

Oriënterend onderzoek naar het voorkomen van eutrofiëring van het toekomstige Zeeuwse Meer

Inleiding

In 1968 werd door de Rijkswaterstaat en het Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek een commissie „Eutrofiëringscommissie Delta Wateren” geformeerd, die tot taak kreeg na te gaan hetgeen te verwachten was betreffende de waterkwaliteit in de Zeeuwse Stroom na afsluiting van zee. Het aldus gevormde Zeeuwse Meer zal dan via het Hollandsch Diep gevoed worden met Rijnwater, waarvan bekend is, dat de waterkwaliteit slecht is. De in het rivierwater voorkomende fosfaten en stikstofverbindingen zullen in sterke mate de groei van plantaardige micro-organismen bevorderen met alle gevolgen voor de waterkwaliteit.

Om op korte termijn een uitspraak te kunnen doen over hetgeen in het toekomstige Zeeuwse Meer gaat gebeuren, heeft de bovenvermelde commissie gezocht naar een water van behoorlijke afmetingen, dat met Rijnwater doorgevoerd kon worden om na te gaan, wat met dit stagnerende rivierwater fysisch-chemisch en hydrobiologisch gaat gebeuren. Aan de gestelde eisen bleek de Boezem van de Waal, gelegen op het eiland IJsselmonde ten zuiden van Rotterdam, te voldoen.

Aanvankelijk was het tevens de bedoeling over langere termijn chemicaliën (o.a. ijzerzouten) aan het water toe te voegen om het fosfaat aan de vlok van het ijzerhydrocolloïd te binden en daardoor het nutriëntenniveau te verlagen, wat dan zijn weerslag op de planktonontwikkeling met zich mee zou brengen. Deze methode kon niet in dit bekken getest worden wegens de noodzakelijke aanleg van een waterinlaat in de Waalpolder ten behoeve van de Buitenlandpolder en de andere polders, die na sanering tot deze hydrologische eenheid behoren. In korte tijd zou al het water in de droge periode, meestal in de nazomer, nodig zijn voor bevloeiing, zodat een ongestoorde bestudering van hoofdzakelijk de blauwwiergroei, die juist dan ook plaatsvindt, ernstig gestoord zou worden.

Inmiddels is dit vraagstuk van het tijdstip, de manier en de hoeveelheid van de te doseren ijzerzouten het onderwerp geworden van een proef op grotere schaal in het Brielse Meer. Voor uitgebreid onderzoek van de afzonderlijke Zeeuwse Stroom zijn namelijk enige projectgroepen gevormd. De projectgroep Brielse Meer verricht momenteel het onderzoek in dit water. Wanneer men zou besluiten het inlaatwater voor het Zeeuwse Meer en de Grevelingen

volgens deze methode te defosfateren, dan is de uitkomst van de proef in het Brielse Meer een belangrijke richtlijn. Een andere projectgroep bestudeert de situatie in het Hollandsch Diep en het Haringvliet.

Het volgende is te beschouwen als een voorloper van de proef in het Brielse Meer. Hoewel de proef noodgedwongen na enige tijd moest worden beëindigd, geven de resultaten toch een idee van hetgeen met stagnerend Rijnwater gebeurt.

Ligging

De Boezem van de Waal, hierna de Waalboezem te noemen, is gelegen op het eiland IJsselmonde ten zuiden van Rotterdam. De oude rivierarm vormde een verbinding tussen de Noord bij Hendrik Ido Ambacht en de Oude Maas bij Heerjansdam (afb. 1).

Vóór de sanering was er een inlaat bij de Noord. Afwatering van omliggende polders vond plaats op de Waalboezem. Bij Heerjansdam bevond zich een uitlaat. Na de sanering is de situatie totaal veranderd. Het gemaal bij Heerjansdam werd afgebroken; in het kader van de Deltawerken werd de toeleidingshaven afgedamd. Via hevels over deze dam blijft de mogelijkheid om water van de Oude Maas in te laten door middel van een buisleiding bij het oude gemaal. Ten oosten van Heerjansdam komt een inlaat voor de noordelijke polders, zoals in de inleiding is gememoreerd. De polderuitslag van de noordelijke polders gaat in het vervolg via de Waalboezem door duikers naar de zuidelijke polders, die afwateren op de Devel. Het gemaal Breeman slaat vanaf eind 1970 het overtollige water uit.

Het feitelijke proefobject is gelegen tussen Heerjansdam en de spoorlijn Rotterdam-Dordrecht (afb. 2).

Morfometrie

Oorspronkelijk was de Waalboezem ter plaatse gemiddeld 2 m diep, met als grootste diepte 2,68 m. De oppervlakte van het proefobjectgedeelte bedroeg 17,3 ha met een inhoud van 207.000 m³. De as van het bekken loopt van zuid-west (Heerjansdam) naar noord-oost (spoorlijn).

Tussen 1965 en 1968 is de Waalboezem uitgezogen tot een diepte van 12½ m voor het opsputten van het rangeertrein de Kijfhoek van de NS. De bovenste laag bagger is na de ontzanding teruggebracht, zodat de inhoud van 750.000 m³ teruggebracht werd tot 725.000 m³.

Hydrometrie

Op het proefgedeelte van de Waalboezem vinden geen afvalwaterlozingen van enige betekenis plaats. Te Heerjansdam kan Rijnwater worden ingelaten via een hevelleiding. Aan de andere zijde van het bassin vormt de nauwe, ondiepe spoorweg-onderdoorgang een vrij goede afsluiting.

Tot half september 1969 was Rijnwater ingelaten uit de Oude Maas, zodat alle water in het proefgedeelte Rijnwater was. De aanpassingwerken voor de Deltawet werden versneld uitgevoerd, zodat eveneens half september de haven van Heerjansdam afgedamd werd. Het water kon niet meer worden ingelaten, zodat het in de Waalboezem stagneerde. In 1970 was de hevelleiding klaar, waarna opnieuw water kon worden ingelaten.

Metingen in de buisleiding van het voormalige gemaal te Heerjansdam hebben uitgewezen, dat de totale inlaat in het waarnemingsjaar overeenkwam met een verversing van 3,9 x het volume van het proefgedeelte.

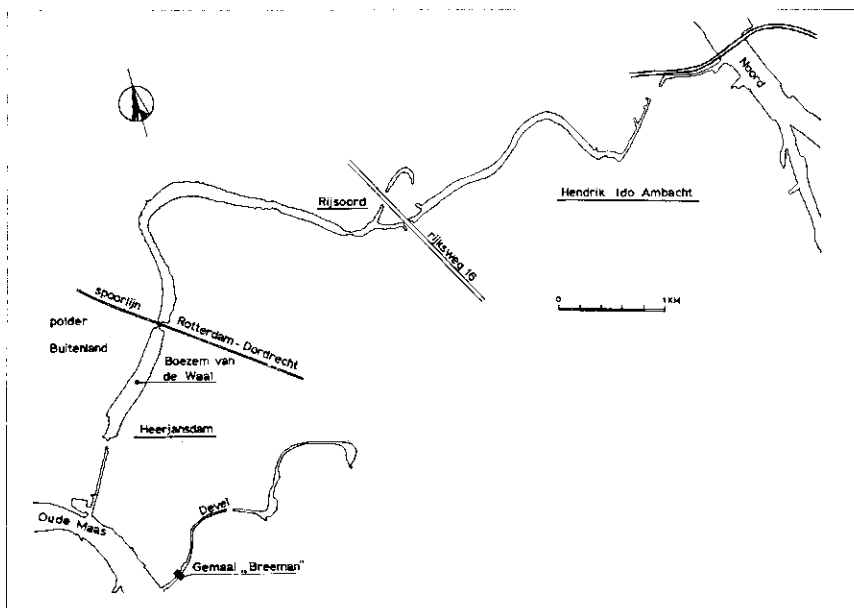
Chemie

In totaal zijn vier bemonsteringen uitgevoerd, op 16-9-1969, 10-2-1970, 25-5-1970 en 3-8-1970. De bemonsteringspunten lagen steeds in de as van de Waalboezem (afb. 2) en wel:

- raai 1: aan de kant van de spoorlijn ter hoogte van een restaurant en een molen;
- raai 2: ter hoogte van een brug met duiker;
- raai 3: ter hoogte van het einde van de bebouwing van Heerjansdam.

De monsters water werden geanalyseerd op temperatuur, zuurstofverzadiging, BOD₅, NH₄⁺, NO₃⁻, Cl⁻, orthofosfaat, hydroliseerbaar fosfaat, totaal fosfaat en Fe³⁺ (het laatste alleen op 3-8-1970). Ter vergelijking zijn in tabel I de jaargemiddelden van 1969 en 1970 gegeven voor het monsterpunt Gorinchem, dat opgenomen is in het bemonsteringsprogramma van het RIZA.

De monsters water zijn aan de oppervlakte genomen en (met behulp van een zogenaamde Ruttnerflës), op halve diepte nabij de bodem. Hoewel getracht is steeds in de as van de Waalboezem te monstren, is dit niet altijd gelukt door wegdrijven van het bemonsteringsbootje onder invloed van de wind, waardoor de monsterdiepte wel eens varieert. Opvallend is, dat bij hogere temperaturen een vermoedelijke thermostratificatie is waar te nemen behalve op 10-2-



Afb. 1 - De ligging van het proefobjekt „Boezem van de Waal”.

hetgeen aan verversing moet worden toegeschreven.

Het orthofosfaatgehalte (PO_4^{3-}) heeft de hoogste waarde in de winter en is in het voorjaar het laagste door de groei van het phytoplankton.

Op 16-9-1969 en 3-8-1970 wordt het meeste hydrolyseerbare fosfaat gevonden, derhalve in de zomer, bij de grootste hoeveelheid plankton in het water. Misschien komt er nog iets bij door recreatiedruk van de zomerhuisjes langs de oever van de Waalboezem. De gehalten aan het oppervlak zijn hoger dan die bij de bodem.

Het totaal fosfaatgehalte is vrij constant met op 25-5-1970 een duidelijke afname in het oppervlaktewater door opname door het plankton.

Het ijzergehalte (Fe^{3+}) is alleen op 3-8-1970 bepaald en bedraagt ongeveer 0,1 mg/l; dit is 10 % van hetgeen de Merwede bevat. Deze component is dus uitgevlokt en bezonken, zoals te verwachten was.

Afb. 2 - De ligging van de bemonsteringspunten.

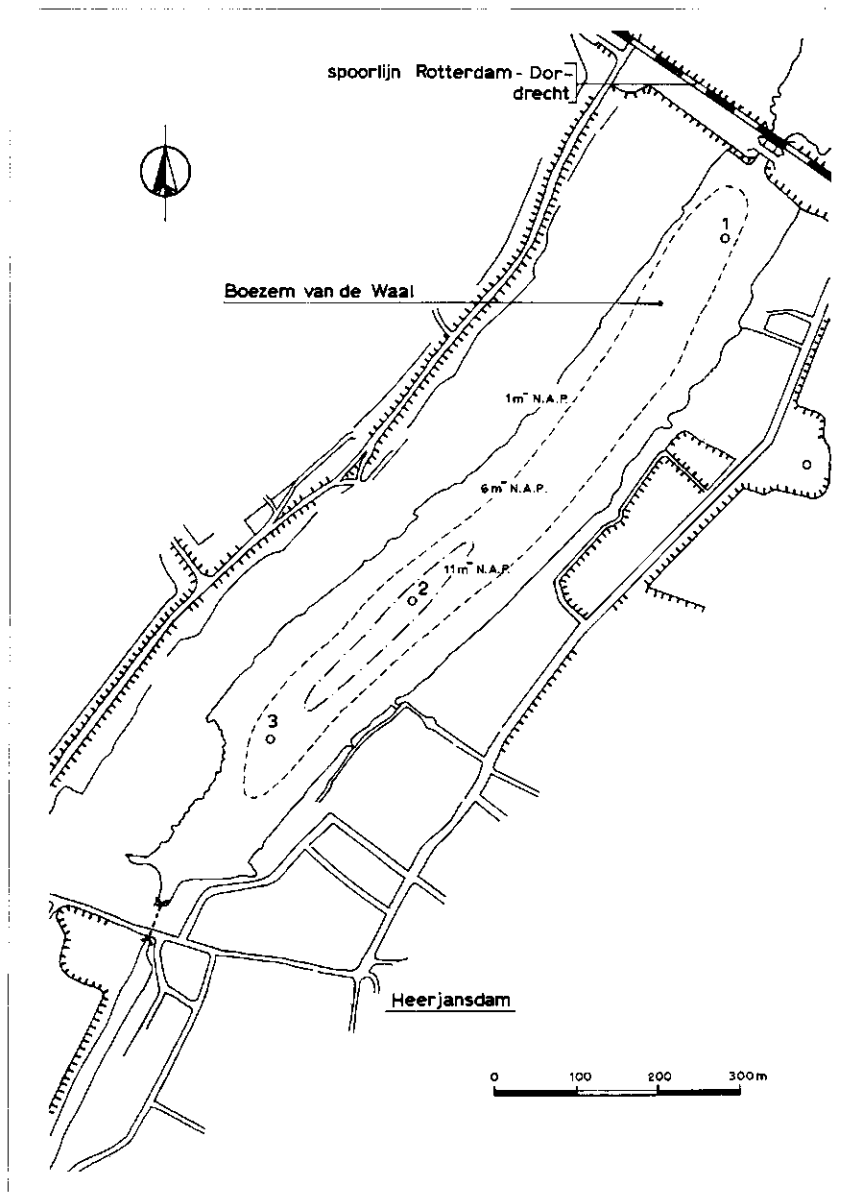
1970, toen de temperatuur 2 °C bedroeg. Een waarneming op 1 m diepte zou hierover uitsluitsel gegeven hebben. De spronglaag ligt waarschijnlijk tussen de 2 en 3 m en zal vermoedelijk afhankelijk zijn van de morfometrie. Ondanks de geëxponeerdheid van het bekken op de wind is door bebouwing en bomen bij Heerjansdam de menging niet intensief. Raai 1, die op de eerste 3 monsternota een gemengde watermassa vertoonde, liet op 3-8-1970 enig temperatuurverschil in verticale lijnen zien.

De zuurstofvoorziening is wat betreft het epilimnion (bovenste waterlaag) goed, in de winter bijna verzadigd en in het voorjaar en de zomer oververzadigd tot bijna 180 %. Dit kan worden toegeschreven aan de grote hoeveelheid groenwieren, die door hun fotosynthese hiervoor verantwoordelijk zijn. Het zuurstofverzadigingspercentage is in het diepere water evenwel laag (tot 11 %). Volledige anaërobie en vorming van zwavelwaterstof werd niet waargenomen. Deze toestand wijst op voedselrijk (eutroof) water.

Het BOD_5 -gehalte op 16-9-1969 betrof vers ingelaten Rijnwater en was daardoor hoger dan dat van de andere data, omdat het water op de laatste drie data een zelfreiniging en mineralisatie heeft ondergaan. Op 3-8-1970 is in de dieptemonsters wat bodemslib terechtgekomen. Het ammoniumgehalte (NH_4^+) is hoog in de winter en praktisch nul in voorjaar, zomer en herfst, behalve in de eerste serie monsters, toen juist rivierwater was ingelaten. Bacteriële nitrificatie verloopt in het water sneller bij temperaturen boven 4 °C.

Het nitraatgehalte (NO_3^-) is, zoals gebruikelijk in dit type wateren, hoog in de winter en laag tot nul in voorjaar en zomer. Nitraat wordt door het plankton vastgehouden.

Het chloorgehalte (Cl^-) loopt iets op,



Uit afb. 3 blijkt de grote tegenstelling tussen de fyisch-chemische componenten van de Merwede bij Gorinchem en die van de stagnerende Waalboezem. De zuurstofconcentratie is in de Waalboezem veel hoger en het water is minder troebel en rijker aan phytoplankton, het ammoniumgehalte is sterk gereduceerd evenals het nitraatgehalte. Het chloride is een niet-metabolisch ion en verandert praktisch niet. Het fosfaatgehalte neemt duidelijk af door bezinking onder meer van afstervend plankton, het ijzer is gesedimenteerd.

Hydrobiologie

Op de verschillende bemonsteringspunten werd aan het oppervlak, op halve diepte en bij de bodem een literfles gevuld met het te onderzoeken water. De in de monsters aanwezige organismen werden vervolgens gefixeerd door het toevoegen van enkele milliliters van een oplossing van jodium en kaliumjodide in water, waarna de gefixeerde organismen naar de bodem van de fles zonken. Naast deze bezinkingsplanktonmonsters zijn eveneens netplanktonmonsters genomen, echter alleen aan het oppervlak. Hiertoe werd 30 l water gezeefd door een planktonnet, waarvan het gaas een maaswijdte van 55 μ had. De volledige lijst van gevonden soorten is om druktechnische redenen niet in deze publicatie opgenomen. Belangstellenden kunnen een exemplaar hiervan aanvragen bij het RIZA.

Opvallend is het voor dit type water soortenrijke plankton met 135 soorten op 16-9-1969. In het Rijnwater bij Barendrecht (dus in stromend water) werden in juni, juli, augustus en september 1968 60 soorten gevonden en in oktober 1968 42 soorten. Het Brielse Meer, met stagnerend Rijnwater, bevatte in 1969 in totaal 70 soorten planktonorganismen. Oligotrophe wateren bevatten evenwel honderden soorten planktonische organismen. Op 10-2-1970 werden 90 soorten in de Waalboezem aangetroffen.

Een nadere beschouwing van de planktontabellen gaf te zien, dat de grootste aantallen soorten gevonden worden bij de Chlorophyceae (groenwieren), en wel bij de Scenedesmus- en Tetraëdronsoorten. Van de Pyrrophyta zijn de aangetroffen geselwieren *Cryptomonas ovata* en *C. erosa* zeer algemene organismen in voedselrijk en iets brak water. In het stagnerende water zoeken deze soorten de fotsche zone op. Toch is het zo, dat veel organismen ook in de onderste waterlagen voorkomen, ondermeer *Scenedesmus acuminatus*, *S. acutus*, *S. opolienensis*, *S. quadricauda* en *S. spinosus*. In de netplanktonmonsters worden deze soorten minder aangetroffen of ontbreken, omdat ze veelal kleiner zijn dan 55 μ , de maaswijdte van het planktongaas. Een relatief groot aantal raderdieren (Rotifera) werd gevonden, zowel in het netplankton als in het bezinkingsplankton. Hierbij dient men te bedenken, dat dit juist „grote” organismen

zijn in vergelijking met de algen. Ze spelen een belangrijke rol in de mineralisatieprocessen in het water. De Crustacea, onder meer Copepoden (roei-pootkreeftjes) en Cladoceren (water-vlooien), werden vertegenwoordigd door *Bosmina coregoni* (een soort die voorkomt in plassen en meren), *Cyclops vernalis* (een planktonisch levende soort), *Daphne longispina cucullata* (een soort die seizoensdimorfisme vertoont) en *Daphnia pulex* (een watervlo, die voorkomt in kleine wateren).

Visserij

In het onderzochte gedeelte van de Waalboezem oefent één beroepvisser zijn bedrijf uit. In hoofdzaak wordt blankvoorn en blik en een enkele snoek gevangen. In fuiken werd in 1971 nog 380 pond paling gevangen. Staan de fuiken diep in het water, dan is de paling dood, waarschijnlijk door zuurstofgebrek. In ondiep water blijft de paling in leven.

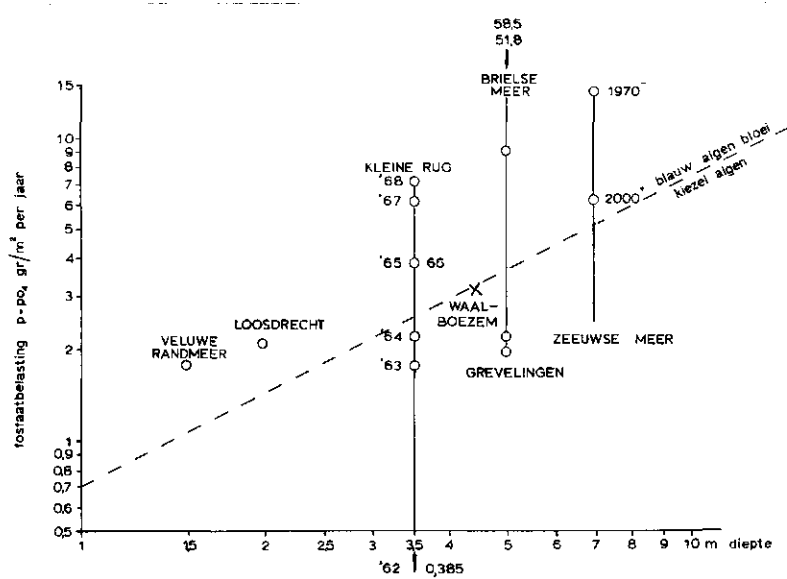
Vissterfte is nooit geconstateerd; wel werd waargenomen, dat bij windstil weer de vis aan het wateroppervlak lucht komt happen.

Conclusie

Uit het totale planktonbeeld blijkt er gedurende het gehele jaar een grotere verscheidenheid aan soorten voor te komen in de Waalboezem dan in de Rijn en het Brielse Meer. De samenstelling wijst op

TABEL 1 - De chemische analysesresultaten; deze zijn weergegeven in mg/l, tenzij anders vermeld is.

		16-9-1969			jaargem. Gorinchem 1969			10-2-1970			25-5-1970			3-8-1970			jaargem. Gorinchem 1970		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
monsterdiepte (in m)	halverwege	2½	4	4½	2	3½	4	2	2½	4½	2	2½	4½	2	3½	4			
	bodem	5	8	9	4	7	8	4	5	9	4½	6½	8						
bepaling (in mg/l)	opp.	19,2	19,2	19,3	2	2,3	2,3	16	16	15	23	23	24						
	halverwege	19,2	17,4	17,4	2	2	2,3	16	15,5	14	18,5	19	19						
t (in °C)	bodem	19,2	16,6	19,3	2	2	2,3	16	14	11	18,5	18	16,5						
	opp.	144	154	154	52	97	98	97	178	161	115	123	125	135	60				
O ₂ -verz. %	halverwege	132	46	45	96	92	93	158	146	79	30	38	38						
	bodem	41	11	17	96	96	96	136	66	23	18	15	16						
BOD ₅	opp.	7,0	8,8	7,2	5,9	4,7	4,7	4,8	7,6	5,2	4,2	5,2	5,8	5,2					5,5
	halverwege	7,4	3,4	2,2	4,8	4,5	4,2	7,6	3,2	4,0	5,1	3,3	2,8						
NH ₄ ⁺	bodem	6,2	4,2	4,8	2,8	3,7	4,7	6,0	2,8	8,4	9,6	7,5	12						
	opp.	0,1	0,2	0,2	2,3	1,1	1,1	0,8	afw	afw	afw	0,2	sp	sp	1,9				
NO ₃ ⁻	halverwege	0,4	0,4	0,4	1,2	0,9	0,8	afw	afw	0,5	0,1	0,1	sp						
	bodem	0,5	0,5	1,0	1,1	0,8	1,1	afw	0,5	3,1	0,5	0,8	1,9						
Cl ⁻	opp.	2,5	2,5	2,5	12	6,7	6,6	7,4	4,2	4,6	4,8	afw	afw	afw	12				
	halverwege	6,9	7,8	5,2	7,0	6,7	6,6	5,4	4,7	5,2	afw	afw	afw						
PO ₄ ³⁻	bodem	2,5	5,0	4,0	7,0	6,3	6,7	4,5	5,0	2,7	afw	afw	afw						
	opp.	128	126	126	164	125	125	125	129	132	131	131	134	133	132				
PO ₄ ³⁻	halverwege	133	126	126	125	125	126	129	135	129	135	136	137						
	bodem	138	122	126	125	125	125	131	133	128	126	134	134						
PO ₄ ³⁻	opp.	0,45	0,50	0,45	0,7	0,80	0,70	0,75	afw	0,05	0,05	0,40	0,35	0,45	0,5				
	halverwege	0,45	0,75	0,85	0,75	0,70	0,85	0,05	0,05	0,20	0,65	0,60	0,65						
hydrol. PO ₄ ³⁻	bodem	0,50	1,3	1,8	0,60	0,75	0,70	0,05	0,20	2,35	0,60	0,65	4,0						
	opp.	0,40	0,15	0,25	0,1	0,10	0,15	0,05	0,08	0,05	0,05	0,35	0,35	0,35	0,2				
totaal PO ₄ ³⁻	halverwege	0,10	afw	afw	0,15	0,10	afw	afw	afw	afw	afw	0,25	0,20	0,30					
	bodem	0,25	afw	0,10	0,10	afw	afw	afw	afw	0,10	0,10	0,10	0,55	0,15					
Fe ³⁺	opp.	1,7	1,3	1,2	1,6	0,95	1,4	1,2	0,50	0,70	0,45	1,0	1,5	1,0	1,3				
	halverwege	1,0	1,0	1,1	1,8	1,2	1,2	0,60	1,1	0,70	1,3	1,2	1,2						
Fe ³⁺	bodem	1,4	2,0	2,1	1,5	1,5	1,0	1,1	1,6	4,1	2,6	2,2	5,4						
	opp.				0,8						0,09	0,12	0,12	0,8					



Afb. 3 - Het verband tussen trofiegraad enerzijds en de fosfaatbelasting en de waterdiepte anderszijds.

β -mesosaproob (matig verontreinigd) water.

Ofschoon in het in te laten Rijnwater verschillende soorten Cyanophyta (blauwieren) voorkomen, kwamen zij gedurende het verloop van de waarnemingen in dit stagnerende milieu van de Waalboezem zonder verdere belasting van buitenaf niet tot ontwikkeling.

In het waarnemingsjaar is het totale volume van de Waalboezem 3,9 x ververst. Dit houdt in, dat bij een gemiddelde diepte van 4,20 m en een gemiddelde belasting van 600 μg de fosfaatbelasting op 3,2 g P-PO₄/m²/jaar komt. Vollenweider (1968) heeft de relatie onderzocht tussen de trofiegraad van verschillende binnenwateren enerzijds en de fosfaatbelasting en de diepte anderzijds.

Voor wateren van 6-200 m diepte met gelijke fosfaatbelasting bleek de trofiegraad van oligotroof via mesotroof te

stijgen, evenredig met de wortel van de diepte.

Indien aangenomen wordt dat genoemde relatie ook geldt voor wateren ondieper dan gemiddeld 6 m, dan kan het Veluwerandmeer, de Loosdrechtse Plassen, het Brielse Meer, de Grevelingen en het Zeeuwse Meer in de huidige toestand ingetekend worden in een grafiek (afb. 3), waarin op de verticale as (in navolging van Vollenweider) de fosfaatbelasting is uitgezet en op de horizontale as de gemiddelde diepte, beide in logaritmische schaal.

Ter bepaling van de grens van het optreden van blauwwierbloei kan het verloop van de planktonassociaties van „De Kleine Rug”, een drinkwaterspaarbekken bij Dordrecht, een indicatie zijn (Peelen, 1971). De omslag van kiezelwierflora naar blauwwierflora werd hier bereikt bij een belasting tussen 2,2 en 3,9 g P-PO₄/m²/jaar. Stellen we dit op onge-

veer 2,4 g P-PO₄/m²/jaar en houden we het verband tussen fosfaatbelasting en diepte, zoals Vollenweider dit doet aan, dan zien we, dat alle wateren die met Rijn- en Maaswater gevuld worden, boven de lijn liggen en dus gekarakteriseerd worden door blauwwierbloei.

Wordt de in de Waalboezem gevonden waarde in afb. 3 verwerkt, dan behoort de Waalboezem net niet tot de wateren met blauwwierbloei, hetgeen met de waarnemingen overeenkomt. Kleine groenwieren en geselwieren bleken in de Waalboezem de boventoon te voeren.

Wanneer de proef enige jaren langer had geduurd, dan was bij een verblijftijd van het water van 100 dagen op de lange duur zeker een belasting groter dan 3,2 g P-PO₄/m²/jaar opgetreden en was het plankton vermoedelijk omgeslagen naar de kant van de blauwwieren. Deze prognose wordt gesteund door waarnemingen in „De Kleine Rug”.

Uit deze proef kan besloten worden, dat stagnerend Rijnwater, dat niet secundair extra belast wordt met afvalwater, een zelfreiniging ondergaat. Er ontwikkelt zich een associatie van groen- en geselwieren met de daarbij behorende dierlijke planktonorganismen; blauwwiergroei en -bloei blijft achterwege. Deze is wel te verwachten bij kortere verblijftijden van het water en daardoor hogere belastingen. Defosfatering van het inlaatwater voor het toekomstige Zeeuwse Meer kan derhalve onvermijdelijk zijn ten einde de dan te verwachten blauwwierbloei te voorkomen.

Literatuur

Peelen, R., 1971. *Mogelijkheden ter voorkoming van eutrofiëring van het Zeeuwse Meer en de Grevelingen*. Med. Hydrobiol. Ver. 5: 39 - 48.
 Vollenweider, R. A., 1968. *Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication*. Rept. OECD, DAS/CSI/68.27.