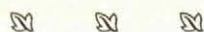


in normale gevallen ruim acht uur zouden peddelen, deden we nu dertien uur. 's Morgens om halfzes kwamen we in Tasiussaq aan, en vonden daar een der schepen in de haven liggen, een sensationele gewaarwording, nieuwe menschen te zien! Na enige uren duizelde ons alles, de brieven en kranten van huis meldden honderdmaal meer dan we opeens bevatten konden, en dan liepen er nog dertig Denen in de vestiging rond, het was verbijsterend.

Twee dagen later vertrokken we weer met het vallen van de avond met bestemming Torssukátaq. Na twee uur varen werden we zo door het zich snel op de opkomende vloedstroom verplaatsende ijs ingesloten, dat we nog net land konden bereiken. Om acht uur in de avond bleek, dat we tot de volgende morgen zouden moeten wachten, eer we verder zouden kunnen gaan, en daar we geen tent bij ons hadden, werd het overnachten in de open lucht, wat bij het heldere weer wel een koude, maar toch nog veel meer een indrukwekkende gewaarwording was. Overal om ons heen kraakte en schuurde het ijs, klonken de knallen en dreunen van afbrekende stukken. Na middernacht kwamen lage nevels door de beekdalletjes, maar al om een uur of drie steeg de zon er bovenuit, en om vier uur konden we proberen, door te gaan. We kwamen echter net even voorbij een vierhonderd meter van onze slaappleats liggende ijsberg, en moesten toen onherroepelijk omkeren, en konden in de loop van de morgen Tasiussaq weer bereiken. Later hoorden we, dat een tegelijk met ons vertrokken umiaq met bestemming Kaap Dan (25 km) 24 uur onderweg was geweest en talloze malen over het ijs had gehaald moeten worden; wij hadden het goed getroffen. Hierdoor en door andere omstandigheden werd het onmogelijk, naar Torssukátaq terug te keren, en pas drie weken later konden we in een geleende motorboot onze kisten met bagage weghalen. Nog enkele weken later kregen we gelegenheid, op onze laatste trektocht naar het binnenste van Angmagssalikfjord in Torssukátaq „binnen te lopen”, en het ons nu zo vertrouwde landschap nog eens goed aan te zien. Het was niet zonder weemoed, dat we de 23ste Augustus 's avonds om tien uur eindelijk voorgoed van Torssukátaq vertrokken, want al was ons verblijf er kort geweest, toch hadden we vele gelukkige dagen in dat barre land beleefd.

December 1933.

N. TINBERGEN.



OVER DE BETEKENIS VAN HET NANNO-OF DWERGPLANKTON IN DE NATUUR.

Onder „plankton” verstaat men, zooals bekend is, de gemeenschap van vrijelijk in het water zwevende plantaardige en dierlijke organismen. Om deze te vangen maakt men gebruik van plankton-netten, die van een uiterst nauw-mazig gaas vervaardigd worden. Men neemt daarvoor het allerfijnste zijden builgaas, waarvan de maaswijdte slechts 50 mikron bedraagt. (Eén mikron is een duizendste millimeter). Maar uit den aard der zaak ontsnappen zelfs door deze fijne mazen nog

alle organismen, die kleiner dan 50 mikron zijn. Deze allerkleinste planktertjes, die in aantal de grootere vaak overtreffen, duidt men als nanno- of dwergplankton aan en om ze te verzamelen is er geen beter middel dan een watermonster te centrifugeeren.

Meer en meer begint men in te zien, dat dit allerkleinste plankton en in het bijzonder het plantaardige of phyto-nannoplankton, dat voornamelijk uit kleine groen- en blauwwiertjes, gekleurde flagellaten, minutieuze diatomeën e.d. bestaat, van fundamentele betekenis is voor de biologische processen, die zich in het water afwickelen.

De voornaamste functie der phytoplankters is de koolzuur-assimilatie, waarbij met het zonlicht als energiebron in groene of gele kleurstoflichamen (chromatophoren) uit kooldioxyde en water onder afsplitsing van zuurstof zetmeel wordt gevormd. Door dit zijn vermogen om uit anorganische verbindingen levende stof op te bouwen vormt het phyto-nannoplankton de schakel tusschen het water en de daarin levende dieren.

De hogere landplanten nemen het koolzuur uit de lucht op, de phytoplankters uit het hen omringende water. Zij zijn daarvoor goed ingericht: eencellig en klein, van alle zijden omspoeld door het water en met een groot relatief oppervlak, zoodat de diffusie door den celwand zeer snel kan plaats vinden.

Tengevolge van de eencelligheid dezer organismen kunnen wij het systeem water-nannoplankton als een makro-heterogeen scheikundig systeem beschouwen en berekenen, dat daarin de diffusie-snelheid grooter is dan de reactiesnelheid van het assimilatieproces in de chromatophoren. Voorts heeft men uit theoretische beschouwingen afgeleid, dat de totale oppervlakte van het nannoplankton — tengevolge van de grootere diffusie-snelheid — evenredig moet zijn aan de koolzuur-concentratie van het water; m.a.w., het water is onder normale omstandigheden verzadigd met nannoplankton.

Inderdaad vindt men bij maximale productie („Hochproduktion”) dikwijls enorme hoeveelheden van die kleine eencellige organismen in het water; van sommige soorten vaak meer dan een half miljoen individuen per kubieke centimeter, zoodat het water duidelijk groen gekleurd is, een verschijnsel, dat wij vooral des zomers in onze Noord-hollandsche polderwateren en al heel fraai in de Amsterdamsche grachten kunnen waarnemen.

Wat zijn nu de koolzuur-bronnen voor het nannoplankton? Men zou in de eerste plaats kunnen denken aan de lucht. Maar verschillende onderzoekers hebben berekend, dat de totale oppervlakte van het nannoplankton in één kubieken meter oppervlakte-

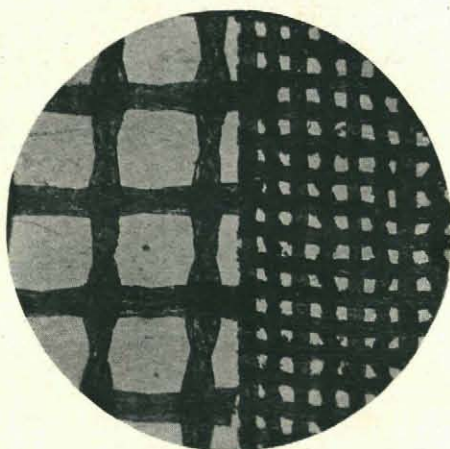


Fig. 1. Links: grof planktongaas (No. 2), maaswijdte $\pm 0,25$ mm. Rechts: het fijnste gaas (No. 25), maaswijdte $\pm 0,05$ mm. (Vergr. $\times 40$).

water tot 50 vierkante meters kan bedragen. Dat wil dus zeggen, dat iedere kubieke meter water in de laag van één meter diepte (oppervlaktelaag) met slechts één vierkanten meter lucht en 50 vierkante meters nannoplankton in aanraking is. Men kan zich moeilijk voorstellen, dat het benodigde koolzuur kan worden geleverd door een zooveel kleiner oppervlak, dan dat der phytoplankters, die het verbruiken.

De koolzuurbron bevindt zich dus in het water en het kooldioxyde is daarin of vrij of halfgebonden, in den vorm van hydrocarbonaten, aanwezig. Het vrije koolzuur in het water wordt geproduceerd door de daarin levende dieren, die zuurstof verademen en daarbij kooldioxyde afgeven, maar voornamelijk door bacteriën.

In vele wateren wordt echter in het geheel geen vrij koolzuur aangetroffen, daar dit steeds door het phyto-nannoplankton verbruikt wordt, terwijl dit zich toch nog verder ontwikkelt en daarbij de hydrocarbonaten ontleedt. In laatste instantie is de ontwikkeling van het phyto-nannoplankton dus afhankelijk van de beschikbare

hoeveelheid hydrocarbonaten.

De tweede belangrijke factor voor de ontwikkeling van het phytonannoplankton is het licht, dat immers onmisbaar is voor de assimilatie.

De optimum-lichtintensiteit voor de assimilatie van het nannoplankton komt overeen met de geringere lichtsterkten in de poolstreken. Deze omstandigheid maakt het voor het nannoplankton mogelijk over de heele wereld onder optimale lichtomstandigheden te leven, terwijl het in het tegenovergestelde geval alleen in de tropen mogelijk zou zijn.

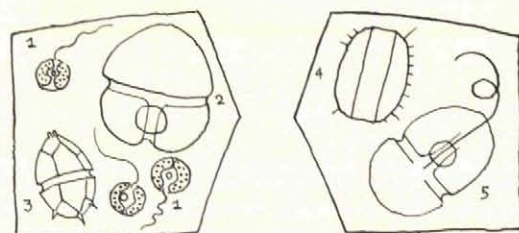


Fig. 2. Twee maas-openingen van het fijnste planktongaas (No. 25) met verschillende nannoplanktertjes, die door de mazen glijpen.

1 = *Chrysococcus*; 2 = *Glenodinium*; 3 = *Perridinium*; 4 = *Thalassiosira*; 5 = *Gymnodinium*.
(Vergr. $\times 600$).

Naar schatting bedraagt de optimale lichtintensiteit tusschen $\frac{1}{4}$ en $\frac{1}{2}$ van direct zonlicht. Daar de nannoplankters zich het sterkst vermenigvuldigen bij maximale assimilatie, is het begrijpelijk, dat het nannoplankton zich het rijkst ontwikkelt in die lagen, waar optimale lichtcondities heerschen. Wij vinden het dan ook in de poolzeeën het rijkst ontwikkeld in de lagen onmiddellijk onder de zee-oppervlakte en dieper naarmate men meer den equator nadert. Doch het water absorbeert juist de meest actieve der voor de assimilatie benodigde stralen: vandaar dat het rijke planktonleven der poolzeeën nimmer geëvenaard wordt door dat der oceanen in de tropen.

De optimale temperatuur voor de assimilatie is $31^{\circ}.4$. Dergelijke temperaturen in het water zijn overal uitzondering. Voorts valt de overvloedige ontwikkeling van het nannoplankton samen met de lage temperatuur in hogere breedten en in grooter diepte van de zee. De temperatuur schijnt dus geenerlei invloed te hebben op zijn regionale verbreiding.

In constante milieus (constant ten opzichte van voedingszouten en licht) varieert de temperatuur echter met het jaargetijde en vinden wij derhalve een toenemende

assimilatie, totdat het water zijn maximale temperatuur bereikt, en dientengevolge een toename van het aantal individuen. Daar deze echter bepaald is door de beschikbare hoeveelheid koolzuur, zou de vermeerdering spoedig haar grens bereiken, indien er geen consumenten in het water waren.

Dit nu zijn de dieren uit het plankton, voornamelijk Raderdieren en Crustaceën (roei-pootkreeftjes en watervlooien), die zich met phytonannoplankton voeden en daarom „heterotrooph” genoemd worden in tegenstelling met de chlorophyll bevattende planten, die „autotrooph” zijn. Vandaar, dat zich in wateren, die rijk aan voedingsstoffen voor de planten, z.g.n. „eutrooph” zijn, onder normale omstandigheden ook een rijk dierlijk plankton ontwikkelt.

Nu zijn evenwel niet alle wateren eutrooph. Op voedselarmen bodem b.v. is het water arm aan opgeloste stoffen en dientengevolge ook arm aan phytoplankton. Zulke wateren noemt men daarom „oligotrooph”; zij zijn kalk-arm en reageeren zuur. Voorbeelden daarvan zijn ook in ons land te vinden: al onze ongerepte vennen, heiplassen en veenwateren op het diluvium behooren tot dit type.

Toch vindt men in zulke oligotrophe wateren vaak een individuen-rijk dierlijk plankton, vooral bepaalde soorten van Crustaceën, die zich met uiterst fijn verdeelde, uitgevlokte humusstoffen voeden. Omtrent de samenstelling dezer stoffen is nog zoo goed als niets bekend, maar omtrent de herkomst staat vast, dat zij òf in het water zelf uit vergane plantendeelen ontstaan (autochthone detritus), òf uit den omringenden bodem worden toegevoerd (allochthone detritus). De bovenbedoelde Crustaceën voeden zich, gelijk uit het onderzoek van den darminhoud blijkt, nagenoeg uitsluitend met deze uiterst fijn verdeelde partikeltjes, die zij met behulp van hun waaivormige monddeelen uit het omringende water affiltreeren. Het zijn derhalve alle, wat men in de Duitsche literatuur als „Strudler” vindt aangeduid; filtratoren of turbulenten zou men ze kunnen noemen.

Daartegenover staan de echte roofdieren onder de plankters, de soorten, die hun buit najagen en met hun stekende monddeelen oppikken en vervolgens verslinden: de jagers of mordenten. Dit type ontbreekt in oligotrooph water, omdat de kleinere dierlijke plankters, die hun prooi vormen, zich daarin niet kunnen ontwikkelen.

Het zijn alles bijeengenomen slechts weinige en zeer bepaalde diersoorten, die in de zure, kalkarme wateren kunnen leven. Verschillende soorten worden thans nog wel als overblijfselen uit den ijstijd, als zgn. „glaciaalrelikten” beschouwd, maar het is waarschijnlijk, dat zij overal voorkomen, waar voor hen passende levensvoorwaarden gevonden worden en dat de glaciaalrelikten-hypothese als middel ter verklaring hunner verspreiding op den duur overbodig zal blijken te zijn.

Dr. H. C. REDEKE.