

# Zeven criteria voor hypertrofie

## Inleiding

In de loop der jaren zijn van verschillende meren, boezems en andere wateren maandelijks chemische en planktonanalyses gemaakt volgens een standaardmethodiek. De gegevens hiervan zijn in rapporten vastgelegd en dienen als achtergrond voor de beschouwingen in dit artikel. De aspecten waar het hier om gaat zijn de verschijnselen van hypertrofiëring en zuurstofverzadiging in onze binnenwateren. In voorjaar, zomer en najaar van 1960 werd een vergelijkend onderzoek gedaan van de



P. LEENTVAAR  
Rijksinstituut voor Natuurbeheer  
Leersum

voornaamste grote meren in ons land, omdat we in die tijd vrijwel geen gegevens hadden over plankton- en chemische samenstelling. De resultaten hiervan zijn samengevat in een kort artikel (Leentvaar 1963). Omdat het noodzakelijk is voor een goede hydrobiologische karakteristiek van een water tenminste een jaarcyclus te hebben, werd in volgende jaren getracht geleidelijk dit doel te bereiken door maandelijks bemonsteringen van een of meer meren. Er is op deze wijze een en ander vastgelegd, maar het behoeft geen betoog dat er ook veranderingen zijn opgetreden ten gevolge van verontreiniging, eutrofiëring, wijziging in waterhuishouding etc. Getracht wordt kort samen te vatten wat de gegevens over zuurstofgehalte, potentiële zuurstofproductie, hypertrofie en planktonperiodiciteit hebben opgeleverd.

In de praktijk noemen we hypertrofie het verschijnsel van overmatige planten- of algengroei als gevolg van overdadige bemesting (Leentvaar 1978). We hebben hiermee blijkbaar een idee van een 'gezonde' maat voor de trofie en de relatie tot beschikbare nutriënten (Leentvaar 1970). Het hoe, wat, waar en waarom van defosfatering en/of stikstofverwijdering is in discussie (Fosfaat-symposium 1978). We zijn het er verder over eens dat hypertrofie evenzeer als saprobie in ons oppervlaktewater bestreden moet worden. Een beschouwing over aspecten van de hypertrofie zoals hieronder gegeven kan meer inzicht geven in het probleem.

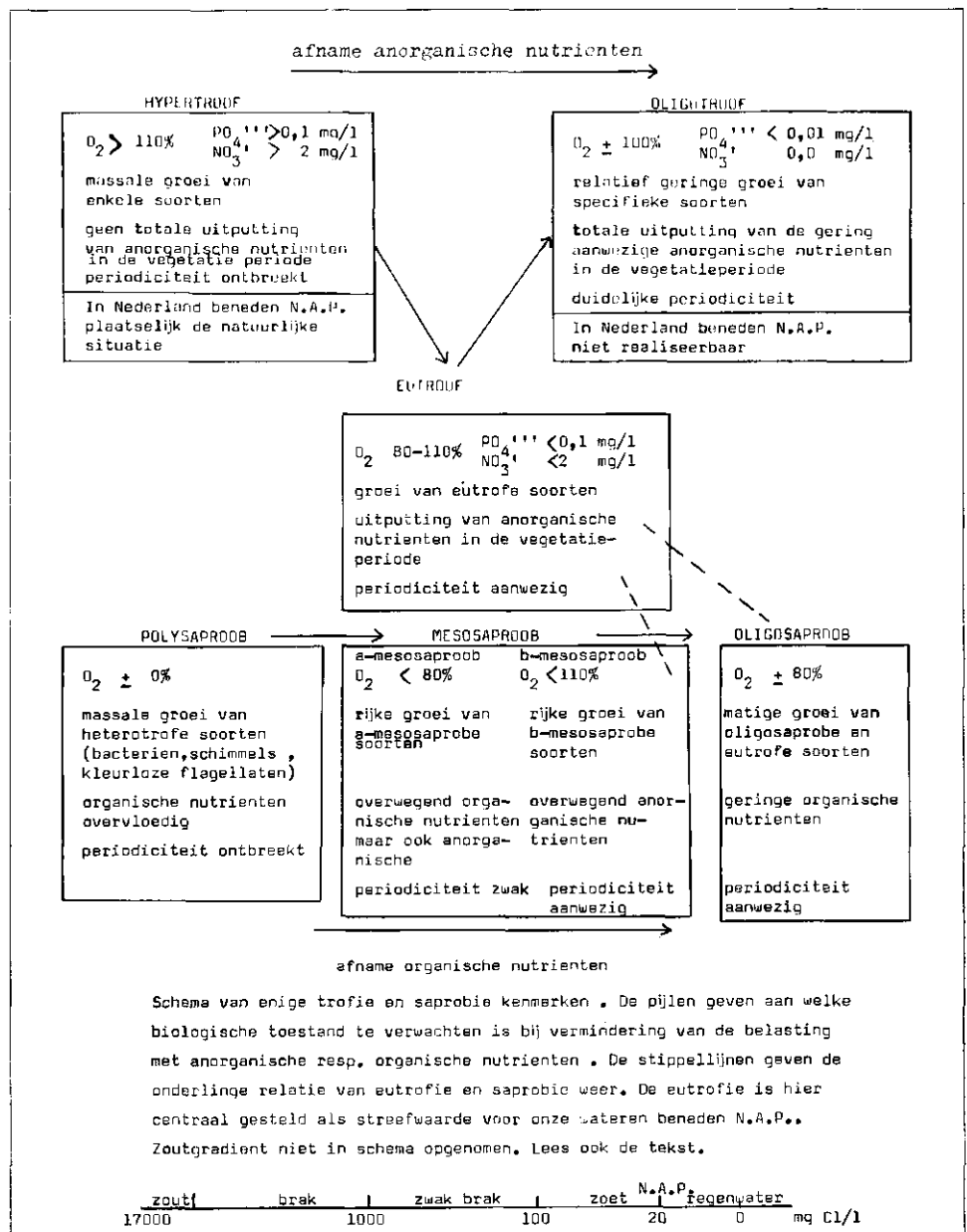
## De verwevenheid van trofie en saprobie

In ons land is oligotroof water zeldzaam. We vinden het op de hoge gronden in

vennen. Eutroof water, d.w.z. voedselrijk water dat niet overbelast is met nutriënten en waarin normale planktonperiodiciteit optreedt, wordt ook steeds zeldzamer en is voornamelijk nog aanwezig in natuurreservaten en geïsoleerde wateren. In de lage delen van ons land is het water van nature voedselrijk zowel door aanvoer uit de rivieren als door de aard van de ondergrond. Als bijzonderheid komt hier nog bij het brakke karakter van zowel oppervlaktewater als grondwater waardoor vergelijking met de zeer zoete continentale wateren kritisch moet worden bezien. De ionencombinatie is anders, er zijn indicatoren voor (zwak) brak water, hoewel we gewoon zijn deze wateren als eutroof aan te duiden. Hypertroof water is thans een veel voorkomend watertype in ons land. Met als uit-

gangspunt de natuurlijke eutrofe toestand is door de eutrofiëring hypertrofie met onderdrukte planktonperiodiciteit een meer en meer gewoon verschijnsel geworden. Dit neemt niet weg dat sommige meren altijd reeds van nature hypertroof geweest kunnen zijn, zonder menselijke invloed door voedselrijkdom van de bodem. Lauterborn gaf hierover in 1978 aanwijzingen in zijn planktonbeschrijvingen.

Een gevolg van de nivellering in watertypen is ook dat het steeds moeilijker is geworden gradiënten van oligotroof via mesotroof naar eutroof te vinden, evenals het proces van biologische zelfreiniging dat we vroeger zelfs in kanalen en vaarten in gradiënten konden vervolgen. In de gradiënten kunnen we oligotrofe, mesotrofe en eutrofe indicatorsoorten onderscheiden die zich bij voor-



keur in deze milieus ophouden. Ditzelfde vinden we in de reeks polysaprob, mesosaprob, oligosaprob waar soorten optreden die voorkeur vertonen voor de mate van organische belasting. Bacteriële processen waarbij de dissimileerbare organische stoffen worden gemineraliseerd, spelen de hoofdrol. Polysaprob water met massale ontwikkeling van bacteriën zouden we ruim genomen ook hypertroof kunnen noemen. Het begrip hypertroof beperkt zich echter tot massale ontwikkeling van fysiologisch autotrofe en mixotrofe organismen, die we in de mesosaprobe en oligosaprobe fase aantreffen. Dergelijke soorten vinden we ook in de trofiereeks.

Een van de kenmerken van trofie en saprobie is het gedrag van zuurstof. In mesosaprob water komt over- en onderverzadiging van zuurstof voor evenals in bepaalde wateren die we als hypertroof karakteriseren. Het verschil is echter dat vooral in b-mesosaprob water saprobie en trofie naast elkaar maar ook afhankelijk van elkaar voorkomen en dat bij hypertrofie de saprobie een geringe rol speelt. Bij hypertrofie is er een overbelasting met anorganische nutriënten. Het is niet voor niets dat we dit onderscheid naar voren brengen. Immers wanneer we optimistisch zijn, kunnen we verwachten dat de organische belasting van de wateren zal verminderen door de toename van het aantal conventionele zuiveringsinstallaties. De saprobie wordt bestreden en neemt af. De hypertrofie blijft bestaan en neemt toe als er geen maatregelen genomen worden om ook de anorganische nutriëntenbelasting te verminderen.

#### Het verschil tussen mesosaprobie en hypertrofie

Behalve het hierboven aangegeven verschil tussen mesosaprobie en hypertrofie is er een verschil in effecten aan te geven. Doordat in het mesosaprobe milieu zowel anabolische als katabolische processen gelijktijdig plaatsvinden, vinden we sterke zuurstoffluctuaties in de dag- en nachtcyclus maar ook in de jaarcyclus. In de nacht kan het zuurstofgehalte zo sterk dalen dat vissterfte kan optreden, vooral wanneer totale zuurstofuitputting reductieprocessen in gang zet waarbij giftige afbraakproducten vrijkomen. Overdag kan er oververzadiging optreden, maar de schade aan vissen wordt onder saprobie omstandigheden in hoofdzaak veroorzaakt in de nacht en niet overdag. Dit is een verschil met water uit de trofiereeks. In oligotroof en eutroof water zijn de reductieve processen ondergeschikt aan de oxydatieve potenties zodat zuurstofverzadigingswaarden tussen 80-100 % regel zijn.

Zowel overdag als 's nachts is er voor vis voldoende zuurstof. Bij hypertrofie, waar onder hier verstaan wordt water dat overbemt is met anorganische nutriënten (met als gevolg massale algengroei), kan overdag oververzadiging van 200 % en zelfs meer voorkomen. Dit verschijnsel is ongunstig voor vissen omdat er dan gasbellen worden gevormd die de slijmhuud aantasten.

's Nachts daalt het zuurstofgehalte door de ademhaling van de biomassa maar geeft geen aanleiding tot anaërobie. De vis ondervindt dus bij hypertrofie overdag schade. Bij extreme hypertrofie met hoge oververzadiging overdag kan ook 's nachts oververzadiging aanwezig blijven. De zuurstofafname door ademhaling van de biomassa is gering (Berger 1975), de reductieve potentie is per definitie eveneens gering want er is een geringe belasting van makkelijk dissimileerbare organische stof, zowel van allochtone als van autochtone oorsprong. Dit laatste leidt tot de veronderstelling dat niet alleen nutriënten als fosfaten en nitraten door short-cycling in de biomassa worden vastgehouden maar ook organische stoffen die in de stofwisseling een rol spelen zolang afsterving van algen niet gaat overheersen. De anorganische overbelasting blijft bestaan door de allochtone overmaat; de organische belasting is gering door de short-cycling.

In de meeste wateren treffen we zowel een anorganische als een organische nutriëntenbelasting aan en daarom is het vaak moeilijk uit te maken of we met saprobie of hypertrofie te maken hebben. In de discussies over saprobiologie wordt de vraag gesteld of bij de biologische zelfreiniging de processen van saprobie en trofie naast elkaar bestaan of in afhankelijkheid van elkaar (Sládeček 1973). Zowel het een als het ander is mogelijk. Omdat we de processen in hun gecompliceerdheid niet volledig kennen, moeten we verschillende aspecten bij de beoordeling betrekken, zoals de soortensamenstelling die de saprobie- en trofiereeks kenmerken. Van deze indicatorsoorten moeten we dan hun levensvoorwaarden kennen zoals de reeds genoemde fysiologische mixotrofie resp. heterotrofie of autotrofie. Per soort weten we hier weinig van.

#### Criteria voor hypertrofie

Als criteria voor hypertrofie zouden genoemd kunnen worden:

1. massale groei van een gering aantal dominante soorten;
2. onderdrukking van de planktonperiodiciteit;
3. geen totale uitputting van de nutriënten in de vegetatieperiode;

4. hoge zuurstofoververzadiging overdag en geen onderverzadiging 's nachts;
5. lage concentraties reductieve organische stoffen;
6. hoge biologische troebelings;
7. hoge potentiële zuurstofproductie het hele jaar door.

ad 1. Massale groei van een gering aantal dominante soorten is de visuele exponent van hypertrofie. Deze kan incidenteel of permanent gedurende het hele jaar door voorkomen en de betrokken soorten zijn meestal die soorten die we ook bij eutrofie en b-mesosaprobie aantreffen. Het water wordt gekleurd door fytopigmenten. Algenbloei in saprob of guanotroof milieu kleurt het water ook intensief maar de aanwezige soorten zijn bekend als saprobe soorten bijv. sommige Euglenae (er moet dan van hypertroof-saprob water gesproken worden).

ad 2. Massale groei van een of meer soorten gedurende het hele jaar onderdrukt de normaal voorkomende periodiciteit van andere soorten; de periodiciteit van deze soorten zelf is ook verloren gegaan. Omdat dit geen gevolg is van onvoldoende nutriënten kanlichtschaduw van de cellen de voornaamste storende factor zijn. De soorten die tot permanente massale ontwikkeling komen, zijn in staat zich aan winterse omstandigheden aan te passen, op zijn minst in latente toestand. Afsterving in de herfst hoeft geen zichtbare verandering in planktondichtheid te geven: de afsterving zou wel eens gelijke tred kunnen houden met de reproductie. Ook hogere waterplanten zoals waterpest en fonteinkruiden kunnen hypertrofie vertonen. Meestal sterven deze planten af in de herfst zodat hiervoor de periodiciteit blijft bestaan.

ad 3. Bij normale eutrofie en periodiciteit worden anorganische voedingsstoffen zoals fosfaten en nitraten in de vegetatieperiode geheel uitgeput. In de zomer van 1960 vonden we in de grote meren meestal geen aantoonbaar orthofosfaat (< 0,03 mg PO<sub>4</sub>/l) het gemiddelde van voorjaar, zomer en herfst was 0,1 mg/l. Ook nitraat werd veelal uitgeput. Thans is het jaargemiddelde meestal meer dan 0,1 mg PO<sub>4</sub>/l met regelmatige waarden van 1 of meer mg/l. Tegelijk nam de biomassa toe. Er is hypertrofie met in de vegetatieperiode aantoonbare hoeveelheden opgelost fosfaat en nitraat. Waar dit niet het geval is, is het fosfaat en nitraat in de biomassa opgeslagen. Opslag in sedimenten laten we hier buiten beschouwing. In de landbouw is er ook sprake van overbemesting. De toegevoegde voedingsstoffen worden niet volledig verbruikt; dit is

oneconomisch. Hypertrofie is vanuit het oogpunt van milieubeheer ongewenst; terugkeer naar de eutrofe situatie zou gewenst zijn.

ad 4. Zuurstofverzadiging van meer dan 110 % overdag vinden we in hypertrofe wateren maar ook in mesosaprobe ten gevolge van de assimilatieactiviteit van de autotrofe organismen. Volgens dit criterium is bijv. het IJsselmeer thans hypertroof, omdat in verschillende perioden meer dan 110 % oververzadiging aan zuurstof aanwezig is met relatief lage BOD. Bij hypertrofie kan er ook 's nachts oververzadiging voorkomen. Er is ook water van hypertroof karakter waarin de zuurstof weinig oververzadigd of zelfs onderverzadigd is, maar dan is de potentiële zuurstofproductie groot (zie ad 7). Zoals bij alle waterkwaliteitsbeoordelingen kan er niet uitgegaan worden van één criterium.

ad 5. Er is reeds gesteld dat er bij hypertrofie per definitie een lage belasting met dissimileerbare organische stof aanwezig is. Bij een hoge BOD is er saprobie, hoewel we dan ook, afgaande op het criterium hoge zuurstofverzadiging (bij mesosaprobie) een hypertroof aspect herkennen. Overbemesting met organische stoffen leidt tot saprobie en niet tot typische hypertrofie, omdat in de nutriëntencyclus de omzetting van opgeloste organische stoffen door de grote aantallen bacteriën intenser is dan de opname van anorganische nutriënten door de autotrofe fytoplankters. Fysiologisch mixtrofe soorten profiteren ook van de situatie zodat de samenstelling van het plankton saprobiëklassen weerspiegelt. In deze beschouwing moeten we ook opnemen dat hypertrofie kan afwisselen met saprobie, bijv. wanneer in de herfst in een hypertroof water door afsterving op-hoping van organische stof plaatsvindt.

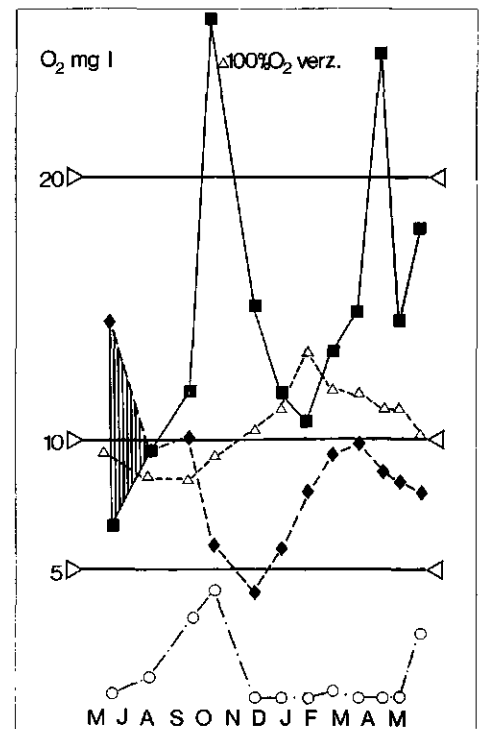
ad 6. Door massale ontwikkeling van algen ontstaat een biologische troebeling (bioturbidity). De fytopigmenten geven een groene of bruine kleur aan het water. Door lichtschaduw worden sommige soorten in hun ontwikkeling bevorderd, andere onderdrukt. Vooral blauwwieren zijn in staat bij lagere lichtintensiteiten zich goed te ontwikkelen. In veel van onze wateren vinden we nu deze biologische troebeling. Helder water is zeldzaam. Tevens is de bodembegroeiing met ondergedoken waterplanten op vele plaatsen achteruitgegaan door de lichtonderschepping.

ad 7. De potentiële zuurstofproductie als criterium voor de hypertrofie wordt hier gepresenteerd omdat in de loop der jaren bij de jaarcyclussen van bemonsterde

wateren behalve het actuele zuurstofgehalte ook de zuurstofconsumptie en de potentiële zuurstofproductie bepaald werden. De bepaling van de BOD is bekend. De bepalingen geschieden hier ruwweg door zuurstofflesjes gedurende 5 dagen resp. in donker en permanente belichting bij  $\pm 20^\circ\text{C}$  weg te zetten en de eindwaarde te bepalen. Op de merites van deze ruwe bioassay gaan we niet in. De grafieken van de jaarcyclussen spreken voor zichzelf en volgen hieronder. Het is een greep uit vele andere.

#### Voorbeelden van jaarcyclussen

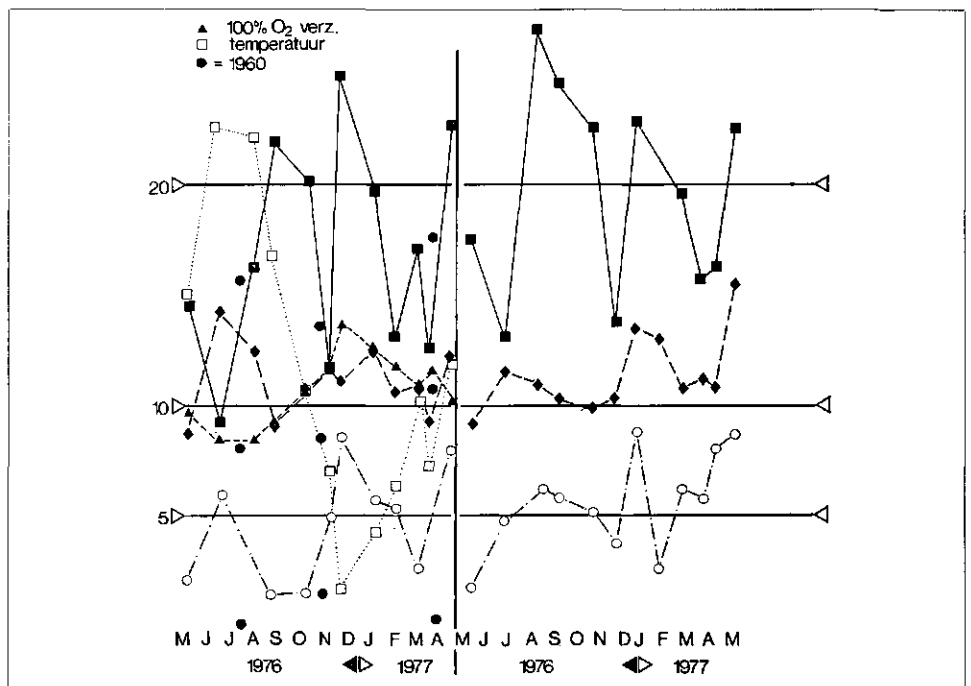
Leentvaar (1963) heeft een overzicht gegeven van de bepalingen bij het onderzoek van 1960. Daarin zien we dat de zuurstofverzadiging in onze meren rond 80 % lag, dat de Rijn sterk onderverzadigd was en dat de krekken van het zoetwatergetijdengebied van de Biesbosch alleen in de zomer een hoge oververzadiging vertoonden. De potentiële zuurstofproductie was laag in de Vechtplassen en het Veluwemeer evenals de zuurstofconsumptie. De Friese, Hollandse en Groningse meren vertoonden een hoge potentiële zuurstofproductie met veel fytoplankton, voornamelijk de blauwwieren *Oscillatoria agardhii*, *O. redekei*, *Lyngbya limnetica*, *Aphanizomenin flosaquae*, *Anabaena spp.* en *Microcystis aeruginosa*; de diatomeeën *Melosira spp.* en *Synedra delicatissima*; de groenwieren *Scenedesmus sup.* en *Pediastrum spp.* en andere. Behalve de Vechtplassen en het

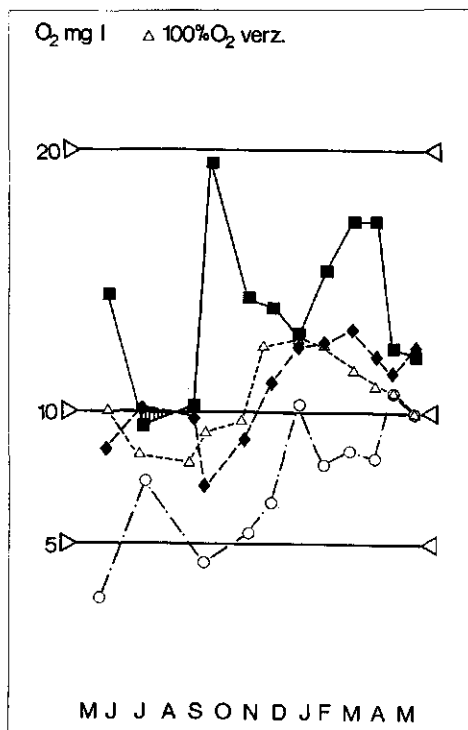


Afb. 2 - Breevaart bij Reeuwijk in 1976/77. Meestal onderverzadigd met sterke zuurstofconsumptie en sterke zuurstofproductie. Hypertroof-saprob.

Veluwemeer, zwak eutroof, waren vrijwel alle meren reeds hypertroof als we de potentiële zuurstofproductie als criterium nemen, terwijl ook de fytoplanktonbiomassa reeds aanzienlijk was. Nemen we als criterium de actuele zuurstofverzadigingswaarde, dan zou in 1960 alleen de Biesbosch

Afb. 1 - Reeuwijkse plassen. Twee voorbeelden van de jaarcyclus van 1976/77. Bij vrijwel iedere bemonstering positieve uitslag van de lichttest. Gearceerd: negatieve uitslag. x Permanente bloei van blauwwieren. Permanente hypertrofie.  $\blacklozenge$  =  $\text{O}_2$  actueel;  $\blacksquare$  =  $\text{O}_2$  licht;  $\circ$  = donker.





Afb. 3 - Zandwinplas Broekvelden bij Reeuwijk in 1976/77. Epilimnion over- en onderverzadigd. Minder sterke zuurstofproductie dan in de ondiepe plassegedeelten en lage zuurstofconsumptie. Hypertroof.

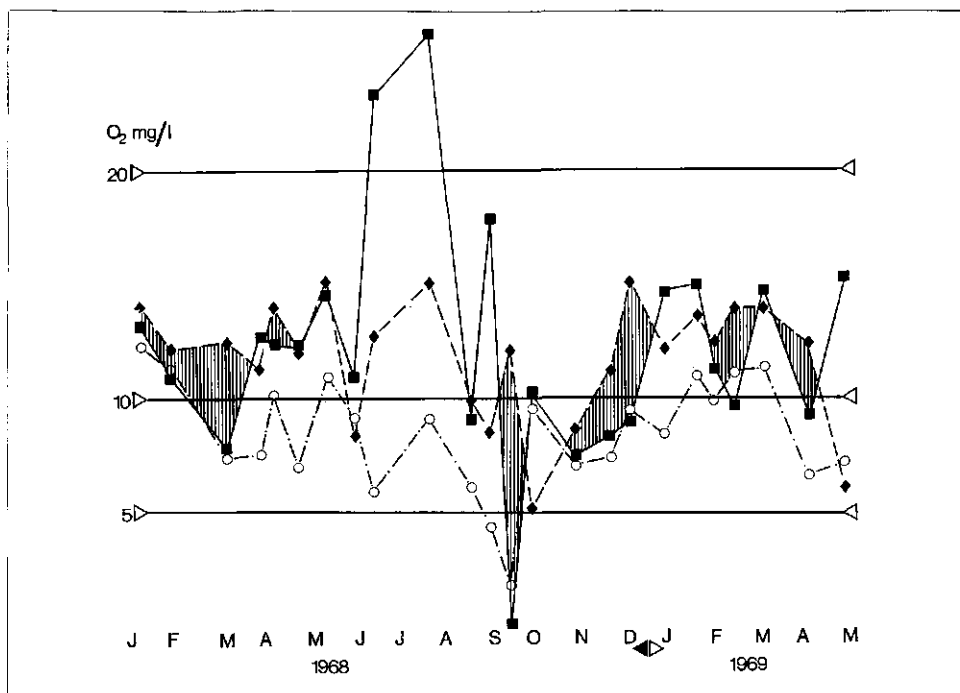
als hypertroof water kunnen worden gekarakteriseerd, want de andere meren vertoonden zelden een oververzadiging > 110 % en in den regel onderverzadiging. Uit de lichttest bleek de hypertrofie. Thans wordt in veel meren regelmatig sterke oververzadiging gevonden. Het IJsselmeer is reeds genoemd. Recent onderzoek in 1976/77 vond plaats in de Reeuwijkse Plassen waar op 19 monsterplaatsen maandelijks bepalingen werden gedaan (afb. 1, 2 en 3). Het viel hierbij op dat de krommen in jaarcyclus grote overeenkomst vertoonden in actueel zuurstofgehalte met over- en onderverzadiging, dat de eindwaarden van de donkertest ruwweg overeenkwamen en zelden totaal verbruik van zuurstof vertoonden en dat de lichttest een hoge produktie vertoonde met grote verschillen die vrijwel het gehele jaar door een positieve uitslag gaven. In de grafieken is gearceerd aangegeven wanneer de uitslag negatief was. Er werd ook in de winter zuurstof geproduceerd; het fytoplankton blijft dus vitaal. Afb. 1 geeft via twee voorbeelden weer hoe de jaarcyclus op de verschillende punten verliep. In afb. 2 is de afwijkende jaarcyclus gegeven van de Breevaart, waar door de lozing van effluent in dit kanaal grote onderverzadiging en sterke zuurstofconsumptie aanwezig is, maar wel altijd een positieve potentiële zuurstofproductie. Het orthofosfaatgehalte komt hier niet beneden 1 mg/l. In dit geval hebben we met hyper-

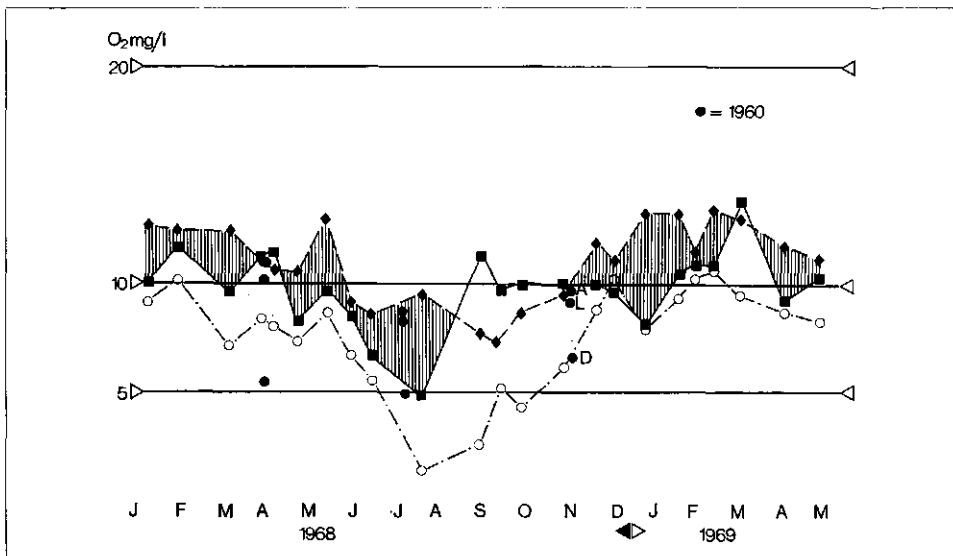
troof-mesosaproob water te maken. Vergelijkbaar hiermede is het Hilversums Kanaal in het Vechtplassegebied (1968/69). Afb. 3 geeft de jaarcyclus weer van de diepe zandwinplas Broekvelden in dit gebied met eveneens een afwijkende jaarcyclus: er is een vrij hoge potentiële zuurstofproductie die bij vrijwel iedere bemoning positief was; er is oververzadiging in zomer en winter, onderverzadiging in herfst maar het opvallendst is de jaarcyclus van het zuurstofverbruik die altijd laag is vergeleken met de andere ondiepe plassegedeelten van Reeuwijk. We zien uit deze waarneming dat het epilimnion van de zandwinplas hypertroof is. Uit de chemische analyse is gebleken dat er een overmaat aan anorganische nutriënten is met maxima van 0,29 mg PO<sub>4</sub>/l en extreme waarden van 60 mg NO<sub>3</sub>/l. De zuurstofconsumptie is laag omdat het reductieve organische materiaal uit het epilimnion is gezakt naar het hypolimnion. Het epilimnion van deze zandwinplas benadert dus goed de gestelde definitie voor hypertrofie: overdadige bemesting met anorganische nutriënten. Er is echter geen overmatige planktongroei zoals in de ondiepe plassen van Reeuwijk waar massale bloei van *Lyngbya limnetica* en *Oscillatoria agardhii* permanent aanwezig is. De blauwieren *Lyngbya limnetica*, *Oscillatoria agardhii* en *O.redekei* komen periodiek tot grote bloei zoals in eutroof water. Gezien de zeven criteria voor hypertrofie zou hier van tijdelijke hypertrofie gesproken kunnen worden. De relatief lage zuurstofconsumptie in het epilimnion

van diepe zandwinplassen in de jaarcyclus van de Wijde Blik bij Vreeland (afb. 4) toont hetzelfde beeld als Broekvelden maar de lichttest is er vaker negatief (gearceerde gedeelten). Dominant in de zomermaanden is hier het blauwwier *Oscillatoria agardhii*. De diepe zandwinrecreatieplas van Maarsseveen (1968, 1974) heeft eveneens een lage zuurstofconsumptie in het epilimnion, de planktonontwikkeling is gering met in hoofdzaak groenwieren en diatomeeën; het nutriëntengehalte is laag en de lichttest is meestal negatief. De plas is oligotroof-zwak eutroof met zeer helder water hetgeen zeldzaam is in ons land. In het Vechtplassegebied is de waterleidingplas van Loenderveen een voorbeeld van een ondiepe eutrofe laagveenplas (afb. 5). Er is een geringe potentiële zuurstofproductie die alleen in de zomer positieve waarden geeft (1968/69). De plas is geïsoleerd van de andere Loosdrechtse plassen en afb. 6 laat zien dat de Eerste Plas een hoge potentiële zuurstofproductie heeft die overwegend positief is (1968/69). Er is meer zuurstofconsumptie in zomer en herfst, maar de jaarcyclus van het actuele zuurstofgehalte is vrijwel identiek met Loenderveen. Het plankton is rijk aan blauwieren *Oscillatoria redekei*, *O.agardhii*, *Lyngbya limnetica* en *Microcystis*; in het voorjaar ook *Diatoma elongatum*.

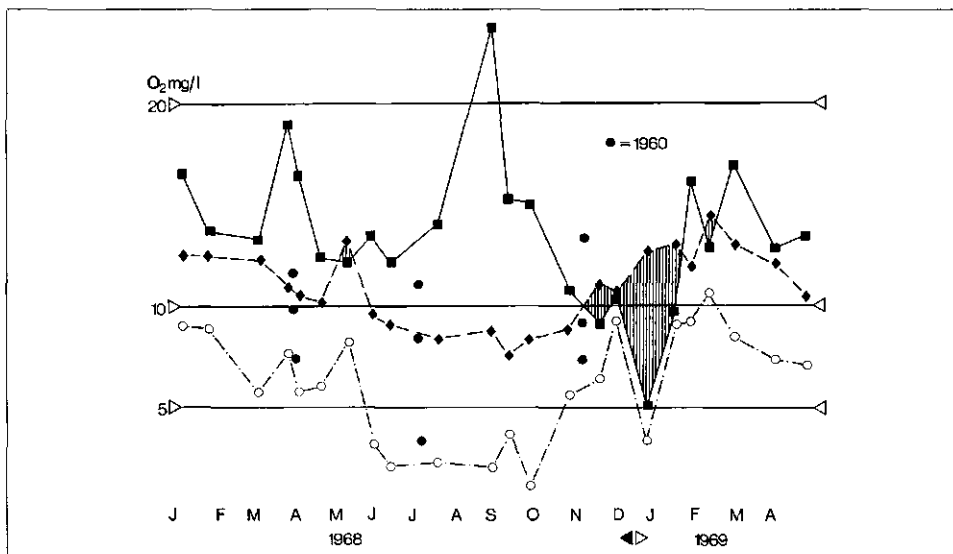
De plassen zijn minder hypertroof (1968/69) dan de Reeuwijkse Plassen thans (1977). Vergelijk ook de waarden van 1960 in de afbeeldingen. De waarnemingen in het ondiepe Veluwemeer (afb. 7) en Eemmeer

Afb. 4 - Zandwinplas de Wijde Blik bij Vreeland 1968/69. Tijdelijke hypertrofie met overwegende negatieve uitslag van de lichttest. Lage zuurstofconsumptie. Vgl. afb. 3.





Afb. 5 - Loenderveense plas in 1968/69. Eutroof. Door isolatie van andere plassen weinig veranderd sedert 1960.



Afb. 6 - 1e Loosdrechtse plas. Invloed van Vechtwater in zomer. Hypertroof.

TABEL I.

|                      | lichttest gedurende het jaar    |                           |                       |
|----------------------|---------------------------------|---------------------------|-----------------------|
|                      | maximale zuurstof-<br>productie | aantal malen<br>pos. neg. | planktonperiodiciteit |
| oligotroof           | < 10 mg/l                       | neg. > pos.               | aanwezig              |
| eutroof              | < 10 mg/l                       | neg. in winter            | aanwezig              |
| acut hypertroof      | < 20 mg/l                       | n.v.t.                    | aanwezig, gestoord    |
| tijdelijk hypertroof | 20 mg/l                         | neg. in winter            | versluierd            |
| permanent hypertroof | 20 mg/l                         | pos. op ieder moment      | permanente bloei      |

in 1968 tonen ook hypertrofie door de massale ontwikkeling van vooral *Oscillatoria agardhii*. Tevens is er sterke zuurstofconsumptie door saprobe belasting. Het zou dit artikel te lang maken om alle waarnemingen van jaarcyclussen op te sommen, of meer op de details in te gaan. Eutrofie werd gevonden in het Naardermeer Noord, het zuidelijk deel was hypertroof (1965); hypertrofie in de Biesbosch

(1971) na sluiting van het Haringvliet in 1970; eveneens in het Hollands Diep (1977), zowel in monsters van de oppervlakte als in een verticale serie, in dit geval veroorzaakt door groenwieren en diatomieën, blauw-wieren waren weinig aanwezig. Hypertrofie werd ook vastgesteld in het Leekstermeer (1968; blauw-wieren); het Bergumermeer (1970 t/m 1974) was ook hypertroof door dominante blauw-wieren (Kema-rapporten).

In tabel I is een onderscheid in hypertrofie gemaakt. Permanente hypertrofie veronderstelt een steady state die alleen kan bestaan door permanente toevoer van een overmaat aan voedingsstoffen van buiten de biomassa. De toevoer kan vanuit de bodem van het waterbassin en van buiten het waterbassin plaatsvinden, zowel door natuurlijke oorzaken als door permanente menselijke handelingen. Bij tijdelijke toevoer treedt tijdelijk hypertrofie op. In het vegetatieperiode kan dit optreden buiten de normale planktonperiodiciteit, zodat verschuiving in bloei-perioden wordt waargenomen. Zo vinden we na het droogvallen van een water bij vulling een tijdelijke opbloei van algen, evenals bij het vullen van een stuwmeer.

Wanneer in het voorjaar de watertemperatuur 9 - 10 °C is geworden, geeft de voorjaarscirculatie door tijdelijke ophoping van voedingsstoffen aanleiding tot tijdelijke hypertrofie, zowel in oligotroof als eutroof water, maar deze maakt deel uit van de normale periodiciteit. Met acute hypertrofie wordt bedoeld storing in een waterbassin, die vrij plotseling kan optreden op een willekeurig tijdstip, meestal veroorzaakt door menselijk handelen. Door mechanische beroering van bodemsediment en water komen dan in korte tijd veel nutriënten in oplossing die algenbloei kunnen geven.

• vervolg op pagina 387

Afb. 7 - Veluwemeer in 1968. Hypertroof. Duidelijke hypertrofiëring sedert 1960, toen het eutroof was met submerse vegetatie.

