

Defosfatering; de enige mogelijkheid algengroei te beperken, ook in de Rijnlandse meren

1. Inleiding

In een recent proefschrift onderzocht Schmidt (1978a) het stikstof- en fosfaatgehalte, de straling en de temperatuur als mogelijke factoren, die de algengroei in Rijnlands oppervlaktewateren bepalen. Een samenvatting verscheen in H_2O (Schmidt, 1978b) en een verdere bespiegeling in Waterschapsbelangen (Schmidt 1978c).

Het proefschrift bevat een grote schat aan gegevens. Onze bewondering wordt gewekt voor de grote ijver, waarmee ze verzameld

anders kan men zich gaan afvragen of het eigenlijk al niet te laat is.

De extrapolaties van het wetenschappelijke materiaal, waarop het proefschrift is gebaseerd, naar het verleden (eerste stelling) en naar de toekomst (tweede stelling) zijn aanvechtbaar en verdienen daarom commentaar; dit is des te dringender omdat de overheid de plicht heeft ervoor te zorgen, dat haar gelden nuttig besteed worden. De reden van dit commentaar is aan te tonen, dat chemische afvalwaterzuivering wel degelijk zinvol is, mits echter overigens niet te lang getalmd wordt.

2. De situatie in het verleden

Door een onduidelijke formulering is het niet duidelijk of Schmidt in haar eerste stelling het KNCV-rapport kritiseert of ondersteunt. Het rapport formuleert namelijk al zeer voorzichtig; zie bijv. de conclusie op pag. 74.

De werkgroep, die dit deel van het rapport samenstelde, heeft niet getracht veel materiaal uit het verleden aan te dragen, omdat het niet meer relevant was: ook al was het in het verleden fosfaat niet beperkend, het kan het nu gemaakt worden. Echter schijnt het nu toch wel relevant te zijn enkele gegevens uit het verleden te citeren:

Postma (1967) geeft een N/P verhouding van 14 in de Rijn en 40 in het IJsselmeer, hetgeen duidelijk wijst op een stikstofoverschot. Uit zijn figuren van het chlorophyl *a* gehalte en het Tot-P gehalte in het IJsselmeer blijkt een duidelijke correlatie

Ook de weinige cijfers van Redeke (1948) voor rivierwater wijzen op een N-overschot, en er is geen enkele reden om aan te nemen, dat in die jaren de situatie in Nederland anders was dan in het buitenland. Ook daar werd namelijk toen al vaak een nitraatoverschot in het water gevonden (Lake District en de Zwitserse meren), waarbij Thomas er bijv. in 1953 al op wees, dat het eerste verschijnsel van toenemende algengroei het relatief afnemen van de nitraatconcentratie inhield. Op deze verschuiving zal ik later nog terugkomen. Voorts kon Loosdrechterwater tijdens cursussen in de zestiger jaren tot opbloei gebracht worden door alleen fosfaat toe te voegen. Dit was toentertijd zo'n algemeen gegeven, dat zulks uiteraard niet gepubliceerd werd.

Tenslotte blijkt er ook nu nog in de Friese meren een duidelijke correlatie te bestaan tussen P-gehalte en chlorophyl gehalte (Golterman, 1976b).

Al met al lijkt er voldoende 'circumstantial evidence' te bestaan om aan te nemen, dat ook in Nederland de situatie niet veel anders

was dan in het buitenland, d.w.z. dat fosfaat de beperkende factor was voor algengroei.

3. Huidig onderzoek

Om inzicht te verkrijgen in de factoren, die de algengroei beperken zijn twee benaderingswijzen mogelijk: Het zoeken van het verband tussen de primaire produktie en de nutriëntconcentraties enerzijds en tussen biomassa en nutriëntconcentraties (of belastingen) anderzijds. Bij dit laatste spelen bij Schmidt de 'bioassays' een grote rol. Al dan niet aantoonbare relaties moeten kritisch vergeleken worden met buitenlandse resultaten.

3.1. De primaire produktiemetingen

De meeste produktiemetingen vonden plaats in het laboratorium in een incubator. Om met behulp van deze gegevens de primaire produktie in de plas te vinden moet men beschikken over de stralingsintensiteiten in de incubator en in het veld. Voor deze laatste gebruikte Schmidt de KNMI-gegevens, in $J\text{ cm}^{-2}\text{ u}^{-1}$, terwijl met een Seleen fotocel (Lange) de afname werd gemeten, die door reflectie aan het wateroppervlakte en door de adsorptie in het water plaats vindt. Het verschil in spectrale gevoeligheid tussen beide meetcellen is echter zeer groot, zie bijv. fig. 2.4 in Golterman et al (1978). Volgens de fabrikant is de cel met gloeilicht geijkt. In principe kan een omrekeningsfactor voor buitenlucht gebruikt worden, hetgeen uiteraard tot een zekere onnauwkeurigheid leidt. Bovendien gebruikte Schmidt geen 'immersion factor' (zie Westlake en Dawson, 1975). Een dergelijke factor, die tot 1.6 kan oplopen geeft aan, dat de output van de cel onderwater lager is dan er boven. Al doende komt Schmidt tot een 'reflectie' verlies van ongeveer 50 %, zodat haar stralingswaarden in het veld veel te laag zijn. Dezelfde Seleencel werd gebruikt voor de fluorescentiebuizen in de incubator, die weer een heel andere spectrale samenstelling hebben dan zowel gloei- als buitenlicht; omrekeningsfactoren zijn hier nog onnauwkeuriger. Verdere problemen doen zich voor doordat de output van de fluorescentiebuizen afhankelijk is van leeftijd en temperatuur van de buis. Al met al geeft dit een grote onzekerheid bij het vergelijken van de beide stralingsintensiteiten.

Voor de berekening van de primaire produktiewaarden 'buiten' wordt gebruik gemaakt van de gevonden waarden 'binnen', bij bepaalde stralingsintensiteiten. Men neemt nu aan, dat deze primaire produktiewaarden even groot zijn als bij dezelfde lichtintensiteit 'buiten' d.w.z. men kent de primaire produktiewaarden op enkele



H. L. GOLTERMAN
Limnologisch Instituut
Nieuwersluis

zijn en de grote relevantie van het verzamelde materiaal; wat gepresteerd is in de — veel te korte — beschikbare tijd is indrukwekkend. Wanneer dan toch enkele kritische opmerkingen gemaakt moeten worden, vloeit dat in de eerste plaats voort uit het feit, dat 'geen optimale apparatuur' ter beschikking stond, hetgeen mede omvat de verdere tijd en mogelijkheden voor de verdere (statistische) uitwerking van het materiaal. In de tweede plaats moeten deze opmerkingen wel gemaakt worden (ondanks onze waardering) in verband met de eventuele maatschappelijke gevolgen (nl. de te nemen maatregelen) van de getrokken conclusies, die namelijk nog ter discussie staan. Zie bijv. het kritisch commentaar van Hosper (1978).

De bespiegelingen op basis van de resultaten van het proefschrift gaan nogal ver en zijn in eerste instantie in discussie gebracht in de eerste twee stellingen:

- Het is niet aangetoond dat de P-toevoer in de laatste jaren een toename van de eutrofiëring veroorzaakte;
- onderzocht moet worden of stikstofverwijdering uit afvalwater een effectievere bestrijding van algengroei oplevert dan P-verwijdering.

Vooraf deze laatste stelling wordt in Schmidt (1978c) sterk benadrukt.

De betekenis van het proefschrift is groot: Het lijkt niet meer zeker dat P-verwijdering op eenvoudige wijze tot verbetering van de waterkwaliteit aanleiding geeft en zeker zullen geen spectaculaire verbeteringen optreden, zoals in het buitenland wel gevonden zijn. Overigens, ook het KNCV rapport (Golterman, 1976) waarschuwt al tegen de optimistische verwachtingen. Schmidt's proefschrift is een duidelijke aanwijzing, dat er snel en intensief iets moet gebeuren,

dieptes en construeert dan het volledige diepteprofiel.

Voor de berekening van de integrale primaire produktie in de waterkolom wordt het rekenmodel van Jassby en Platt (1976) gebruikt. Op de zwakheid van hun artikel kan hier niet worden ingegaan: het model heeft voordelen voor numerieke integratie over de diepte en dat is het enige, dat ten voordele ervan kan worden gezegd. Doordat nu in Schmidt's proefschrift geen enkel geval grafisch als voorbeeld is uitgewerkt en niemand de spreiding van de meetwaarden in het computerprogramma meer kan overzien, ontbreekt ieder inzicht in de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de gevolgde methode. Doordat Jassby en Platt's model weinig is toegepast ontbreekt ons ook iedere ervaring, waardoor anders wellicht enig inzicht hierin verkregen zou kunnen worden. Het probleem is namelijk, dat voor de constructie van de primaire produktiecurve 4 punten moesten worden gebruikt, waarvan er geen enkele altijd in het verzadigde gedeelte van de curve bleek te liggen. De computer berekent uit de mate van afbuiging de zgn. A_{max} wel.

In combinatie met de grote onzekerheid in de stralingsintensiteitwaarden moet 2 x gerekend worden op een grote onnauwkeurigheid — ieder wellicht tot ongeveer 50 % — in de berekende produktie per m². Tenslotte is de gemiddelde fotosynthesesnelheid over de voorafgaande 14 dagen berekend en dit gemiddelde vergeleken met moment P- en N-concentraties. Dit is statistisch gezien niet juist daar hierdoor gemakkelijk een bestaande correlatie kan worden 'weggemiddeld'. Gelukkig is het mogelijk het waardevolle materiaal opnieuw te bewerken, waarbij het aanbeveling verdient de correlaties over te berekenen met de primaire produktiewaarden voor A_{max} en voor geïntegreerd over de diepte, doch beperkt tot de eigenlijke waarnemingsperiode. Dat is met het oude materiaal nog best mogelijk en zeer waarschijnlijk ook zeer nuttig. Aan het feit, dat de nu gezochte correlaties ontbraken — overigens zowel voor P- als N-concentraties — moet niet een te grote waarde worden toegekend.

3.2. De bioassays

Grote waarde in de weging van de verschillende uitkomsten geeft Schmidt aan de bioassays. Echter, wanneer men enkele liters water uit een plas isoleert, verandert men nogal ingrijpend een aantal factoren, waaronder in sterke mate de nutriëntentoe- en afvoer. Stel, dat een plas gemiddeld ongeveer $6 \text{ g m}^{-2} \text{ j}^{-1} \text{ PO}_4\text{-P}$ (Nederlands gemiddelde) ontvangt en ongeveer 10 maal zoveel N, ongeveer 60 g N dus. Wanneer de plas 2 m diep is, leidt dit tot een toevoer van

80 $\mu\text{g/l}$ P en ongeveer 800 $\mu\text{g/l}$ N per 10 dagen (de lengte van het bioassay). Voor het Rijnlandse oppervlaktewater zijn deze getallen wellicht $2\frac{1}{2}$ x zo hoog. Bovendien is de nutriëntentoevoer uit de bodem gestopt, een niet onbelangrijke toevoer, evenals een mogelijke vastlegging in de bodem, een onttrekking dus. Het water in de plas ontvangt dus ruwweg evenveel nutriënten als de verrijkte monsters in Schmidt's experimenten. De zgn. blanco is dus wel erg irreal. Het bioassay zegt uitsluitend iets over de 'momentopname' en heeft geen voorspellende waarde. Zo blijkt dan ook een zelfde positief effect van N-toevoeging in Tjeukemeerwater gevonden te worden, terwijl geen effect gevonden wordt in water in een plasticbuis, die enige dm in de bodem is geplaatst (Golterman, 1977).

Wel is het duidelijk, dat in de bioassays fosfaat geen beperkende factor is. Voor de interpretatie van dit gegeven voor de situatie in de plas moet echter de rol van de sedimenten en de vastlegging van de fosfaten daarin geëvalueerd worden, hetgeen kwantitatief nog niet mogelijk is. Men kan alleen kwalitatief constateren, dat grote hoeveelheden fosfaat daarin uiteindelijk terecht komen.

Bij de uiteindelijke weging van alle resultaten kunnen bioassays wel gebruikt worden als aanwijzingen voor verder onderzoek, doch mogen nooit een groot gewicht in de schaal leggen; extra voorzichtigheid moet verder betracht worden bij de extrapolatie van resultaten in meren waarin wel bioassays hebben plaatsgevonden (Nieuwkoopse plassen en Westeinder) naar meren waarin dat niet het geval is geweest. Overigens is het merkwaardig, dat de constatering dat bij een N/P verhouding stikstof belangrijker wordt, zoveel opzien heeft gebaard. Thomas (1953, 1956/57, 1973) constateerde, dat in de Zwitserse meren al voor de Tweede Wereldoorlog hoge nitraatgehaltes daalden als eerste zichtbaar resultaat van de toegenomen algengroei en hij geeft aan, dat door dit effect in de loop van het eutrofiëringsproces van meren stikstof de beperkende invloed van fosfaat kan gaan overnemen. Wellicht het duidelijkst is dit later nog weer eens naar voren gebracht door Lund (1970), die stikstof- tegen fosfaatconcentraties heeft uitgezet voor een groot aantal Britse meren. Lund's conclusie is dat in oligotrofe meren fosfaat de beperkende factor is, doch dat in eutrofe meren door de toevoer van rioolwater stikstof veel belangrijker kan worden, waarbij vaak een situatie bereikt kan worden, dat soms fosfaat, soms stikstof, soms zelfschaduwning belangrijk wordt. In deze eutrofe situatie is eigenlijk de vraag, welke factor beperkend is niet zinvol meer.

Het niet in dit kader plaatsen van Schmidt's resultaten [1] is een ommissie, die ik niet kan verklaren, doch die wel heeft geleid tot een aantal opmerkelijke conclusies van commentatoren.

Tenslotte moet worden opgemerkt, dat het hanteren van concentraties alléén onvoldoende inzicht geeft in de dynamiek van de nutriëntenvoorziening. Door voortdurende mineralisatie en opname ontstaat een zgn. turnover, waardoor de aanwezige nutriënten vele malen per jaar gebruikt kunnen worden. Bij een bepaalde N/P verhouding, doch met ongelijke turnover'snelheden, komen andere conclusies naar voren dan die alleen uit de concentraties kunnen worden getrokken. Het is jammer, dat aan turnover'snelheden zo weinig aandacht is geschonken; ook in dit opzicht blijven bioassays artefacten.

4. Verdere analyse van het gepresenteerde materiaal

In haar conclusie komt Schmidt tot de uitspraak (pag. 235), dat 'stikstof regelmatig de meest beperkende factor was in de Kager-, de Westeinder-, de Nieuwkoopse en de Langerse plassen'. In de eerste plaats rijst de vraag hoe we de punten voor de Nieuwkoopse plassen en de Westeinder moeten interpreteren, zoals die in afb. 19 en 20 gegeven zijn. Immers, er lijkt een correlatie te bestaan tussen de chlorophyl en P-gehalten (ook al is die niet berekend), waarbij men in het midden moet laten of inderdaad het P-gehalte het chlorophylgehalte reguleert of andersom¹. Een regressie analyse van bijv. de in tabel 8 vermelde waarden levert de correlatie $\text{chl.a} = 0.86 \text{ Tot-P} + 0.046$ met een correlatiecoëfficiënt van 0.88. Schmidt (1978a, pag. 213) toont aan, dat met de Vollenweiderformule het chlorophylgehalte met redelijke nauwkeurigheid uit de P-belasting kan worden voorspeld, doch meent (persoonlijke mededeling), dat een afwijking zoals gevonden wordt van een factor twee teveel is om nog van een 'fitting' te spreken². De spreiding bij zulke correlaties is echter normaliter groot — we meten hier biologische processen —, zonder dat dit aan de correlatie afbreuk doet. Toetsing aan verdere buitenlandse

¹ Voor een verdere interpretatie moet een drukfout in de formule voor de chlorophylbepaling vermeld worden. De gebruikte formule voor de berekening van de concentratie uit de extinctie geeft een factor 2.4 x te laag als resultaat (pag. 42). Deze drukfout heeft echter geen invloed gehad op de berekende uitkomsten. (Schmidt, mondelinge mededeling).

² Ook hier zijn enkele onduidelijkheden: Welke waarden zijn eigenlijk gebruikt? Zomer- én winterwaarden? Welke punten zijn welke plassen in fig. 19?

literatuur zou hier het inzicht nog aanzienlijk kunnen verdiepen. De 6 punten die het verband aangeven tussen chlorophylgehalte en P-concentratie, blijken namelijk goed te passen bij de reeds gepubliceerde waarden, terwijl de 6 onderzochte meren onderling zulk een correlatie niet vertonen. Dat is echter niet verwonderlijk, gezien de grote onderlinge verschillen tussen de plassen en het geringe aantal (6, met de Mooie Nel, waar waarschijnlijk iets geheel anders aan de hand is, als duidelijke uitschieter). In de tweede plaats valt in de bijlage te zien, dat de gemiddelde nitraatconcentraties in de zomermaanden in de Braassemermeer, de Kaag en de Westeinder resp. 2.5, 1.5 - 2 en 0.5 - 1 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$ zijn. Deze getallen geven duidelijk aan, dat nitraat in deze plassen niet uitgeput is geraakt en dus ook niet als beperkende factor kan gelden. Hosper (1978) komt in zijn uitgebreid commentaar op Schmidt's onderzoek tot dezelfde conclusie.

Samenvattend lijkt Schmidt's conclusie, dat stikstof de meest beperkende factor is, zeer aanvechtbaar voor het grootste aantal van de onderzochte plassen. In haar advies geeft Schmidt aan, dat P-verwijdering geen zin heeft, tenzij de concentratie kleiner wordt dan 0.2 mg/l. Hier ligt echter nog een geheel open terrein. Het verband tussen P-belasting en P-concentratie moest gezien de beschikbare tijd buiten het terrein van het proefschrift blijven³. In twee meren, waarvan zij de P-belasting kon schatten (Westeinder en Nieuwkoopse plassen) vindt zij toch echter een grote overeenstemming tussen de waarden voorspeld met Vollenweider's formule en de gevonden waarden. Deze overeenstemming is echter een tautologie. Immers de sedimentatiecoëfficiënt is eerst berekend uit de toevoer minus de afvoer. Wanneer men nu deze sedimentatiecoëfficiënt weer in de P-balans stopt, dan komt uiteraard de P-concentratie weer te voorschijn. Overigens hebben meer onderzoekers zich aan deze tautologie schuldig gemaakt (zie Golterman, 1979, in press). Voorts moet worden opgemerkt, dat Vollenweider's formule, die het verband tussen belasting en concentratie aangeeft en die uitsluitend voor meren in steady state geldt, bij de Rijnlandse meren niet mag worden toegepast, daar de concentratie veel te veel schommelt; deze zou nl. op jaarlijkse peil-data constant moeten zijn.

³ Het is nl. niet zo, dat een halvering van de belasting slechts een halvering van de concentratie teweeg zou brengen. Wanneer nl. de bodem een deel opneemt onafhankelijk (of niet lineair afhankelijk) van de belasting wordt een relatief grotere verbetering van de concentratie bereikt (bijv. belasting 6 g m⁻², vastlegging 4 g m⁻²; nieuwe belasting 3 g m⁻²; vastlegging 2.5 g m⁻²).

5. Mogelijkheden tot N-verwijdering

Voor al in haar derde artikel pleit Schmidt (1978c) in sterke mate voor een onderzoek 'of inderdaad een vermindering van de stikstof toevoer aan het oppervlaktewater aanleiding zou zijn tot meer blauwwieropbloei (bedoeld wordt waarschijnlijk, zoals het KNCV-rapport aannemelijk acht: relatief meer), en indien dit niet het geval zou zijn vormt de N-verwijdering wellicht een effectievere methode voor de vermindering van de eutrofiëring in vele watergebieden, dan de fosfaatverwijdering uit afvalwater'.

Hierbij worden twee essentiële feiten als vaststaand aangenomen:

1. Er zijn geen andere N-bronnen

Op geen enkele wijze geeft Schmidt aan, hoe ze denkt de N-uitspoeling uit de landbouw tegen te gaan. Revallier (1971) schatte de totale N-belasting op 300.000 ton. Een belangrijk deel hiervan komt zeker uit de landbouw. Aannemende een kunstmestgebruik van ongeveer 400.000 ton N, waarvan wellicht ongeveer 50 % in het water uitspoelt (Rijntema, 1978) lijkt het niet onwaarschijnlijk, dat 100.000 - 200.000 ton N het oppervlaktewater bereikt. Daarom is stikstoffixatie nu ook niet nodig en wil een eventuele N-beperking slagen, dan zal men dit probleem moeten aanpakken, bijv. met een verbod op N-houdende kunstmest of althans een zeer aanzienlijke beperking daarvan met alle mogelijke gevolgen.

2. Er is geen kans op stikstoffixatie door blauwwieren

Schmidt (1978c) veronderstelt, dat N_2 -binding thans niet snel genoeg geschiedt om stikstofgebrek te voorkomen. Hier moet tegen worden ingebracht, dat stikstofgebrek alleen is aangetoond in *bioassays*. Door de grote N-belasting van het oppervlaktewater uit afvalwater en uit de landbouw is er thans geen N-gebrek aangetoond in de betekenis van N-belasting.

Het is nl. zo, dat in vele plassen in de winter zeer hoge N-waarden kunnen worden gevonden, in Friesland bijv. tot 2 à 3 g/m³. Doordat algengroei beperkt blijft tot 100 - 200 mg/m² kan hooguit ongeveer 1 g/m² N worden vastgelegd in het plankton. Al het overige wordt door denitrificatie aan het systeem onttrokken. Deze denitrificatie is wel bekend uit eutrofe visvijvers, en is ook gevonden bijv. in het Tjeukemeer (Golterman 1975 en 1977). Zou een grotere algengroei mogelijk zijn, dan wordt meer stikstof vastgelegd en wordt dus automatisch minder gedenitrificeerd. N-beperking als concentratie

gemeten betekent niet dat er een N-beperkende belasting is. Verder is het in deze van belang te herinneren aan de *bioassays* van Thomas, die pas na 2 - 4 weken in alleen met fosfaat verrijkte *bioassays* eenzelfde groei vond als in met fosfaat plus nitraat verrijkte, door de ontwikkeling van blauwwieren, die kennelijk een langere ontwikkelingstijd nodig hebben dan Schmidt in haar *bioassays* kon bewerkstelligen. Inderdaad moeten we Schmidt toegeven, dat stikstoffixatie nog niet in Nederland is onderzocht. Hebben we echter een enkele reden om aan te nemen dat de uitkomsten van Thomas en die van Schindler en medewerkers niet voor Nederland gelden? Deze laatste onderzoeksgroep vond, dat in een eutroof meer de stikstoffixatie vanzelf voldoende stikstof oplevert, wanneer maar met fosfaat werd bijgemest. Ook in vele andere landen is stikstoffixatie in het water wel gedocumenteerd. Waarom zou dit in Nederland bij een reëel N-gebrek dan niet lukken?

6. Slotopmerkingen en samenvatting

Het is belangrijk dat het eerste proefschrift dat in Nederland over eutrofiëring is verschenen, duidelijk heeft aangetoond dat in het Rijnlandse gebied, waar enorme hoeveelheden nutriënten worden geloosd, het weer onder controle krijgen van de algengroei niet een eenvoudige zaak zal zijn, waar met geringe inspanning spectaculaire resultaten kunnen worden verkregen.

Bij het proefschrift is een stelling gevoegd — uiteraard bedoeld voor discussie — waarin geponeerd wordt dat stikstof de meest beperkende factor is. Hiervoor zijn onvoldoende aanwijzingen; er zijn ook aanwijzingen dat fosfaat nog een belangrijke rol speelt. Om tot een definitieve uitspraak te komen is een verdere bewerking van het statistisch materiaal nodig, — speciaal dat betreffende de primaire produktie. Duidelijk moet ook worden getoetst of in vele meren niet al een maximale algenbezetting is bereikt, waarbij speciaal aan de lichtuitdovende werking van het humus moet worden gedacht. Het enkele experiment met lugol toegevoegd aan het koelwater in de incubator is niet overtuigend. Wel kan met behulp van een ruwe raming van de humusconcentraties worden geschat of wellicht al een maximaal mogelijke algenbezetting bereikt is. De vraag of stikstof of fosfaat dan nog beperkend is, is dan niet meer van belang. Overigens is de door Schmidt gekozen berekening van de maximale chlorophylconcentratie onduidelijk; men vraagt zich af waarom niet de benadering van Talling is gekozen, daar nu de 'mixing depth' en

andere factoren buiten beschouwing zijn gebleven.

Ook de voorspelling, dat de P-belasting slechts tot ongeveer 50 % kan worden gereduceerd is zwak; zij berust op de veronderstelling dat slechts 90 % van het rioolwater kan worden gezuiverd, en dat fosfaat maar voor 90 % kan worden verwijderd, hetgeen te lage percentages zijn en op de veronderstelling, dat via kwel nog 95 - 190 ton fosfaat zal blijven worden toegevoerd. Ook deze schatting is aan twijfel onderhevig daar deze berust op het produkt van kwelvolume maal fosfaat-concentratie. Opgemerkt moet worden, dat in de eerste hoeveelheid alle fouten van de waterbalans accumuleren, daar dit als aftrekpost berekend wordt. Voor de P-concentratie zijn enkele waarden genomen, zoals die door Steenvoorden en Oosterom (1973) op 0.5 en 2.5 m diep in het grondwater van andere gebieden zijn gevonden. Er zijn echter nog geen aanwijzingen, dat dergelijke concentraties ook inderdaad in het kwelwater zelf voorkomen, noch dat het fosfaat in het kwelwater ook werkelijk in de plas komt. Metingen in de Vinkeveense plassen wijzen op het tegendeel. Het lijkt nl. niet onwaarschijnlijk, dat eventueel 'opkwellend' fosfaat in de bodemsedimenten wordt geadsorbeerd, vooral wanneer het kwelwater ferroionen bevat. Derhalve lijken veel lagere P-rest-belastingen in het Rijnlandse gebied wel mogelijk.

Schmidt (1978c) vergelijkt enkele voor- en nadelen van de N- en P-verwijdering. Als nadeel van de P-verwijdering vermeldt zij, dat extra zout aan het systeem wordt toegevoegd. Met gebruik van kalk (Heide en Kampf, 1977) hoeft dat niet te gebeuren en kunnen ook hoge verwijderingspercentages bereikt worden. Verder zijn nog moderne technieken in ontwikkeling (zie bijv. Golterman, 1974), waarbij van een biologische fosfaatverwijdering gebruik gemaakt wordt, waarbij veel minder chemicaliën nodig zijn. Alhoewel deze techniek nog niet in Nederland wordt toegepast, zal dat er toch wel eens van komen. Vreemd is echter het argument — wel vaker gehoord — dat zware metalen in het slib komen. Hebben we ze dan liever in het effluent? Ik dacht, dat de functie van rioolwaterzuivering juist was het effluent zo schoon mogelijk te krijgen en dus zoveel mogelijk van de verontreiniging in het slib. Ik geloof, dat zelfs hierom alleen al een chemische nazuivering van het effluent toch nog wel nodig zal worden, waarbij uiteraard oplossingen gezocht moeten worden om de moeilijker verwerking van het slib toch mogelijk te maken. Als signaal blijft het proefschrift van grote betekenis. Wel is een kwantitatieve her-

beschouwing geïndiceerd, waarbij gezocht moet worden naar betere modellen om voorspellingen te maken over de relatie tussen de fosfaatbelasting en -concentratie dan de modellen die nu beschikbaar zijn. Dit geldt ook in mindere mate voor de fosfaatchlorophylmodellen. De nu gevonden relaties moeten duidelijker geplaatst worden in het kader van wat internationaal bekend is.

De essentiële vraag voor waterbeheerders (anders dan voor de onderzoekers) blijft echter niet de vraag of fosfaat de beperkende factor is, maar of het alsnog (weer) beperkend gemaakt kan worden. Schmidt (1978a, pag. 214) geeft zelfs reeds aan, dat de voor de meren in Canada en het Alpengebied toelaatbare grens waarschijnlijk niet voor de meeste Nederlandse meren toepasbaar is. Ook het KNCV rapport wijst erop dat eutrofe meren voor Nederland de normale toestand vormen. Dit rapport heeft gezocht naar een nieuwe grens tussen 'gezonde eutrofe meren en 'ongezonde' eutrofe meren (in het rapport hypertrofe meren genaamd). Op pag. 8 wordt een grens van 25 - 50 mg chlorophyl-a per m³ voorgesteld. Voor het tweede model in Schmidt's tabel 42 (niet 41 zoals vermeld op pag. 215) wordt dan een belasting van 2.3 g m⁻²j⁻¹ PO₄-P gevonden. De berekening is niet voor het eerste model gemaakt omdat Vollenweider's model alleen voor steady-state toestanden geldt. Deze auteur heeft zelf bij verschillende gelegenheden geschat dat hiervoor een minimum verblijftijd van het water van 0.3 à 1 jaar de onderste grens van de toepasbaarheid is. Bestudering van Schmidt's proefschrift laat zien dat een belasting, behorende bij een chlorophyl gehalte van 50 mg/m³ te bereiken valt, mits defosfatering als één der zuiveringstechnische maatregelen wordt ingevoerd.

Indien er andere belangrijke bronnen zijn, zoals recreatie of landbouw zullen ook daartegen maatregelen genomen moeten worden. Eén van de bronnen vormt het water uit andere rivieren en vaarten. Deze bron kan alleen worden verminderd wanneer ook naburige waterbeheerders tot defosfatering overgaan. Een landelijke aanpak is dus essentieel om te voorkomen dat iedereen met defosfatering wacht tot zijn burens iets gedaan hebben. Een andere door Schmidt geschatte bron is de kwel; deze lijkt echter sterk overschat te zijn. De door Schmidt geopperde mogelijkheid om stikstof te verwijderen lijkt academisch interessant, maar de realiteit is dat in geen enkel land ter wereld praktisch uitvoerbare processen, die alle belangrijke bronnen aanpakken, zijn ontwikkeld. Mijn bezorgdheid is dat de door Schmidt geopperde academische mogelijkheid, de invoering van de reeds ontwikkelde en

effectief werkende defosfatering aanzienlijk zal vertragen.

Deze overwegingen sluiten nauw aan bij de reacties van Leentvaar (1978) en Hosper (1978).

Schmidt's proefschrift blijft een belangrijk gegeven. Haar opmerking (1978b, pag. 388), dat stikstofbeperking meer voor de hand ligt omdat 'de mens relatief minder stikstof loost' lijkt in de eerste plaats niet juist (o.a. turnoversnelheden zijn verwaarloosd) en verwaarloost echter het toch niet onbelangrijke aspect van de praktische uitvoerbaarheid (voornamelijk landbouw). Hopelijk wordt van het vele goede werk dat Schmidt gedaan heeft, een passend wetenschappelijk gebruik gemaakt, maar wordt het niet gebruikt om waterbeheerders met een dootie mus blij te maken.

Literatuur

- Golterman, H. L., 1974b. *Warme meren, opgewarmde meren en polyfosfaten*. H₂O, 7 (16); 334-335.
- Golterman, H. L., 1974a. *De biologische produktie in het Tjeukemeer*. I. Primaire en sekundaire produktie. *Vabl. biol.*, 54 (7); 112-115. II. Tertiaire produktie. *Vabl. biol.*, 54 (8); 136-139.
- Golterman, H. L., 1975. *Physiological limnology; an approach to the physiology of lake ecosystems*. Amsterdam, Elsevier Sci. Publ.
- Golterman, H. L., 1976. *Fosfaten in het Nederlandse oppervlaktewater*; Rapport van de Stuurgroep fosfaten. Den Haag, Sigma Chemie. 133 blz.
- Golterman, H. L., 1977. *Progress Report 1976 Limnological Institute, Nieuwersluis*. *Verh. K. ned. Akad. Wet., Afd. Natuurkunde*, 2e reeks dl. 69, 18 blz.
- Golterman, H. L., 1978. *Quantifying the eutrophication process; difficulties caused, for example, by sediments*. *Progress in Water Technology*. In press.
- Golterman, H. L., Clymo, R. S. and Ohnstad, M. A. M. *Methods for physical and chemical analysis of fresh waters: a comp. rev. and exp. edition*. Oxford, Blackwell, 1978. 200 p. Is: IBP handbook, nr. 8.
- Heide, B. A. en Kampf, R., 1977. *Fosfaatverwijdering door middel van simultane precipitatie met kalk*. H₂O, 10 (1); 16-23.
- Hosper, S. H., 1978. *Stikstof, fosfaat en eutrofiëring*. H₂O, 11 (18); 384-387.
- Jassby, A. D. and Platt, T. 1976. *Mathematical formation of the relationship between photosynthesis and light for phytoplankton*. *Limnol. Oceanogr.*, 21 (4); 540-547.
- Lund, W. G. 1970. *Primary production*. *Water Treat. Exam.*, 19; 332-358.
- Leentvaar, P., 1978. *Hypertrofië*. H₂O, 11 (18); 31
- Postma, H., 1967. *Observations on the hydrochemistry of inland waters in the Netherlands*. In: *Chemical environment in the aquatic habitat; Proceedings IBP Symp.*, Amsterdam, Nieuwersluis 1966; ed. by H. L. Golterman and R. S. Clymo, Amsterdam, Noord-Hollandsche Uitg. Maatsch. P. 30-38.
- Redeke, H. C., 1948. *Hydrobiologie van Nederland; de zoete wateren*. Amsterdam, v/h C. de Boer, 580 blz.
- Revallier, R., 1971. *Wat is er tegen te doen en wat kost het in de chemische industrie?* In: *Mens*

Mededelingen

en milieu; prioriteiten en keuze. Uitgave van de Stichting Toekomstbeeld der Techniek, Nr. 8. Kon. Instituut Ingenieurs. Blz. 61-70.

Rijtema, P. E., 1978. *Een benadering voor de stikstofemissie uit het graslandbedrijf*. Nota 982 van het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen, 39 blz.

Schmidt-van Dorp, A. D., 1978a. *De eutrofiëring van ondiepe meren in Rijnland (Holland)*.

Helmond, Wibro, 254 blz. Is: Proefschrift Rijksuniversiteit te Utrecht, juni 1978.

Schmidt-van Dorp, A. D., 1978b. *Stikstof en eutrofiëring in ondiepe Hollandse meren*. *H₂O*, 11 (16); 352-356.

Schmidt-van Dorp, 1978c. *De betekenis van stikstof-fosfaat-verhouding voor de eutrofiëring*. *Waterschapsbelangen*, 63 (15); 340-346.

Steenvoorden, J. H. M. and H. P. Oosterom. 1973. *Stikstof, fosfaat en organisch materiaal in het grond- en oppervlaktewater van enkele gebieden*. *Cultuurtechnisch tijdschrift*, 12; 6.

Thomas, E. A., 1953. *Zur Bekämpfung der See-Eutrophierung: Empirische und experimentelle Untersuchungen zur Kenntnis der Minimumstoffe in 46 Seen der Schweiz und angrenzender Gebiete*. *Monatsbull. schweiz. Ver. Gas- u. Wass. Fachm.*, 33 (2); 25-32 en 33(3); 71-79.

Thomas, E. A., 1956/57. *Der Zürichsee, sein Wasser und sein Boden*. *Jahrbuch vom Zürichsee*, 17, 173-208.

Thomas, E. A., 1973. *Phosphorus and eutrophication*. In: E. J. Griffith, A. Beeton, J. M. Spencer & D. T. Mitchell (Editors), *Environmental Phosphorus Handbook*. John Wiley, New York, N.Y. pp. 585-611.

Thomas, E. A., 1968. *Die Phosphatrophierung des Zürichsees und anderer Schweizer Seen*. *Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.* 14: 231-242.

Westlake, D. F. and Dawson, H. *The construction and long term field use of inexpensive aerial and aquatic integrating photometers*. In: *Light as an ecological factor*. II. 16th Symp. Br. Ecol. Soc., 1974; ed. by G. C. Evans, R. Bainbridge and O. Rackham. Oxford, etc. Blackwell. P. 27-42.



Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen KIWA NV

Verklaringen van Geen Bezwaar op Toxicologische gronden

Met ingang van 1 december 1978 heeft het KIWA de volgende VGB's verstrekt:

VGB nr. 24 inzake ferrichloridesulfaat, *Ferrimel* (FeClSO₄) van Melchemie BV te Arnhem, Steenstraat 44-46. Deze VGB is afgegeven voor onbepaalde tijd. Dit ferrichloridesulfaat is bestemd voor toepassing als vlokmiddel t.b.v. drinkwaterbereiding.

VGB nr. 27 inzake *Griffon* glijmiddel van Verhagen Herlitzius BV te Mierlo, industrieweg 36. Deze VGB is afgegeven

voor onbepaalde tijd. Griffon glijmiddel P20 is bestemd voor toepassing als glijmiddel bij de montage van schuifmofverbindingen.

VGB nr. 28 inzake *Thoro*seal Wit van Thoro NV te Mol, België, Berkenbossenlaan 6. Deze VGB is afgegeven voor onbepaalde tijd. Thoro-seal Wit is bestemd voor het waterdicht maken van bouwwerken die in contact komen met drinkwater.

Intrekking REIT-erkenning

Van Harn BV, Industrielaan 34, 3903 AD Veenendaal, heeft te kennen gegeven geen gebruik meer te zullen maken van de door het KIWA verleende erkenning als REIT-installeateur. Genoemde erkenning wordt met ingang van 14 december 1978 op eigen verzoek ingetrokken.



Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven in Nederland

Vergaderingen

23 januari 1979, 9.30 uur:

RIG-West, VEWIN-kantoor.

26 januari 1979, 10.15 uur:

RIG Noord, Gemeentelijk Waterbedrijf Groningen.

29 januari 1979, 10.30 uur:

Werkgroep KIWA-VEWIN-VWN, Hoog-Brabant, Utrecht.

30 januari 1979, 9.50 uur:

Commissie Leerprogramma's Waterleidingstechniek, WMN, Utrecht.

31 januari 1979, 10.15 uur:

Commissie Examens Waterleidingstechniek, VEWIN-kantoor.

1 februari 1979, 10.00 uur:

Werkgroep Waterleidingstechnisch Tekenaar, Jaarbeurs, Utrecht.

1 februari 1979, 10.00 uur:

Werkgroep Aansluitvoorschriften, Jaarbeurs, Utrecht.

2 februari 1979, 9.50 uur:

Commissie Opleiding Waterleidingstechniek, WMN, Utrecht.

5 februari 1979, 10.30 uur:

Commissie Regeling voor de Erkenning van Watertechnische Installateurs, VEWIN-kantoor.

6 februari 1979, 9.00 uur:

RIG Zuid, Gemeentebesturen, Eindhoven.

7 februari 1979, 10.00 uur:

Werkgroep Leidingenregistratie, WMN, Utrecht.

7 februari 1979, 13.30 uur:

Werkgroep Leidingenregistratie/Provinciale Carteringscommissies, WMN, Utrecht.

8 februari 1979, 10.15 uur:

College van Bedrijfsdirecteuren, VEWIN-kantoor.

9 februari 1979, 10.00 uur:

RIG Oost, Gemeentelijk Gas-, Elektriciteit- en Waterbedrijf (GEWAB), Arnhem.

13 februari 1979, 10.30 uur:

College van Bedrijfsjuristen, Gemeentebesturen Eindhoven.

13 februari 1979, 10.30 uur:

Orgaan van Overleg Inspectie van de Volksgezondheid-VEWIN, VEWIN-kantoor.

15 februari 1979, 10.30 uur:

Dagelijks Bestuur, VEWIN-kantoor.

16 februari 1979, 10.30 uur:

Landelijk Inspectiecontact, VEWIN-kantoor.

20 februari 1979, 10.00 uur:

Werkgroep Herziening Aanbevelingen VEWIN, Jaarbeurs, Utrecht.

21 februari 1979, 10.00 uur:

Commissie Controle Watermeters, Gemeentebesturen voor elektriciteit, gas en water Alphen a/d Rijn.

22 februari 1979, 10.15 uur:

Commissie Examens Waterleidingstechniek, VEWIN-kantoor.

28 februari 1979, 9.50 uur:

Commissie Leerprogramma's Waterleidingstechniek WMN, Utrecht.

1 maart 1979, 10.15 uur:

College van Bedrijfsdirecteuren, VEWIN-kantoor.

7 maart 1979, 10.00 uur:

Raad van Advies voor de Redactie van *H₂O*, VEWIN-kantoor.

7 maart 1979, 14.00 uur:

Contactcentrum olie-industrie — openbare watervoorziening, VEWIN-kantoor.

Regencijfers

| | Neerslag in mm tijdvak 29 nov. t/m 12 dec. '78 |
|----------------------|---------------------------------------------------|
| Valkenburg (ZH) | 19,0 |
| Den Helder (De Kooy) | 16,2 |
| Schiphol | 15,2 |
| De Bilt | 13,0 |
| Leeuwarden | 7,7 |
| Groningen | 11,5 |
| Twente (vliegveld) | 12,5 |
| Vlissingen | 29,5 |
| Gilze Rijen | 17,7 |
| Eindhoven | 29,6 |
| Maastricht | 20,7 |

Bron: KNMI.

