

Onderzoek naar de fosfaatuitwisseling tussen water en bodem in het Veluwemeer/Drontermeer

Inleiding

De Veluwerandmeren worden gekenmerkt door een overmatige groei van de blauwalg *Oscillatoria agardhii*. De hiermee samenhangende problematiek en mogelijke saneringsmaatregelen zijn onder andere door Hosper [1983] beschreven. Als eerste maatregel geldt het reduceren van de externe fosfor-belasting op het Veluwe/Drontermeer door toepassing van defosfatering op de zuiveringsinstallaties van Elburg (1972) en Harderwijk (1979). Aanvullend worden deze meren 'swinters doorgespoeld met algen- en



W. VAN RAAPHORST
TH Twente, Afdeling der
Chemische Technologie, Vakgroep
Procesbeheersing en Milieubeheer



A. G. BRINKMAN
TH Twente, Afdeling der
Chemische Technologie, Vakgroep
Procesbeheersing en Milieubeheer



L. LIJKLEMA
LH Wageningen,
Vakgroep Waterzuivering

fosforarm polderwater (vanaf november 1979). Door deze uitslag vanuit gemaal Lovink (afb. 1) bedraagt de verblijftijd gedurende de wintermaanden slechts enkele weken. Het resultaat van deze maatregelen is grofweg een halvering van de algenconcentraties. De dominantie van *O. agardhii* is tot nu toe slechts eenmaal doorbroken (eerste halfjaar 1982). Ook het doorzicht is klein gebleven, en is meestal minder dan 35 cm [Hosper, 1983]. Geconcludeerd kan daarom worden dat het gevoerde saneringsbeleid enig, maar nog niet het gewenste succes heeft gehad.

Een belangrijke oorzaak hiervan is de nalevering van nutriënten vanuit het sediment. Het bodemslib is in voorgaande jaren sterk verrijkt met onder andere fosfor. Onder gunstige omstandigheden (lage P-concentratie in het meerwater, hoge pH, zuurstofloosheid) kan dit nageleverd worden, en zo beschikbaar komen voor algengroei [Hieltjes, 1980]. Een vervelend aspect hierbij is dat sterke opbloei van algen de condities zodanig kan beïnvloeden dat een gunstige situatie voor nalevering ontstaat. Er is daarom een sterke wisselwerking tussen het fytoplankton en de nutriëntenafgifte door het sediment. Een tweede punt is dat door het terugdringen van de externe belasting, de ortho-fosfaatconcentratie in het

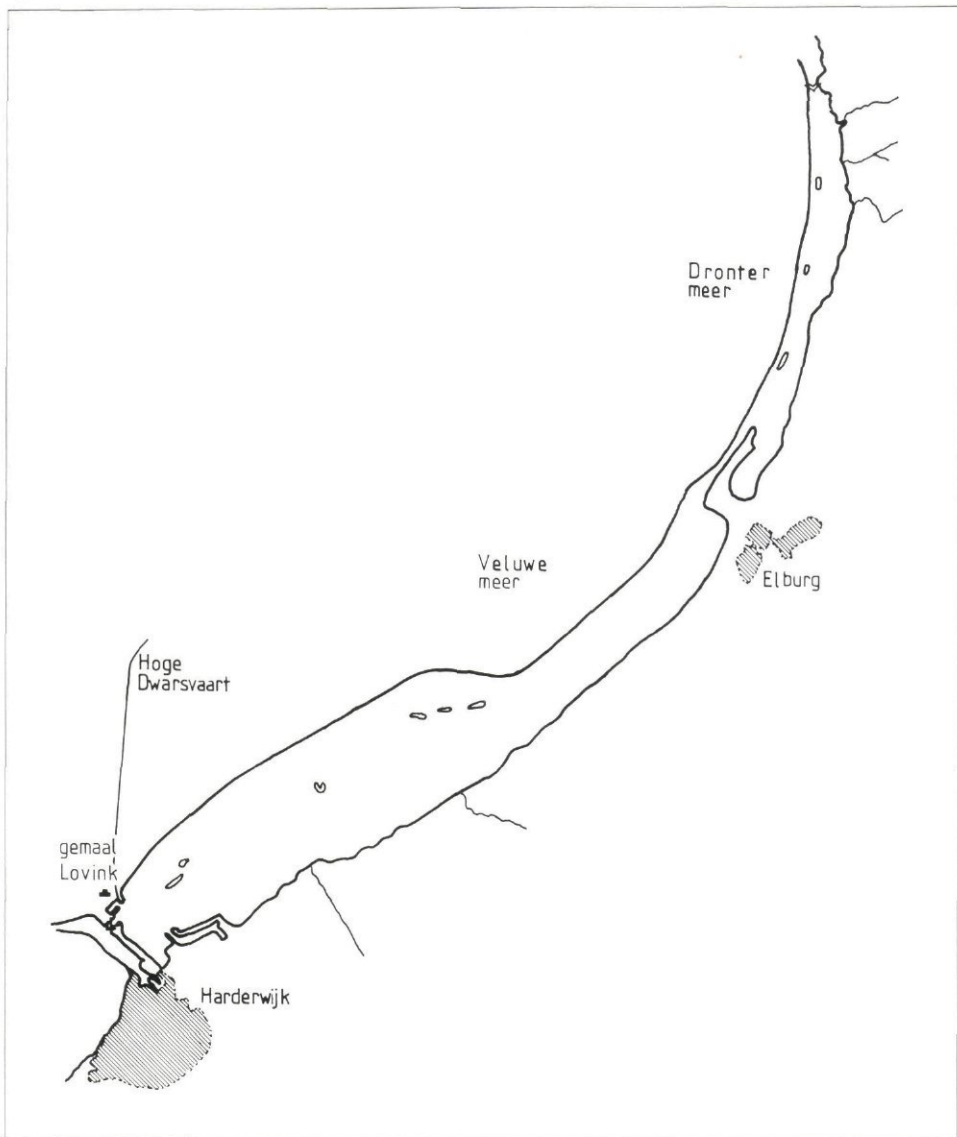
meerwater gedaald is. Een gevolg is een toename van de fosfaatgradiënt over het grensvlak sediment-water, waardoor de nalevering versterkt wordt. Voor meer inzicht in de eutrofiëringsprocessen, en de mogelijke effecten van beheersmaatregelen op korte en lange termijn, is kennis van de rol die het sediment in het geheel speelt daarom onontbeerlijk.

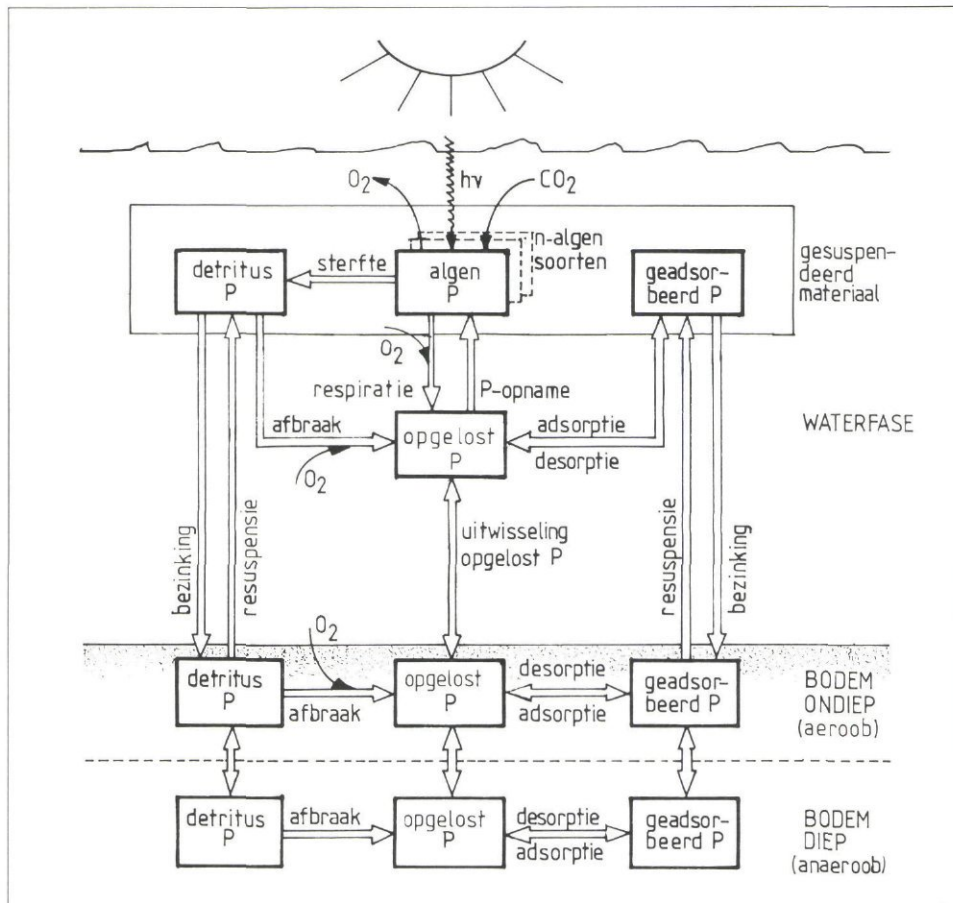
In opdracht van het RIZA is de TH Twente, vakgroep Procesbeheersing en Milieubeheer, in 1980 begonnen met een uitgebreide studie naar de fosfaatuitwisseling tussen water en sediment in het Veluwe/Drontermeer. Het project zal begin 1985 worden afgerond. Naast kwantificering van de P-nalevering is het doel van het onderzoek vooral te komen tot een beschrijving van de processen die de uitwisseling bepalen. Uiteindelijk zal kennis van deze (deel-)processen geïntegreerd worden in een mathematisch model, waarmee mogelijke beheersstrategieën gesimuleerd kunnen worden. Om tot deze systeem-

beschrijving te komen was het noodzakelijk het onderzoek breed op te zetten. Behalve aan het sediment, wordt daarom ruime aandacht gegeven aan processen in de waterfase, en de invloed van externe factoren als wind en lichtinstraling.

In dit artikel zal worden ingegaan op de achtergronden en de opzet van het project. Een belangrijk aspect is de relatie tussen meting (in het veld en in het laboratorium) en modellering. Het is duidelijk dat een goede onderlinge afstemming gewenst is. Na een korte toelichting hierop, zal het project meer in detail besproken worden. Onderscheid zal worden gemaakt tussen chemische, biologische en biochemische, en transportprocessen. Achtergrond van deze onderverdeling is, dat ze veelal afzonderlijk onderzocht kunnen worden, en een eigen modelbeschrijving vragen. In de praktijk treden sub-processen gelijktijdig op, waarbij onderlinge beïnvloeding aanwezig is. Een volgend onderwerp is daarom de

Afb. 1 - Situatieschets Veluwemeer/Drontermeer.





Afb. 2 - Schematische weergave van de fosfor-kringloop in een meer.

koppeling van de processen, zowel experimenteel als modelmatig. Tenslotte dient vermeld te worden dat dit onderzoek plaatsvindt in goede samenwerking tussen TH Twente enerzijds en RIZA, RIJP en Rijkswaterstaat (ZZW) anderzijds. Daarnaast zijn ook het Waterloopkundig Laboratorium en de Deltadienst van Rijkswaterstaat bij het geheel betrokken.

Achtergrond

Een sterk vereenvoudigd schema van de P-huishouding in een meer is gegeven in afb. 2. Centraal hierin staat het in de algen (1...n soorten) opgeslagen fosfor. Daarnaast zijn in de waterfase detritus, anorganisch geadsorbeerd-P, en opgelost ortho-P te onderscheiden. Het gesuspendeerde deel (algen, detritus, anorganisch geadsorbeerd-P) bestaat uit een aantal fracties, elk met een eigen bezinksnelheid. Uitwisseling met het sediment vindt hier voornamelijk plaats via sedimentatie en resuspensie. Direct transport van opgelost fosfaat is mogelijk door diffusie-achtige processen, en kwel c.q. wegzijging. Zowel in de waterfase, als in het sediment is er een gecompliceerde interactie tussen de verschillende P-vormen, waarbij een aantal interne kringlopen mogelijk zijn. Om tot een goede voorspelling te komen van het effect van beheersmaatregelen is het

noodzakelijk alle interacties te identificeren en te kwantificeren. Dit vereist een procesgerichte opzet van het onderzoek, waarbij experimenten en modellen optimaal op elkaar afgestemd zijn. Enerzijds zullen de experimentele resultaten gebruikt moeten worden bij modelidentificatie en parameterschatting. Anderzijds zijn de modellen nodig om de experimenten richting te geven en te kunnen interpreteren. In dit project wordt steeds uitgegaan van een zekere modelvoorstelling van de verschillende processen, waarna gekeken wordt of dit in overeenstemming is met metingen in het veld of in het laboratorium. Door zowel de modellering als de experimenten binnen dit onderzoek te verenigen wordt een wederzijdse samenwerking en ondersteuning sterk gestimuleerd. Ook een zekere flexibiliteit – verandering van modelvoorstelling op grond van meetresultaten, en andersom – is zo zeer wel mogelijk.

Chemische aspecten

De meeste nadruk ligt hier op de binding van fosfor aan sedimentdeeltjes, zowel in de bodem, als na resuspensie in de waterfase. Behalve ad- en desorptie-evenwichten (afb. 2), wordt ook de kinetiek waarmee de processen plaatsvinden bestudeerd. Binding is mogelijk aan nagenoeg alle vaste stoffen:

zand, ijzer- en aluminiumoxyden, carbonaten, klei en organisch materiaal (waaronder humus). Achtereenvolgens kan voor de P-binding aan deze materialen gezegd worden:

Oxyden: ter stabilisatie komen aan het oppervlak van deze structuren OH-groepen voor, die door protondisassociatie of -associatie negatief danwel positief geladen zijn. Deze groepen kunnen tegen fosfaat uitgewisseld worden, waarbij de gemiddelde lading op nabuurplaatsen afstotend (bij FeOOH: pH > 8,5) of aantrekkend (bij FeOOH: pH < 8,5) werkt.

Carbonaten: chemische binding van HPO_4^{2-} aan het oppervlak met Ca^{2+} en Mg^{2+} groepen na uitwisseling tegen HCO_3^- of OH^- . De sterkte van de binding neemt toe met stijgende pH. Een belangrijk aspect is ook de $[\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}] - [\text{HCO}_3^-]$ verhouding in het water, welke mede de lading van het oppervlak van de vaste stof bepaalt.

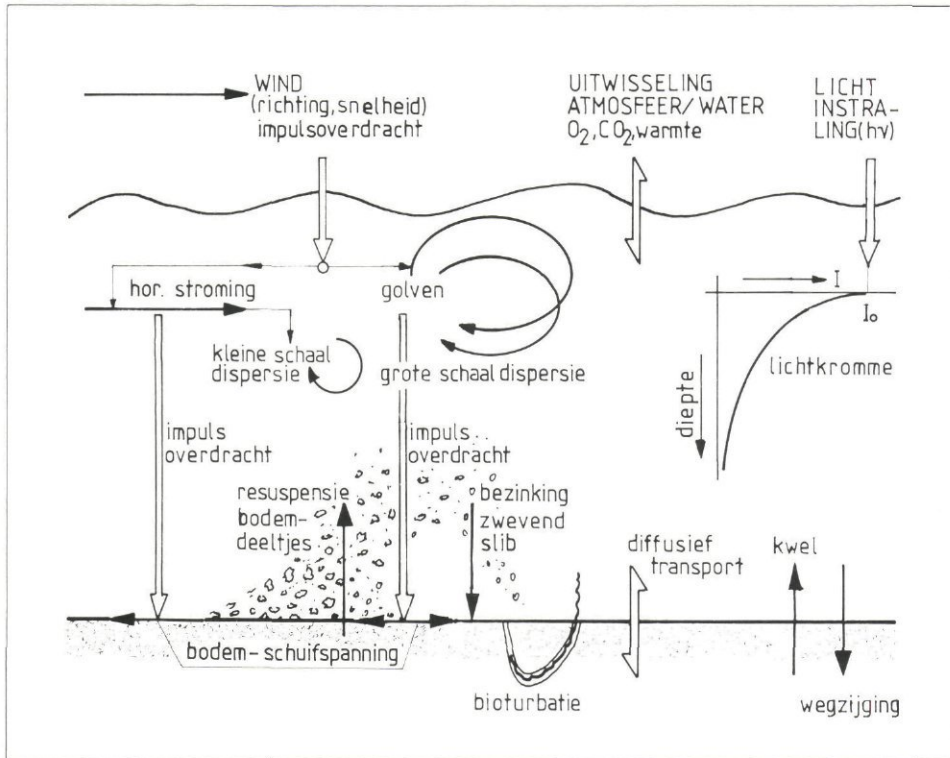
Klei: de meeste kleisoorten zijn negatief geladen. Een beperkt aantal plaatsen heeft een positieve lading, waaraan fosfaat-adsorptie kan plaatsvinden.

Organisch materiaal (humus): door dissociatie van COOH-groepen zijn deze verbindingen onder natuurlijke omstandigheden negatief geladen. Fosfaatadsorptie is mogelijk via kationen als calcium en ijzer. Een klein deel van het fosfor zal aanwezig zijn in de vorm van organische fosfaten, die na mineralisatie vrij kunnen komen.

Het onderzoek naar deze aspecten bestaat uit een aantal gerichte laboratoriumproeven, waarin het adsorptie/desorptie-gedrag van verschillende materialen onderzocht wordt. Dit deel van het project kan opgesplitst worden in een meer fundamenteel gedeelte waarin modelstoffen uit bovengenoemde groepen onderzocht worden, en een deel waarin met materiaal uit het Veluwemeer gewerkt wordt. Evaluatie van de resultaten gebeurt met behulp van computerberekeningen (BBSSED). Voorlopige conclusies zijn dat binding aan zowel ijzercomplexen, als carbonaten en humusverbindingen van belang zijn. De kinetiek van de fosfaat-adsorptie aan, en desorptie van sedimentdeeltjes is snel (tijdconstante enkele uren) [Brinkman e.a., 1984].

Biologische en biochemische aspecten

De probleemstelling is gecentreerd rond de overmatige groei van blauwalgen. Inzicht in de effecten van beheersmaatregelen op de algendynamiek is daarom onmisbaar. Groei- en sterftesnelheden en opname van nutriënten onder verschillende omstandigheden, zijn belangrijke parameters in een model dat de waterkwaliteit moet simuleren. Ook regulerende factoren, als graas door zoöplankton, dienen in beschouwing te worden genomen. Dit geldt dan niet alleen



Afb. 3 - Transportprocessen in een ondiep meer.

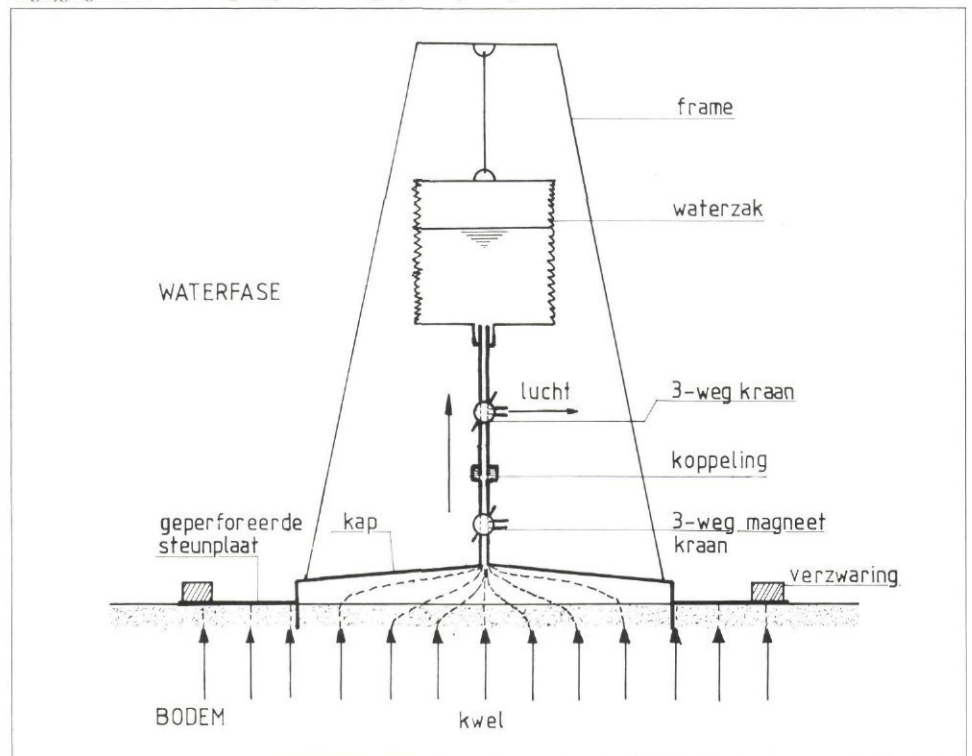
voor de nu aanwezige algenpopulatie, maar juist ook voor soorten of groepen die na restauratie de blauwalgen kunnen vervangen. Het grootste deel van de informatie over deze processen kan in de literatuur gevonden worden. Met name aan de Universiteit van Amsterdam zijn de laatste jaren uitgebreide onderzoeken op dit gebied verricht [Gons, 1977; Van Liere, 1979; Zevenboom, 1982; Van Donk, 1983].

Combinatie van deze gegevens met eigen modelvoorstellen, moet, ook gezien de complexiteit van deze experimenten, voldoende inzichten leveren. Naast de fotosynthese speelt ook de biochemische oxydatie van organisch materiaal een belangrijke rol. Dit proces, dat zich deels in de waterfase, deels in de bodem afspeelt, zorgt er voor dat de in het detritus aanwezige nutriënten geregenereerd worden. De concentratie aan opgelost fosfaat wordt dus mede door de mineralisatie bepaald. Door zuurstofverbruik van de bacteriën veroorzaken deze omzettingen veranderingen in de chemische condities (redox, pH) in de bodem, wat in het algemeen tot hogere P-concentraties in het poriewater zal leiden. Ook hier moet de meeste informatie uit een uitgebreide literatuurstudie volgen. Verder wordt een beperkt aantal experimenten uitgevoerd, waarin de afbraak van algenmateriaal, en detritus uit slijbmonsters wordt onderzocht. Nadruk ligt ook hier op modelidentificatie en het schatten van parameters die deze processen bepalen (zowel aëroob als anaëroob).

Transportprocessen

Verschiede transportmechanismen spelen een rol in de nutriëntenhuishouding.

Afb. 4 - Kwelmeter. De zak wordt, gevuld met een bekende hoeveelheid water, gekoppeld aan de kap en aan het frame bevestigd (kranen dicht). Na ontluchting via het kranensysteem wordt het geheel op de bodem geplaatst, waarbij kwelwater via de magneetkraan kan verdwijnen. Na een stabilisatieperiode (ca. halve dag), wordt met behulp van de magneetkraan de verbinding tussen kap en waterzak gerealiseerd. Na enkele uren worden de kranen gesloten en de zak en de kap ontkoppeld, waarna de zak gedroogd kan worden. Na bepaling van de hoeveelheid water in de zak (weging), wordt de kwel c.q. wegzijing berekend. Metingen zijn zoveel mogelijk in duplo uitgevoerd.



In afb. 3 is een schematisch overzicht geschetst. Hoewel vooral gekeken wordt naar processen in de bodem en transport door het grensvlak sediment-water, verdient ook de verspreiding van opgelost en gesuspendeerd materiaal over de waterfase, enige aandacht. Onderwerpen zijn in dit verband de verticale dispersie en horizontaal sediment-transport, beide afhankelijk van de externe factor wind. In dit project wordt hier evenwel slechts globaal aandacht aan besteed. Het transport tussen bodem en water wordt bepaald door sedimentatie en resuspensie, kwel en wegzijing, bioturbatie en diffusie-achtige processen. Bioturbatie is altijd een combinatie van biologische, chemische en transportfactoren. Diffusie komt in het algemeen voor samen met ad- en desorptiereacties. Deze mechanismen worden daarom bestudeerd in het kader van de koppeling van deelprocessen. Kwel en wegzijing verzorgen het advectief transport van poriewater (met daarin opgeloste ionen) door de bodem. Op grond van balansstudies [Hosper, 1980] volgt een kwel van enkele $\text{mm} \cdot \text{dag}^{-1}$ aan de oude landzijde en een ongeveer even grote wegzijing aan de polderkant. Plaatselijk kunnen veel hogere waarden gevonden worden. Met kwelmers (afb. 4) zijn debieten tot $4 \text{ mm} \cdot \text{dag}^{-1}$ gemeten. Omdat de P-concentratie in het diepere poriewater

beduidend hoger zijn dan in de top laag, is dit mechanisme niet onbelangrijk.

Resuspensie van bodemdeeltjes wordt geïnduceerd door de wind. Energie wordt vanuit het windveld op de waterfase overgedragen, waardoor de stroming en golfbeweging ontstaan. Beide zullen een schuifspanning aan de bodem veroorzaken, waardoor opwerveling mogelijk wordt. Tegelijkertijd vindt een voortdurende sedimentatie plaats, waarvan de flux bepaald wordt door de bezinksnelheid van het zwevend slib. Er vindt, met andere woorden, een voortdurende uitwisseling van materiaal tussen bodem en water plaats, waarbij het verschil tussen de fluxen de verandering van de zwevend-slibconcentratie in het water veroorzaakt. De sedimentatie is onderzocht met behulp van bezinkproeven en sedimentvallen [Aalderink e.a., 1984]. Bij deze laatste methode wordt de over een zekere tijd geaccumuleerde bezinkflux onder verschillende omstandigheden, bepaald. De resuspensie kan niet rechtstreeks gemeten worden, maar wordt geschat op grond van tijdreeksen met gegevens over zwevend-slibconcentraties. Hiertoe worden een aantal mogelijke modelbeschrijvingen uitgetest. In alle alternatieven zijn de parameters uit het windveld (snelheid, richting) de drijvende kracht. Op grond van deze parameterschattingen kan de verblijftijd van bodemmateriaal in de waterfase afgeschat worden. Gecombineerd met kennis van de chemische eigenschappen van dit materiaal, kan vervolgens een uitspraak gedaan worden over de invloed van deze processen op het vanuit de bodem beschikbaar komen van nutriënten.

Koppeling en integratie

In deze fase worden drie stukken onderscheiden. Allereerst worden combinaties van een aantal processen onderzocht, waarbij de experimentele omstandigheden zodanig gekozen worden, dat andere factoren een verwaarloosbare invloed hebben. Tot deze groep behoren metingen van de opname (afgifte) van bijvoorbeeld zuurstof en fosfor door het sediment. Het tweede deel bestaat uit de registratie van tijdreeksen, en de inventarisatie van die grootheden waarvan kwaliteit en kwantiteit de resultaten zijn van alle processen, zoals die zich in het verleden hebben afgespeeld. Hiertoe behoren bepalingen van sedimentsamenstelling, concentraties in meer- en poriewater, alsmede de inventarisaties van zoöplankton, fytoplankton en bodemfauna. Het laatste stuk wordt gevormd door integratie van de onderzoeksresultaten in een simulatiemodel. Nagenoeg alle genoemde factoren zijn van invloed op de fluxen van materiaal door het grensvlak bodem-water (afb. 2). Bij niet conservatieve stoffen als fosfor en zuurstof

treedt in het meest eenvoudige geval de combinatie van diffusie met chemische en biochemische reacties op. Hierop gesuperponeerd kunnen andere mechanismen voorkomen. In eerste instantie wordt alleen reactie plus diffusie bestudeerd. Hiertoe worden ongestoorde sedimentmonsters ('kolommen'), overgebracht naar een laboratoriumopstelling, waarmee zowel batch-, als continu doorstroomde experimenten mogelijk zijn. Voor een goede interpretatie is het noodzakelijk de concentraties in het poriewater (direct onder oppervlak) te bepalen, omdat de gradiënt over het oppervlak drijvende kracht is voor fluxen. Gecombineerd met kennis van de relevante reactieverschijnselen (ad-, desorptie, mineralisatie) is modelvorming mogelijk [Van Raaphorst & Brinkman, 1984]. In een later stadium worden deze proeven uitgebreid met kwel en wegzijging en de aanwezigheid van bodemfauna. *In situ metingen van de fluxen* worden uitgevoerd door het concentratieverloop onder een op de bodem geplaatste kap te volgen. De aanwezigheid van kwel/wegzijging en bodemfauna op de experimentlocatie moet gekwantificeerd worden. Poriewaterconcentraties worden *in situ* gemeten met een hiertoe speciaal ontworpen instrument [Brinkman e.a., 1981]. Zowel uit de laboratoriummetingen als uit de *in situ* bepalingen volgt dat de P-concentraties in het poriewater in vergelijking met andere meren laag zijn: 100-500 $\mu\text{g P} \cdot \text{l}^{-1}$ (Brielse meer: 300-3.000 $\mu\text{g P} \cdot \text{l}^{-1}$ [Hieltjes, 1980]; Uitgeestermeer: $> 1.000 \mu\text{g P} \cdot \text{l}^{-1}$ [Van Liere, 1982]). Ook de fluxen zijn niet hoog, ongeveer $4,3 \text{ mg P} \cdot \text{m}^{-1}$ bij een concentratieverschil van $100 \mu\text{g P} \cdot \text{l}^{-1}$ tussen oppervlakte- en poriewater. Ten behoeve van de inventarisatie van de bodemsamenstelling zijn op ongeveer 40 plaatsen in het Veluwemeer bodemmonsters genomen, waarvan op verschillende diepten element-analyses verricht zijn. Gegevens over de kwaliteit van het meerwater, vooral tijdreeksen, komen uit drie bronnen. Allereerst kunnen de resultaten van de door het RIZA uitgevoerde routinebemonsteringen gebruikt worden. Daarnaast zijn vooral in 1982, en in mindere mate 1983, enkele korte tijdreeksen verzameld met een kort (orde: uren) monsterinterval. Relevante grootheden zijn in dit verband onder andere P, Ca, Mg, O₂, pH, zwevend slib, algen. Tot slot zijn in de jaren 1981, '82, '83 continue registraties van O₂, pH, geleidbaarheid en temperatuur uitgevoerd op een vaste plaats in het meer (nabij Lovink, afb. 1). In 1983 is bovendien de turbiditeit van het water gemeten. Overige continue registraties omvatten gegevens over windrichting en -snelheid en de instraling van zonlicht. Al deze data dienen als vergelijkingsmateriaal

(onder andere algen, P) of ingangsgegevens (wind, instraling) voor de op te stellen simulatiemodellen. Belangrijk is dat de meetfrequentie voor een groot deel is afgestemd op de eisen die de modellen stellen.

Naast algentellingen en globale determinaties van de belangrijkste soorten, zijn inventarisaties van het zoöplankton uitgevoerd. Literatuurgegevens moeten informatie geven over de invloed van deze organismen op de algenpopulatie. Om uitspraak te kunnen doen over de belangrijkheid van bioturbatie zijn in 1982 en 1983 de dichtheden van chironomiden en oligochaeten bepaald. Nadere gegevens moeten volgen uit bovengenoemde flux-experimenten.

Een belangrijk aspect van de integratie is het toepassen van resultaten uit experimenten in simulatiemodellen. Een globaal model omvat de deelprocessen in een eenvoudige, geschematiseerde vorm. Een beschrijving van allerlei chemische reacties (oplos-neerslag met bijbehorende kinetiek, gedetailleerde adsorptie/desorptie-simulatie) kan hierin niet worden opgenomen. In een meer geavanceerd, descriptief model wordt hier meer aandacht aan besteed. Een belangrijk onderdeel van dit gecompliceerde model vormt de beschrijving van de chemische evenwichten in het sediment (BBSED). Een essentieel onderdeel is de analyse van de betrouwbaarheid en de gevoeligheid van de simulatieresultaten voor veranderingen van de gebruikte parameters. Hieraan wordt eveneens aandacht geschonken.

Perspectief

Uit de eerste onderzoeksresultaten kan geconcludeerd worden dat de in afb. 2 aangegeven adsorptie/desorptieprocessen snel zijn. De beschikbaarheid van fosfor voor de alg hangt af van de uitwisseling tussen bodem en water en de regeneratie in de waterfase, naast uiteraard de aanvoer vanuit externe belasting. Belangrijk is verder de bij de reacties behorende evenwichtsligging. De mate van resuspensie is zodanig, dat op zich veel (vast) P getransporteerd wordt over het grensvlak water/bodem. De huidige evenwichtsligging in het Veluwemeer (ca. $25 \mu\text{g P} \cdot \text{l}^{-1}$) is echter zo laag, dat slechts een klein deel van dit vaste P door de alg opgenomen kan worden. Simulaties en literatuurgegevens zijn nodig om de snelheid van P-opname door de algen, en de sterfte en respiratieprocessen te kunnen schatten. Duidelijk is dat de hoge snelheidsconstante van de ad- en desorptiereacties, tot gevolg heeft dat op korte termijn alleen de uiterste top laag van het sediment van belang is voor de uitwisseling van fosfor met het meerwater [Van Raaphorst & Brinkman, 1984]. De concentratie in deze laag (ca. 1 mm dik) wordt bepaald door de chemische even-

wichtsligging, de mineralisatie (regeneratie van P) en de aanvoer vanuit diepere lagen (afb. 2), die tezamen een virtuele evenwichtsconcentratie veroorzaken. Voor langere termijn is het van belang, wat het effect is van beheersmaatregelen op deze concentratie, waarbij vooral de vorming van een top laag met een goede P/adsorbens verhouding belangrijk kan zijn. Simulatie van saneringsmaatregelen, bijvoorbeeld doorspoelen met kalkrijk water, moet hierover meer zekerheid kunnen geven. Voorlopig kan wel geconcludeerd worden dat terugdringen van de externe P-belasting (en daarmee de P/adsorbens verhouding) essentieel is voor een succesvolle restauratie. Nalevering vanuit de bodem zal dit succes sterk kunnen vertragen.

Literatuur

- Aalderink, R. H., Lijklema, L., Breukelman, J., Raaphorst, W. van and Brinkman, A. G. (1984). *Quantification of wind induced resuspension in a shallow lake*. IAWPRC-Biannual Symposium, Amsterdam.
- Brinkman, A. G., Raaphorst, W. van and Jol, A. (1984). *Influence of suspending solids on lake water composition*. NFR Symposium, Stockholm/Uppsala.
- Donk, E. van (1983). *Factors influencing phytoplankton growth and succession in Lake Maarsseveen (I)*. Ph.D.-thesis, University of Amsterdam.
- Gons, H. J. (1977). *On the light-limited growth of Scenedesmus protuberans Fritsch*. Ph.D.-thesis, University of Amsterdam.
- Hieltjes, A. H. M. (1980). *Eigenschappen en gedrag van fosfaat in sedimenten*. Ph.D.-thesis, Twente University of Technology.
- Hosper, S. H. (1980). *Resultaten doorspoeling Veluwe-meer in het winterhalfjaar 1979-1980*. Rijksinstituut Zuivering van Afvalwater, nota 80.400, pp. 1-35.
- Hosper, S. H. (1983). *Herstel van het Veluwe-meer en het Drontermeer door aanpak van fosfaatbelasting en doorspoeling met polderwater*. H₂O (16) 1983, nr. 8, pp. 172-177.
- Liere, L. van (1979). *On Oscillatoria agardhii Gomont, experimental ecology and physiology of a nuisance bloom-forming cyanobacterium*. Ph.D.-thesis, University of Amsterdam.
- Liere, L. van and Mur, L. R. (1982). *The influence of simulated groundwater movement on the phosphorus release from sediments, as measured in a continuous flow system*. Hydrobiologica 92, 511-518.
- Raaphorst, W. van and Brinkmann, A. G. (1984). *The calculation of transport coefficients of phosphate and calcium fluxes across the sediment-water interface, from experiments with undisturbed sediment cores*. IAWPRC-Biannual Symposium, Amsterdam, september 1984.
- Zevenboom, W. (1980). *Growth and nutrient uptake kinetics of Oscillatoria agardhii*. Ph.D.-thesis, University of Amsterdam.

Jaarboek voor de Waterleiding '85

Voor de negentiende maal is het 'Jaarboek voor de Waterleiding in Nederland' verschenen. Dit jaarboek bevat voor de in de openbare watervoorziening geïnteresseerden alle naam- en adresgegevens van de VWN, de VEWIN en het KIWA.

Het Jaarboek 1985 bevat (per ultimo oktober 1984) een lijst van alle KIWA-, VEWIN- en VWN-publicaties, een naamlijst van de leden van de commissies, zoals de studietoelagen en kwaliteitscommissies van het KIWA en van de VEWIN, waaronder de Regionale Inspectiegroepen.

In 90 groepen zijn de fabrieken ondergebracht, die gerechtigd zijn tot het voeren van het KIWA-garantiemerk op één of meer van hun producten.

Een uitvoerige opgave van de ruim 90 waterleidingbedrijven met de omvang van hun watervoorzieningsgebieden omvat meer dan 54 pagina's. In een aparte, alfabetische lijst is de hardheid van het geleverde water per gemeente aangegeven in graden Duits en in mmol/l.

Tevens is opgenomen een overzicht van het puntentarief voor het fysisch-chemisch en bacteriologisch wateronderzoek van de in KIWA-verband samenwerkende waterleidinglaboratoria.

Een adressenlijst van diverse instellingen die van belang zijn voor de waterleidingbedrijven en een naamregister waarin onder meer de leden van de VWN, besluit deze waterleidingpocket met geplastificeerd omslag. Het Jaarboek voor de Waterleiding in Nederland 1985 is verkrijgbaar door overmaking van f 30,- (incl. BTW) op gironummer 461934, t.n.v. VEWIN te Rijswijk, onder vermelding 'Jaarboek 1985'.



Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen KIWA NV

Commissie voor Kwaliteitseisen van Waterleidingartikelen (CKW)

Publikatie ter kritiek

Ontwerp-criteria nr. 42

Door de Commissie voor Kwaliteitseisen van Waterleidingartikelen (CKW) zijn voor een termijn van een maand, gerekend vanaf de datum van deze publikatie, ter kritiek gepubliceerd:

Ontwerp-criteria nr. 42 'Koperen pijpen voorzien van een warmte-isolerende bekleding'
Belangstellenden worden uitgenodigd hun

kritiek op deze ontwerp-criteria, binnen de aangegeven termijn te zenden aan de Secretaris van de CKW, Postbus 70, 2280 AB Rijswijk, alwaar ook een exemplaar van deze ontwerp-criteria kan worden aangevraagd (telefoon 070 - 90 27 20).



Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven in Nederland

Vergaderingen

Regionaal Inspectiecontact 'Noord-West', Pompstation Gemeentewaterleidingen Amsterdam, Weesperkarspel; 8 januari 1985, 9.00 uur.

Regionaal Inspectiecontact 'Noord', N.V. Waterleidingmaatschappij voor de provincie Groningen, Groningen; 15 januari 1985, 10.15 uur.

Commissie voor de Examens in Waterleidingtechniek (CEW), Opleidingcentrum, Utrecht; 17 januari 1985, 10.00 uur.

Regionaal Inspectiecontact 'Oost', Gemeente Energie- en Waterleidingbedrijven Deventer; 17 januari 1985, 10.00 uur.

Werkgroep Opleiding Drinkwaterinstallatie-inspecteur (OI), Opleidingcentrum, Utrecht; 23 januari 1985, 9.30 uur.

Commissie Regeling voor de Erkenning van Watertechnische Installateurs (CREW), Opleidingcentrum, Utrecht; 24 januari 1985, 10.00 uur.

Regionaal Inspectiecontact 'Zuid-West', Gemeentelijk Energie- en Waterleidingbedrijf Roosendaal en Nispen, Roosendaal; 25 januari 1985, 9.30 uur.

Begeleidingscommissie Opleiding Leidingentekenaar (BOLT), WMN, Utrecht; 30 januari 1985, 9.30 uur.

Arbo-commissie, VEWIN, Rijswijk; 30 januari 1985, 10.00 uur.

Dagelijks Bestuur van het Centraal Plancollege (DBv CP), VEWIN, Rijswijk; 30 januari 1985, 10.00 uur.

College van bedrijfsdirecteuren (CBD), VEWIN, Rijswijk; 31 januari 1985, 9.45 uur.