

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Directie Zeeland

Nummer:

K1925



Bibliotheek, Koestr. 30, tel: 0118-686362,
postbus 5014, 4330 KA Middelburg

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Directie Zeeland



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling/RIZA

**Advies over bestrijden van overlast met
blauwalgen in het Volkerak-Zoommeer
door intensivering van het doorspoelen**

dr. P.C.M. Boers
dr. J.J.G. Zwolsman
dr. M.W.A. Tosserams

februari 2001

Aanleiding en doel:

Volkerak-Zoommeer heeft steeds meer last van drijfvaagvormende cyanobacteriën, met name *Microcystis*. De maatschappelijke druk op Directie Zeeland om iets tegen deze overlast te doen neemt toe. Daarom heeft de directie aan RIZA gevraagd te adviseren over de mogelijkheden de overlast te bestrijden door intensivering van het doorspoelen.

Uitgaande van de huidige situatie en bestaande kennis van *Microcystis* worden enkele scenario's uitgewerkt.

Algemeen beeld van de ontwikkeling van *Microcystis* in het Volkerak-Zoommeer.

De overlast in het Volkerak-Zoommeer wordt vooral veroorzaakt door *Microcystis*. Dit is een kolonie-vormende cyanobacterie. Een bijzondere eigenschap is het drijfvermogen. Als gevolg hiervan is de alg in staat om bij rustig water massaal naar het wateroppervlak te komen en drijfblagen te vormen. Deze worden vervolgens door de wind naar de kust geblazen om daar plaatselijk in de vorm van dikke plakken aan te spoelen. Daar geven ze geur- en kleuroverlast. Ze kunnen bovendien gifstoffen uitscheiden.

Volgens de gangbare inzichten overwintert *Microcystis* in de bodem. In het voorjaar komen ze vrij uit de bodem, gevolgd door een langzame ontwikkeling tot voldoende biomassa is verkregen voor het veroorzaken van overlast. In de nazomer sterven ze af en keert een deel terug naar de bodem, om daar weer te overwinteren. Er is nog onzekerheid over verschillende aspecten van de groei- en overlevingsstrategie van *Microcystis* en met name over de volgende punten:

- wanneer vindt dat vrijkomen uit de bodem plaats?
- is er sprake van een massaal of juist van een geleidelijk vrijkomen uit de bodem?
- door welke trigger(s) wordt dat vrijkomen aangestuurd?
- komen ze vooral vrij uit de diepere delen (waar de hoogste dichtheden overwinterende algen worden gevonden) of juist uit de ondiepere delen (waar de omstandigheden het meest variabel zijn en dus eventuele triggers effectiever sturen)?
- is er in de waterkolom sprake van een langzame of een snelle biomassa-groei?

Momenteel voert de universiteit van Amsterdam in opdracht van RIZA en deels gefinancierd door Directie Zeeland onderzoek uit naar bovengenoemde aspecten.

Doorspoelopties

De gedachte achter intensivering van het doorspoelen is dat op deze wijze een extra verliespost van algen wordt gecreëerd, die ze door hun lage groeisnelheid niet of niet voldoende kunnen compenseren.

De volgende aspecten zijn belangrijk bij intensivering van het doorspoelen:

1. wanneer moet er worden doorgespoeld?
2. hoe lang moet er worden doorgespoeld?
3. bij welke debieten is het doorspoelen effectief?
4. welke nadelen en risico's zijn er aan het doorspoelen?

De simpelste optie is gedurende het hele jaar doorspoelen (optie 0). Dit is echter gedurende de winterperiode zinloos, want dan zijn er weinig of geen blauwalgen in de waterkolom.

Daarna is de meest voor de hand liggende optie: doorspoelen gedurende de gehele periode dat de blauwalgen normaal in de waterkolom voorkomen. Dit moet permanent de toename van biomassa tegengaan (optie 1).

Het doorspoelen zou dan moeten starten op of vlak voor het moment dat de ent vrijkomt uit de bodem en zou moeten worden volgehouden gedurende het hele zomer-seizoen tot het tijdstip dat *Microcystis* normaal uit de waterkolom verdwijnt. Start- en eindmoment kunnen worden bepaald op basis van ervaringen in eerdere jaren in het Volkerak en in andere systemen. Het startmoment zal ergens in april liggen. Een optie is ook dat moment middels een specifieke monitoring vast te stellen, zodat beter kan worden geanticipeerd op de omstandigheden.

Het eindmoment zou blijken de huidige ervaringen eind september of zelfs oktober kunnen zijn.

Het gedurende de gehele zomerperiode blijven doorspoelen biedt de beste garanties op het achterwege blijven van een bloei van blauwalgen, mits een voldoende hoog debiet kan worden aangehouden. Over de hoogte van het benodigde debiet bestaat nog enige onzekerheid. Dit is terug te voeren op de vraag wat de netto groeisnelheid is van *Microcystis* in de veldsituatie en met welke snelheid de algen door middel van doorspoelen zouden moeten verwijderd om groei van de populatie tegen te gaan. Tussen RIZA en WL bestaat verschil van mening hierover. Volgens een modelstudie van het WL is de netto groeisnelheid enkele tienden per dag (Los & Passarge, 1998). B. Ibelings (1999) van het RIZA is daarentegen van mening dat deze aanzienlijk lager ligt. Als het WL gelijk heeft, zou een verblijftijd van enkele dagen tot een week nodig zijn, als Ibelings gelijk heeft is enkele weken voldoende. In de literatuur worden aanwijzingen gevonden dat bij een verblijftijd van korter dan 14 à 30 dagen geen dominantie van blauwalgen meer optreedt (Kawara et al., 1994; Reynolds, 1997). Dit wijst in de richting van een wat lagere groeisnelheid. Een verblijftijd van 14 à 30 dagen komt voor het Volkerak overeen met een debiet van 200 à 90 m³/sec. Het maximum dat mogelijk is met de Bathse Spuisluis is 125-130 m³/sec (informatie van Directie Zeeland), ofwel een verblijftijd van ca 21 dagen. Indien ook Gemaal Kreekrak met een capaciteit van 35 m³/sec wordt ingezet (informatie van Directie Zeeland) is een verblijftijd van 16 à 17 dagen haalbaar.

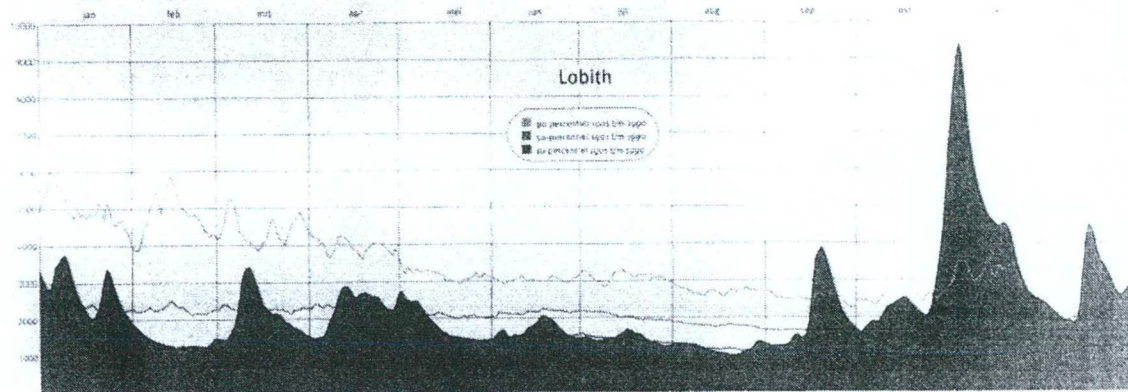
Het is derhalve niet zeker of een voldoende korte verblijftijd kan worden gerealiseerd om overlast van *Microcystis* te voorkomen, maar bij inzet van alle spuicapaciteit lijken de kansen redelijk goed te zijn. Het onderzoek naar de ontwikkeling van *Microcystis* in het Volkerak is nog onvoldoende ver gevorderd om nader uitsluitsel over deze problematiek te geven.

Een andere onzekere factor is de mate van menging in het systeem. Het is maar de vraag of het gehele systeem voldoende homogeen is en of een uit het totale volume en gemiddelde debiet berekende gemiddelde verblijftijd wel voor alle delen geldt. Het is niet denkbeeldig dat de effectieve verblijftijd in met name het Westelijk deel van het Volkerak nabij de Oesterdam en de Philipsdam en in de beide uiteinden van het Zoommeer veel langer is. In dat geval kan daar toch relatief gemakkelijk *Microcystis* tot ontwikkeling komen. Daar is met de beschikbare kennis niet veel over te zeggen en vereist een koppeling van gedetailleerde hydrodynamische en algengroeimodellen.

Naar verwachting geeft deze optie, waarbij de gehele zomerperiode wordt doorgespoeld, de beste kans dat ook bij een sub-optimaal debiet de biomassa relatief laag blijft en dus de hoeveelheid overlast in ieder geval vermindert. Indien deze variant werkt, is het mogelijk dat aan het eind van de zomer de biomassa dermate laag is, dat een kleinere ent in de bodem achterblijft en er dus het omgekeerde effect van de laatste jaren optreedt, namelijk een steeds minder voorkomen van *Microcystis*. Dit zou na enkele jaren doorspoelen minder noodzakelijk kunnen maken.

Het nadeel van deze optie is dat de hoeveelheid ingelaten water maximaal is en dus de grootste vracht aan verontreinigingen oplevert.

Een belangrijke randvoorwaarde voor het doorspoelen is dat er ook voldoende water beschikbaar is. Dit is voornamelijk afhankelijk van de Rijnafvoer bij Lobith. De afvoer in het jaar 1998, alsmede de 90-, 50 en 10 percentielen over de afgelopen eeuw staan weergegeven in figuur 1.



Figuur 1. Debietverdeling bij Lobith in 1998.

Zolang er geen sprake is van een lage afvoersituatie worden er geen beperkingen gesteld aan de aanvoer van water uit het Hollands Diep, bij laagwater wel. Bovendien kan bij een Rijnafvoer van minder dan $1200 \text{ m}^3/\text{s}$ gevaar ontstaan voor verzilting van de Hollandsche IJssel. In deze situatie kan worden besloten tot stopzetting van de aanvoer naar het Volkerak-Zoommeer. In concreto betekent dit dat bij een Rijnafvoer van minder dan 1300 à $1400 \text{ m}^3/\text{s}$ (afhankelijk van het gekozen doorspoeldebiet) niet met de gewenste debieten kan worden doorgespoeld. Blijkens figuur 1 is die kans iets minder dan 10% in de periode april-medio juli, om vervolgens op te lopen tot ca 50% eind september. Deze kansen betreffen gemiddelden. Het is mogelijk dat individuele jaren daar fors van afwijken. Zo zou in het jaar 1998 van de laatste week van juli tot medio september geen doorspoelen mogelijk zijn geweest.

De effecten van intensivering van het doorspoelen.

Intensivering van het doorspoelen heeft allereerst tot doel de ontwikkeling van *Microcystis* te belemmeren. Hierboven is reeds uitgelegd dat niet zeker is of deze doelstelling ook daadwerkelijk kan worden gerealiseerd. Echter, zelfs wanneer dit wel het geval is, zal dit niet betekenen dat de algendichtheden zelf ook minder worden. Bij relatief hoge nutriëntconcentraties en voldoende licht

kunnen zich ook snelgroeiende andere algen ontwikkelen, zoals groenalgen en flagellaten. Naar verwachting zal het lichtklimaat bij intensief doorspoelen sterk bepalend zijn voor de te realiseren algenbiomassa.

Hoe dat lichtklimaat zal worden is moeilijk te voorspellen. Tosserams et al. (2000) constateerden reeds dat de laatste jaren het doorzicht lijkt te verslechteren, zonder dat de algendichtheden toenemen. Zonder nader onderzoek is niet te zeggen wat hiervan de oorzaak is en hoe het lichtklimaat zich zal ontwikkelen bij extra doorspoelen.

Behalve de ontwikkeling van algen wordt ook die van de ondergedoken waterplanten sterk bepaald door het lichtklimaat en daar valt dus ook weinig over te zeggen.

Intensiever doorspoelen is een breuk met het huidige beheersplan. Hierbij wordt zo min mogelijk water uit het Hollands Diep wordt ingelaten, met als doel de oplading met microverontreinigingen en fosfaat zo klein mogelijk te houden. Intensiever doorspoelen zal tot gevolg hebben dat:

- de fosfaat-concentraties in het Volkerak-Zoommeer gaan stijgen. Uit eerdere modelsommen van het Waterloopkundig Laboratorium bleek dat bij bovengenoemde hoge debieten de concentratie in het Volkerak-Zoommeer de concentratie in de buurt van die in het Hollands Diep komen te liggen. Dit zal betekenen dat de concentraties iets stijgen. Zolang er doorgespoeld wordt, heeft dit geen directe gevolgen, maar het betekent wel dat zodra er niet doorgespoeld kan worden, de omstandigheden voor algengroei extra gunstig worden.
- er in ieder geval nutriënten, maar mogelijk ook blauwalgen in de Westeren eventueel Oosterschelde worden gespuid. Naar verwachting zullen de blauwalgen in het zoute water niet overleven (mondelinge mededeling door C. Peeters, RIKZ). Het water van de Westerschelde is al zeer nutriëntrijk en dit systeem zal dus geen nadelige gevolgen ondervinden van de spui. Een debiet van ca 50 m³/s op de Oosterschelde leidt daar vooral tot enige productiviteitsstijging en een beperkte zoet-zout gradiënt. Dit hoeft niet ongunstig te zijn, en is momenteel onderwerp van studie in het project "Blauwe Delta".
- de oplading van de bodem met micro-verontreinigingen sneller zal verlopen. De mate waarin hangt af van de intensiteit van het doorspoelen.
- het peilverloop en de mogelijkheden tot afvoer van extra water worden beïnvloed.

Beide laatste aspecten verdienen wat uitgebreidere aandacht en zullen hieronder apart worden behandeld.

A de effecten op de waterbodempkwaliteit.

Door intensivering van het doorspoelen neemt het debiet vanuit het Hollands Diep en daarmee de vracht aan microverontreinigingen fors toe en tegelijkertijd neemt de verblijftijd in het Volkerak-Zoommeer flink af. De kwaliteit van water en waterbodem nemen hierdoor af. De mate waarin kan alleen exact worden berekend met een dynamisch waterkwaliteitsmodel, maar dat is niet beschikbaar. Daarom is volstaan met een inschatting op basis van de huidige inzichten. Een uitgebreidere beschouwing is als bijlage bijgevoegd, in deze hoofdnotitie worden alleen de belangrijkste punten weergegeven:

- afhankelijk van doorspoeldebiet en -periode neemt de vracht aan microverontreinigingen met een factor 15 à 20 toe.

- De tijdspanne waarover wordt doorgespoeld is aanzienlijk langer dan de verblijftijd van het water in het Volkerak tijdens het doorspoelen. Hieruit volgt dat de waterkwaliteit van het Volkerak gedurende het doorspoelen sterk zal gaan lijken op de waterkwaliteit van het Hollands Diep (voor beide opties). Dit geldt met name voor opgeloste stoffen.
- In de huidige situatie bezinkt het uit het Hollands Diep ingelaten zwevende stof nagenoeg geheel binnen 10 km achter de Volkeraksluizen. Of dit ook het geval zal zijn tijdens doorspoelen is vooralsnog onzeker. Van cruciaal belang in dit verband zijn de grootte van de netto valsnelheid van het zwevende stof, die onzeker is (schattingen variëren van 0.25 m/d tot 1.5 m/d) en de verblijftijd van het water in het oostelijke deel van het Volkerak.
- Wanneer wordt uitgegaan van een lage netto valsnelheid van het zwevende stof, is er een reëel risico dat doorspoelen leidt tot verspreiding van verontreinigd zwevend stof naar het westelijke Volkerak en mogelijk het Zoommeer. Dat zou kunnen leiden tot verslechtering van de kwaliteit van het zwevende stof (en de waterbodem) van deze gebieden.
- Tijdens het doorspoelen kan lokaal erosie optreden rondom de Volkeraksluizen. Dit kan leiden tot verspreiding van het in het verleden afgezette, sterk verontreinigde, slib.
- Gelet op de onzekerheid over het sedimentatiegedrag van het aangevoerde zwevende stof uit het Hollands Diep wordt aanbevolen om, indien wordt doorgespoeld, de verspreiding van het zwevende stof te monitoren. De aanwezigheid van zwevend stof uit het Hollands Diep kan worden vastgesteld aan de hand van de concentraties van HCB en, in mindere mate, PCB's en kwik.

B peilverloop en de mogelijkheden tot afvoer van extra water

Naast deze water(bodem)kwaliteitsaspecten is er nog een consequentie van het doorspoelen, namelijk het waterpeil. Peildynamiek is een belangrijke stuurvariabele voor de ontwikkeling van oevervegetaties. Daarnaast worden de mogelijkheden extra water af te voeren beperkt.

Momenteel wordt er een beperkt natuurlijk peilbeheer gevoerd met iets hogere peilen in de winter en iets lagere in de zomer met toegestane fluctuaties tussen NAP +0,15m en -0,10m. Het minimum wordt zelden gehaald en schommelt in de praktijk tussen de NAP en -0,05m NAP. Dit peilregime is onvoldoende om effect te hebben op de ontwikkeling van oevervegetatie (Tosserams et al., 2000).

Voor de ontwikkeling van helofyten is het meest gewenst een regengestuurd peil met een maximum peil van NAP +0,15m in de winter en NAP -0,30 in de zomer (Tosserams et al., 1999). De overgang van hoog naar laag peil zou dan in het vroege voorjaar moeten liggen. Tosserams et al. bevelen verder aan gedurende enkele jaren een tegennatuurlijk peilbeheer in te stellen met een maximum van NAP -0,25m in voorjaar en zomer en NAP -0,30m in de winter, met als doel de kieming en vestiging van helofyten te bevorderen.

Een intensivering van het doorspoelen heeft rechtstreeks gevolgen voor de peildynamiek en de mogelijkheden daarin te sturen. Een debiet van 125 of 160 m³/s is een waterschijf van enkele decimeters. Dit kan echter alleen bij laagwater worden geloosd, waardoor in principe een peilvariatie van ca 10 cm over de loop van de dag ontstaat. Hierbij worden gedurende de doorspoelperiode tweemaal per dag delen van de laaggelegen oevers overspoeld. Dit kan de kolonisatie door een aantal waterplanten in de oeverzone verder bemoeilijken. Hoe groot dit effect is, is moeilijk op voorhand

in te schatten. Te overwegen valt dit tevoren te onderzoeken in de bakken, die voor het project "Planten in de Peiling" zijn aangelegd. Het is mogelijk deze dagelijkse peilfluctuaties te voorkomen en bovendien een tevoren vastgesteld peilverloop na te streven door uitsluitend gedurende de uitlaatperiodes in te laten en bovendien de inlaat voortdurend aan te passen aan het gewenste peil.

Een ander gevolg van intensief doorspoelen is dat alle capaciteit voor het afvoeren van water wordt benut. Daardoor is er eigenlijk geen ruimte meer om te anticiperen op calamiteiten, die het nodig maken extra water af te voeren. Wanneer er extra aanvoer van zoet water wordt verwacht, bijvoorbeeld door de Brabantse riviertjes bij intensieve neerslag, zal daarop tevoren moeten worden geanticipeerd door de aanvoer van water uit het Hollands Diep tijdelijk te staken.

Beide punten samen maken het noodzakelijk voortdurend zowel een actuele als een te verwachten waterbalans bij te houden, het peil te monitoren en te vergelijken met het gewenste peil en de inlaat van Hollands Diep water hieraan aan te passen. Hiermee is het mogelijk voortdurende schommelingen van het peil tegen te gaan, een natuurlijk gelijkend peil te handhaven en toch zo goed mogelijk te anticiperen op calamiteiten. Men moet echter bedenken dat een dergelijk peilbeheer niets natuurlijks heeft, maar vrijwel volledig gestuurd wordt. Alvorens een eventueel doorspoelen te starten dient het operationeel waterkwantiteitsbeheer nader te worden uitgewerkt.

Verkorten van de doorspoelperiode

Indien het niet gewenst of niet mogelijk is de gehele zomerperiode door te spoelen kan er voor worden gekozen gedurende een kortere periode door te spoelen. De voornaamste reden hiervoor zou zijn het beperken van de ongewenste neven-effecten op de kwaliteit van water en waterbodem. Opties zijn:

- doorspoelen vlak na het vrijkomen van de cyanobacteriën uit de bodem (optie 2). Door deze strategie wordt voorkomen dat deze ent meteen kan doorgroeien naar voldoende biomassa. Hierdoor kan het tijdstip waarop ze voldoende biomassa bereiken voor het veroorzaken overlast worden verlaagd en wellicht zover worden uitgesteld dat geen overlast meer optreedt.
- doorspoelen vlak voor de periode dat ze voldoende biomassa hebben bereikt (optie 3).

Elke van beide opties heeft voor- en nadelen. In onderstaande zal getracht worden deze zo goed mogelijk uit te werken.

Optie 2: beperkte tijd doorspoelen vlak na het vrijkomen van de ent.

Het verschil met optie 1 is dat het doorspoelen eerder wordt gestopt, en wel op het moment dat naar verwachting de algendichtheid zich niet meer zo ver kan ontwikkelen dat overlast wordt veroorzaakt. Naar verwachting kan het doorspoelen ca 3 maanden na het vrijkomen van de ent worden gestopt, maar hierover is geen zekerheid over te geven.

Het belangrijkste voordeel van deze optie ten opzichte van de vorige is dat er minder lang wordt doorgespoeld en dus minder water nodig is. Daardoor blijft de belasting met verontreiniging lager. Het gaat bij het verkorten van de doorspoelperiode tot drie maanden om een halvering van de extra vracht met microverontreinigingen en dus nog altijd om een toename van de vracht met een factor 7 à 10.

Het belangrijkste nadeel is dat de algen op zeker moment toch nog "vrij" worden gelaten. Het is niet zeker wat er daarna gaat gebeuren. Eén mogelijkheid is dat de algen zich bij de dan relatief hoge temperatuur en nutriëntenconcentraties vrij snel ontwikkelen en dus toch weer overlast kunnen geven. Een andere mogelijkheid is dat een andere alg (waarschijnlijk een groenalg) tot ontwikkeling is gekomen, die vervolgens de groei van *Microcystis* belemmert. Gezien de eerder aangegeven onzekerheden over de groeisnelheid van *Microcystis* en het te verwachten lichtklimaat is het moeilijk hier uitspraken over te doen. Zelfs als deze onzekerheden niet bestaan zijn vrij uitgebreide modelberekeningen nodig om wel uitspraken te kunnen doen.

Optie 3: doorspoelen vlak voor de periode dat ze voldoende biomassa hebben bereikt.

Het verschil met optie 1 is dat het doorspoelen later wordt gestart, en wel net voor de algendichtheid zo hoog is opgelopen dat deze overlast kan gaan veroorzaken.

Net als bij optie 2 is het belangrijkste voordeel ten opzichte van optie 1 dat er minder lang wordt doorgespoeld en dus minder water nodig is. Daardoor blijft de belasting met verontreiniging lager. Een bijkomend voordeel is dat de sterke dagelijkse schommelingen in het peil gedurende het voorjaar achterwege blijven. Dit zou gunstig kunnen uitpakken voor de ontwikkeling van helofyten. Het belangrijkste nadeel is dat pas ingegrepen wordt vlak vóór algenoverlast te verwachten is. Als vervolgens het doorspoelen niet voldoende effectief blijkt of er niet voldoende water beschikbaar is, dan ontstaat er toch nog overlast. Gezien de relatief hoge watertemperaturen op dat moment is de kans dat doorspoelen dan onvoldoende effectief is relatief groot. Bovendien is, zoals eerder reeds is aangegeven, verderop in het jaar en zeker in september de kans aanwezig dat niet voldoende water beschikbaar is om door te spoelen.

Het is ook mogelijk opties 2 en 3 in te combineren tot een optie, waarbij alleen wordt doorgespoeld indien de *Microcystis*-biomassa een zekere drempel te boven gaat. Dit vereist een voortdurende monitoring van de *Microcystis*-biomassa. Deze optie wordt hier niet verder uitgewerkt.

Mogelijke aanvullende maatregelen.

In het rapport "Het Volkerak-Zoommeer; de ecologische ontwikkeling van een afgesloten zee-arm" (Tosserams et al., 2000) staat een aantal mogelijke aanvullende maatregelen opgesomd, die kunnen bijdragen aan het terugdringen van de algengroei in het Volkerak-Zoommeer. Wanneer intensief wordt doorgespoeld met als doel de ontwikkeling van *Microcystis* te remmen, worden sommige maatregelen minder effectief, maar andere juist meer. Door de grote aanvoer van water uit het Hollands Diep wordt de toevoer nutriënten vanuit die bron en daarmee de totale nutriëntenvracht ook groter. Tegelijkertijd neemt het relatieve belang van de nutriëntenvracht uit de Brabantse riviertjes af en zal het effect van maatregelen in of bij het stroomgebied van die riviertjes te verminderen op de nutriëntenconcentraties in het Volkerak-Zoommeer afnemen. Alleen eventuele maatregelen die leiden tot lagere concentraties in het Hollands Diep zelf kunnen effectief zijn, maar dergelijke maatregelen zijn niet voorhanden.

Maatregelen die leiden tot extra verliesposten voor *Microcystis* zullen de werking van het doorspoelen versterken en zijn daardoor in potentie wel

effectief. Hierbij komt vooral het verhogen van de graasdruk door zoöplankton in aanmerking. Het is niet mogelijk deze graasdruk rechtstreeks te verhogen, maar er zijn in principe wel mogelijkheden om de ontwikkeling van het zoöplankton zelf te bevorderen. In het geval van het Volkerak-Zoommeer lijkt de enige optie daartoe het verminderen van het bestand aan witvis, die de voornaamste predator op zoöplankton is. Er is nog veel discussie over de effectiviteit van het langs deze weg bevorderen van de zoöplankton-graas in een groot systeem als het Volkerak-Zoommeer en over de vraag of dit wel werkt voor het beïnvloeden van de *Microcystis*-bloei, omdat *Microcystis* geldt als een bijzonder slecht eetbare algensoort. Daar staat echter tegenover dat zelfs bij een op zich bescheiden effect, de effectiviteit in combinatie met doorspoelen relatief groot kan zijn omdat beide eenzelfde soort effect hebben.

Monitoring

Het is noodzakelijk een eventueel experiment met intensief doorspoelen te begeleiden met extra monitoring. Deze monitoring zou drie doelen moeten dienen:

1. aansturen van het doorspoelen.
 2. het leveren van informatie om de effectiviteit van het doorspoelen te beoordelen
 3. het volgen van de verwachte negatieve neveneffecten.
- Deze aspecten worden hierna verder uitgewerkt.

1. aansturen van het doorspoelen

Bij de bespreking van de gevolgen voor het peil is reeds aangegeven dat het nodig is voortdurend de aan- en afvoerposten en het peil bij te houden, zowel voor de huidige als de te verwachten situatie. In de praktijk betekent dit dat naast te huidige activiteiten voor het vergaren van gegevens voor waterbalansen de aangevoerde hoeveelheden bij de Volkeraksluizen en de afgevoerde hoeveelheden bij de diverse andere sluizen dagelijks moeten worden gemeten en bewaard en dat voortdurend op basis van de weersverwachtingen de aanvoer van water vanuit West-Brabant moet worden voorspeld.

Indien bovendien gekozen wordt voor een variant, waarbij afhankelijk van de dichtheid aan *Microcystis* wordt doorgespoeld, zal het ook nodig zijn deze variabele voortdurende te volgen. Het verdient aanbeveling om deze informatie met een hogere frequentie te verzamelen dan thans gebruikelijk (4-wekelijks in de winter en 2-wekelijks in de zomer). Te overwegen valt de belangrijkste informatie automatisch continue te verzamelen, bijvoorbeeld via een ter plekke geïnstalleerde flow-cytometer. Dit is een recente ontwikkeling van de flowcytometrie, waarbij een eenvoudige uitvoering in het veld wordt geplaatst. In principe is plaatsing in een boei mogelijk, maar ook een meetpaal of iets dergelijks is een optie. De voornaamste kosten zijn de aanschaf en plaatsing (kf 150 à 200). Daarnaast dient capaciteit te worden gereserveerd voor ophalen, verwerken en interpreteren van de data.

2. evalueren van het doorspoelen.

Hiertoe volstaat het onder ad 1. Beschreven programma

3. Volgen van verwachte neveneffecten

- toename fosfaatgehalten: hiertoe volstaat het huidige monitoring-programma

- snellere oplading van de bodem met microverontreiniging. Blijkens het voorgaande zijn hier serieuze effecten te verwachten. Gelet op de onzekerheid over het sedimentatiegedrag van het aangevoerde zwevende stof uit het Hollands Diep is het verstandig om, indien wordt doorgespoeld, de verspreiding van het zwevende stof te monitoren. De aanwezigheid van zwevend stof uit het Hollands Diep kan worden vastgesteld aan de hand van de concentraties van sommige stoffen, met name HCB (hexachloorbenzeen) en, in mindere mate, PCB's en kwik. Voor deze stoffen geldt, dat de gehalten in het Hollands Diep duidelijk hoger zijn dan de gehalten in het Volkerakmeer en de Dintel. Ter illustratie: het gemiddelde HCB gehalte van zwevend stof (in 1998) bedroeg 8.2 µg/kg in het Hollands Diep, 0.23 µg/kg in de Dintel, en 0.74µg/kg in het centrale deel van het Volkerakmeer (Tosserams et al., 2000). De verspreiding van zwevend stof uit het Hollandsch Diep in het Volkerakmeer (tijdens doorspoelen) zou dus kunnen worden gevolgd door monitoring van het zwevende stof op een beperkt aantal variabelen (minimaal lutum, organisch stof, kwik, HCB en PCB's). Hiertoe dient een aantal raaien te worden uitgezet in het Volkerakmeer. Gelet op de complexe stromingspatronen in het meer, dient men het aantal raaien en het aantal meetpunten per raai niet te klein te kiezen. Vooralsnog wordt gedacht aan zes raaien met vijf monsterpunten per raai (30 monsters per campagne). Om praktische redenen (benodigde tijd voor het centrifugeren) kan ook voor een beperkte monitoring worden gekozen, bijv. een meetcampagne over vijf raaien met vier monsters per raai (20 monsters), of een meetcampagne over de lengte-as van het meer (ca. tien monsters). Uiteraard dient de kwaliteit van het ingelaten water en zwevende stof uit het Hollands Diep tijdens de doorspoelperiode nauwlettend te worden gevolgd.

Als eerste stap moet de huidige kwaliteit van het zwevende stof in het Volkerakmeer worden bepaald (vastlegging nulsituatie). Het huidige meetprogramma (MWTL) omvat slechts één punt in het Volkerakmeer, zodat op basis daarvan geen ruimtelijk beeld kan worden geschetst. De nulsituatie moet betrekking hebben op de beoogde doorspoelperiode, en moet daarom tussen april en augustus worden bepaald. Idealiter wordt de nulsituatie op een tweetal tijdstippen vastgelegd (bijv. mei en augustus).

Het lange-termijn effect van doorspoelen kan in beeld worden gebracht door de kwaliteit van de waterbodem te vergelijken met de huidige waterbodemkwaliteit. Als referentie dient de recente opname van de waterbodemkwaliteit van het Volkerak-Zoommeer (november 2000).

Tevens is het van belang, om de huidige bodemligging rondom de Volkeraksluizen goed in kaart te brengen. Het is nl. mogelijk, dat tijdens doorspoelen erosie zal optreden van de (sterk verontreinigde) slibafzettingen, vooral rondom het inlaatpunt van Hollands Diep water. Tijdens het doorspoelen worden stroomsnelheden direct achter de Volkeraksluizen verwacht in de orde van 1 m/s. Dat is voldoende hoog om (lokaal) erosie op te laten treden.

- effecten op ontwikkeling van oever-vegetatie. Hiertoe moet het peil continue worden gevolgd, maar dat gebeurt al. Vooralsnog lijken de huidige carteringen voldoende.

Advies

1. Op grond van de beschikbare kennis en gegevens lijkt het bestrijden van drijfslagen van *Microcystis* door middel van intensivering van doorspoelen een redelijke kans van slagen te hebben. De kans op succes is het grootst bij met alle beschikbare capaciteit doorspoelen gedurende de gehele potentiële groeiperiode van *Microcystis*, dat wil zeggen van begin april tot eind september.
2. Omdat voortdurende de volledige afvoercapaciteit en een deel van de bergingscapaciteit wordt gebruikt, wordt het moeilijker in te inspelen op mogelijke calamiteiten. Daarom is het noodzakelijk alleen tijdens de afvoerperiodes water in te laten en bovendien de in te laten hoeveelheid voortdurend vast te stellen aan de hand van het verschil tussen gewenst en actueel peil en de prognose voor de aanvoer van water uit andere bronnen. Dit zal nader moeten worden uitgewerkt.
3. Er zijn aanzienlijke effecten op de kwaliteit van water en waterbodem te verwachten, zowel in het Volkerak als in het Zoommeer. Hoe groot deze effecten zijn is niet goed aan te geven. Het advies is deze effecten nader te onderbouwen middels gericht onderzoek naar het sedimentatiegedrag van het aangevoerde materiaal en aanvullende berekeningen met een dynamisch waterkwaliteitsmodel.
4. Het is mogelijk de negatieve effecten met name op de kwaliteit van water en waterbodem te verkleinen door gedurende slechts enkele maanden door te spoelen. Tegelijkertijd wordt de kans op succes van het doorspoelen ook minder.
5. Het advies is vooralsnog niet over te gaan tot doorspoelen als structurele maatregel. Te overwegen valt één jaar bij wijze van experiment door te spoelen, mogelijkerwijs slechts gedurende enkele maanden gedurende het voorjaar. Dit heeft tot doel na te gaan of en hoe het doorspoelen kan bijdragen aan het verminderen van de overlast met blauwalgen en hoe groot de risico's op toename van de verontreiniging van water en waterbodem daadwerkelijk zijn. Daarna kan de maatregel op grond van de verkregen resultaten worden heroverwogen.
6. Om dit te kunnen doen dient een eventueel doorspoelexperiment te worden begeleid met intensieve monitoring. Dit moet zich zowel richten op de beoogde effecten (algenontwikkeling), ongewenste effecten (kwaliteit water en waterbodem), water- en stoffenbalansen en het operationele waterkwantiteitsbeheer (peilen en debieten). Gezien de hoeveelheid tijd die het kost een dergelijk monitoring voor te bereiden en op te zetten en de nulfase voldoende vast te leggen, adviseren wij een eventueel experiment niet vóór 2003 uit te voeren.

Voornaamste onzekerheden

Er zijn diverse onzekerheden van diverse aard die het moeilijk maken alle aspecten van het doorspoelen goed te beoordelen. De belangrijkste zijn:

- De watervoorziening in de zomer. Door een tekort aan water kan het onmogelijk zijn door te spoelen.
- Er is nog veel onzeker over de groeistrategie van *Microcystis*. Daarom is het moeilijk, zo niet onmogelijk, aan te geven wanneer precies het doorspoelen moet plaatsvinden en bij welke debieten het doorspoelen succes zal hebben. De voornaamste onzekere factoren zijn: het seizoensverloop van opstijgen *Microcystis* uit het sediment en de netto groeisnelheid in het meer. Het

lopend onderzoek in Amsterdam zal daar binnen enkele jaren nader uitsluitsel over geven.

- het effect van een dagelijks peilverloop op de ontwikkeling van oeverplanten is onbekend.
- de oorzaak van verslechterend doorzicht in het Volkerak-Zoommeer is onbekend. Mede daardoor is niet goed te voorspellen hoe de algenontwikkeling in het meer zal verlopen bij doorspoelen.
- de rol van zoöplankton en daarmee van witvis in de ontwikkeling van *Microcystis* is niet bekend. Daardoor is niet te voorspellen in hoeverre visbeheer in aanvulling op doorspoelen kan helpen.
- het sedimentatiegedrag van aangevoerd zwevend slib en de watercirculatiepatronen in het meer zijn onvoldoende bekend om te kunnen aangeven welk deel van het systeem last zal krijgen van een extra aanvoer van microverontreinigingen en in welke mate dat zal gebeuren.

Referenties

Ibelings, B., 199. Memo van maart 1999 aan Directie Zeeland.

Kawara et al., 1998.

Los, F.J & J. Passarge, 1998. Impact of the size of the inoculum on summer levels of *Microcystis* in Lake Volkerak-Zoom. Report T 2208, WL/Delft Hydraulics.

Reynolds, C.S., 1997. Vegetation processes in the pelagic: a model for ecosystem theory. Kinne, O. (ed), Excellence in ecology 9. Ecology Institute, Oldendorf, 371 pp.

Tosserams, M. et al., 1999. Tussen water en land. Perspectieven voor oeverplanten in het volkerak-Zoommeer. Rapport 99.031, RIZA Lelystad.

Tosserams et al., 2000. Het Volkerak-Zoommeer. De ecologische ontwikkeling van een afgesloten zeearm. Rapport 2000.024, RIZA Lelystad.

Bijlage 1: Effecten van doorspoelen op de water(bodem)kwaliteit van het Volkerakmeer

Dr. J.J.G. Zwolsman, RIZA-WST, Dordrecht, januari 2001.

Inleiding

Doorspoelen van het Volkerak vanuit het Hollands Diep leidt tot verhoging van de import van microverontreinigingen (Boers et al., 2000). Het is evident, dat hierdoor de kwaliteit van het water en de waterbodem van het Volkerakmeer zal verslechteren. De mate waarin dit zal gebeuren, kan op dit moment niet exact worden aangegeven. Hiervoor zijn gedetailleerde berekeningen nodig met een dynamisch waterkwaliteitsmodel, dat niet beschikbaar is voor het Volkerak-Zoommeer. In het verleden zijn wel oriënterende berekeningen uitgevoerd met statische modellen, nl. SOM-2 (ten Hulscher, 1989) en SOM-3 (Schmidt et al., 1993), maar deze modellen zijn niet geschikt om een dynamische situatie, zoals die ontstaat tijdens het doorspoelen, te beschrijven. Wel kan er, op basis van de huidige kennis van het watersysteem, een inschatting worden gegeven van de effecten van het doorspoelen (zgn. expert judgement).

Allereerst moet worden vastgesteld, hoe groot de extra vracht aan microverontreinigingen wordt als gevolg van het doorspoelen. Deze vraag kan bij benadering worden beantwoord door de debieten, benodigd voor het doorspoelen, te vergelijken met de jaarlijks ingelaten hoeveelheid water uit het Hollands Diep. De inlaat van water uit het Hollands Diep naar het Volkerakmeer is in de jaren '90 sterk beperkt, en bedroeg ca. 100×10^6 m³/jaar (3 m³/s) in 1998 (Tosserams et al., 2000). De inlaat van water neemt toe met ca. 1500×10^6 m³/jaar bij doorspoelen volgens optie 1 (130 m³/s tussen half april en eind augustus), en met ca. 1000×10^6 m³/jaar bij doorspoelen volgens optie 2 (200 m³/s tussen half april en half juni). Indien wordt aangenomen dat de concentratie van (micro)verontreinigingen in het Hollands Diep min of meer constant is over het jaar (hetgeen voor de meeste stoffen een redelijke aanname is), stijgt de import van (micro)verontreinigingen uit het Hollands Diep evenredig met het volume ingelaten water. De import van microverontreinigingen uit het Hollands Diep zal dus toenemen met een factor tien (doorspoeloptie 2) tot vijftien (doorspoeloptie 1).

Effect van doorspoelen op de waterkwaliteit

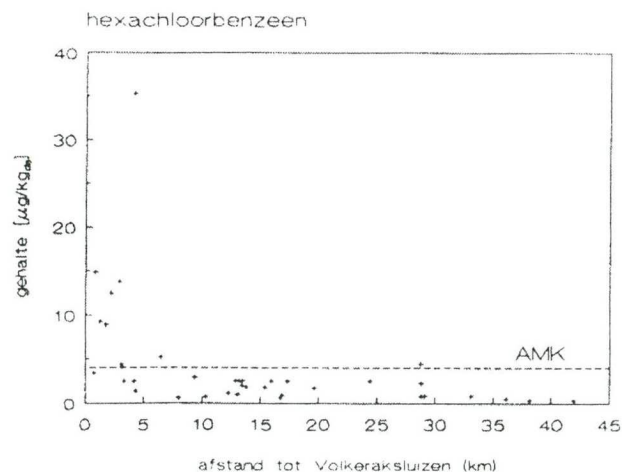
De waterkwaliteit van het Volkerakmeer wordt zowel direct als indirect beïnvloed door het doorspoelen. Het directe effect is de verhoging van de import van (micro)verontreinigingen, zoals behandeld in de vorige paragraaf. Een belangrijk indirect effect is de afname van de verblijftijd van het water in het Volkerakmeer. Bij een gemiddelde afvoer van de Dintel (ca. 11 m³/s) en een minimale import van water uit het Hollands Diep (ca. 3 m³/s) bedraagt de gemiddelde verblijftijd van het water in het Volkerakmeer (volume 2.4×10^8 m³) ca. 200 dagen. Echter, wanneer wordt doorgespoeld met een debiet van 130 m³/s (optie 1) daalt de verblijftijd tot 21 dagen, en bij 200 m³/s (optie 2) is de verblijftijd slechts 14 dagen. De tijdspanne waarover wordt doorgespoeld is aanzienlijk langer dan deze verblijftijden (135 dagen resp. 60 dagen). Hieruit volgt dat de waterkwaliteit van het Volkerakmeer gedurende het doorspoelen sterk zal gaan lijken op de waterkwaliteit van het Hollands Diep (voor beide

opties). Dit geldt met name voor opgeloste stoffen. Voor geadsorbeerde stoffen kan het beeld anders zijn, omdat sedimentatie van zwevend stof zal optreden in het Volkerakmeer tijdens het doorspoelen (zie volgende paragraaf).

Effect van doorspoelen op de kwaliteit van zwevend stof en waterbodembodem

Door vergroting van de inlaat van water uit het Hollands Diep neemt ook de import van (verontreinigd) zwevend stof toe. De zwevend stof concentratie in het ingelaten water ligt normaliter tussen 10 en 30 mg/l (mediaan 15 mg/l). In de beginperiode van het meer (1987-1990), toen de inlaat van water uit het Hollands Diep relatief hoog was (10-15 m³/s), bedroeg de import van zwevend stof uit het Hollands Diep gemiddeld 5 kton/jaar (Termeer en Schmidt, 1992). De huidige import van zwevend stof is slechts 1.4 kton/jaar, in verband met de minimalisering van de inlaat van Hollands Diep water (3 m³/s). Wanneer wordt doorgespoeld zal de import van zwevend stof sterk toenemen, nl. 24 kton/jaar (optie 1) en 16 kton/jaar (optie 2). Eén seizoen doorspoelen staat dus gelijk aan import van drie tot vijf jaarvrachten zwevend stof uit de beginjaren van het meer. Hierbij moet wel worden bedacht dat de kwaliteit van het ingelaten zwevende stof enigszins is verbeterd in de jaren negentig (Tosserams et al., 2000).

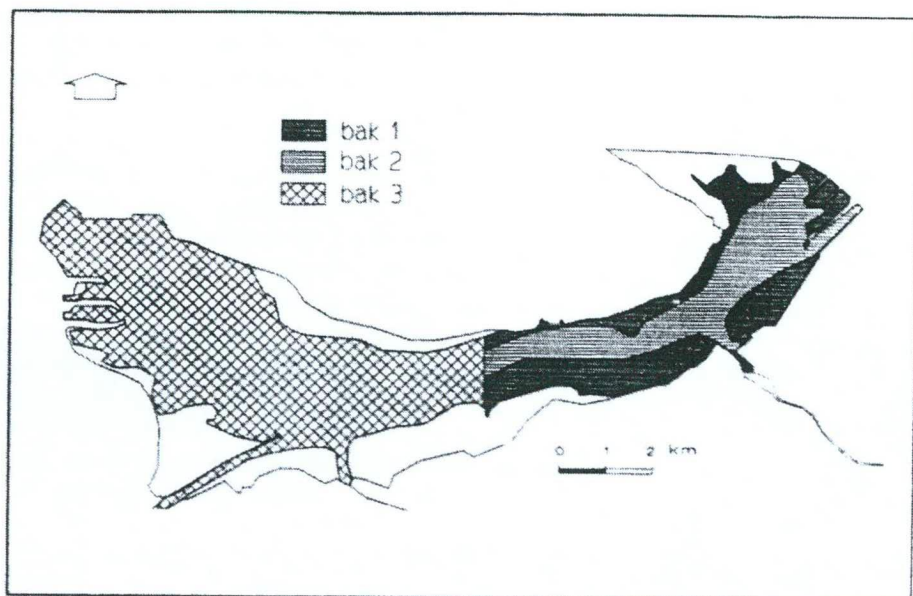
Begin jaren negentig is reeds vastgesteld dat het uit het Hollands Diep aangevoerde slib nagenoeg geheel werd afgezet tot tien km achter de Volkeraksluizen (Termeer en Schmidt, 1992). Dit blijkt duidelijk uit de waterbodembodemkwaliteit van het Volkerakmeer, die een afname van de verontreiniging laat zien bij toenemende afstand ten opzichte van de Volkeraksluizen (zie figuur 1). De sedimentatie in het oostelijke deel van het Volkerakmeer hangt samen met de morfologische instabiliteit die optrad na de afsluiting van het meer. De sedimentatie vindt met name plaats in de diepere delen van het systeem, nl. in de voormalige getijdegeulen. Dit is analoog aan de sedimentatie die is opgetreden in het Hollands Diep na de afsluiting van het Haringvliet (Steenkamp et al., 1998).



Figuur 1. HCB gehalte (na standaardisatie) in de waterbodembodem van het Volkerak-Zoommeer in 1991 (uit Termeer en Schmidt, 1992).

De centrale vraag is nu, of het sedimentatiepatroon van het aangevoerde zwevende stof zal veranderen als gevolg van het doorspoelen. Om deze vraag te kunnen beantwoorden, moet de morfologie van het Volkerakmeer-oost

nader worden beschouwd. De morfologische situatie van het Volkerakmeer is gesimplificeerd weergegeven in figuur 2, waarin onderscheid wordt gemaakt in drie morfologische eenheden. De ondiepe gebieden in het oostelijke deel zijn ondergebracht in bak 1. In deze bak vindt, vanwege de geringe diepte, weinig sedimentatie plaats. Bak 2 beschrijft het diepere deel van het oostelijke gebied waar veel sedimentatie optreedt, en bak 3 het westelijke deel van het Volkerakmeer. In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de dimensies van de drie bakken en de verblijftijd van het water in elke bak, als functie van het inlaatregime.



Figuur 2. Verdeling van het Volkerakmeer in drie bakken (uit Schmidt et al., 1993).

Tabel 1. Dimensies van de bakken (Schmidt et al., 1993) en verblijftijd van het water in elke bak, als functie van het inlaatregime.

Parameter	eenheid	Bak 1	Bak 2	Bak 3
oppervlakte	km ²	8	12	25.7
diepte (gem.)	m	2.5	7.5	5.2
inhoud	m ³	2 x 10 ⁷	9 x 10 ⁷	13 x 10 ⁷
verblijftijd (Q = 14 m ³ /s)	d	17	74	110
verblijftijd (Q = 130 m ³ /s)	d	1.8	8.0	12
verblijftijd (Q = 200 m ³ /s)	d	1.2	5.2	7.7

Onder normale condities (zonder doorspoelen) is de netto sedimentatie in bak 2 een orde van grootte hoger dan de netto sedimentatie in bak 1 (Schmidt et al., 1993). De capaciteit van bak 2 om slib te bergen kan worden geschat onder de aanname, dat sedimentatie enkel mogelijk is bij een waterdiepte groter dan 2.5

m (de diepte van bak 1, waar weinig sedimentatie optreedt). Het beschikbare volume voor slibberging in bak 2 bedraagt dan $6 \times 10^7 \text{ m}^3$ (zie tabel 1), wat overeenkomt met 60 Mton droog slib (porositeit afgezet slib = 0.6, droge dichtheid slib = 2.5 kg/l). De aanvoer van zwevend stof uit het Hollands Diep bij doorspoelen bedraagt slechts een fractie hiervan, nl. 16 kton/jaar (optie 2) of 24 kton/jaar (optie 1). Met andere woorden: er is voldoende capaciteit in (de diepe delen van) het oostelijke deel van het Volkerakmeer om al het extra aangevoerde zwevende stof te kunnen bergen (voor meer dan duizend jaar). De vraag is echter ook, en vooral, of het tijdens doorspoelen aangevoerde zwevende stof wel tot bezinking kan komen in het oostelijke deel van het Volkerakmeer. Dit hangt af van de (netto) valsnelheid van het zwevende stof, de diepte van de waterkolom, en de verblijftijd van het water. Uit tabel 1 blijkt, dat de verblijftijd van het water in bak 2 een orde van grootte daalt als gevolg van het doorspoelen. Dit kan grote gevolgen hebben voor de verspreiding van zwevend stof in het Volkerakmeer. Bij een netto valsnelheid van 1.5 m/d, zoals gehanteerd in het verleden (Schmidt et al., 1993), zou het zwevende stof er gemiddeld vijf dagen over doen om de bodem van bak 2 te bereiken (diepte 7.5 m). Dat is vergelijkbaar met de verblijftijd in bak 2 indien wordt doorgespoeld volgens optie 2, en korter dan de verblijftijd indien wordt doorgespoeld volgens optie 1 (zie tabel 1). Hieruit zou men kunnen concluderen, dat ook in een doorspoelsituatie al het aangevoerde zwevende stof bezinkt in het oostelijke deel van het Volkerakmeer. Deze conclusie is echter voorbarig, omdat de netto sedimentatiesnelheid van het zwevende stof niet goed bekend is.

In het rapport "Nader onderzoek waterbodem Hollands Diep en Dordtsche Biesbosch" (Steenkamp et al., 1998) wordt het zwevende stof van het Hollands Diep opgedeeld in drie fracties, die elk een eigen valsnelheid hebben. Kwantitatief zijn alleen de fijne en de middelfijne fractie van belang (95% van het totaal). De netto valsnelheid van de fijne fractie is zeer laag (0.25 m/d); die van de middelfijne fractie is relatief hoog (10 m/d). Indien deze valsnelheden worden gehanteerd voor het zwevende stof in het Volkerakmeer-oost (deels afkomstig uit het Hollands Diep), blijkt dat de fijne fractie er gemiddeld 30 dagen over zou doen om de bodem te bereiken, en de middelfijne fractie minder dan één dag. Gelet op de verblijftijd in bak 2 bij doorspoelen (zie tabel 1), zou dit betekenen dat de middelfijne fractie volledig sedimenteert in bak 2, maar dat de fijne fractie in het geheel niet bezinkt in bak 2 (dit geldt voor beide opties). Met andere woorden: bij doorspoelen zou het fijnste (en dus ook meest verontreinigde) deel van het zwevende stof zich kunnen verspreiden naar het westelijke Volkerakmeer en mogelijk zelfs naar het Zoommeer. Dat is een zeer ongewenste situatie, omdat het westelijke deel van het Volkerakmeer en het Zoommeer nog steeds relatief schoon zijn vergeleken met het oostelijke en het centrale deel van het Volkerakmeer (zoals blijkt uit de waterbodemkwaliteit-zie tabel 2).

Tabel 2. Huidige waterbodembodemkwaliteit van het Volkerak-Zoommeer (opname 13-11-2000).

nr	omschrijving	lutum	OS	Cd	Cu	Hg	Ni	Zn	16 PAK	7 PCB	HCB
		%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg
37	Volkerakmeer-oost	19	7.6	2.3	50	1.01	33	438	7.1	75	2.9
32	Volkerakmeer-oost	17	6.6	1.6	30	0.66	26	278	5.1	71	2.0
30	Volkerakmeer-midden	18	9.0	2.1	43	0.74	43	417	6.1	39	<1
27	Volkerakmeer-west	12	7.8	0.85	20	0.24	29	201	4.2	90 ?	<1
22	Volkerakmeer-west	15	8.8	0.80	28	0.25	34	207	3.2	9.4	<1
11	Zoommeer-west	11	5.2	0.67	12	0.11	18	96	4.8	14	2.5 ?
10	Zoommeer-oost	13	6.9	0.49	19	0.13	23	118	1.8	1.9	<1
7	Zoommeer-zuid	12	6.0	0.64	13	0.18	11	97	7.6	3.0	<1

Noten: 1. Alle data zijn omgerekend naar standaard bodem; 2. Alleen monsters met lutum >10% zijn beschouwd; 3. OS = organisch stof; 4. ? mogelijk een meetfout.

Voorstel voor monitoring

Gelet op de onzekerheid over het sedimentatiegedrag van het aangevoerde zwevende stof uit het Hollands Diep lijkt het verstandig om, indien wordt doorgespoeld, de verspreiding van het zwevende stof te monitoren. De aanwezigheid van zwevend stof uit het Hollands Diep kan worden vastgesteld aan de hand van de concentraties van sommige stoffen, met name HCB (hexachloorbenzeen) en, in mindere mate, PCB's en kwik. Voor deze stoffen geldt, dat de gehalten in het Hollands Diep duidelijk hoger zijn dan de gehalten in het Volkerakmeer en de Dintel. Ter illustratie: het gemiddelde HCB gehalte van zwevend stof (in 1998) bedroeg 8.2 µg/kg in het Hollands Diep, 0.23 µg/kg in de Dintel, en 0.74 µg/kg in het centrale deel van het Volkerakmeer (Tosserams et al., 2000). De verspreiding van zwevend stof uit het Hollands Diep in het Volkerakmeer (tijdens doorspoelen) zou dus kunnen worden gevolgd door monitoring van het zwevende stof op een beperkt aantal variabelen (minimaal lutum, organisch stof, kwik, HCB en PCB's). Hiertoe dienen een aantal raaien te worden uitgezet in het Volkerakmeer. Gelet op de complexe stromingspatronen in het meer, lijkt het verstandig om het aantal raaien en het aantal meetpunten per raai niet te klein te kiezen. Vooral nog wordt gedacht aan zes raaien met vijf monsterpunten per raai (30 monsters per campagne). Om praktische redenen (benodigde tijd voor het centrifugeren) kan ook voor een beperkte monitoring worden gekozen, bijv. een meetcampagne over vijf raaien met vier monsters per raai (20 monsters), of een meetcampagne over de lengte-as van het meer (ca. tien monsters).

Uiteraard dient de kwaliteit van het ingelaten water en zwevende stof uit het Hollands Diep tijdens de doorspoelperiode nauwlettend te worden gevolgd.

Als eerste stap moet de huidige kwaliteit van het zwevende stof in het Volkerakmeer worden bepaald (vastlegging nulsituatie). Het huidige meetprogramma (MWTL) omvat slechts één punt in het Volkerakmeer, zodat op basis daarvan geen ruimtelijk beeld kan worden geschetst. De nulsituatie moet betrekking hebben op de beoogde doorspoelperiode, en moet daarom tussen april en augustus worden bepaald. Idealiter wordt de nulsituatie op een tweetal tijdstippen vastgelegd (bijv. mei en augustus).

Het lange-termijn effect van doorspoelen kan in beeld worden gebracht door de kwaliteit van de waterbodem te vergelijken met de huidige waterbodemkwaliteit. Als referentie dient de recente opname van de waterbodemkwaliteit van het Volkerak-Zoommeer (november 2000; zie tabel 2).

Tevens is het van belang, om de huidige bodemligging rondom de Volkeraksluizen goed in kaart te brengen. Het is nl. mogelijk, dat tijdens doorspoelen erosie zal optreden van de (sterk verontreinigde) slibafzettingen, vooral rondom het inlaatpunt van Hollands Diep water. Tijdens het doorspoelen worden stroomsnelheden direct achter de Volkeraksluizen verwacht in de orde van 1 m/s. Dat is voldoende hoog om (lokaal) erosie op te laten treden.

Conclusies

- De waterkwaliteit van het Volkerakmeer wordt zowel direct als indirect beïnvloed door het doorspoelen met Hollands Diep water. Het directe effect is verhoging van de import van (micro)verontreinigingen uit het Hollands Diep. Vergeleken met de huidige situatie, waarin de inlaat van Hollands Diep water is geminimaliseerd, zal de import van microverontreinigingen als gevolg van doorspoelen toenemen met een factor tien (doorspoeloptie 2) tot vijftien (doorspoeloptie 1).
- Het belangrijkste indirecte effect van doorspoelen op de water(bodem)kwaliteit is de afname van de verblijftijd van het water in het Volkerakmeer. In de huidige situatie bedraagt deze verblijftijd ca. 200 dagen. Bij doorspoelen daalt de verblijftijd naar 14 dagen (optie 2) tot 21 dagen (optie 1).
- De tijdspanne waarover wordt doorgespoeld is aanzienlijk langer dan de verblijftijd van het water in het Volkerakmeer (tijdens doorspoelen). Hieruit volgt dat de waterkwaliteit van het Volkerakmeer gedurende het doorspoelen sterk zal gaan lijken op de waterkwaliteit van het Hollands Diep (voor beide opties). Dit geldt met name voor opgeloste stoffen.
- Wanneer meer water wordt ingelaten uit het Hollands Diep neemt ook de import van (verontreinigd) zwevend stof toe. De huidige import van zwevend stof bedraagt ca. 1.4 kton/jaar. Wanneer wordt doorgespoeld zal de import van zwevend stof stijgen tot 24 kton/jaar (optie 1) of 16 kton/jaar (optie 2).
- In de huidige situatie bezinkt het uit het Hollands Diep ingelaten zwevende stof nagenoeg geheel binnen 10 km achter de Volkeraksluizen. Of dit ook het geval zal zijn tijdens doorspoelen is vooralsnog onzeker. Van cruciaal belang in dit verband zijn de grootte van de netto valsnelheid van het zwevende stof, die onzeker is (schattingen variëren van 0.25 m/d tot 1.5 m/d) en de verblijftijd van het water in het oostelijke deel van het Volkerakmeer.
- Wanneer wordt uitgegaan van een lage netto valsnelheid van het zwevende stof, is er een reëel risico dat doorspoelen leidt tot verspreiding van verontreinigd zwevend stof naar het westelijke Volkerakmeer en mogelijk het Zoommeer. Dat zou kunnen leiden tot verslechtering van de kwaliteit van het zwevende stof (en de waterbodem) van deze gebieden.

- Tijdens het doorspoelen kan lokaal erosie optreden rondom de Volkeraksluizen. Dit kan leiden tot verspreiding van het in het verleden afgezette, sterk verontreinigde, slib.
- Gelet op de onzekerheid over het sedimentatiegedrag van het aangevoerde zwevende stof uit het Hollands Diep wordt aanbevolen om, indien wordt doorgespoeld, de verspreiding van het zwevende stof te monitoren. De aanwezigheid van zwevend stof uit het Hollands Diep kan worden vastgesteld aan de hand van de concentraties van HCB en, in mindere mate, PCB's en kwik.

Literatuur

- Boers, P.C.M., van Veen, M. & Zwolsman, J.J.G. (2000). Effecten van omleiden en doorspoelen op de waterkwaliteit van het Volkerak-Zoommeer. RIZA werkdocument 2000.77X.
- ten Hulscher, Th.E.M. (1989). Prognose van de gehalten van enkele microverontreinigingen in de waterbodem van het Volkerakmeer en Zoommeer. RIZA nota 89.050.
- Schmidt, C.A., de Goederen, S.A. & Termeer, K. (1993). Voorspelling van de verontreinigingssituatie van het Volkerakmeer vanaf 1990. RIZA nota 92.026.
- Steenkamp, B.P.C., Zwolsman, J.J.G. & Mol, G.A.J. (1998). Abiotisch effectonderzoek Hollands Diep en Dordtsche Biesbosch. Nader onderzoek waterbodem. RIZA Rapport 98.002.
- Termeer, K. & Schmidt, C.A. (1992). Ontwikkeling van de waterbodemkwaliteit van het Volkerak-Zoommeer in de periode 1986-1991. RIZA nota 92.024.
- Tosserams, M., Lammens, E.H.R.R. & Platteuw, M. (2000). Het Volkerak-Zoommeer. De ecologische ontwikkeling van een afgesloten zeearm. RIZA rapport 2000.024.

