frequentie in Maart. Dit is dus geheel in overeenstemming met wat bij ons onderzoek over de epontische *Diatomeeën* is gebleken. Genoemde auteurs meenen echter het optreden van dit maximum op de volgende manier te kunnen verklaren: het substraat der epiphyten wordt in hun geval meestal gevormd door draadwieren (*Microspora*, *Conferva*, *Oedogonium*) en nu blijkt, dat het maximum der epiphyten vrijwel overeenkomt met het maximum der draadwieren. Zij meenen nu hiertusschen een causaal verband te mogen leggen en aan te mogen nemen, dat de waargenomen periodiciteit der epiphyten een direct gevolg is van die der draadwieren. Waar we in het Zuidlaarder Meer eenzelfde periodiciteit zien bij de eponten zonder belangrijke veranderingen in het substraat, ligt het, dunkt me, veel meer voor de hand ook de periodiciteit der eponten als een op zichzelf staand verschijnsel te beschouwen. Mede naar analogie van het resultaat van ons onderzoek is het niet onwaarschijnlijk, dat men hier te doen heeft met een algemeen verschijnsel nl. dat de meeste diatomeeën —

en niet alleen de planktonische — neiging vertoonen een ontwikkelingsmaximum in het voorjaar te vormen.

Wat betreft de hoeveelheden der optredende algen merken de auteurs op, dat „there is a great increase in the amount of Algae in Barton's pond with the approach of the spring phase, and this is true both of the number of individuals and of the number of species.” Dit is dus in volkomen overeenstemming met het door ons gevonden resultaat.

HOOFDSTUK IV.

De bodem.

In dit hoofdstuk zal in de eerste plaats een beschrijving gegeven worden van de organismen, die den bodem bevolken, maar verder hoop ik ook een en ander mede te deelen over de aanwezigheid van resten van levende wezens, die zich bevinden in de, in den loop der tijden afgezette, bodemlagen.

Flora en fauna van den bodem.

Talrijke onderzoekers hebben zich reeds met dit onderwerp bezig gehouden, vooral de bodemfauna der meren is vrij uitvoerig onderzocht en wel speciaal betreft dit de systematiek en — zij het ook in mindere mate — de biologie der *Cladocera*.

Van de bodemflora is veel minder bekend; een belangrijk Nederlandsch onderzoek moge hier echter genoemd worden, n.l. dat van Blaauw (1917).

Het is mij natuurlijk niet mogelijk geweest de geheele flora en fauna in het onderzoek te betrekken: van de fauna zijn alleen behandeld de *Crustacea* en de *Mollusca*.

Evenals in de vorige hoofdstukken is getracht het onderzoekingsgebied in verschillende zones te verdeelen en deze door hun flora en fauna te karakteriseeren; verder is nagegaan, hoe in den loop van het jaar veranderingen hierin optreden.

De hier gevolgde methode is zeer eenvoudig. Op ver-

schillende plaatsen werden op diverse tijden monsters genomen; plaatsen, die dikwijls onderzocht en uitvoerig nagegaan zijn, zijn b.v. daar waar het plankton geregeld verzameld werd; verder de met *Nymphaea* en *Nypfar* begroeide kommen in het typhetum (9 B). Vooral deze laatste leverde merkwaardige resultaten op.

Bij het onderzoek van het plankton en ook bij dat van de eponen kon steeds een quantitative methode van onderzoek worden toegepast; voor de studie van flora en fauna van den bodem is dit op talrijke bezwaren afgestuit. Wel werd door Sven Ekman (1911) een apparaat beschreven, dat bruikbaar was voor het quantitatief verzamelen van bodemmonsters. In 1915/16 werden door hem de resultaten meegedeeld van het op die wijze verzameld materiaal, echter alleen wat betreft de fauna, uitgezonderd nog de kleinere dieren als *Rotatoria* en *Protozoa*. Ook door C. G. Joh. Petersen (1911) werd een apparaat voor quantitatief onderzoek geconstrueerd, dat echter alleen al door zijn groot gewicht (40 K.G.) voor mijn doel onbruikbaar was. Om verschillende redenen kon ook het apparaat van Ekman niet door mij worden gebruikt:

1^o is het niet bruikbaar in de begroeide deelen van het Meer, en deze zijn juist — tenminste in ons geval — van groot belang,

2^o is het onderzoek zeer tijdroovend, vooral wat betreft de microflora, zelfs zou hiervoor een afzonderlijk apparaat van veel kleinere afmetingen noodig zijn,

3^o zal men zeer waarschijnlijk — evenals bij de eponen — met groote locale verschillen te strijden hebben, zoodat slechts waarde is toe te kennen aan gemiddelden van meerdere waarnemingen, waardoor het bezwaar sub 2^o nog aanzienlijk vergroot wordt. ¹⁾

¹⁾ Ook Weigold (1910) zegt in zijn zeer uitvoerige studie: „mit exakten quantitativen methoden ist diesen pflanzen — und schlamm-bewohnenden de Tieren absolut nicht beizukommen.“

De door mij gevolgde methode kon — in verband met de geringe diepte — zeer eenvoudig zijn: Een in verhouding tot zijn diameter lang net, dat aan een stok werd bevestigd, werd over en door de bovenste lagen van den bodem gehaald. Het net bestond uit een beugel, waaraan een net van zijdegaas was bevestigd; het zijdegaas bestond uit 2 stukken, in maaswijdte verschillend. Het bovenste, dus aan den beugel bevestigd, gaas was van een laag nummer, het onderste van het fijnste. Onder is het net open, gedurende het gebruik wordt het door middel van een klem gesloten. Wil men dan de vangst uit het net verwijderen, dan haalt men boven den mond van een wijmondsche flesch de klem er af en het materiaal vloeit in de flesch. Dit net, dat prof. Bonnema mij welwillend in gebruik afstond, voldeed werkelijk uitstekend; de combinatie van fijn- en wijdmazig gaas is zeer aanbevelenswaardig voor een onderzoek als het onderhavige: het stelt in staat in één maal zoowel materiaal voor botanisch als voor zoologisch onderzoek te verzamelen. Door de grootere mazen boven in het net worden belangrijke hoeveelheden water en fijn slib afgefiltreerd en alleen de grovere deelen blijven achter (waarin i.c. de *Crustacea*), fijne deelen (b.v. de eencellige algen) gaan er door. Deze, die echter in veel grooter getale aanwezig zijn dan de dieren, worden voldoende door het onderste fijnmazige deel verzameld.

Er werd steeds voor gezorgd zoo weinig mogelijk het water uit de hoogere lagen af te zeven om de scheiding tusschen bodem- en planktonorganismen door het verzamelde materiaal zoo scherp mogelijk tot uiting te doen komen. Het zoo verzamelde ruwe materiaal werd gewoonlijk niet ter plaatse gefixeerd maar levend onderzocht, het werd uitgegoten op een plat bord en zoo noodig werd zooveel water toegevoegd, dat de vaste slijkdeeltjes door water overdekt waren. De dieren kwamen dan al spoedig, nadat het slijk bezonken was, zich naar boven werken en

konden gemakkelijk met een druppelbuisje gevangen worden. Buitendien werden bij zeer zwakke vergrooting op een objectglas onder het microscoop vrij groote hoeveelheden slib afgezocht; hierin bevonden zich geregeld nog minder beweeglijke vormen (als b.v. *Iliocryptus*).

Voor het onderzoek der *Algen* werd eenvoudig een druppel van de bovenste zeer dun-vloeibare slijkmassa op een objectglas gebracht en onderzocht. Gewoonlijk bevat dit een zeer voldoende aantal vormen, zoodat verdere concentratie en zuivering niet noodig is.

Een andere methode om voor bepaalde doeleinden materiaal in zeer zuiveren toestand te verkrijgen wil ik nog even vermelden ¹⁾:

Een objectglas, dat door wasschen met water en zeer weinig kaliloog vetvrij gemaakt is, wordt op het slijk in het bord gelegd. Nadat het objectglas een nacht over of zelfs een etmaal op het slijk gelegen heeft, wordt het er voorzichtig afgehaald, dikwijls bevindt zich er dan ook een hoeveelheid vuil op, dat het onderzoek zeer bemoeilijkt; in dit geval dompelt men zeer voorzichtig het objectglas in een bekeerglas met water. Doet men dit met de noodige zorg, dan blijven de levende organismen, waarom het te doen is, op het glas zitten, terwijl de vuildeeltjes gemakkelijk afspoelen. Dit afspoelen kan ook geschieden door het objectglas schuin te houden en er aan de eene zijde eenige druppels water op te laten loopen, die zich, als het objectglas goed vetvrij was, gelijkmatig verspreiden en het losliggende vuil meenemen. Die zijde van het glas, die met het slijk in aanraking geweest is, wordt voor het onderzoek gebruikt en de andere kan afgedroogd worden.

In een dergelijk preparaat vindt men zoowel beweeglijke als onbeweeglijke vormen b.v. *Merismopedia*, *Anabaena*,

¹⁾ Strasburger beschrijft in „Das Botanische Praktikum“ (p. 436, 1913) een methode, in wezen niet veel van de hier gegevene verschillend.

Oscillatoria (en *hormogoniën*); *Holopediä Dieteli*; *Euglena* in diverse soorten, *Phacus*; vooral ook *Diatomeae* als *Navicula*, *Surirella*, etc.

Dikwijls vindt men zoo vormen, die men volgens een andere methode werkend over het hoofd had gezien.

Was het niet mogelijk het materiaal in levenden toestand te onderzoeken, dan werd formol toegevoegd (tot een 2 % oplossing). In dergelijk, geconserveerd materiaal zijn de *Crustacea* veel moeilijker te vinden, men moet ze bij zwakke vergrooing uit het slijk opzoeken, men kan dit echter vergemakkelijken door het materiaal door zeven van verschillende maaswijdte te sorteeren.

Het onderzoek van den bodem is in veel opzichten moeilijker dan dat der eponen of van het plankton, voornamelijk door het gemis van een quantitatieve methode; hierdoor wordt het nagaan der periodiciteit zeer moeilijk. Er blijft niets anders over dan van een kwalitatief monster de talrijkheid der organismen ten opzichte van elkaar te schatten en aan te geven of de vindplaats rijk of arm is; men moet hierbij echter zeer voorzichtig zijn, daar de meerdere of mindere rijkdom van een monster door allerlei toevallen tijdens het verzamelen sterk beïnvloed kan worden.

Bij de behandeling is vooral met de volgende problemen rekening gehouden:

- A. systematisch onderzoek.
- B. Verspreiding der soorten over het gebied.
- C. Invloed van bodemgesteldheid en omgeving.
- D. Invloed van plankton en eponen op het bodem-leven.
- E. Periodiciteit.
- F. Afzettingen van recenten datum.
- G. Oudere afzettingen.

A. Systematisch onderzoek.

Bij het onderzoek van het plankton en der eponen

was het mogelijk lijsten te geven van de soorten, die planktonisch en epontisch voorkwamen en die ook werkelijk in die zones geleefd hebben en er min of meer thuis behoorden. Voor het plankton was dit al niet steeds mogelijk; opgemerkt werd, dat na storm en woelig water dikwijls vormen voorkwamen, die feitelijk oorspronkelijk niet in het plankton, maar op den bodem, thuis behoorden. Wat voor speciale gevallen van het plankton geldt, is in veel sterkere mate steeds van toepassing op het bodemleven. Feitelijk alle soorten, die in het gebied voorkomen, zijn ook op den bodem aan te treffen: alle eponten die losgeraakt zijn van hun substraat, alle planktonen die zwaarder zijn dan water — en dat zijn ze bijna alle — komen tenslotte, wanneer ze niet toevallig eerder verloren gaan of vernietigd worden, op den bodem terecht.

De bodem is het verzamelgebied van de geheele flora en fauna van het Meer; een volledige lijst der soorten zou dus feitelijk een soortenlijst voor het geheele gebied moeten zijn.

Ik wil dus volstaan met het geven van eenige analyses van monsters die op de meest uiteenlopende plaatsen in den zomer zijn verzameld; hiermee wordt dus tegelijk het probleem van de verspreiding der soorten aangeraakt.

De plaatsen die hiervoor het meest in aanmerking komen, zijn:

1^o het centrale, onbegroeide deel van het Meer, waarbij nog verschil gemaakt moet worden tusschen zand- en veenbodem,

2^o de begroeide oeverzone, waarbij de aard en dichtheid van begroeiing van invloed kan zijn,

3^o de open kommen in het sub 2^o genoemde gebied,

4^o de met *Chara* en groenwieren begroeide bodem.

1^o. Flora en fauna van het onbegroeide deel van het Meer.

Bij het nemen der monsters moest er natuurlijk hier op gelet worden, dat zoo min mogelijk van het bovenstaande water werd afgefiltreerd, daar anders teveel verontreiniging met plankton ontstaat. Voor de soorten, die hier werden waargenomen, zie men in de eerste plaats voor de flora de lijst der phyto-planktonen in tabel 7 p. 182, voor de fauna de lijst van pag. 190. De in beide lijsten voorkomende soorten vindt men in grooten getale ook op den bodem; behalve deze moeten dan nog de volgende genoemd worden:

Chlorophyceae.

- Microspora tumidula.*
- Oedogonium* steriel.
- Bulbochaete* ..
- Cladophora glomerata.*
- Spirogyra* steriel.
- Mougeotia genuflexa.*
- Closterium Ehrenbergii.*
- .. *Venus.*
- Cosmarium* spec. div.

Diatomaceae.

- Synedra Ulna* var. div.
- Eunotia lunaris.*
- Cocconeis Placentula.*
- .. *Disculus.*
- Navicula cryptocephala.*
- .. *vulpina.*
- .. *radiosa.*
- .. *scutelloides.*
- † .. *viridis.*
- † .. *nobilis.*
- Rhoicosphenia curvata.*
- Amphora ovalis.*
- Epithemia turgida* var. *Westermanni.*

*Epithemia Argus.**Nitzschia sigmoidea?*" *vermicularis?*" *palea e. a. spec.*†? *Cymatopleura Solea.*†? " *elliptica.*†? *Surirella biseriata.*†? " *linearis var.*†? " *capronii.***Cyanophyceae.**† *Microcystis incerta.*† *Oscillatoria spec.***Phyllopora.**† *Iliocryptus agilis* Kurz.† " *acutifrons* G. O. Sars.† *Alona quadrangularis* O. F. Müller.† *Pleuroxus trigonellus* O. F. Müller.† " *uncinatus* Baird.† *Monospilus dispar* G. O. Sars.**Copepoda.***Cyclops serrulatus* Fischer.† " *imbriatus* Fischer.**Ostracoda.** ¹⁾† *Ilyocypris gibba* Rama.† *Cypria ophthalmica* Jur.† *Cypridopsis vidua* O. F. Müller.**Malacostraca.**† *Asellus aquaticus* G. St. Hilaire.

¹⁾ De determinatie der *Ostracoda* dank ik aan de welwillendheid van prof. dr. J. H. Bonnema.

Het aantal individuen van soorten, die in andere zones thuis behooren, is veel grooter dan dat der typische bodemorganismen; deze laatste zijn in de voorafgaande lijst van een † voorzien. Men ziet, dat de bodemflora zeer weinig soorten omvat, die men als typische bodemvormen kan beschouwen; wel zijn eenige van een † voorzien, maar deze komen ook in andere monsters vrij talrijk voor, vandaar dat een ? bijgevoegd moest worden.

2^o. Flora en fauna der begroeide oeverzone. Hoofdzakelijk werden hier onderzocht de met typha en bies begroeide gedeelten; het bleek, dat in de rietvegetatie gewoonlijk slechts geringe aantallen levende organismen voorkomen. Dit is in overeenstemming met wat ook door onderzoekingen aan vischvijvers is aan het licht gekomen.

De flora vertoont groote overeenkomst met de in de vorige lijst gegevene, vooral wanneer de monsters niet ver vanaf het open water zijn verzameld. Hier moge dus volstaan worden met daarnaar te verwijzen; een drietal soorten ontbreken echter in die lijst: *Merismopedia elegans*, *Aphanothece stagnina* en een bolvormige kolonie van *Cladophora*, deze laatste komt aan de Oost-zijde ook vrij veel voor, vastgehecht aan de rietstengels. Ook de fauna omvat vele vormen, die in de planktonlijsten vermeld zijn, behalve deze komen nog de volgende voor:

Phyllopoda.

Simocephalus vetulus O. F. Müller.

Iliocryptus agilis Kurz.

Eurycercus lamellatus O. F. Müller.

Camptocercus rectirostris Schoedler.

Acroperus harpae Baird.

Alona quadrangularis O. F. Müller.

Alonella nana Fischer.

Chydorus ovalis Kurz.

Copepoda.*Cyclops fuscus* Jurine.„ *albidus* Jurine.„ *serrulatus* Fischer.*Canthocamptus staphylinus?* Jurine.**Ostracoda.***Cyclocypris laevis* O. F. Müller—Vávra.*Notodromas monacha* O. F. Müller.*Herpetocypris reptans* Baird.*Cypridopsis vidua* O. F. Müller.**Malacostraca.***Asellus aquaticus* G. St. Hilaire.*Gammarus pulex* L.

3^o. Flora en fauna der onbegroeide kommen in 9 B en 11 A.

Hier is feitelijk geen verschil op te merken tusschen plankton en bodem. Voor de lijsten der soorten kan ik verwijzen naar de betreffende planktonlijsten op pag. 205, bovendien werden nog een paar soorten waargenomen: *Scenedesmus obliquus* en *S. Hystrix*; *Daphne pulex*, *Graptoleberis testudinaria*, *Asellus aquaticus*, *Gammarus pulex*.

4^o. Flora en fauna van den met *Chara* begroeiden bodem.

De flora vormt hier een overgang tusschen bodem- en epontische flora. Hoewel het gebied nog tot het open water behoort, zijn de planktonische vormen van weinig beteekenis, de talrijkst voorkomende daarentegen zijn eponten: *Rhoicosphenia curvata*, *Rhopalodia ventricosa*, *Cymbella lanceolata*, *C. ventricosa*, *C. tumida*, *C. prostrata*.

De fauna echter bestaat vrnl. uit typische bodemvormen, de volgende soorten werden gevonden:

Phyllopoda.*Bosmina coregoni humilis.**Acroperus harpae.**Alona quadrangularis.**Chydorus sphaericus.**Monospilus dispar.***Copepoda.***Cyclops macrurus.**Canthocamptus staphylinus?***Ostracoda.***Cypridopsis vidua.*

Cladocera en *Cyclopidae* komen zeer weinig voor, *Harpactidae* daarentegen zeer veel; verder is opvallend het zeer groot aantal *Nematoda*.

B. Verspreiding der soorten over het gebied.

Een vergelijking van de gegevens sub 1^o—3^o, en voor een deel ook van die sub 4^o vermeld, toont aan, dat verscheiden soorten overal voorkomen. Deze kunnen als algemeen voorkomende bodemvormen worden beschouwd: *Alona quadrangularis*, *Chydorus sphaericus*, *Monospilus dispar*; *Cyclops viridis*, *C. serrulatus*; *Cypria ophthalmica*, *Cypridopsis vidua*. Van de flora zijn er zeer vele soorten, die in alle monsters voorkomen, zonder dat ze evenwel als typische bodemvormen zijn te beschouwen.

De sub 1^o—4^o genoemde gebieden laten zich door enkele — speciaal dierlijke — organismen behoorlijk karakteriseeren.

Zoo zijn bodemmonsters van het open water gekenmerkt door het geheel overheerschen van planktonische vormen, terwijl van de typische bodemvormen *Iliocryptus agilis* en *I. acutifrons* vrijwel alleen hier werden aangetroffen.

In de sub 2^o en 3^o genoemde gebieden komen eenige

soorten voor, die beide vindplaatsen gemeenschappelijk hebben (*Eurycercus lamellatus*, *Camptocercus Lilljeborgii*, *Acroperus harpae*; *Conochilus volvox* (een *Rotatorium*). Beide gebieden vertoonen onderling groote overeenkomst. Het typhetum echter is geen homogeen geheel, hoe dieper men vanaf het open water hierin doordringt hoe geringer het verschil met het gebied sub 3^o.

Het gebied sub 4^o is gekenmerkt door de vele *Harpactidae* en *Nematoda*; floristisch door de groote hoeveelheid eponische *Diatomeeën*, deze zullen zich oorspronkelijk ook vastgehecht bevonden hebben op de Charastengels.

C. Invloed van de bodemgesteldheid en de omgeving.

Voor zoover kon worden nagegaan, heeft de bodemgesteldheid slechts een geringen invloed op den aard van flora en fauna, de belangrijkste soorten komen zoowel op veen- als zandbodem voor. Echter zou waarschijnlijk wel uit een quantitatief onderzoek blijken, dat de ontwikkeling op den harden kalen zandbodem aan de Oost-zijde veel geringer is dan op het veen.

Over het algemeen vindt men op plaatsen, die begroeid zijn met *Phanerogamen* een vrij eenvormige fauna en flora, terwijl deze weinig belangwekkends heeft. Het rijkst is de ontwikkeling nog in het typhetum, het armst in het phragmitetum; echter is vooral voor het eerste van zeer groot belang de meerdere of mindere dichtheid; hoe dichter, hoe geringer flora en fauna ontwikkeld zijn.

Ook op de plaatsen in het typhetum waar de begroeiing met hoogopschietende *Phanerogamen* ontbreekt en waar voornamelijk *Nymphaea* en *Nuphar* groeien, vindt men vrijwel dezelfde omstandigheden.

D. Invloed van plankton en eponenten op het leven op den bodem.

Zooals reeds werd opgemerkt, wordt het leven op den

bodem van het open water overheerschend beïnvloed door het plankton; deze invloed strekt zich ook nog uit over de aangrenzende strook van de begroeide zone. Daar echter op den bodem van het open water ook nog eenige echte bodemvormen aanwezig zijn (vrnl. *Crustacea*) is een differentiëring tusschen een plankton- en bodemassociatie nog duidelijk aanwezig. Dit is echter in het littoraal niet het geval, hier bevatten beide associaties ongeveer dezelfde soorten.

Een gescheiden plankton- en bodemassociatie is in de begroeide zone niet te onderscheiden.

Men mocht verwachten, dat de eponten, die in het typhetum in zoo geweldig groot aantal voorkomen, ook van beteekenis zouden zijn voor het bodemleven; dit is echter niet het geval: de bodemflora bestaat maar voor een zeer gering deel uit typische eponten.

De flora en fauna, die zich tusschen de *Chara* bevindt, wordt slechts weinig beïnvloed door het normale plankton, er werd echter in hoofdstuk II reeds op gewezen, dat het plankton, en vooral het dierlijke gedeelte hiervan, nogal van het normale verschilt en veel overeenkomst met de bodemfauna vertoont. Ook hier is een differentiatie tusschen een bodem- en planktonassociatie niet scherp uitgesproken:

E. Periodiciteit.

Bij het onderzoek over de periodiciteit dient men in de eerste plaats rekening te houden met wat hierboven vermeld is over den invloed van het plankton. Immers daar waar het plankton van overwegenden invloed is op het bodemleven, moet men verwachten, dat de periodiciteit van dit laatste ook geheel parallel gaat met die van het plankton, wat ook inderdaad het geval is. Ook het optreden bij de *Cladocera* van σ^x en van wintereieren bij de ♀ , vindt in het plankton en op den bodem gelijktijdig plaats.

Frappante verschijnselen van periodiciteit, zooals we

die in het plankton zoo dikwijls ontmoeten, werden bij de typische bodemorganismen niet aangetroffen. Het eenige verschil is, dat in den winter het aantal individuen sterk gereduceerd wordt, terwijl verschillende soorten in eind December—Januari geheel niet werden gevonden. De monsters in den winter waren steeds zeer arm aan *Cladocera*; *Copepoda* (vooral *Cyclops albidus*, *C. fuscus* en *C. ser-rulatus*) zijn 's winters nog vrij veel aan te treffen.

De periodiciteit is dus — wat betreft de typische bodembewoners — hoofdzakelijk van quantitatieven aard, zich uitend in een stijging van het aantal individuen in het zomer-, in een daling in het winterhalfjaar.

De ontwikkeling der *Cladocera* begint eerst laat in het voorjaar, het maximum wordt niet voor Augustus bereikt, terwijl merkbare vermindering in aantal eerst eind October begint. Overigens is naar mijn meening een uiterst uitvoerig quantitatief onderzoek noodig om de periodiciteit nauwkeurig te kunnen bestudeeren.

Over de wijze van overwintering bij de *Cladocera* ben ik niet in staat veel mede te deelen. Eenige soorten werden tot laat in het jaar opgemerkt: *Iliocryptus agilis* en *I. acutifrons* (3 Dec.); *Acroperus harpae*, *Pleuroxus trigonellus* en *Monospilus dispar* (26 Nov.). *Alona quadrangularis* en *Chydorus sphaericus* komen den geheelen winter voor (begin Dec., begin Jan., begin Maart); bij beide werden 25 December nog ongeslachtelijke eieren en ver ontwikkelde embryonen aangetroffen.

♂ werden waargenomen bij *Monospilus dispar* (Sept.—Nov.) en bij *Alona quadrangularis* (Nov.); bij de eerste ook herhaaldelijk ♀ met ehippiën.

Van *Eurycercus lamellatus* werden na September geen exemplaren meer gevonden. Een belangrijke rol speelt de bodem als bewaarplaats van sporen en andere organen van planktonische soorten, die de soort in ongunstige tijden voor ondergang bewaren. In vrij grooten getale

zijn in de bodemmonsters vaak te vinden: sporen van *Anabaena*, *Aphanizomenon* en *Ceratium*; ehippiën van talrijke *Cladocera*. Bij ontkieming kunnen de jonge individuen weer gemakkelijk tot de planktonische levenswijze overgaan, hetzij door actieve bewegingen, hetzij door de werking van stroom en golven, die reeds bij zwakken wind tot op den bodem merkbaar zijn. In dit opzicht bestaat er een groot verschil met diepe meren. Immers hier is het nog nooit geheel opgelost hoe de soorten, die als overwinterende organen een tijdlang uit het plankton verdwenen zijn en dan op den bodem vertoeven weer na ontkieming in de hoogere waterlagen terecht komen.

De Mollusca.

Van deze werd geen uitvoerige studie gemaakt; ik moet er daarom mee volstaan een lijst der meest gewone soorten en hun verspreiding te geven.

De meest voorkomende dan zijn ¹⁾:

Limnaea stagnalis L.

„ *auricularis* L.

Planorbis corneus L.

„ *planorbis* L.

„ *vortex* L.

Ancylus fluviatilis Müll.

Vivipara contecta Müll.

„ *vivipara*.

Bythinia tentaculata L.

Unio tumida Retz.

„ *pictorum* L.

Dreissenia polymorpha Pall.

Anodonta cygnea L.

„ *piscinalis* Nilss.

¹⁾ Mej. J. Scholten te Amsterdam was zoo welwillend mijn determinaties te controleeren en eenige andere soorten te determineeren, ik wil haar daarom ook hier mijn vriendelijken dank betuigen.

Wat betreft de verspreiding valt op te merken, dat de *Gastropoda* vrijwel alleen in de oeverzone gevonden worden, daarentegen niet in het open water; wel vindt men hier in de bodemafzettingen schelpresten. In het open water komen van de *Mollusca* vrijwel alleen de *Lamelli-branchiata* voor, terwijl men deze daarentegen weinig in de oeverzone aantreft.

Aan de Oostzijde van het meer ziet men bij helder weer op de zeer ondiepe plaatsen niet zelden soorten van de geslachten *Unio* en *Anodonta* halverwege boven het zand uitsteken.

Opmerkelijk is, dat men in de bodemafzettingen zooveel schelpresten van *Dreissenia* aantreft, terwijl de soort in leven niet zoo heel veel gevonden wordt, meest vindt men deze vastgehecht op schalen van *Unio* en *Anodonta*.

F. Bodemafzettingen.

Deze kunnen zijn van organogenen of anorganogenen aard, de laatste zijn allochtoon en bestaan hoofdzakelijk uit zand, dat door de Hunze of de afvoersloten der polders wordt toegevoerd.

De organogene kunnen zijn autochtoon of allochtoon, de toevoer der laatste heeft op dezelfde wijze plaats als die der anorganogene; de autochthone zijn afkomstig van de resten van levende wezens, die in het Meer voorkwamen, i. c. hogere planten, plankton, eponten en bodemorganismen. Hiervan zijn de hogere planten verreweg het belangrijkste, zooals uit een microscopisch onderzoek van bodemmonsters blijkt. Het grootste deel van den bodem bestaat uit veen, alleen aan de Oostzijde komen groote uitgestrektheden met een harden zandbodem voor. De dikte der veenlagen is meest niet grooter dan 18 d.M., gewoonlijk echter aanzienlijk veel kleiner; onder het veen bevindt zich steeds zand. In 't algemeen is een duidelijk verschil tusschen de bovenste en diepste lagen waar te nemen: de eerste bestaan hoofd-

zakelijk uit grovere stukken halfvergane plantendeelen; de grootte hiervan neemt naar beneden geregeld af. De lagen op ± 5 c.M. diepte bevatten vrnl. 3 bestanddeelen: 1^o. zandkorrels, 2^o. bij doorvallend licht geelbruine stukken waaraan nog gewoonlijk — vooral bij groote — celstructuur is waar te nemen, 3^o. structuurlooze, onregelmatige, bijna zwarte, geheel ondoorzichtige stukken. Het gehalte aan zandkorrels wisselt al naar de plaats, waar het monster genomen is: niet zelden neemt het $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ van het totaal in. De verhouding van de licht- en donker gekleurde deelen wisselt, meestal komen ze in ongeveer gelijke hoeveelheden voor; het verschil tusschen beide is scherp uitgesproken, overgangsvormen komen waarschijnlijk niet voor. De lichtbruine bestanddeelen zijn resten van *Phanerogamen*, terwijl de donkerbruine humusachtige stoffen zullen zijn. Hier treedt weer het verschil met diepere meren met weinig *Phanerogamen*begroeiing op den voorgrond, waar de afzettingen vrnl. bestaan uit afgestorven plankton of uit uitwerpselen van dieren (vrnl. *Oligochaeta*). De besproken donkere bestanddeelen nu kunnen niet van coprogenen aard zijn, de stukken zouden dan afgerond moeten zijn en niet onregelmatig-hoekig. Resten van plankton- of andere kleine organismen, nemen in ons geval aan den opbouw slechts een onbelangrijk aandeel. In de bovenste lagen vindt men talrijke schalen van *Cladocera*, vooral de kopschalen met de eerste antennen van *Bosmina* zijn sterk vertegenwoordigd ¹⁾. Van

¹⁾ Sven Ekman (1917) maakt erop opmerkzaam, dat in de Vättern deze *Bosmina*-schaalresten vaak zeer veel voorkomen, veel meer dan uit de relatieve talrijkheid van *Bosmina* in het plankton is te besluiten. Hij denkt, dat gedurende het zinken naar den bodem andere schalen en de achterste helften der *Bosmina*-schalen oplossen. Waar we ook in ons geval zien, dat deze schaalresten in den bodem veel meer voorkomen dan eenige andere, wat niet overeenkomstig is met den toestand in het plankton, moet men wel aannemen, dat ook in den bodem de andere schalen minder tegen ongunstige invloeden bestand zijn.

de resten der microphyten komen diatomeeënschalen het meest voor, verder ook de celwanden van *Pediastrum* en *Staurastrum*.

Op grootere diepte is in hoofdzaak de toestand nog wel dezelfde, maar de deeltjes zijn hier fijner, vooral geldt dit voor de lichtbruine bestanddeelen, waaraan dikwijls ook geen celstructuur meer is te onderscheiden.

Dit verschil tusschen hogere en diepere lagen is macroscopisch ook duidelijk waar te nemen: in de eerste vindt men dikwijls nog herkenbare resten van Phanerogamen, in de laatste daarentegen veel minder of niet. Trouwens ook de bovenste veenlagen zijn lang niet overal gelijk: de grofste structuur vindt men in de begroeide zone: hier is de bodem geheel bedekt met groote brokken van planten; het fijnste materiaal daarentegen vindt men ongeveer in het midden van het Meer (in de vakjes, aangegeven door 7—8, F—G) en in sommige stille bochten, b.v. bij de Noordlaarder Vaart (11 A).

De zandbodem onder het veen bevindt zich op zeer verschillende diepte beneden den waterspiegel, het diepst (± 37 dM.) aan de Westzijde (9 E) het minst diep aan de Oostzijde, waar de zandbodem met den waterspiegel gelijk komt. Hier ontbreken de veen- of slibafzettingen totaal, het veen, dat hier natuurlijk evengoed tot bezinking komt als overal elders, moet hier dus tengevolge van de waterbeweging direct weer verwijderd worden. Op verschillende diepten vindt men vaak, ook boven op den bodem, kleine afgeronde harde kluiten, na droging zijn ze zoo hard, dat ze veel op met humus doortrokken hout gelijken. Zooals echter nader zal blijken, is dit niet het geval, maar zijn het stukken veen.

Reeds werd meegedeeld, dat diatomeeënschalen slechts een gering bestanddeel van de bodemafzettingen vormden. Daar ik het echter zeer gewenscht vond een studie hiervan

te kunnen maken, heb ik pogingen aangewend om deze door geschikte methoden in behoorlijke concentratie te verkrijgen.

Potonié (1906, 1908) en Potonié en Gothan (1911) bevelen vooral aan een stel van zeven van verschillende maaswijdte, de fijnste (50μ maaswijdte) houden voldoende de diatomeeënschalen terug, verder moet door trapsgewijze bezinking het materiaal nog nader geconcentreerd worden. Al deze manipulaties eischen echter zeer veel tijd. Ik heb daarom getracht dezelfde methode toe te passen, die ook in hoofdstuk III pag. 232 beschreven is voor de reiniging van diatomeeën-materiaal, n.l. door toepassing van de centrifuge: Het door middel van één of meerdere zeven van grove deelen ontdane materiaal wordt met salpeterzuur, zoo noodig onder toevoeging van kaliumchloraat gekookt en dan verder behandeld, als op de boven geciteerde plaats uitvoerig is vermeld. Het bleek echter dikwijls wenschelijk deze reiniging niet al te ver door te zetten, men bereikt daardoor n.l. dat een selectie van zekere soorten wordt uitgeoefend, b.v. men krijgt alleen de snel neergeslagen zware, groote soorten of wel de lichtere, al naar men handelt. Zoo slaan b.v. groote *Pinnularia*-soorten zeer veel sneller neer dan kleine, lichte schalen als van *Melosira*; een dergelijk preparaat geeft geen inzicht in de verhouding der soorten onderling, wat ik voor de meeste gevallen wel gewenscht acht. Hetzelfde bezwaar heeft men bij toepassing van zeven, materiaal, dat op een zeef van 50μ blijft liggen, bevat vrnl. de grootere soorten, het er door gaande de kleinere.

De, zooveel als mogelijk of wenschelijk was, gereinigde diatomeeën werden dan op de gewone wijze in styrax gemonteerd.

Volgens deze methode werkend bleek het mogelijk uit bijna alle onder handen genomen grondsoorten diatomeeën af te scheiden; een uitzondering maakt zand, hierbij gelukte

het nooit. De grondmonsters, waaruit de schalen werden afgescheiden, werden verzameld door middel van een turfboor, voor dit doel welwillend door prof. Bonnema afgestaan. Deze was voor het doel zeer bruikbaar en juist lang genoeg om op zoo goed als alle plaatsen den zandbodem te bereiken.

In de bovenste veenlagen bleken gewoonlijk in vrij grooten getale geheel onbeschadigde schalen voor te komen, in de diepere daarentegen waren deze — in overeenstemming met den fijneren bouw — vaak gebroken.

Vooraf werd aandacht geschonken aan de volgende vragen:

1°. behooren de Diatomeeën uit de bovenste (jongste) en uit de onderste (oudste) lagen tot dezelfde soorten.

2°. zijn er verschillen in de bodemafzettingen in de oeverzone en in het open water.

3°. zijn er in de diepste afzettingen van de oeverzone nog aanwijzingen te vinden dat deze in open water zijn bezonken?

Ik wil beginnen met de analyses te geven van monsters van de bovenste en onderste veenlagen, uit het midden van het meer i. c. bij 8 F/G.

Een monster op 10 cM. beneden het bodemoppervlak bevatte de volgende soorten:

Melosira Binderiana (2)¹⁾.

Coccinodiscus subtilis var. (2).

Fragilaria capucina (3).

„ *construens* (3).

Eunotia lunaris (2).

* *Cocconeis placentula* (2).

Navicula didyma (1).

„ *vulpina* (2).

„ *cardinalis* (4).

¹⁾ Zie voor de cijfers tusschen () noot pag. 202.

Navicula viridis (4).
Gyrosigma attenuatum (2).
 * *Cymbella lanceolata* (3).
Surirella biseriata (3).
 „ *capronii* (2).
Campylodiscus hibernicus.

Een monster op dezelfde plaats genomen, maar op 2 M. beneden het bodemoppervlak, bevatte de volgende soorten:

Melosira varians (1).
Coscinodiscus subtilis var. (1).
Fragilaria capucina (1).
 * *Synedra Ulna* var. *biceps* (3).
Navicula tuscula (1).
 „ *viridis* (3)
 „ *nobilis* (3).
Gyrosigma attenuatum (2).
 * *Cymbella Ehrenbergii* (1).
 * „ *cistula* (3).
Amphora ovalis (3).
Epithemia turgida var. *Westermanni* (1).
Surirella biseriata (3).
 „ *capronii* (2).
Cymatopleura Solea (1).
 „ *elliptica* (2).
Campylodiscus hibernicus (4).

Uit vergelijking dezer analyses blijkt een groote overeenkomst tusschen deze beide monsters. Opvallend voor beide is het relatief groote aantal forsche *Navicula* (*Pinularia*)-soorten, *Surirella biseriata*, *S. Capronii* en *Campylodiscus*. Verder blijkt, dat zelfs in de bovenste (jongste) bodemlagen het aantal schalen van planktondiatomeeën uiterst gering is: *Diatoma elongatum*, *Fragilaria crotonensis*, *Asterionella gracillima* werden niet waargenomen, toch

komen deze aan de oppervlakte van den bodem ook wel als leege schalen talrijk voor, men moet dus aannemen, dat deze spoedig daarna op de een of andere wijze te niet gaan. De eenige typische planktondiatomee, die ook nog in de diepste monsters aanwezig is, is *Coscinodiscus subtilis*. Van de typische eponenten zijn ook weinig individuen aanwezig: vrnl. *Cymbella*-soorten, *Cocconeis placentula*.

Van vele vormen is moeilijk te zeggen vanwaar ze afkomstig zijn; eenige soorten komen ook geregeld (vaak als leege schalen) in het Hunze-plankton voor: *Navicula* (*Pinnularia*) soorten, *Surirella biseriata*, *Campylodiscus*; voor een deel zijn deze dus misschien wel uit de Hunze aangevoerd. Hierdoor zou ook te verklaren zijn, dat over 't algemeen in bodemmonsters — ook in de jongste! — nu en dan soorten voorkomen, die men levend weinig of niet vindt.

De schalen van de in de bodemmonsters gevonden *Diatomeeën* geven dus een zeer onvolledig overzicht over de thans levende soorten: de planktondiatomeeën, die in leven in aantal verreweg overheerschend zijn, vormen slechts een klein deel van de aanwezige, terwijl andere soorten als *Pinnularia*, *Surirella* en *Campylodiscus*, die in leven slechts in gering aantal voorkomen, juist in deze monsters het belangrijkste aandeel innemen. Er wordt dus een zekere selectie uitgeoefend en wel zóó, dat alleen de sterkere schalen bewaard blijven.

De volgende analyses geven weer den toestand, zooals die in de oeverzone (bij 9 B) wordt gevonden.

In de bovenste lagen werden de volgende soorten gevonden (alleen de belangrijkste zijn genoteerd):

Melosira varians (2)¹⁾.

Tabellaria flocculosa (2).

Fragilaria capucina (5).

„ *construens* (6).

¹⁾ Zie voor de cijfers tusschen () noot pag. 202.

- * *Synedra pulchella* (2)
- * " *Ulna* (3).
- Eunotia lunaris* (3).
- * *Navicula vulpina* e. a. *naviculae lineolatae* (3).
- " *Gastrum* (2).
- " *amphisbaena* (2).
- " *scutelloides* (4).
- " *viridis* (2).
- " *cardinalis?* (2).
- * *Gomphonema constrictum* (3).
- * " *gracile* (2).
- * *Rhoicosphenia curvata* (2).
- * *Cymbella lanceolata* (4).
- * " *ventricosa* (4).
- * " *Ehrenbergii* (3).
- Amphora ovalis* (2).
- Cymatopleura Solea* (2).
- " *elliptica* (3).
- Surirella biseriata* (3).
- " *saxonica* (3).

Een laag op \pm 45 cM. beneden het bodemoppervlak bevatte de volgende soorten:

- Fragilaria construens* (3).
- * *Synedra Ulna* (2).
- Pinnularia major?* (4).
- " *viridis* (4).
- " *cardinalis?* (4).
- Gyrosigma attenuatum* (2).
- * *Cymbella aspera* (2).
- Epithemia turgida* var. (1).
- Campylodiscus hibernicus* (1) (brokstuk).

In een monster op de grens van zand en veen konden slechts een paar brokken van *Pinnularia* gevonden worden.

Uit de eerste van deze beide analyses blijkt, dat dáár de typische eponen, in de lijsten gemerkt *, meer voorkomen dan in de overeenkomstige laag van het open water. Daartegenover staat, dat soorten, die in afzettingen van het open water talrijk zijn, hier weinig of niet voorkomen: *Pinnularia* soorten, *Campilodiscus*. Ditzelfde verschil vindt men niet terug als men diepere lagen vergelijkt: in het laatst vermelde monster zijn *Pinnularia*-soorten wel veel aanwezig en de eponen van minder belang. Niet onwaarschijnlijk is, dat men hieruit mag concludeeren, dat toen deze lagen afgezet werden, de omstandigheden voor beide plaatsen groote overeenkomst gehad hebben, m. a. w. dat toen nog de omgeving van 9 B open water geweest is. Zekerheid bestaat echter geenszins, het onderzoekingsmateriaal is voor deze verstrekkende conclusies niet uitgebreid genoeg.

Wel blijkt echter, dat in de jongere afzettingen een duidelijk verschil tusschen die van het open water en de oeverzone is waar te nemen: in het open water zijn onder de Diatomeeën de eponen weinig, in de oeverzone daarentegen vrij talrijk, omgekeerd zijn in laatstgenoemd gebied de planktondiatomeeën geheel afwezig, in het eerste enkele soorten (*Melosira Binderiana*, *Coscinodiscus*) zonder moeite te vinden.

Het is zeer te betreuren, dat van de planktondiatomeeën zoo weinig vormen bewaard blijven: in de eerste plaats zou daaruit af te leiden zijn of in vroegere tijden het plankton hetzelfde karakter gehad heeft als tegenwoordig. Uit de aanwezigheid — ook in de diepste veenlagen — van *Coscinodiscus* is men wel geneigd hierop een positief antwoord te geven. Verder zou dan ook met groote zekerheid te besluiten zijn of sommige delen, die nu tot de oeverzone behooren, vroeger open water geweest zijn en hoe dikke lagen zich na dien tijd nog hebben afgezet. Met het oog op het ontbreken van zoo goed als alle plank-

tonische vormen in de diepere lagen, is het vooral van groot nut gebleken, dat ook andere associaties werden onderzocht. Immers daardoor zijn we in staat het besluit te trekken, dat de soorten die in de diepste lagen nog te vinden zijn, dezelfde zijn als de tegenwoordig aangetroffene, terwijl men nú hier niet voorkomende soorten ook in de diepste lagen niet aantreft. Hierdoor mag men m. i. met zekerheid de conclusie trekken, *dat tijdens en na de afzetting der diepste veenlagen omstandigheden hebben geheerscht, die weinig of niet hebben verschild van de tegenwoordige.*

Opvallend was voor mij, dat elke aanwijzing van brakwater-organismen ontbreekt. Vroeger toch stond het Meer door het Reitdiep in open communicatie met de zee, en bij hooge vloed drong brakwater diep landinwaarts.

Er werd reeds melding van gemaakt, dat niet zelden op den bodem harde, afgeronde stukken voorkomen, die na droging een op hout gelijkende consistentie vertoonen. Het bleek eerst niet mogelijk te onderscheiden of het hout of iets van veenachtigen aard was; microscopisch onderzoek gaf geen resultaten door de geringe doorzichtigheid van het materiaal.

Een diatomeeën-onderzoek verschaftte echter licht: een dergelijk stuk werd zorgvuldig van de buitenste lagen ontdaan om te voorkomen, dat misschien later in de buitenste lagen geraakte schalen verontreiniging zouden veroorzaken. Een, op de gewone wijze vervaardigd, diatomeeën-preparaat bevatte een behoorlijk aantal soorten, zooals uit onderstaande lijst blijkt:

Melosira Binderiana (3).

Cyclotella Meneghiana (1).

Coscinodiscus subtilis? (2).

Fragilaria capucina (2).

„ *construens* (3).

Eunotia spec. (1).

Navicula elliptica (3).

- Navicula rhynchocephala* (2).
 „ *Gastrum* (2).
 „ *pusilla* (2).
 „ *scutelloides* (3).
 „ *oblonga* (1).
 „ *Bacillum* (1).
Cymbella Ehrenbergii (2).
 „ *tumida* (2).
Amphora ovalis en var. *libyca* (4).
Cymatopleura Solea (1).
Surirella spec. (gebroken schalen).

Een vergelijking met analyses van welke diepte en plaats ook doet zien, dat er nogal groote verschillen bestaan: eenige *Navicula* soorten, die hier voorkomen, zijn in eponenten- of bodemmonsters zeldzaam (b.v. *N. elliptica* met een frequentieindex 3; *N. pusilla*, 2; *N. oblonga* niet en *N. Bacillum* zeer zeldzaam waargenomen in recente monsters); van de groote *Pinnularia*soorten werden daarentegen zelfs geen fragmenten gevonden, terwijl dit in gewone bodemmonsters vaak de eenige overgebleven vormen zijn; *Amphora ovalis*, een soort met vrij teere schaal, komt hier het meest voor (frequentieindex 4), wat ook in geen enkel recent preparaat het geval is. Uit dit complex van kenmerken zijn de conclusies te trekken, dat

1°. het materiaal in zoet water is gevormd (alleen zoetwater-diatomeeën zijn aanwezig) en — mede te besluiten uit de uiterlijke kenteekenen — van veenachtigen aard is,

2°. het materiaal is zeer waarschijnlijk van elders aangevoerd; in elk geval is het bezonken onder biologische omstandigheden, verschillend van de nu in het Meer heerschende.

G. Oudere bodemafzettingen.

Als aanhangsel — de tegenwoordige biologie van het

Zuidlaarder Meer niet betreffende — moge hier nog het volgende vermeld worden.

Door een gelukkig toeval kreeg ik de beschikking over grondmonsters afkomstig van onderzoekingen ingesteld ten behoeve van de reeds vroeger genoemde centrale drinkwatervoorziening in de provincie Groningen (1913); eenige boringen werden daarbij verricht in de onmiddellijke nabijheid van het Meer. Het materiaal, dat op het Mineralogisch-Geologisch Laboratorium te Groningen bewaard wordt, werd mij door prof. Bonnema welwillend afgestaan.

De behandeling der diatomeeënschalen geschiedde op dezelfde wijze als boven beschreven werd. Het gelukte in alle grondsoorten, die uit klei bestonden of kleiachtige bestanddeelen bevatten, diatomeeën af te zonderen; ook hier mislukte het met alle, die uit zuiver zand bestonden, onverschillig welke de fijnheid hiervan was. Dit onderzoek werd hoofdzakelijk ter hand genomen om als aanvulling te dienen van de resultaten, verkregen uit de door mijzelf met de turfboor verzamelde monsters.

Vooral interesseerde het mij hoe diep de zandlaag zich uitstreckte en of zich hieronder ook nog weer veenlagen bevonden. Dit nu bleek niet het geval te zijn.

Terwille van het overzicht over den aard van den bodem onder het Zuidlaarder Meer en de omstreken, heb ik een reconstructie, als resultaat van talrijke boringen in het betreffende Rapport (1913) gegeven, hier gecopiëerd.

Zooals men hieruit ziet, strekt zich overal onder den Meerbodem een dikke zandlaag uit, [de hierop rustende veenlaag, die nu aan de oppervlakte ligt, werd — waarschijnlijk omdat die te dun was — niet aangegeven].

Bij boring IX bevindt zich op 6 M. beneden het bodemoppervlak, (d. i. 5 M. beneden N. A. P.) een laag bestaande uit klei met zand. Dr. P. Tesch¹⁾, die deze monsters

¹⁾ Dr. Tesch was zoo welwillend mij toe te staan van de resultaten van zijn onderzoek gebruik te maken.

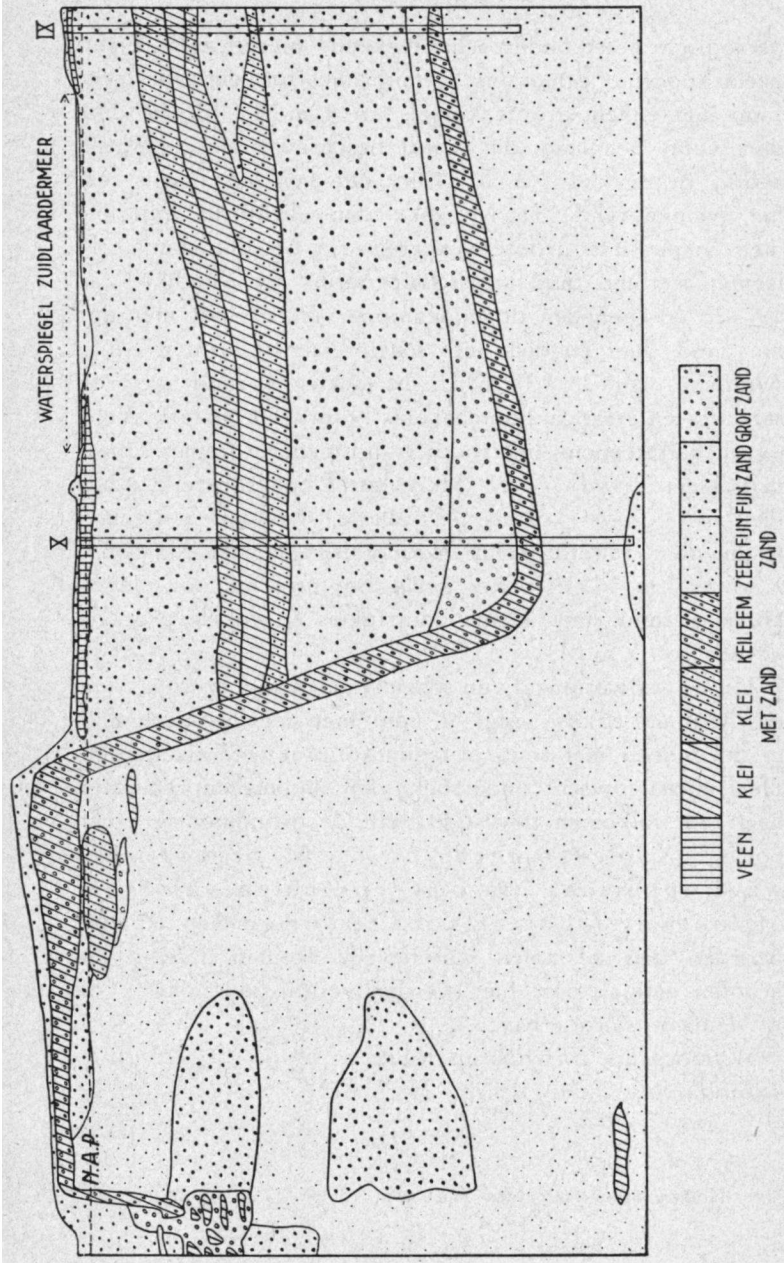


Fig. 7. Dwarsprofiel over den Hondsrug en het Zuidlaarder Meer. (Overgenomen uit: Rapport in zake enz. (1913). Lengteschaal 1 : 37500, hoogteschaal 1 : 750.

geologisch heeft onderzocht, teekende hierbij aan „Lichtgeelachtiggrijs, eenigszins leemig, fijn tot middelkorrelig zand met enkele groote korrels tot 4 m.M.“, (3 M. dik); dan volgt een laag, die wordt beschreven als „lichtgeelachtig grijze klei“ (2 M. dik), dan een laag „grijs zeer fijn leemig zand“ (1 M. dik), dan „lichtgrijs fijn zand met enkele iets grootere korrels“ (5 M. dik) dan „grijs leemig zeer fijn zand met schelpengruis“ (1 M. dik). Van 19—28 M. beneden de bodemoppervlakte vindt men dan fijn zand, hier en daar met schelpresten (*Cardium edule*, *Mytilus*), van 28—37 M. licht gekleurd zand met rolsteentjes en erratica, hoofdzakelijk Noordelijk materiaal met „veel kalksteen, lichtroode zandsteen, graniet, gneis, orthoklaas;“ van 37—38 M. volgt „Donkergrijze, zandige klei met grove korrels en allerlei hoekige gesteente-fragmenten. Hoofdzakelijk Noordelijk materiaal. Keileem?“ Van 38—45 M. „Donker geelachtig grijs fijn- tot middelkorrelig zand, met kleine houtstukjes en enkele grootere korrels tot 5 m.M.“

Uit de aanwezigheid van schelpresten van *Cardium edule* en *Mytilus edulis* volgt al, dat men hier waarschijnlijk te doen heeft met zout- of tenminste brakwaterafzettingen. Het microscopisch onderzoek van diatomeeënpreparaten heeft dit volkomen bevestigd. Uit de grondmonsters van boring IX bleken reeds op 6.5 M. beneden het wateroppervlak diatomeeënschalen van brak- of zoutwatersoorten voor te komen. Op 10.5 M. beneden dan normalen waterspiegel komen deze in vrij grooten getale voor; hier werden vooral gevonden:

Melosira sulcata Kütz. ¹⁾

Actinocyclus Ehrenbergii Ralfs.

Biddulphia Favus (Ehrb.) H. V. H.

¹⁾ Nomenclatuur naar van Heurck (1899).

In de zandlaag tusschen beide kleilagen in konden geen schalen gevonden worden.

Uit het onderste kleilaagje konden echter een 6-tal in vrij grooten getale worden afgescheiden:

Navicula Bombus Ehrbg.

Raphoneis amphicerus Ehrbg.

" " v. *rhombica* Grun.

Melosira sulcata Kütz.

Biddulphia Rhombus (Ehrbg.) W. Sm.

Actinoptychus undulatus Ehrbg.

Coscinodiscus excentricus Ehrbg.

Navicula Bombus en *Actinoptychus undulatus* zijn het talrijkst.

In de zich hieronder bevindende — eenigszins kleihoudende — zandlagen werden de volgende soorten gevonden:

Navicula Bombus Ehrbg.

Dimeregramma minor (Greg.) Ralfs.

Raphoneis amphicerus Ehrbg.

" " " v. *rhombica* Grun.

Actinoptychus undulatus Ehrbg.

Actinocyclus Ehrenbergii Ralfs.

Met zorg werd nog onderzocht de op 37—38 M. voorkomende laag, waarbij aangeteekend „keileem?“ Er konden hierin echter geen diatomeeën ontdekt worden, wat m.i. een belangrijke steun is voor de geuite veronderstelling dat dit keileem zou zijn; immers daar het een kleiachtige afzetting is en in kleiachtige grondsoorten geregeld diatomeeën schalen gevonden worden, is het uiterst waarschijnlijk, dat deze lagen niet, zooals de bovenvermelde in zout- of brak water zijn afgezet, maar aan gletscherwerking hun ontstaan danken.

Ook eenige monsters van boring X werden onderzocht. De — in de vorige boring voorkomende kleilagen — liggen

hier dieper; de diatomeeën hierin zijn dezelfde, zoodat men wel aan overeenkomstige lagen moet denken; hierdoor wordt de waarschijnlijkheid grooter, dat men ook werkelijk met doorlopende lagen te doen heeft, zooals ook in de figuur is aangegeven. Het aantal diatomeeën is hier groot, ook het aantal soorten is iets grooter dan bij boring IX:

Navicula Bombus Ehrbg.

Cocconeis Scutellum Ehrbg.

Epithemia musculus Kütz.

Grammatophora marina (Lyng.) Kütz.

Raphoneis amphi-ceros Ehrbg., v. *rhom-bica* Grun.

Melosira sulcata Kütz.

Cyclotella spec.

Biddulphia Rhombus (Ehrbg.) W. Sm.

„ *Favus* (Ehrbg.) H. v. H.

Actinoptychus undulatus Ehrbg.

Actinocyclus Ehrenbergii Ralfs.

Al de soorten van beide boringen zijn marien, en toen ze zijn afgezet, moet hier een zeeboezem geweest zijn, die aan de Westzijde begrensd werd door de hier opstijgende grondmoraine (vgl. fig. 7) en wel moet hier constant zoutwater geweest zijn, want wanneer de afzettingen door tijdelijke invasies van het zeewater waren ontstaan, terwijl in den tusschentijd zoetwater het bekken vulde, dan zou men zoetwaterdiatomeeën tusschen de mariene aantreffen. Deze echter ontbreken geheel, niet één enkele soort werd waargenomen.

Zeer eigenaardig is hier het verloop van de grondmoraine, zooals uit de figuur blijkt: rechts in de figuur ligt deze op een diepte van 36—37 M. beneden N. A. P., naar het W. toe daalt hij nog, bij boring X wordt hij aangegeven op een diepte van meer dan 40 M. beneden N. A. P., nog meer naar het W. stijgt hij snel en ligt op een afstand van 1250 M. ten Z.W. van boring X reeds

boven N. A. P., loopt dan in Westelijke richting horizontaal om op 2400 M. ten Z.W. van boring X weer snel te dalen.

Uit den loop dezer moraine krijgt men — in verband met de richting die de gletscher nam — den indruk, dat het zand hier voor den gletscher is opgeschoven, waardoor een diepe inzinking in den bodem ontstond, terwijl het materiaal, dat zich hier bevonden heeft, tot een wal werd opgehoopt; op de zoo gevormde oppervlakte is daarna de moraine afgezet. Men zou zich kunnen voorstellen, dat het Zuidlaarder Meer een laatste rest was van deze inzinking, die zich misschien ook Zuidwaarts — corresponderend met den loop van den Hondsrug — heeft uitgestrekt, terwijl ze hier met hoogveen is opgevuld, en de Hunze hier het homologon van het Zuidlaarder Meer voorstelt.

Ook uit dit onderzoek van de diatomeeënschalen in bodem afzettingen is wel gebleken, dat dit tot tal van resultaten aanleiding kan geven. De grootste kans op succes zal men echter slechts dan kunnen bereiken, wanneer dergelijke onderzoekingen aansluiten aan die, betreffende de levenswijze van de nú levende soorten. Alleen al hierom zou het wenschelijk zijn, dat men zich bij hydrobiologisch onderzoek niet beperkt tot het plankton, daar deze — tenminste wat betreft talrijke zoetwatervormen — weinig beteekenis hebben als „gidsfossielen”. Het zijn juist de epontische en bodem-diatomeeën, die uit dit oogpunt belangrijk zijn; voor de eerste zal dit vooral het geval zijn bij afzettingen in moerasgebieden, die dikwijls in den vorm van laagveen voorkomen.

Er zijn nu reeds van een 3-tal zeer verschillende plaatsen van Nederland onderzoekingen bekend over diatomeeënschalen in den bodem. Het eerste van dien aard werd gepubliceerd door Harting (1852); hij vond in den bodem onder Amsterdam hoofdzakelijk mariene soorten.

Veel belangrijker echter zijn de resultaten, waartoe Blaauw bij zijn onderzoek over het Meertje van Rockanje kwam; de bodem, zoo vol afwisseling hier, is ook wel uiterst geschikt voor dergelijk werk.

Blaauw zocht de diatomeeënschalen onder het microscoop uit het materiaal; in vele gevallen zal het echter de voorkeur verdienen de schalen uit het materiaal af te scheiden, zooals dat in dit onderzoek — meest in navolging van Potonié (1906, 1908) e. a. — is geschied. Het is vooral ook Potonié, die gewezen heeft op het groote belang van de diatomeeënschalen voor de studie der zgn. „*Kaustolithen*”.

Een vergelijking van de, door Blaauw gegeven, soortenlijsten met die van het Zuidlaarder Meer leert, hoe geologische verschillen in landstreken ook tot uiting komen in de microörganismen. Ook de in de diepere lagen van den bodem gevonden soorten verschillen sterk van die van het Zuidlaarder Meer. Slechts heel enkele soorten zijn beiden gemeenschappelijk. Merkwaardigerwijze vertoonen juist de diepste door hem onderzochte lagen de grootste overeenkomst (vgl. no. 19 op 18.55 M. diepte) met ons gebied. Hier komen verscheiden *Epithemia*- en *Cymbella*-soorten voor. Uit de aanwezigheid van deze soorten en de afwezigheid van *Navicula*, *Gomphonema*, *Rhoicosphenia* en *Cocconema* meent Blaauw de conclusie te mogen trekken, dat deze lagen zijn afgezet in groote zoetwaterbekkens zonder belangrijken plantengroei. Hiertegen echter pleit, dat — zooals uit mijn onderzoek blijkt — de *Cymbella*-soorten zeker en de *Epithemia*-soorten vrij waarschijnlijk behooren tot de groep, die tot de eponten werden gerekend; plankton- of bodemvormen zijn het echter niet. Waar dus de eponten in de afzettingen de overhand hebben (Blaauw vermeldt helaas niet de frequentie der verschillende soorten), terwijl typische plankton- of bodemvormen waarschijnlijk een zeer onbelangrijke rol spelen, ligt het volgens mij meer

voor de hand, dat men hier juist te doen heeft met een afzetting in een plantenrijk zoetwatergebied. De afzettingen, die ik vond in het gebied diep in de plantenzie (i. c. 9 B) zou ik als homoloog aan de hier vermelde willen beschouwen.

Echter wil ik ook aan mijn conclusie nog niet te groote waarde gehecht hebben, onze kennis van de verspreiding der diatomeeën is daarvoor te gering.

Ik deel volkomen de meening van Blaauw: „Zelfs zal het mogelijk zijn aan de kiezelwieren de oevers en het middenvlak van zulke zoetwatermeren van elkaar te onderscheiden”. Voor we echter zoover zijn, zal er nog reusachtig veel werk gedaan moeten worden. Vrij eenvoudig zou het zijn, wanneer de diatomeeënschalen bezonken daar, waar ze geleefd hebben, maar juist dit is niet het geval. Dit en de omstandigheid, dat dikwijls alleen de stevigst gebouwde schalen bewaard blijven, maken de zaak zoo uiterst gecompliceerd. En het zal waarschijnlijk mettertijd blijken, dat een eenvoudige determinatie der aanwezige soorten niet tot resultaten leidt, maar dat men zijn toevlucht zal moeten nemen tot statistische bepalingen van de verhouding, waarin de verschillende soorten voorkomen.

HOOFDSTUK V.

Slot.

Het is niet mijn bedoeling in dit laatste hoofdstuk een résumé te geven van wat in het voorgaande is behandeld. Veeleer wil ik eenige opmerkingen van algemeenen aard maken door resultaten in de verschillende hoofdstukken verkregen, samen te brengen en ook naar aanleiding hiervan een vergelijking te trekken met planktononderzoekingen uit andere landen. Dit laatste zal eenigszins globaal moeten geschieden, daar het aantal dezer onderzoekingen zoo groot is, dat vergelijking met elk speciaal geval een totale onmogelijkheid is.

We hebben gezien, dat de diepte van het Zuidlaarder Meer zeer gering is; het lijkt mij nu van groot belang na te gaan in hoeverre dit van invloed is op zijn flora en fauna.

Als direct gevolg van deze geringe diepte en de geleidelijke helling der oevers, is de plantenzie langs den rand van het Meer zeer sterk ontwikkeld. Het bleek mogelijk in deze zone 3 meer of minder scherp begrensde gordels te onderscheiden: een overgangsflora (veelal een *Phragmitetum*) een eigenlijke oevervegetatie (grootendeels *Typhetum*, *T. angustifoliae*, deels *Scirpetum* en zelfs nog *Phragmitetum*) en een vegetatie van het open water (*Scirpetum*).

Een verschil met de meeste gevallen door andere auteurs beschreven bestaat hierin, dat deze meer en vaak scherper

omgrensde gordels onderscheiden. Dit houdt natuurlijk nauw verband met de grootere diepte der meren en de steilere helling der oevers; elke gordel is daar aangepast aan een bepaalde diepte.

Voor de algemeene beoordeeling van het plankton verdient in de eerste plaats vermelding, dat het phytoplankton steeds overheerscht.

De *Volvocales* (*Volvox*, *Eudorina*, *Pandorina*) ontbreken vrijwel geheel. De *Chlorophyceae* (hieronder begrepen de *Desmidiaceae*) nemen een niet zeer belangrijke plaats in, hun aantal bedraagt gewoonlijk niet meer dan 10 % van het totaal; alleen gedurende de laatste maanden van het zomerhalfjaar wordt het grooter.

Verschillende soorten der *Diatomeae* daarentegen behooren tot de belangrijkste organismen, het aantal individuen van deze klasse bedraagt steeds meer dan 50 % van het totaal (behalve in de 3 maanden, waarin de waterbloevormende *Cyanophyceae* zoo sterk ontwikkeld zijn), gedurende November—Mei is dit percentage echter grooter dan 80 ¹⁾).

De *Cyanophyceae* zijn in Mei en Juni overheerschend, dit zijn dan vrijwel alleen waterbloevormende soorten, gedurende de volgende maanden tot midden September komen deze en andere soorten der *Cyanophyceae* ook nog in niet onbelangrijke hoeveelheden voor.

De *Flagellatae* en *Dinoflagellatae* (*Synura*, *Dinobryon*, *Peridinium*, *Ceratium*) komen wel sporadisch voor, doch zijn van geheel wegvallende beteekenis.

¹⁾ Feitelijk zijn deze percentages niet te vergelijken met die van de meeste andere onderzoekers, doordat deze een andere verzamelmethode, n.l. een zijdegaasnet gebruikt hebben; was ook door mij in plaats van het taffilter een planktonnet gebruikt, dan zou het percentage *Diatomeae* zeker nog aanzienlijk veel grooter geweest zijn, omdat door het net alleen de grootere vormen — en dit zijn in 't algemeen juist de koloniën der *Diatomeae* — gevangen worden.

Door deze data: talrijkheid der *Diatomeae* in voorjaar en herfst, der *Cyanophyceae* in den zomer, veel minder groote talrijkheid der *Chlorophyceae* en vrijwel ontbreken der *Volvocales*, *Flagellatae* en *Dinoflagellatae*, is het mogelijk het Zuidlaarder Meer, in verband met de geografische verspreiding van het plankton, voldoende te karakteriseeren.

Precies dezelfde relatieve talrijkheid en opeenvolging van dezelfde organismen n.l. vindt men zeer algemeen in een groot aantal meren van Midden-Europa en wel speciaal in die van Noord-Duitschland en Denemarken: het Baltische Merengebied.

Er worden hier nog verschillende typen onderscheiden. Een zeer eenvoudige, maar toch dikwijls doeltreffende verdeling in 2 typen vindt men bij Apstein (1896): deze auteur onderscheidt *Dinobryon*seen en *Chroococcaceen*seen. Voor de laatste zijn karakteristiek: veel *Chroococcaceae*, weinig *Dinobryon*; *Chydorus sphaericus* planktonisch voorkomend, rijke planktonontwikkeling en tengevolge hiervan troebel water. De belangrijkste der *Cyanophyceae* behoort in dit type feitelijk te zijn *Microcystis aeruginosa*, deze speelt in het Zuidlaarder Meer een minder belangrijke rol; in de plaats hiervan treden andere waterbloei vormende soorten (vrnl. *Anabaena*, *Aphanizomenon*). Overigens echter is de overeenkomst met een „*Chroococcaceensee*” — als b.v. de *Dobersdorfer See* — zeer groot.

Men heeft wel gemeend, dat men de zoetwatergebieden enkel en alleen naar de diepte in verschillende typen kon verdeelen, waarvan elk door zijn biologische eigenschappen gekarakteriseerd was. Te oordeelen naar de diepte zou het Zuidlaarder Meer behooren tot de „*Teiche*”. Uit deze groote overeenkomst tusschen het Zuidlaarder Meer en de zeer veel diepere Baltische meren blijkt echter wel, dat dit niet in alle opzichten opgaat. Dit betreft niet alleen het phyto- maar ook het zoöplankton; het is echter voor

de beoordeeling der algemeene biologie van een meer wenschelijk niet alleen rekening te houden met het plankton, maar ook met de andere hier onderscheiden associaties. Voor de eponenten is het voorloopig nog niet mogelijk een vergelijking te trekken met andere meren, daar deze overigens nog niet met voldoende uitvoerigheid zijn onderzocht. Wel blijkt uit het onderzoek van een „Teich” door Fritsch and Rich (1913), dat tenminste in dit speciale geval de toestand geheel anders is. Het is echter zeer de vraag in hoeverre dit te generaliseeren is.

Van de bodemorganismen daarentegen — en vooral van de *Entomostraca* — is de verspreiding vrij goed bekend.

Het is nu wel opmerkelijk, dat het groote meerendeel der *Cladocera*, die men in de lijsten van het hoofdstuk over den bodem aantreft, volgens de opgaven van meerdere auteurs — o.a. Lilljeborg (1900), Keilhack in Brauer (1909) — hoofdzakelijk voorkomt aan de oevers en op den bodem der meren en groote wateren ¹⁾. Daarentegen ontbreken vrijwel alle gewone soorten uit sloten en plassen. Ook in dit opzicht is dus het Meer-karakter duidelijk uitgesproken.

De *Cyclopidae* als *Cyclops albidus*, *C. fuscus*, *C. serulatus*, *C. macrurus*, zijn uitsluitend tot de plantenzie en tot den bodem beperkt, terwijl andere *Cyclopidae* — die ook in de diepere meren planktonisch voorkomen — de hoogere lagen van het open water bevolken (*Cyclops strenuus*, *C. Dybowski* ²⁾, *C. viridis*). Ook de aanwezigheid en levenswijze der *Cyclopidae* wijst dus op een meer en niet op een „Teich”. Hetzelfde geldt voor het voorkomen van *Daphne longispina* var. *hyalina* en *Bosmina coregoni* en van *Eurytemora velox*, die typisch is voor

¹⁾ Romijn (1919) vermeldt echter dezelfde soorten ook voor de Zuid-Willemsvaart.

²⁾ Zie noot pag. 191.

het „Seenplankton der norddeutschen Tiefebene“ (van Douwe in Brauer 1909).

Een voorbeeld uit een ander gebied en andere terreingesteldheid is te vinden bij Micoletzky (1910); alle door hem voor de Faistenauer Hintersee (bij Salzburg) vermelde *Cladocera* en *Copepoda* komen ook in het Zuidlaarder Meer voor; genoemd Meer heeft echter een diepte van meer dan 20 M.

In afwijking met vele meren uit de Deutsche laagvlakte ontbreken *Diaptomus*- en *Heterocope*-soorten.

Vergelijkt men daarentegen het plankton van het Zuidlaarder Meer met het door Redeke (1903) onderzochte Zwanenwater, dan blijkt hiermee in alle opzichten een enorm verschil te bestaan, de geheele habitus is anders:

1^o. treedt daar het phytoplankton op den achtergrond tegenover het zoöplankton (waaronder vooral *Rotatoriën*),

2^o. ontbreken talrijke gewone planktonische soorten: *Fragilaria crotonensis*, *Asterionella gracillima*, praktisch ook *Melosira*, *Aphanizomenon*, *Bosmina coregoni*, *Daphne hyalina*, *Leptodora Kindtii*,

3^o. men mist het zoo karakteristieke verschijnsel van de overweldigende productie aan *Diatomeeën* in het voorjaar en van *Cyanophyceeën* in den zomer. Redeke zegt „Van de *Diatomeeën* . . . heb ik in het Zwanenwater slechts enkele aangetroffen”.

Aan den eenen kant heeft men dus een treffende overeenkomst met de veel diepere en vaak veel grotere Baltische meren, aan den anderen kant bestaat een groot verschil met het Zwanenwater, dat wat zijn diepte (± 1.5 M.) betreft, op dezelfde lijn staat als het Zuidlaarder Meer.

Er zijn echter ook enkele feiten, die meer op een „Teich”-karakter wijzen: zoo b.v. het vrij groot aantal individuen van *Scenedesmus* (vrnl. *quadricauda*) en het planktonisch voorkomen van *Ceriodaphnia pulchella*.

Een duidelijken overgang tot een uitgesproken „Teich-

plankton" vindt men daarentegen in de oeverzone en wel speciaal in die deelen waar de hoogopschietende Monocotylen plaatselijk niet voorkomen (11 A, 9 B). Hier is het zoöplankton overheerschend tegenover het phytoplankton, de gewone *Diatomeae* ontbreken hier vrijwel geheel, terwijl *Chlorophyceae* (*Protococcales* en *Desmidiaceae*) een relatief belangrijke plaats innemen; toch vindt men hier ook talrijke, vooral dierlijke organismen, die men in onze slooten en plassen minder vaak aantreft. (*Eurycercus*, *Alona*, *Graptoleberis*, *Peracantha*, *Monospilus*).

De begroeiing der oevers met Phanerogamen heeft dus tengevolge, dat hier geen normaal plankton tot ontwikkeling komt, terwijl de soorten, die de bovenste waterlagen bevolken dezelfde zijn als die op den bodem leven: een scherpe differentiatie tusschen plankton- en bodemorganismen is hier niet aanwezig. Voorbeelden van dergelijke biologische verschillen tusschen oeverzone en open water vindt men in allerlei diergroepen: De *Mollusca* van het open water zijn de *Bivalva*: *Unio tumidus* en *U. pictorum*, *Anodonta cygnea* en *A. piscinalis*, *Dreissensia polymorpha*, die van de oeverzone de verschillende soorten der *Gastropoda*.

Van de visschen is de zeelt karakteristiek voor de oeverzone.

Zelfs bij de zoo uiterst bewegelijke vogels is duidelijk een scheiding te trekken tusschen soorten, die de oevers en die het open water prefereeren: voor de eerste zijn karakteristiek de zwarte stern ¹⁾ (*Hydrochelidon nigra*) en de zwemeenden (subgenus *Anas*, wilde eend, taling, slob-eend); voor het open water de fuut, de duikeenden (subgenus *Nyroca*, tafeleend, kuifeend) en de zaagbekken (middelste zaagbek en nonnetje), beide laatste groepen echter alleen in het winterhalfjaar. Ook de zoo uiterst talrijke meerkoeten zijn hoofdzakelijk tot de plantenzie

¹⁾ Hollandsche benaming naar J. P. Thijssen (1912).

beperkt, zij komen echter ook vaak aan den rand van het open water voor.

De langzaam, doch gestadig voortgaande begroeiing van een meer met Phanerogamen is dus niet iets, dat op zichzelf blijft staan, maar talrijke biologische veranderingen in flora en fauna zijn er het gevolg van: het Meer-karakter gaat op deze plaatsen verloren. Het langst blijft dit karakter echter nog bewaard in het voorjaar, zooals ook reeds Wesenberg-Lund (1910) zeer terecht opmerkt en zooals in het Zuidlaarder Meer ook geconstateerd kon worden. In het centrale deel van het Meer zijn dan alle resten van hoogere planten — voorzoover deze zich tenminste boven den bodem bevinden — verdwenen; ook de, dan reeds lang afgestorven, Phanerogamen aan den rand van het open water zijn bezweken voor het, door atmosferische invloeden (storm en ijs) veroorzaakte geweld. Ook de oppervlakte van het open water is derhalve aanzienlijk vergroot.

Is dus op het oogenblik het Meer-karakter nog duidelijk ontwikkeld, het is niet onmogelijk dat dit binnen betrekkelijk korten tijd verloren gaat. Reeds nu beginnen de voor-teekenen hiervan zich voor te doen: in het centrale deel van het Meer bevinden zich reeds thans nog kleine, holle groepen van *biezen* en op sommige plaatsen *Potamogeton densus*.

Bij de verdere ontwikkeling van dit begroeiingsproces zal het verloop wel niet zóó zijn dat tenslotte het geheele Meer één dicht moeras met hoogopschietende monocotylen is, maar waarschijnlijk zullen telkens weer nieuwe delen van het open water worden afgesneden, doordat op bepaalde plaatsen de oeverplanten sterker vooruitdringen, terwijl overal plekken met open water overblijven.

Als gevolg hiervan zal het plankton meer en meer van karakter moeten veranderen: De *Diatomeae* zullen in aantal individuen steeds achteruitgaan, de *Cyanophyceae* waar-

schijnlijk ook, de *Chlorophyceae* in mindere mate. Naast de plankton-copepoden zullen andere soorten (*Cyclops albidus*, *C. fuscus*, *C. serrulatus*, *C. macrurus*) ook de bovenste waterlagen bevolken. De verschillende vormen van *Daphne longispina* en *Bosmina coregoni* en *Leptodora Kindtii* zullen verdwijnen en hun plaats zal worden ingenomen door *Eurycercus lamellatus*, *Acroperus harpae*, *Peracantha truncata* en andere *Chydoridae*. En tenslotte zal een toestand bereikt worden, zooals we die nu reeds aantreffen in de open plekken in het typhetum (9 B). Een iets minder ver gevorderd stadium, waar de afsnijding nog niet geheel voltooid is, is misschien de plek in 11 A. De bocht in 12 B heeft men waarschijnlijk te beschouwen als een plaats waar dit proces nog slechts in zijn begin is.

Wesenberg—Lund (1910) onderscheidt 3 stadia in den overgang van meer tot moeras: het eerste is gekenmerkt door een *Diatomeeën-Crustaceeën*-plankton, het tweede door een *Myxophyceeën*-plankton, terwijl in het derde *Potamogeton*, *Nymphaea* en dgl. groote deelen der wateroppervlakte bedekken. het plankton bestaat uit *Dinobryon*, *Peridineeën* en *Chlorophyceeën*. Deze indeeling is op het Zuidlaarder Meer moeilijk toe te passen. Naar den aard van het plankton te oordeelen zou men geneigd zijn aan te nemen, dat we te doen hebben met het tweede stadium, met nog eenige overblijfselen (n.l. de talrijke *Diatomeeën*), die herinneren aan het eerste. Echter zegt Wesenberg—Lund, dat de diepte in het tweede stadium wel gedaald is, maar toch steeds nog 10—15 M. is!

Het lijkt mij niet onmogelijk, dat de snelheid waarmee het Meer dicht groeit grooter is, en nog zal worden, dan vroeger:

1^o doordat het land, dat in het Meer afvloeit — dat een oppervlakte van 25000 H.A. beslaat — aan een steeds intensiever cultuur wordt onderworpen. Van de hierbij gebruikte meststoffen zal een zeker — zij het ook zeer

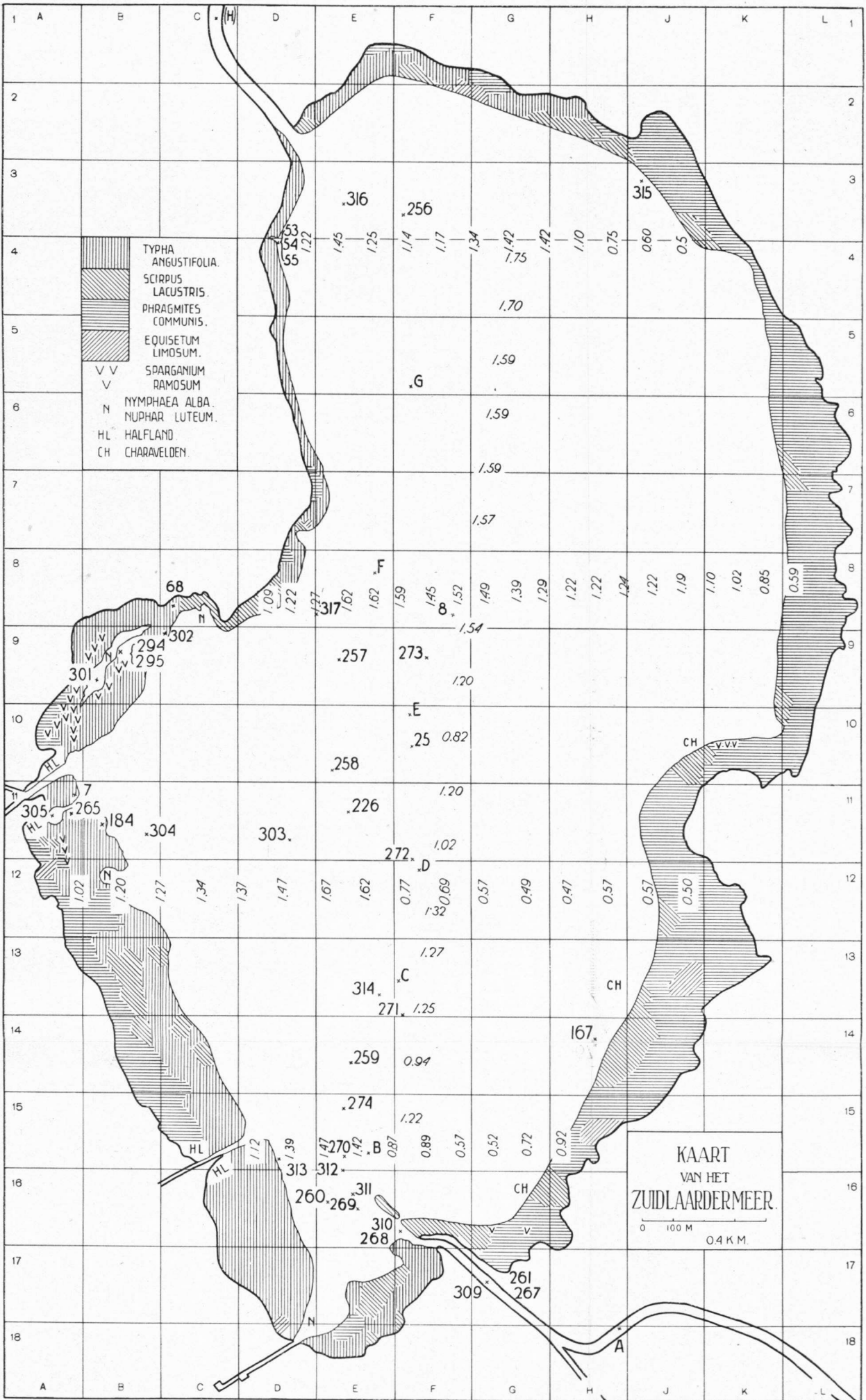
gering — percentage door het grondwater worden mee-gevoerd, de hoeveelheid anorganische voedingsstoffen wordt hierdoor vergroot, een deel n.l. hiervan zal door het phytoplankton — en andere plantaardige organismen — worden geassimileerd en deels zullen deze tenslotte op den bodem bezinken.

2^o is ook een vermeerderde toevoer van organische voedingsstoffen te vreezen in den vorm van fabriekswater.

Hoelang het echter nog zal duren voor overal de Phanerogamen vasten voet gekregen hebben, is niet bij benadering te zeggen.

Wel zegt *Wesenberg—Lund* 1910), „Es ist eine wohlbekante Tatsache, dasz die relativ flachen Seen in der baltischen Seengegend enorm rasch verlanden”.

En hiermee wil ik mijn bijdrage tot de kennis der Nederlandsche meren — althans voorloopig — besluiten. Helaas moesten vele vragen onopgelost blijven, vele problemen konden slechts in het voorbijgaan vermeld worden. Uit den aard dezer publicatie moest ik mij dikwijls beperkingen opleggen.



GEBRUIKTE LITTERATUUR.

1852. Harting, P. De bodem onder Amsterdam. Verh. Kon. Ned. Inst. I kl. 3de Reeks Dl. V.
1856. Staring, W. Bodem van Nederland.
1878. Hoek P. P. C. Vrijlevende zoetwater Copepoden der Nederlandsche Fauna. Tijdschr. Ned. Dierk. Ver. III.
- 1892—98. Schmeil, O. Deutschlands freilebende Süßwassercopepoden. Bibliotheca Zoologica. Kiel und Leipzig, Lipsius & Fischer.
1896. Apstein, C. Das Süßwasserplankton.
1898. Zacharias, O. Das Heleoplankton. Zool. Anz. XXI.
1899. Heurck, H. v. Traité des Diatomées. Antwerpen.
1900. Lilljeborg, W. Cladocera Sueciae. Nova Act. Reg. Soc. Sc. Upsaliensis. Ser. III Vol. XIX.
1901. Forel, F. A. Handbuch der Seenkunde. Stuttgart.
1902. Schröter, C. und Vogler, P. Variationsstatistische Untersuchung über *Fragilaria crotonensis* (Edw.) Kitton im Plankton des Zürichsees in den Jahren 1896—1901. Viertelj. der Naturf. Ges. Zürich.
1902. Zacharias, O. Flora und Fauna der Schilfstengel im Plöner See. Forschungsber. a. d. biol. Station zu Plön. IX.
1903. Ostwald, W. Über eine neue theoretische Betrachtungsweise in der Planktologie. Forschungsber. a. d. biol. Station zu Plön X.
1903. Redeke, H. C. Plankton-onderzoekingen in het Zwanenwater bij Callantsoog. Natuurk. Verh. v. d. Nederlandsche Maatschappij van Wetenschappen.

1904. Bachmann, H. Das Phytoplankton des Süßwassers. Bot. Ztg. 62.

1904. West, G. S. A treatise on the British fresh-water Algae.

1904. West, W. & G. S. A monograph of the British Desmidiaceae.

1905. Ruttner, F. Über das Verhalten des Oberflächenplanktons zu verschiedenen Tageszeiten. Forschungsber. a. d. biol. Station zu Plön XII.

1905. Vogler, P. Bisherige Resultate variationsstatistischer Untersuchungen an Planktondiatomeen. Forschungsber. a. d. biol. Station zu Plön XII.

1905. Wesenberg—Lund, C. A comparative study of the lakes of Scotland and Denmark. Proc. Roy. Soc. Edinburgh XXV.

1906. Huber, G. Monographische Studien im Gebiete der Montigglerseen (Südtirol) mit besonderer Berücksichtigung ihrer Biologie. Arch. f. Hydrobiologie I.

1906. Lemmermann, E. Das Plankton einiger Teiche in der Umgegend von Bremerhaven. Arch. f. Hydrobiologie I.

1906. Potonié, H. Klassifikation und Terminologie der rezenten brennbaren Biolithe und ihrer Lagerstätte. Abh. Kgl. Preusz. Geolog. Landesanstalt. N. F. XLIX.

1906. Schönfeldt, H. v. Diatomaceae Germaniae Berlin.

1907. Breemen, P. J. v. Vrijlevende Zoetwater-Copepoden van Nederland. Tijdschr. Ned. Dierk. Ver. Ser. 2 dl. X.

1907. Migula, W. Kryptogamenflora von Deutschland, Deutsch-Österreich und der Schweiz. Gera R., von Zetzschwitz.

1908. Lohmann, H. Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. Wissenschaftl. Meeresunters. N. F. 10ter Band. Abt. Kiel.

1908. Potonié, H. Die rezenten Kaustobiolithe und ihre Lagerstätte. Abh. Kgl. Preusz. Geol. Landesanstalt N. F. LV.

1908. Seligo, A. Tiere und Pflanzen des Seenplanktons. Mikrol. Bibl. Bd. III. Stuttgart.

1909. Brauer, A. Die Süßwasserfauna Deutschlands. Jena, G. Fischer.

1909. West, W. and G. S. The British freshwater Phytoplankton, with special reference to the Desmidplankton and the distribution of the British Desmids. Proc. Roy. Soc. Ser. B. 81.

1909. Woltereck, R. Weitere experimentelle Untersuchungen über Artveränderungen, speziell über das Wesen quantitativer Artunterschiede bei Daphiden. Verh. d. deutsch. zool. Ges. XVIII.

1910. Burckhardt, G. Hypothesen und Beobachtungen über die Bedeutung der vertikalen Planktonwanderung. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiologie, III.

1910. Lemmermann E. Algen I (Schizophyceen, Flagellaten, Peridineen). Leipzig, Gebr. Borntraeger.

1910. Micoletzky, H. Zur Kenntnis des Faistenauer Hintersees bei Salzburg, mit besonderer Berücksichtigung faunistischer und fischereilicher Verhältnisse. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiologie, III.

1910. Steuer, A. Planktonkunde. Leipzig und Berlin, Teubner.

1910. Weigold, H. Biologische Studien an Lyncodaphniden und Chydoriden. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiologie. Biol. Suppl. III.

1910. Wesenberg—Lund, C. Grundzüge der Biologie und Geographie des Süßwasserplanktons nebst Bemerkungen über Hauptprobleme zukünftiger limnologischer Forschungen. Intern. Rev. d. ges. Hydrobiologie. Biol. Suppl. III.

1911. Bethge, H. Das Havelplankton im Sommer 1911. Ber. d. deutsch. bot. Ges. XXIX.

1911. Ekman, Sv. Neue Apparate zur qualitativen und quantitativen Erforschung der Bodenfauna der Seen. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiologie, III.

1911. Kolkwitz, R. Über das Kammerplankton des Süßwassers und der Meere. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. XXIX.

1911. Pascher, A. Über Nannoplankton des Süßwassers. Ber. d. deutsch. bot. Ges. XXIX.

1911. Petersen, C. G. Joh. & Jensen, P. B. Havets Bonitering I. Havbundens Dyreliv, dets Naehring og Maengde. Fiskeriberetning for 1910. Kopenhagen.

1911. Potonié und Gothan, Paläobotanisches Praktikum. Berlin, Gebr. Borntraeger.

1912. Mayer, A. Die Bacillariaceen der Regensburger Gewässer. Beschreibung der im Gebiete vorkommenden Arten und Formen mit Bestimmungstabellen. Ber. d. naturwissensch. Vereins zu Regensburg. 14.

1912. Pascher, A. Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Jena, G. Fischer.

1912. Pascher, A. Versuche zur Methode des Zentrifugierens bei der Gewinnung des Planktons. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiologie. V.

1912. Thysse, J. P. Het vogelboekje. Amsterdam, Versluys.

1912. Wesenberg—Lund, C. Über einige eigentümliche Temperaturverhältnisse in der Littoralregion der baltischen Seen und deren Bedeutung, etc. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiologie. V.

1912. West, W. and G. S. On the periodicity of the Phytoplankton of some British Lakes. Journ. Linn. Soc. Botany. Vol. XL.

1913. Brutschy, A. Monographische Studien am Zugersee. Arch. f. Hydrobiologie. VIII.

1913. Dakin, W. J. and Latarche, M. The plankton of Lough Neagh; a study of the seasonal changes in the

plankton by quantitative methods. Proc. of the Roy. Irish Ac. Dublin. sect. B. 30.

1913. Fritsch, F. E. and Rich, Fl. Studies on the occurrence and reproduction of British Freshwater Algae in Nature. Ann. de biol. lacustre VI.

1913. Kooper, J. Rapport in zake eene centrale drinkwaternvoorziening van de provincie Groningen.

1913. Schneider, G. Das Plankton der Westfälischen Talsperren des Sauerlandes. Arch. f. Hydrobiologie VIII.

1914. Brehm, V. Die Fauna der Lunzer Seen verglichen mit der der anderen Alpenseen. Intern. Rev. d. ges. Hydrobiologie VI.

1914. Lantzsch, K. Studien über das Nannoplankton des Zugersees und seine Beziehung zum Zooplankton. Zeitschr. f. wiss. Zool. CVIII.

1914. Lindau, G. Kryptogamenflora für Anfänger. Bd. 4. 1 & 2 Die Algen.

1914. Naumann, E. Beiträge zur Kenntnis des Teichnannoplanktons. Biol. Centr.bl. XXXIV.

1914. Rühle, F. E. Die Bosminen und deren Beziehungen zur Eiszeit. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiologie VI.

1914. Ruttner, F. Bericht über die Planktonuntersuchungen an den Lunzerseen. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiologie VI.

1914. Schröder, B. Über Planktonepibionten. Biol. Centr.bl. XXXIV.

1914. Schultz, M. Beiträge zu einer Algenflora der Umgebung von Greifswald. Diss. Ref. Bot. Centr.bl. 132.

1916. Ekman, Sv. Die Bodenfauna des Vättern, qualitativ und quantitativ untersucht. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiologie VII.

1916. Lauterborn, R. Die sapropelische Lebewelt. Verh. des Naturh. Medizinischen Vereins. Heidelberg. N. F. XIII.

1916. Klemm, J. Beiträge zu einer Algenflora der

- Umgegend von Greifswald. Diss. Ref. Bot. Centr.bl. 132.
 1916 en 1917. Kon. Ned. Meteorologisch Instituut.
 Jaarboek.
1916. Pallis, M. A floating reed swamp. Journ. Linn. Soc. Bot. XLIII Ref. Bot. Gaz. LXIII.
1916. Virieux, J. Recherches sur le plancton des lacs du Jura central. Annales de biologie lacustre, VIII.
1916. Warming, E. und Graebner, P. Eug. Warming's Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie Berlin, Gebr. Borntraeger.
1916. West, G. S. Algae Volume I Myxophyceae, Peridineae, Bacillarieae, Chlorophyceae, together with a brief summary of the occurrence and distribution of freshwater Algae.
1917. Blaauw, A. H. Over flora, bodem en historie van het Meertje van Rockanje. Verh. Kon. Akad. v. Wetenschappen, II sect. Dl. XIX no. 3.
1918. Redeke, H. C. Het zoetwaternannoplankton en zijn beteekenis voor de visscherij. Meded. over Visscherij 1918.
1919. Romijn, G. Verslag over de fauna der Zuid-Willemsvaart. Natura, 246.

(Als dissertatie verschenen 10 Juli 1919.)