

## Plankton en reukstoffen in het spaarbekken „De Grote Rug” in 1971

### Inleiding

In de naaste toekomst zal voor de bereiding van leidingwater steeds meer gebruik moeten worden gemaakt van oppervlaktewater afkomstig van Rijn en Maas. Uit kwalitatief oogpunt is het niet altijd goed mogelijk om uit rivierwater direct leidingwater te bereiden. Bij de huidige stand van de techniek is dan ook de aanleg van grote waterreservoirs in de vorm van spaarbekkens en infiltratiewerken in Nederland noodzakelijk.

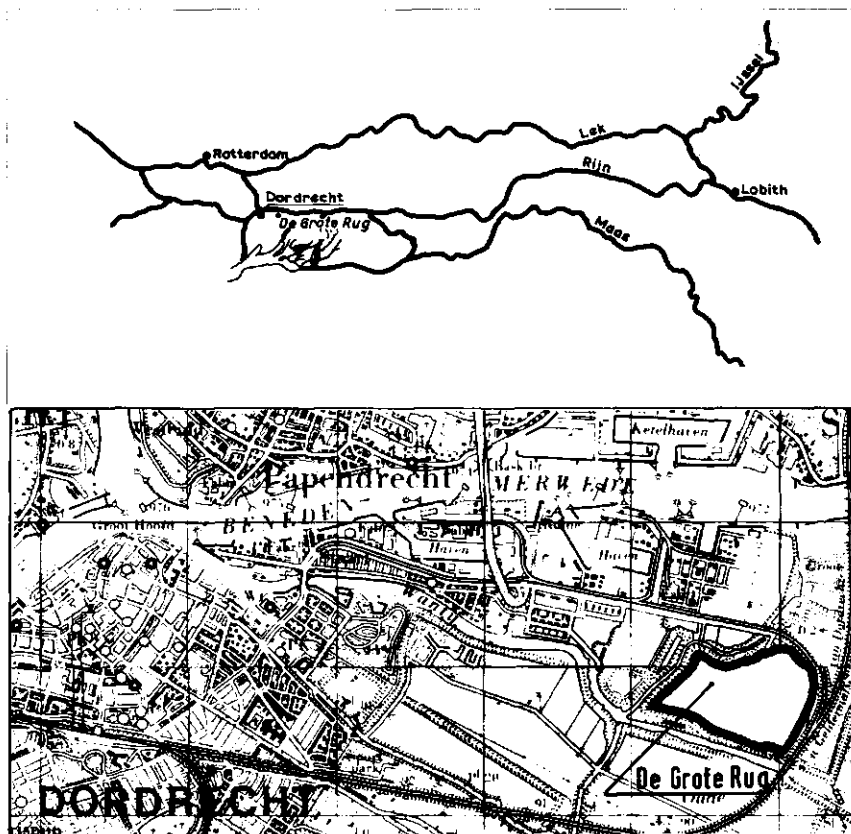
Naast de reeds bestaande spaarbekkens zullen volgens de prognose waarschijnlijk nog meerdere andere bekkens moeten worden aangelegd.

Ten behoeve van een juiste plaatskeuze en een juist ontwerp voor deze bekkens en een goed kwaliteitsbeheer van het opgeslagen water is een gedegen kennis onontbeerlijk van de fysisch-chemische en biologische processen die zich tijdens het verblijf van het, in beginsel zeer eutrofe, water in de bekkens afspelen. Er bestaan nog vele leemten in de kennis van het biologische en fysisch-chemische gebeuren in stagnerend water, zoals dat in natuurlijke meren en kunstmatige bekkens in Nederland voorkomt. In dit kader werd door het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening en het Gemeentelijk Energiebedrijf Dordrecht in 1971 een onderzoek gestart naar de invloed van planktongroei op de kwaliteit van het water van het spaarbekken „De Grote Rug” (afb. 1).

Sinds 1962 zijn weliswaar gegevens beschikbaar van de planktongroei in het spaarbekken „De Kleine Rug”, dat in 1969 is vergroot tot „De Grote Rug” (Le Cosquino de Bussy 1963, Peelen 1963 en 1971), maar een relatie tussen de planktongroei en de reuk en smaak van het water van „De Kleine Rug” — waarin reeds vanaf 1962 ferrosulfaat werd gedoseerd — kon hierbij echter slechts incidenteel kwalitatief gelegd worden (Schippers 1969).

Het spaarbekken „De Grote Rug” heeft een oppervlak van 60 ha, een diepte van 5 m en bezit een natuurlijke bodem van rivierklei.

De omringende dijk, die een talud heeft van 1 : 2, is bekleed met koperslakkeien. Deze constructie en de wisselende waterstand, welke optreedt als gevolg van het interen op de voorraad in perioden dat geen water kan worden ingelaten in verband met de kwaliteit van het aangeboden rivierwater, zijn er de oorzaak van dat hogere waterplanten, zoals riet



Afb. 1 - Het spaarbekken „De Grote Rug”.

en biezen, niet tot ontwikkeling komen. Het water in het bekken is afkomstig van het Wantij, een zijtak van de Beneden-Merwe, en dientengevolge van Rijnkwaliteit. Het verblijft gemiddeld 100 dagen in het reservoir alvorens de bereiding tot drinkwater plaatsvindt in het filterstation Baanhoek (v. d. Burg, 1968). Als zodanig is het bekken redelijk representatief voor de problematiek van de voor de toekomst voorgenomen werken van open voorraadvorming. Gedurende het verblijf van rivierwater in een bekken wordt naast de voorraadvorming mede een kwaliteitsafvlakking en een kwaliteitsverbetering onder invloed van zelfreinigingsprocessen beoogd. Deze kwaliteitsverbetering kan gedeeltelijk worden tenietgedaan door de groei van allerlei soorten phytoplankton (Commissie Limnologie van Spaarbekkens 1971).

Assimilatieproducten, die vrijkomen uit de algen door excretie of bij het afsterven, kunnen bezwaarlijk zijn bij de bereiding tot drinkwater daar zij vaak de oorzaak zijn van een hinderlijke reuk

en smaak (AWWA Committee on Tastes and Odors, 1970), (Rosen, Mashni, Safferman, 1970), (Silvey, Henley, Wyatt, 1972), (Zoeteman, Piet, 1973a) en mogelijk zelfs van toxiciteit van het water (Kappers, 1973).

Een massale ontwikkeling van phytoplankton in spaarbekkens dient dan ook zoveel mogelijk te worden tegengegaan. Een van de meest eenvoudige maatregelen hiertoe bestaat uit het reduceren van de hoeveelheid fosfaat, dat als algen-nutrient in grote overmaat ( $1 \text{ mg PO}_4^{3-}/\text{l}$ ) in het Wantijwater voorhanden is.

Het grotendeels wegnemen van het fosfaat vindt in het spaarbekken „De Grote Rug” plaats door bij het innemen van het water ferrosulfaat te doseren ( $10 \text{ mg Fe/l}$ ).

Zo heeft het bekken naast de voorraadfunktie tevens de funktie van voorbehandelingsbekken.

Aan de hand van de resultaten van het onderzoek in 1971 zullen enige aanbevelingen voor nadere studies worden aangegeven, alsmede maatregelen voor een

verdere optimalisering van de bedrijfsvoering van een bekken.

### Doelstelling

Doel van het onderzoek is na te gaan welke invloed algengroei, als gevolg van de eutrofe toestand van het Nederlandse oppervlaktewater, uitoefent op de kwaliteit van spaarbekkenwater waarbij in het bijzonder de aspecten van reuk en smaak van het water op de voorgrond staan. De smaakbezwaren van drinkwater bereid uit oppervlaktewater vormen, blijkens een recent onderzoek, immers een belangrijk probleem in Nederland (Zoeteman, Piet 1973b).

### Werkwijze

Gedurende het gehele jaar 1971 werden iedere 14 dagen en soms frequenter bij de uitlaat van het spaarbekken op een diepte van 50 - 100 cm onder de waterpiegel monsters genomen voor een uitgebreid kwantitatief biologisch onderzoek. Nadat deze monsters, 1 l voor het phytoplanktononderzoek, 10 en 100 l voor het zoöplanktononderzoek met resp. joodjoodkali-oplossing en formaline waren gefixeerd, werden de organismen per genus en vaak per soort geteld (v. Heusden, 1972). Voor het tellen is gebruik gemaakt van een omkeermicroscop (Reichert MeF2) met projectiescherm.

Het te tellen materiaal werd na zeven door planktonnetten verdeeld in 4 fracties t.w. 32  $\mu\text{m}$ , 32 - 100  $\mu\text{m}$ , 100 - 316  $\mu\text{m}$  en > 316  $\mu\text{m}$  en per fractie verzameld in telkamertjes met een dunne glazen bodem, een grondvlak van 32 - 32 mm en een hoogte van 4 mm.

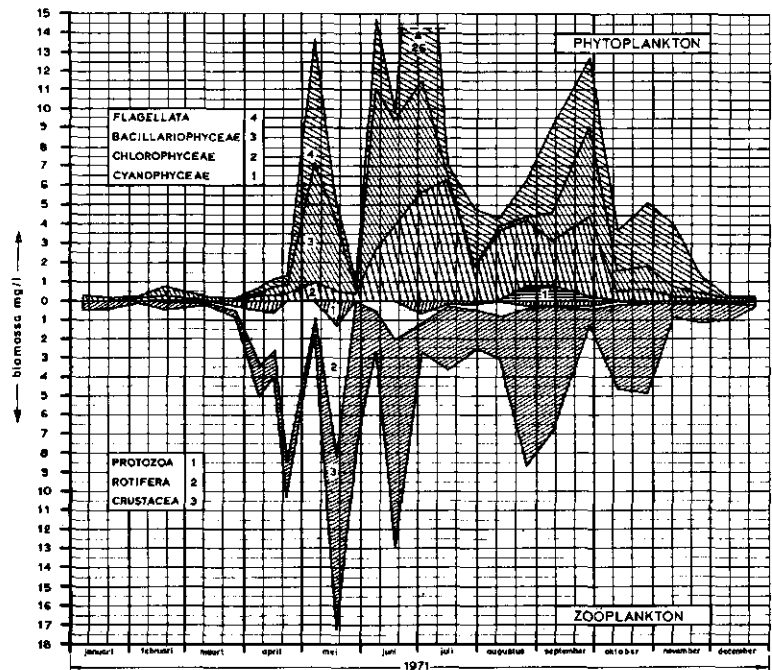
De gevonden aantallen organismen per liter werden per soort vermenigvuldigd met een gemiddelde inhoud van de soorten organismen en zo werd, uitgaande van een s.g. = 1, de biomassa bepaald in milligrammen per liter.

Ten behoeve van het reukstoffenonderzoek zijn odorogrammen opgenomen van 27 monsters. Hierbij wordt het water geëxtraheerd met cyclohexaan, waarna de in het extract aanwezige organische stoffen met behulp van gaschromatografie worden gescheiden en simultaan met een vlamionisatie-detector, alsmede een reukwaarnemer gedetecteerd. In het odorogram worden de retentietijd van een waargenomen reukintensieve stof en de aard van de reuk geregistreerd. Voor verdere details van de toegepaste techniek wordt naar publikaties elders verwezen (Piet, Zoeteman, Kraayeveld, 1972) (Zoeteman, Piet 1973 a).

Voor de chemische parameters zijn de bedrijfsgegevens gebruikt van het laboratorium van het GEB Dordrecht.

### Resultaten

In afb. 2 is een overzicht gegeven van het gehalte van phytoplankton en zoöplankton van het water bij de uitlaat van het bekken.



Afb. 2 - Totaal plankton bij de uitlaat van „De Grote Rug” over 1971.

Het totaalgehalte aan plankton is gedurende de periode april-december vrij hoog, van een massale bloei van bepaalde organismen is echter nauwelijks sprake. Nadat eind april-begin mei een eerste opbloei van phytoplankton plaatsvindt kan in de loop van het jaar voortdurend een verschuiving van het aandeel van bepaalde groepen organismen in de bio-massa-samenstelling worden geconstateerd.

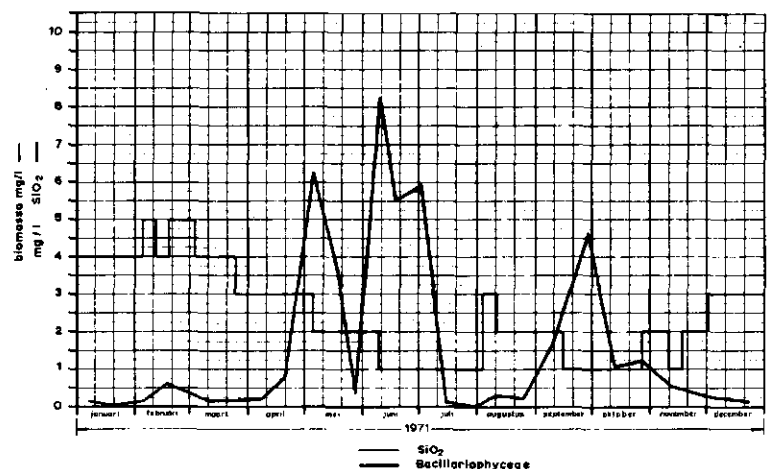
Tot juli vormen de Bacillariophyceae (kiezelalgen) tezamen met de Flagellata (geselalgen) de belangrijkste fractie van het phytoplankton. Vanaf juni treden tevens de Chlorophyceae (groenalgen) op de voorgrond met een maximum half juli van 6 mg/l en in de maanden augustus en september met een vrij stabiele

biomassa van ongeveer 4 mg/l. Eind september vindt weer een aanzienlijke groei van Bacillariophyceae plaats. In meer detail zijn deze kiezelalgen in relatie tot het kiezelzuurgehalte weergegeven in afb. 3.

Op 1 juli zijn de Flagellata in relatief grote aantallen aanwezig (14,5 mg/l), waarmee zij in combinatie met het andere phytoplankton een absoluut zomermaximum geven van 26 mg/l. Daarna is hun aandeel in het geheel sterk wisselend.

De Cyanophyceae (blauwalgen) zijn slechts tweemaal in een meetbare hoeveelheid waargenomen. Op 1 juli is in geringe mate Anabaena aanwezig en eind augustus-begin september komen

Afb. 3 - Kiezelalgen en  $\text{SiO}_2$  gehalte (1971).



hoofdzakelijk Gomphosphaeria en Microcystis voor.

De maximale biomassa van deze blauwalgen is in verhouding tot het overige phytoplankton relatief gering (max. 10 %).

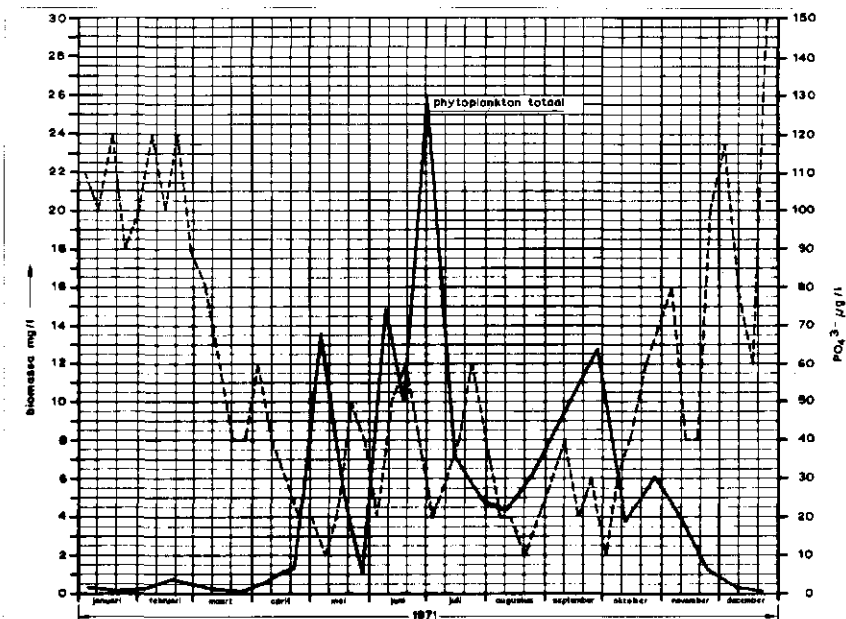
Het zoöplankton bestaat tot het begin van mei vrijwel uitsluitend uit Rotifera (raderdieren). Na half mei zijn het de Crustacea (kreeftachtigen), die voortdurend de overhand hebben.

Duidelijk volgen gedurende het jaar pieken in phytoplankton en zoöplankton elkaar op. Na de eerste opbloei van phytoplankton begin mei is er een piek in het zoöplankton half mei. De volgende zoöplanktonpiek van half juni ligt juist tussen een bloeiperiode van het phytoplankton begin juni en begin juli. De laatste grote phytoplanktonbloei van het jaar eind september valt tussen de pieken in het zoöplankton van eind augustus-begin september en oktober. Opvallend is tenslotte de periode met een relatief geringe planktonbiomassa in de periode eind juli-begin augustus.

In afb. 4 is naast de biomassa van het phytoplankton tevens het ortho-fosfaatgehalte van het water uitgezet. Het ortho-fosfaatgehalte, dat na de coagulatie met ferrosulfaat overblijft, bedraagt 's-winters ongeveer  $100 \mu\text{g PO}_4^{3-}/\text{l}$  en 's-zomers ongeveer  $50 \mu\text{g PO}_4^{3-}/\text{l}$ .

Tijdens toppen in het phytoplankton kunnen nog gehalten van ongeveer  $10-20 \mu\text{g PO}_4^{3-}/\text{l}$  worden vastgesteld.

De oppervlaktebelasting van orthofos-



Afb. 4 - Phytoplankton en ortho- $\text{PO}_4$  gehalte (1971).

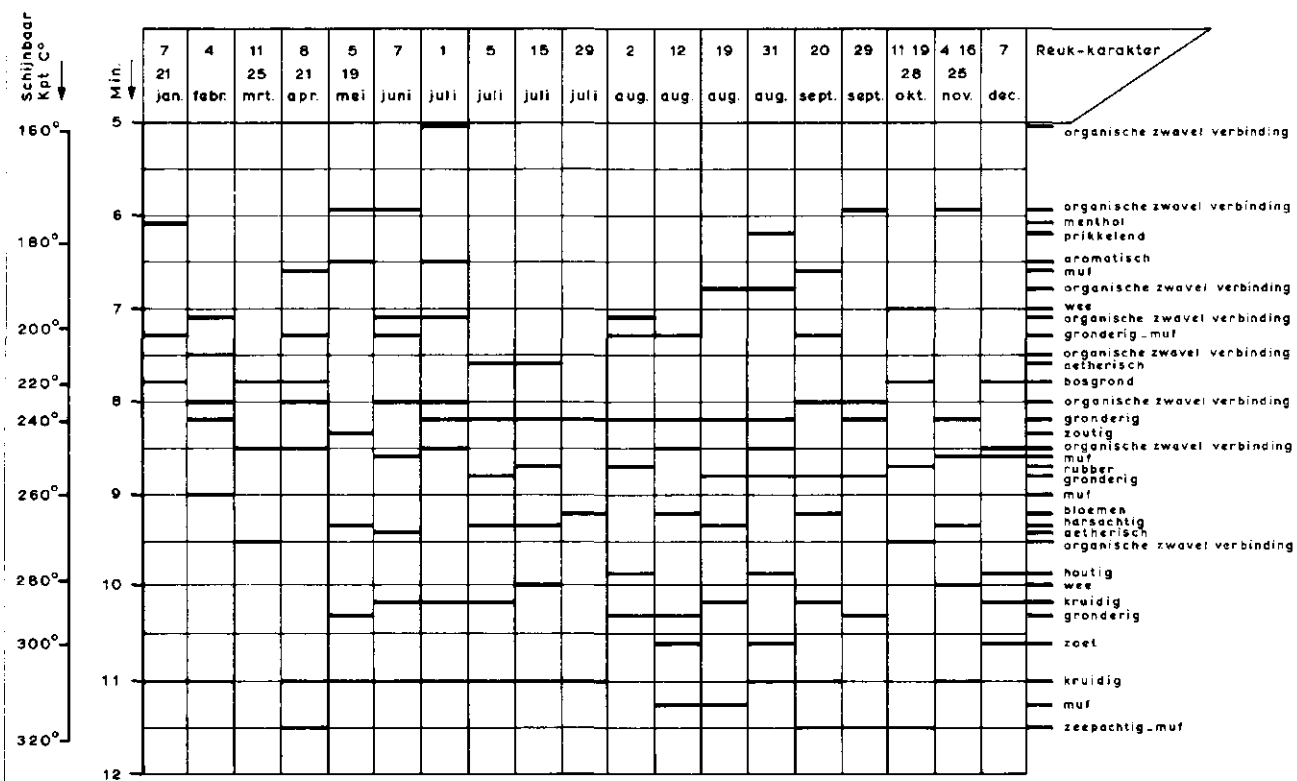
faat bedroeg ongeveer  $0,6$  à  $1,2 \text{ g PO}_4^{3-}$  per  $\text{m}^2/\text{jaar}$ . Hierbij is verondersteld, dat het orthofosfaatgehalte t.g.v. de ferrosulfaatdosering verlaagd is tot  $50$  à  $100 \mu\text{g}/\text{l}$  (Roelands en Schippers, 1972). Zonder toepassing van ferrosulfaat zou de oppervlaktebelasting ongeveer het 10-voudige hebben bedragen. De totale belasting van fosfaat bedroeg vermoedelijk

ongeveer  $1,5$  à  $2,0 \text{ g PO}_4^{3-}$  per  $\text{m}^2/\text{jaar}$ .

Een overzicht van de uitkomsten van het gaschromatografische/organoleptische reukonderzoek geeft afb. 5.

In totaal kunnen minstens 33 verschillende reukintensieve stoffen worden onderscheiden waarvan slechts een klein deel veelvuldig in de extracten voorkomt. Een achttal reukstoffen heeft

Afb. 5 - Odorogrammen van de uitlaat van „De Grote Rug” over 1971.



het geurkarakter van organische zwavelverbindingen, terwijl een vijftal grondreig riekt.

Een algemeen overzicht van het aantal geregistreerde reukstoffen per monster in combinatie met het phytoplanktongehalte, het doorzicht, de hoeveelheden ingelaten water, de temperatuur, de lichtinstraling en het waterstofcarbonaatgehalte is in afb. 6 gegeven.

### Discussie

In het spaarbekken vindt in grote lijnen eenzelfde opeenvolging van groepen plankton plaats als in natuurlijke meren; Bacillariophyceae-Chlorophyceae-Bacillariophyceae, met daartussen door enige aanzienlijke populaties Flagellata (Hutchinson, 1967). Het zoöplankton is niet steeds in voldoende mate aanwezig om het phytoplankton door consumptie te beperken. Vermoed wordt dat een sterke zoöplankton reductie optreedt onder invloed van een rijke visstand in het bekken die hoofdzakelijk uit witvis bestaat.

De witvis is vooral op het zoöplankton als bron van voedsel aangewezen daar ander voedsel in de vorm van slakken, wormen e.d. tengevolge van de vormgeving en inrichting van het bekken onvoldoende aanwezig is.

Ondanks de fosfaatonttrekking resteert een aanzienlijk oppervlaktebelasting van fosfaat, zodat op sommige momenten een vrij sterke phytoplanktonontwikkeling kan ontstaan. De fosfaatbelasting van 1,5 à 2,0 g  $PO_4^{3-}$  per  $m^2$ /jaar betekent immers dat het spaarbekken tot de eutrofe wateren gerekend moet worden (Vollenweider, 1968).

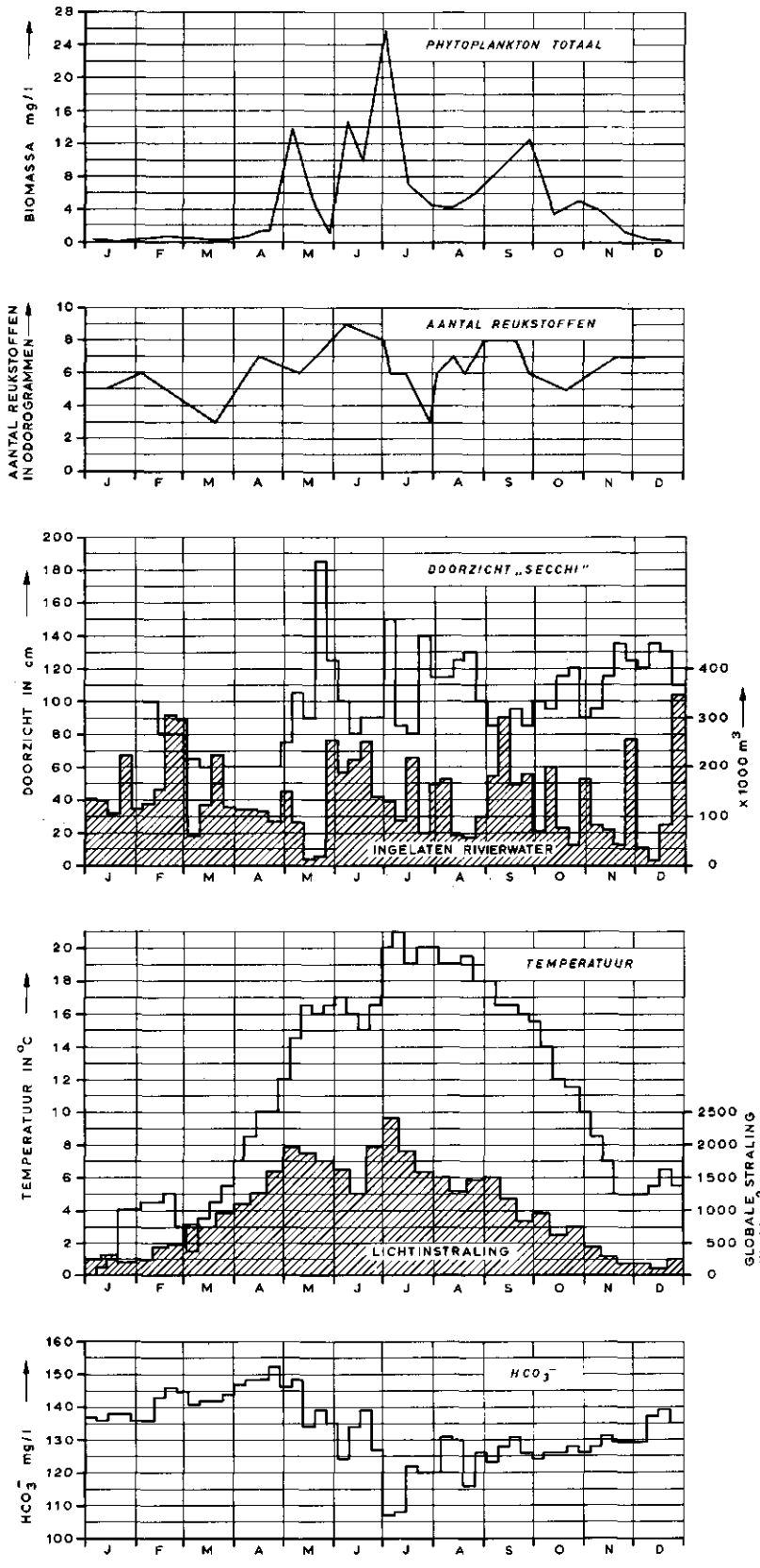
Gezien het synchroon verlopen van de phytoplanktonbiomassa en het orthofosfaatgehalte lijkt een belangrijke remmende invloed van het lage orthofosfaatgehalte van 10-20  $\mu g PO_4^{3-}/l$  tijdens de bloeiperioden niet onwaarschijnlijk (afb. 4).

Opvallend is de sterke reductie in het fosfaatgehalte in maart, waarbij eerder fysische dan biologische oorzaken in het spel zijn. Een dergelijk maar tegengesteld effect treedt in december op.

Gedacht kan hier worden aan het vertraagd verlopen van de oxidatie van het ferrosulfaat bij lage temperatuur, hetgeen de vorming van colloïdale ferrihydroxide deeltjes tot gevolg heeft (Schipper, 1971).

Het aan dit colloïdale ferrihydroxide geadsorbeerde fosfaat zal in suspensie blijven en tevens bij de analyse worden meebepaald.

Evenals bij het fosfaatgehalte geeft het kiezelzuurgehalte (afb. 3) een daling te zien (enige milligrammen/l) als gevolg van de groei van kiezelalgen. Een duidelijke correlatie tussen de hoeveelheid voedingsstoffen en de groei van algen wordt ook hier verstoord door de noodgedwongen onregelmatige invoer van rivierwater met wisselende gehalten aan nutriënten.



Afb. 6 - Phytoplankton-biomassa reukstoffen en enige fysisch-chemische parameters.

De tijdstippen, waarop maxima in planktonpopulaties ontstaan, zijn een gevolg van een complex van factoren zoals: temperatuur, stralingsintensiteit, windkracht, inlaatregiem in de voorafgaande

periode, doorzicht enz. Nu vallen begin juli meerdere voor groei gunstige omstandigheden samen (afb. 6). In de periode 25 mei-22 juni werd een belangrijke hoeveelheid water ( $\pm 1,10^6$

m<sup>3</sup>, dat is ca. 40 à 50 % van de aanvankelijk aanwezige inhoud) ingelaten, gevolgd door een periode waarin weinig werd ingenomen.

Het doorzicht steeg van 100 cm tot 150 cm terwijl de temperatuur en de lichtstraling de maximum jaarwaarde bereikten. Het optreden van het maximum in phytoplanktonontwikkeling op dit tijdstip is dan ook niet verwonderlijk. Tevens wordt op dit moment een minimum waargenomen in het hydrocarbonaatgehalte.

De aanwezigheid van reukintensieve stoffen blijkt niet duidelijk afhankelijk te zijn van het groeiseizoen. Reden hiervan kan zijn dat afbraak door zelfreinigingsprocessen en vorming door ondermeer planktongroei elkaar voor een deel compenseren. Dat er een duidelijke invloed van de biologische processen op het voorkomen van reukstoffen bestaat werd voor het Nederlandse oppervlaktewater in het algemeen reeds gevonden (Zoeteman, Piet, 1973 a).

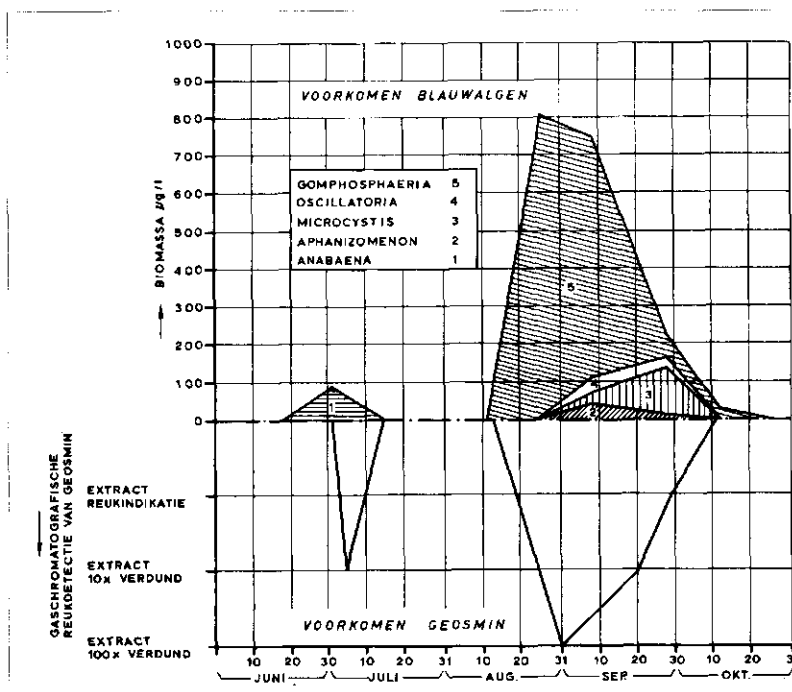
Een soortgelijk verschijnsel treedt in het bekken op wanneer een minimum in het aantal reukstoffen optreedt eind juli, als tevens de phytoplanktongroei een sterke inzinking vertoont. Dit verschijnsel geeft tevens een indicatie dat reukstoffen, die bij het afsterven van algen vrijkomen, niet belangrijker zijn dan tijdens de groei fase ontstane excretieproducten.

In tegenstelling tot de situatie, zoals die in Rijn-, Maas-, IJsselmeer- en Noordzeewater is aangetroffen (Zoeteman, Piet, 1973 a), waar in de periode juni-september het aantal reukstoffen een factor 3-4 x hoger ligt dan in de wintermaanden, vertoont in „De Grote Rug” het aantal aanwezige reukstoffen in de extracten een tamelijk afgevlakt verloop met maxima in juni en september. Duidelijk overheersen zelfreinigingsprocessen als biologische mineralisatie en verdamping in het bekken. Dit blijkt ook uit het gemiddelde schijnbare kookpunt van 253 °C van de reukstoffen, die gedurende het 3e kwartaal in het bekken werden aangetroffen, tegen 239 °C voor de reukstoffen in de eerder genoemde Nederlandse oppervlaktewateren gedurende deze periode.

Ondanks deze overheersing van de zelfreiniging op de planktongroei ten aanzien van reukstoffen welke ook op andere plaatsen is geconstateerd (Zoeteman, 1970) kon aan de hand van de meetresultaten een frappante relatie tussen het voorkomen van blauwalgen en een gronderige reukstof met een schijnbaar kookpunt van 250-255 °C worden geconstateerd.

Het bleek dat deze stof wat betreft geur en retentietijd op verschillende gaschromatografische kolommen identiek was aan het bekende geosmin.

Aan de hand van de bij -30 °C bewaarde extracten is vervolgens de gevoeligheid aanwezig geosmin met behulp van odorogrammen van verdunde extracten nagegaan. Het resultaat is weergegeven in afb. 7.



Afb. 7 - Het voorkomen van blauwalgen en geosmin.

Hoewel op dit tijdstip geen moeilijkheden als gevolg van de relatief geringe blauwalgengroei bij de bereiding van drinkwater zijn opgetreden moet bij een meer massaal voorkomen van blauwalgen, indien b.v. geen ijzerdosering plaats zou vinden, met belangrijke reuk- en smaakproblemen ernstig rekening worden gehouden.

#### Aanbevelingen

Door het doseren van ferrosulfaat bij de inlaat van het rivierwater in het spaarbekken „De Grote Rug” lijkt een zodanige beperking van de algengroei te zijn bereikt dat mogelijk ernstige reuk- en smaakbezwaren zich niet in 1971 hebben voorgedaan.

In het algemeen is een verdere optimalisering van de fosfaatverwijdering mogelijk door ook ijzertzout te doseren gedurende perioden dat geen water wordt ingelaten, welke dosering bij voorkeur verspreid over een bekken zou moeten geschieden. Op deze wijze wordt het hergebruik voorkomen van het fosfaat dat wordt vrijgemaakt uit het sediment wat afkomstig is van vogels, vissen en afstervend plankton. Een verspreide dosering verdient vooral met het oog op het handhaven van voldoende troebeling aanbeveling.

Teneinde het massaal optreden van planktongroei tegen te gaan moet tevens worden gezorgd voor een evenwichtige samenstelling naar kwantiteit en aard van de levensgemeenschappen in een bekken. Hierbij dient tevens aandacht aan de visstand te worden besteed. Op grond van periodiek onderzoek zou eventueel uitzetten of wegvangen van vis moeten plaatsvinden.

Met het oog op de sportvisserij is het

aan te bevelen om het onderzoek uit te breiden tot vispathologische studies alsmede tot de invloed van de metaalhuishouding in het bekken op de kwaliteit van de visstand.

Behalve door een continue en verspreide dosering van een flocculatiemiddel en een evenwichtig samengesteld ecosysteem in het bekken zal een plotselinge massale planktongroei kunnen worden tegengegaan door toepassing van een zo regelmatig mogelijk inlaatregiem.

Hoewel een duidelijke relatie tussen de groei van blauwalgen en het voorkomen van het gronderig riekende geosmin kon worden aangetoond, is het verband tussen algengroei en de aanwezigheid van geurintensieve stoffen in het algemeen uiterst gecompliceerd. De voor de drinkwatervoorziening belangrijkste reukstoffen dienen in eerste instantie door middel van een statistische benadering te worden opgespoord. Hiertoe dient periodiek het odorogram van de reukstoffen in het drinkwater te worden opgenomen, waarbij een nadere karakterisering van de afzonderlijke reukstoffen in het odorogram door een massaspectrum noodzakelijk is.

Vervolgens zal voor de meest frequent voorkomende geurstoffen in het drinkwater moeten worden nagegaan in hoeverre zij door algengroei in het spaarbekken worden geïntroduceerd.

Ook andere wijzen van benaderen zijn mogelijk. Zo wordt op het RID een onderzoek uitgevoerd waarbij de geurintensieve stoffen, die door reinocultures van blauwalgen en Streptomyceten worden gevormd, worden geïdentificeerd met behulp van gaschromatografie en massaspectrometrie waarna aan de hand van de massaspectra van deze stoffen het

## Nitrifikatie in het actief slib proces

Om verschillende redenen is een toenemende belangstelling voor het optreden van nitrifikatie bij de biologische afvalwaterzuivering te verwachten. Allereerst door de belangrijke bijdrage van organische stikstofverbindingen en ammoniumzouten aan de uiteindelijke BOD die op oppervlaktewater geloosd wordt.

Volgens het uitvoeringsbesluit van de Wet verontreiniging oppervlaktewateren dient per mg N gerekend te worden met een zuurstofbehoefte van 4,57 mg. Dit is gebaseerd op de reactie:



waarbij geen rekening wordt gehouden met de aan deze reactie gekoppelde assimilatieprocessen waarbij  $\text{CO}_2$  wordt gereduceerd. De relatieve zuurstofbehoefte is dan ook wat lager; waarschijnlijk ongeveer 4,3 mg  $\text{O}_2$  per mg N. Slechts na volledige mineralisatie zal de waarde 4,57 bereikt worden. Zeker is in ieder geval dat de gereduceerde stikstofverbindingen een zeer belangrijk beroep doen op het zelfreinigend vermogen van onze oppervlaktewateren.

Wanneer men uitgaat van  $\pm 8$  gr N per inwoner per

dag (Fair, Geyer, Okun 1968) betekent dit volgens de huidige normen voor Nederland reeds 2,8 miljoen I.E. afkomstig van directe menselijke productie alleen.

Nitrifikatie is ook van belang in verband met de eutrofiëring. Na denitrifikatie, die voor een deel ook in oppervlaktewater kan plaatsvinden, kan stikstof limiterend worden voor de primaire productie. Hoewel fosfaateliminatie in het algemeen meer perspectief lijkt te bieden bij het terugdringen van de eutrofiëring, kan in vele gevallen ook stikstoflimitering van belang zijn. Gezien de gemiddelde samenstelling van algen, die op gewichtsbasis ongeveer zeven maal zoveel stikstof als fosfor bevatten, zal een fosfaatverwijdering ook veel efficiënter moeten zijn om tot vergelijkbare resultaten te komen.

Tenslotte dient vermeld te worden dat ammoniumverbindingen toxisch kunnen zijn voor vis en dat bij desinfectie met chloor ammoniumzouten een ongunstig effect hebben en een verhoogd chloorgebruik veroorzaken.

Tot de kennis van nitrifikatie in actief slib en in oppervlaktewater heeft vooral het werk van Downing en dat van McCarty bijgedragen.

Downing (1964) formuleerde de gedachte dat nitrifikatie in actief slibinstallaties alleen op zal treden indien de

oppervlaktewater op hun aanwezigheid wordt onderzocht.

De Technologische Afdeling van het GEB Dordrecht ontwikkelde mede ten behoeve van het onderzoek van reukstoffen in het spaarbekken, een bepalingsmethode, waarbij de reukstoffen semikwantitatief met behulp van extractie en kolomchromatografie bepaald kunnen worden (van der Bom, Schippers 1973).

Daar de problematiek rond voorraadvorming van eutroof water betrekking heeft op een groot aantal sterk verschillende vakgebieden zal een snelle vordering van dit onderzoek alleen in multidisciplinair teamverband tot stand kunnen worden gebracht.

Er is dan ook mede om deze reden in 1973 een studie aangevangen naar de invloed van de voorbehandeling met ijzerzouten van spaarbekkenwater op de algengroei in 4 modelbekkens van elk 100 m<sup>3</sup> inhoud. Dit onderzoek wordt uitgevoerd in het kader van het gemeenschappelijk speurwerk van KIWA-RID. Het project wordt geleid door het RID en begeleid door de Commissie Limnologie van Spaarbekken, terwijl het GEB Dordrecht technologische bijstand verleent bij het bedrijven van de installaties, die op haar terrein zijn opgesteld. De experimenten zijn zo opgezet, dat een vergelijking met het gebeuren in „De Grote Rug” mogelijk is.

### Literatuur

- AWWA Committee on Tastes and Odors. „Research on Tastes and Odors”, JAWWA 62 (1970) 59.
- Bom, J. A. van der, Schippers, J. C. *De bepaling van het reukgetal van water m.b.v. extractie* (rapport GEBD 1973 in voorbereiding).
- Burg, L. van der. *Het filterstation Baanhoek te Dordrecht*. H<sub>2</sub>O 23 (1968) 1 - 10. Commissie Limnologie van Spaarbekken, 1971 (Rapport KIWA-RID).
- Le Cosquino de Bussy, I. J. 1963. *Biologisch onderzoek spaarbekken „De Kleine Rug”*. A 32. TNO 1966 deel II.
- Heusden, G. P. H. van. *Estimation of the Biomass of Plankton*. Hydrobiologia, 39, 1972, 165 - 208.
- Hutchinson, G. E. *A Treatise on Limnology*. Vol. I. Geography, Physics and Chemistry (1957), J. Wiley, New York.
- Hutchinson, G. E. *A Treatise on Limnology*. Vol. II. Introduction to Lake Biology and the Limnoplankton, (1967), J. Wiley, New York.
- Kappers, F. I. „*Gifige blauwwieren en de drinkwatervoorziening*” H<sub>2</sub>O, 6(15) 396-400 (1973). KNMI. Maandelijks overzicht der weersgesteldheid, 1971, 68e jaargang. Uitgave no. 94a.
- Peelen, R., 1963. *Biologisch onderzoek van water uit het spaarbekken „De Kleine Rug” te Dordrecht 1962*; idem november 1962 tot maart 1963. Rapporten RID 3993/6 en 3993/14.
- Peelen, R., *Mogelijkheden ter voorkomen van eutrofiëring van het Zeeuwse Meer en de Grevelingen*. Mededelingen van de Hydrobiologische Vereniging 1971, 39-49.
- Piet, G. J., Zoeteman, B. C. J., Kraayeveld, A. J. A. „*Earthy smelling substances in surface waters of the Netherlands*”. Water Treatment and Examination, 21, (1972), 4, 281.
- Roelands, J., Schippers, J. C. *De verwijdering van fosfaat in het spaarbekken „De Grote Rug” door middel van ferrosulfaat*. CLS 243, 1972.
- Rosen, A. A., Mashni, C. I., Safferman, R. S. „*Recent development in the chemistry of odour in water: the cause of earthy/musty odour*”. Water Treatment and Examination, 2, (1970), 106.
- Schippers, J. C. *Biologisch onderzoek van het water in het spaarbekken „De Grote Rug” gedurende de maanden mei t/m september 1967*. CLS 126.
- Schippers, J. C. *De toepassing van ferrosulfaat als coagulatiemiddel zonder oxidatie met chloor*. H<sub>2</sub>O 14, 1971.
- Silvey, J. K., Henley, D. E., Wyatt, J. T. „*Growth and odor-production studies*”. JAWWA Water Technology/Quality, Jan. (1972), 35.
- Vollenweider, R. A. *Scientific Fundamentals of the Eutrophication of Lakes and Flowing Water with Particular Reference to Nitrogen and Phosphorus as Factors in Eutrophication*. OECD Report, DAS/CSI/68.27.
- Zoeteman, B. C. J., Piet, G. J. (a). „*On the nature of odours in drinking water resources of the Netherlands*”. Science of the Total Environment (1973) (in press).
- Zoeteman, B. C. J., Piet, G. J. (b). „*Drinkwater is nog geen water drinken*”. H<sub>2</sub>O, 6, (1973) no. 7.
- Zoeteman, B. C. J. „*Reuk en smaak van rivierwater in verband met voorraadvorming*”. H<sub>2</sub>O, 3, (1970), 136-144.