

Rekenmodel biedt mogelijkheid voor differentiatie in chemische defosfatering

JASPER STROOM, HOOGHEEMRAADSCHAP VAN RIJNLAND
RONALD BAKKUM, WL/DELFT HYDRAULICS

Vanaf 2000 wordt in de boezem van het Hoogheemraadschap van Rijnland de gebiedsbrede 75%-norm voor de verwijdering van fosfor uit afvalwater ruim gehaald. De doelstellingen voor de oppervlaktewaterkwaliteit zijn echter over het algemeen niet gerealiseerd. Daarom is een studie verricht naar mogelijkheden om chemische defosfatering ruimer in te zetten om het effect van fosforlozingen op de oppervlaktewaterkwaliteit zo klein mogelijk te laten zijn. Het resultaat is maatwerk voor de Rijnlandse zuiveringsinstallaties, rekening houdend met kosten en de kwetsbaarheid van het oppervlaktewater waarop de lozing plaatsvindt. Voor de studie is gebruik gemaakt van de waterkwaliteitsmodule van het Sobek modelinstrumentarium dat door WL/Delft Hydraulics in samenwerking met Rijnland is ontwikkeld.

Eind 1997 zijn WL/Delft Hydraulics en het Hoogheemraadschap van Rijnland een studie begonnen met als doel binnen het SOBEK-modellenraamwerk een waterkwaliteitsmodule te ontwikkelen. De studie bestond uit ontwikkelen van de software, en de praktische

toepassingen op de complexe schematisatie van het polder-boezemsysteem van Rijnland. Wat het eerste betreft kwam de ontwikkeling van de waterkwaliteitsmodule (SOBEK-WQ) voor een belangrijk deel neer op het beschikbaar maken van de bestaande functionaliteiten van de

rekenkernen van de modellen DELWAQ (waterkwaliteit), BLOOM (algengroei) en SWITCH (interactie waterbodem). Vanaf begin 2000 is het systeem in combinatie met het neerslag-afvoermodel SOBEK-RR en het hydrodynamisch model SOBEK-CF operationeel en gebruikt in een aantal Rijnlandse studies. Van één van deze studies wordt in dit artikel verslag gedaan.

Aanleiding

Vanaf 2000 wordt bij Rijnland de in het Lozingenbesluit genoemde gebiedsbrede 75 procent-verwijderingsnorm ruim gehaald, maar de doelstellingen met betrekking tot de oppervlaktewaterkwaliteit over het algemeen niet (zie kader). Dit leidde tot een studie waarin de inzet van chemische defosfateringsinstallaties naar effecten op de waterkwaliteit en (variabele) exploitatielasten is geoptimaliseerd. Het resultaat is het vaststellen van een korte termijn beleid. Een vervolgstudie moet resulteren in beleid voor de lange termijn (zie onder 'conclusie en discussie').

Werkwijze en resultaten

De effecten van de lozingen van de zuiveringsinstallaties op de waterkwaliteit zijn berekend met het SOBEK-waterkwaliteitsmodule. De berekeningen zijn gebaseerd op een simulatie van de situatie in 1999. In de invoer van het model zijn de fosforconcentraties van de effluentlozingen van zuiveringen gewijzigd waardoor verschillende scenario's ontstaan. Na berekening van de scenario's zijn de effecten op de waterkwaliteit variërend in de tijd en gebiedsbreed gekwantificeerd. Daarnaast zijn de variabele exploitatiekosten (rekening houdend met afnemende efficiëntie bij verdergaande defosfatering) berekend. Een aantal stappen is daarbij doorlopen.

Het Lozingenbesluit

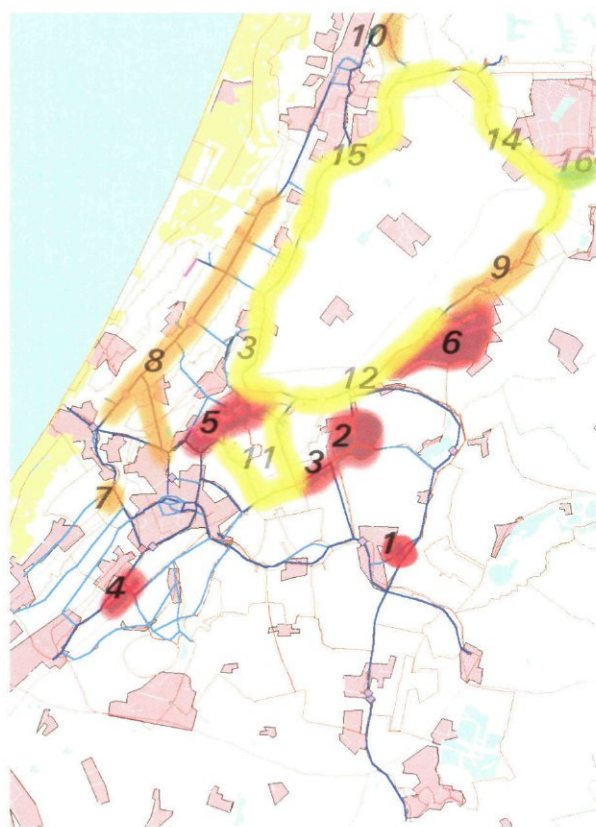
Sinds 1996 is het Lozingenbesluit Wvo Stedelijk Afvalwater van kracht. Hierin worden een aantal richtlijnen gesteld voor de effluentkwaliteit van afvalwaterzuiveringsinstallaties. Deze richtlijnen dient de vergunningverlener te verwerken in de individuele Wvo-vergunningen van de installaties. Zoals bij veel waterschappen beheert Rijnland de installaties binnen zijn beheersgebied en is Rijnland dus zowel waterkwaliteitsbeheerder als vergunningverlener als vergunninghouder. De artikelen 8 en 9 van het Lozingenbesluit komen voor fosfor op het volgende neer:

- Het uitgangspunt is het aangeboden influent zodanig te behandelen dat de doelstellingen voor de oppervlaktewaterkwaliteit gerealiseerd kunnen worden. Deze doelstellingen zijn als maximaal toelaatbaar risico weergegeven in de Vierde Nota waterhuishouding. Voor fosfor bedraagt deze op korte termijn te behalen grenswaarde 0.15 gram fosfor per kubieke meter;
- Als middel om aan het uitgangspunt te voldoen, dienen de effluënten van zuiveringsinstallaties per 1996 te voldoen aan grenswaarden. Voor fosfor zijn deze afhankelijk van de ontwerpcapaciteit, en bedra-

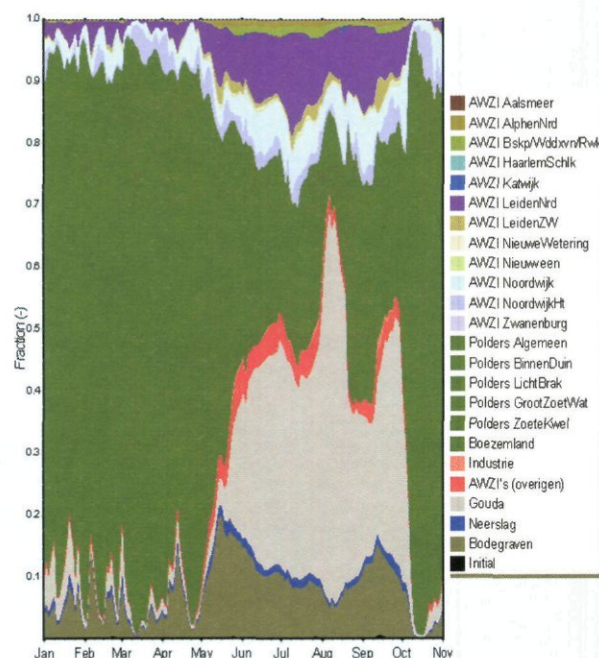
gen één en twee gram fosfor per kubieke meter voor installaties groter respectievelijk kleiner dan 100.000 inwonerequivalenten (i.e.). Aan installaties kleiner dan 2000 i.e. worden geen eisen gesteld.

Op bovenstaande uitgangspunten zijn een tweetal belangrijke extra bepalingen van kracht:

- Indien gebiedsbreed meer dan 75 procent van het fosfor verwijderd wordt, kan de vergunningverlener hogere en dus minder strenge grenswaarden verwerken in individuele Wvo-vergunningen. Dit kan alleen bij installaties die gebouwd of gerenoveerd zijn vóór 1996. Voor nieuwere installaties geldt dit alleen als de ontwerpcapaciteit kleiner is dan 20.000 i.e.;
- Maar onafhankelijk van de bovengenoemde 75%-eis dient de vergunningverlener lagere en dus strengere grenswaarden in de Wvo-vergunningen op te nemen indien het behalen van de doelstelling voor de oppervlaktewaterkwaliteit (maximaal toelaatbaar risico) dit noodzakelijk maakt. Minder strenge grenswaarden kunnen dus alleen toegestaan worden als de waterkwaliteit van het ontvangende water dit toelaat.



Afb. 1: Overzicht van het in SOBEK geschematiseerde Rijnlandse boezemstelsel en de belangrijkste gebieden, ingedeeld in categorieën. In rood staan de gebieden van de eerste categorie aangegeven; in oranje, geel en groen de gebieden van respectievelijk de tweede, derde en vierde categorie.



Afb. 2: Herkomst van water in het Trekvaartgebied (8). Op de x-as staat de tijd (maanden) weer gegeven, terwijl op de y-as het relatieve aandeel van alle bronnen staat. Aan de bovenkant van het plaatje staan de fracties van de zuiveringen die chemische defosfateren weergegeven, daaronder de invloed van de polders (groen) en vervolgens het aandeel van zuiveringsinstallaties die niet chemisch defosfateren en zodoende buiten deze studie vallen (rood). De grijze gedeelten zijn afkomstig van inlaatwater (via Gouda en Bodegraven).

Gebiedsindeling in categorieën

Om de beoordeling van de verschillende scenario's mogelijk te maken zijn in het boezemsysteem verschillen categorieën gedefinieerd (zie afbeelding 1). Deze categorieën geven prioriteiten aan ten aanzien van de te behalen waterkwaliteitseisen. De verdeling is gemaakt op basis van watertypen, gebruiksfuncties en provinciale functies (natuur, zwemwater, recreatie, en provinciaal ecologische hoofdstructuur). Onder de eerste en belangrijkste categorie vallen zes meren: Zegerplas (1), Braassemermeer (2), Wijde Aa (3), Vlietlanden (4), Kagerplassen (5) en de Westeinderplassen (6). Onder de tweede categorie vallen de Valkenburse meer (7), het Trekvaartgebied (8) en boezemland Aalsmeer (9).

Herkomstberekeningen

Voor alle in afbeelding 1 aangegeven gebieden zijn berekeningen uitgevoerd, waarmee inzicht ontstaat in de herkomst van het water. Per gebied is zo de invloed van de betrokken zuiveringsinstallaties ingeschat. Deze zogenaamde 'fractiesom' geeft in de tijd het aandeel van alle bronnen als fractie weer (zie afbeelding 2). Het blijkt dat het Trekvaartgebied in de winter gedomineerd wordt door polderwater (groen), terwijl in de zomer inlaatwater (grijs) en effluentwater van meerdere zuiveringsinstallaties dominant zijn. In systemen met een lange verblijftijd (niet in een afbeelding weergegeven) is de herkomstverdeling veel constanter in de tijd. Voor meer duidelijkheid over variatie in de tijd van de beïnvloeding zijn in die systemen ook lokale debietge-

gevens nodig. In de meeste boezemkanalen met korte verblijftijden daarentegen fluctueert de herkomst juist sterker dan in het Trekvaartgebied.

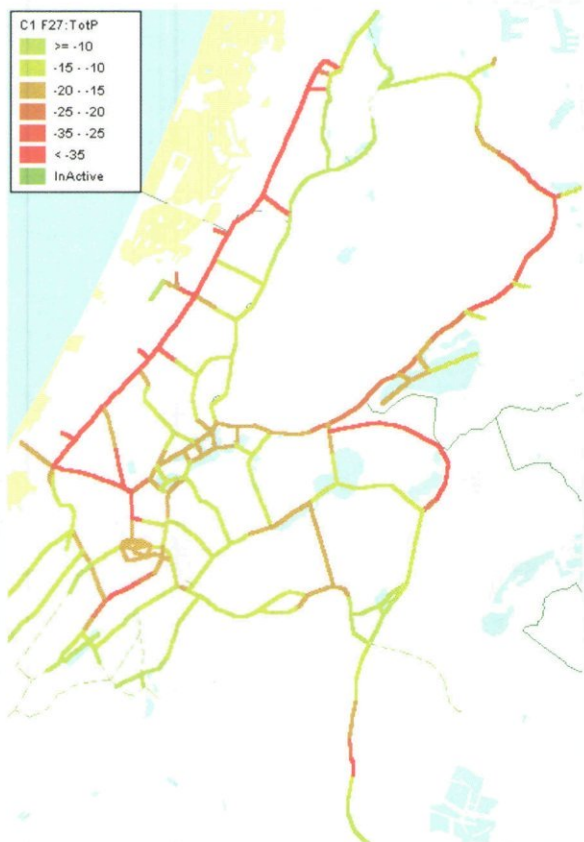
Overigens toont afbeelding 2 louter de herkomstverdeling van het water en niet de aandelen in de fosforbelasting! Zo is 's zomers in het Trekvaartgebied de invloed van het inlaatwater op de fosforconcentraties beduidend minder dan de invloed van zuiveringen ondanks het grotere aanwezige volume aan inlaatwater. De fosforconcentratie in inlaatwater varieert namelijk tussen 0.2 en 0.4 gram per kubieke meter, terwijl de concentratie van effluent tussen 0.5 en 5.0 gram ligt.

Varianten in effluentkwaliteit

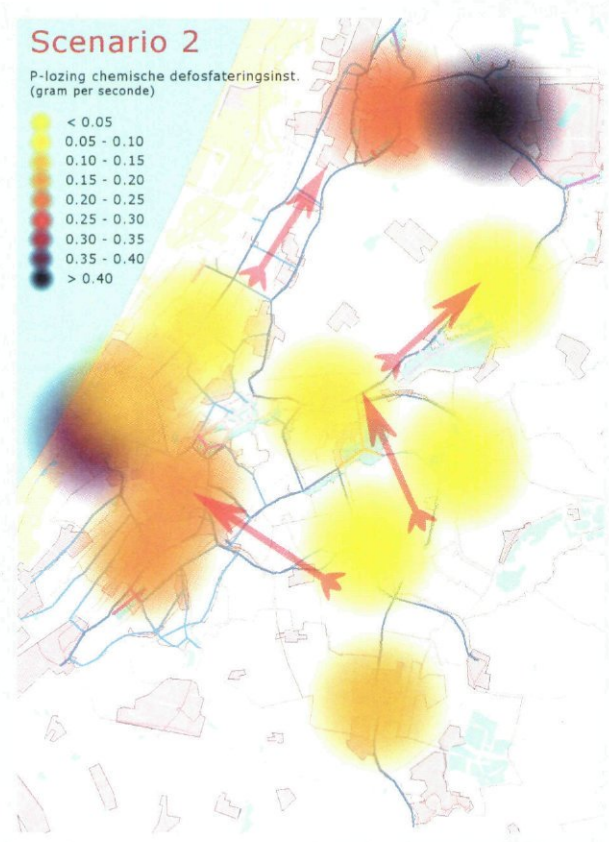
De kwaliteit van het aangeboden influent en het ontwerp van de installatie is voor elke zuivering verschillend. Dit houdt voor het effluent in dat de te behalen concentraties ook verschillen per installatie. Per defosfateringsinstallatie zijn drie defosfateringsvarianten vastgesteld: 'minimaal', 'standaard', en 'maximaal'. In de minimale variant wordt op een installatie een minimale hoeveelheid chemicaliën gedoseerd om aan de individuele Wvo-vergunning te voldoen. Bij installaties waarin fosfor niet in de vergunning is opgenomen, wordt de chemische defosfatering geheel stopgezet.

De Rijnlandse zuiveringsinstallaties

Rijnland beheert 33 zuiveringsinstallaties, waarvan 30 direct binnen het beheersgebied lozen. Op twaalf kleine en/of oude installaties kan zonder technische aanpassingen niet actief worden gedefosfateerd. Bij acht nieuwe of gerenoveerde installaties is bij het ontwerp rekening gehouden met het volledig biologisch verwijderen van fosfor. Op één van deze installaties wordt aanvullend chemisch gedefosfateerd. Deze installatie is samen met de overige 13 installaties waar actief chemisch gedefosfateerd wordt onderwerp van de studie. Defosfatering met behulp van chemicaliën is namelijk goed en op korte termijn regelbaar. Al deze installaties lozen direct op boezemwater.



Afb. 3: Invloed op de fosforconcentraties in de zomer bij één van de scenario's ten opzichte van het minimale scenario, weergegeven in percentages daling van de fosforconcentratie in oppervlaktewater. Hoe roder de kleur van de geschematiseerde kanalen, des te groter de afname.



Afb. 4: Overzicht van de fosforvrachten (in geloosde grammen fosfor per seconde) van de 14 chemische defosfateringsinstallaties in hetzelfde scenario als afbeelding 3. De rode pijlen geven de preferente stroming in de zomer weer.

De standaardvariant is gebaseerd op de concentraties die in het verleden gehaald werden bij defosfatering. De maximale variant is geheel gebaseerd op expertise. Per zuivering is ingeschat wat zonder technische aanpassingen nog een haalbare effluentconcentratie is. Per zuivering en per variant resulteert dit in een in de tijd constant veronderstelde fosforconcentratie in het effluent, en in (variabele) exploitatiekosten. Deze zijn de som van aanschaf van chemicaliën en de variabele kosten voor slibverwerking.

Scenario's en resultaten

Een scenario is samengesteld uit een bepaalde combinatie van defosfateringsvarianten voor de 14 betrokken installaties. Met 14 installaties en drie varianten per installatie zijn bijna vijf miljoen scenario's mogelijk. Stapsgewijs is met behulp van informatie over de invloed van de individuele zuiveringen op de belangrijkste categorieën (1 en 2) het aantal scenario's beperkt tot 500. Hieruit zijn de doorerekende scenario's gedestilleerd. Naast de exploitatiekosten zijn de effecten op de fosforconcentraties in oppervlaktewater per scenario gekwantificeerd. Aangezien aan eutrofiëring gerelateerde problemen in de zomer optreden, is alleen gekeken naar de invloed van een bepaald scenario in de periode april tot en met

september.

Daarna is een verdere verfijning uitgevoerd. In de winter kent het gebied een neerslagoverschot, waardoor veel water aan de randen van het systeem uitgemalen wordt. 's Zomers wordt vanuit het zuiden (bij Gouda via de Gouwe) juist water aangevoerd ter aanvulling en verziltingsbestrijding (doorspoeling). De invloed hiervan kan de stromingsrichting in kanalen en meren doen omkeren, waardoor het effect van een bepaalde lozing in de tijd sterk kan variëren. Na analyse van de waterbeweging bleek dat de invloed van een viertal installaties op eerste categorie gebieden in de winter sterk afneemt: in de winter stroomt het effluent snel richting eenemaal, terwijl in de

zomer het effluent in de meren terechtkomt. Door 's winters de defosfatering te minimaliseren en 's zomers in stand te houden, kan in die situaties dezelfde waterkwaliteit bereikt worden bij vermindering van de jaarlijkse exploitatielasten.

De resultaten zijn gepresenteerd ten opzichte van een fictieve situatie waarin op alle 14 chemische installaties minimaal gedefosfateerd wordt. Als voorbeeld is van één scenario in afbeelding 3 de afname van de fosforconcentratie in het boezemsysteem ruimtelijk weergegeven. De concentratiedalingen in de gebieden van de categorie 1 (afbeelding 1) zijn tien tot 15 procent. De afnamen zijn met 30 procent het grootst in twee gebieden van cate-

Tabel 1: Overzicht van de Rijnlandse chemische defosfateringssituatie vanaf 2002.

defosfateringsvariant	installaties
minimaal defosfateren	Haarlem Schalkwijk, Katwijk, Nieuwe Wetering, Noordwijk, Noordwijkerhout en Zwanenburg
standaard defosfateren	Aalsmeer, Boskoop (om technische redenen), Leiden zuidwest en Nieuwveen
maximaal defosfateren	Alphen noord
seizoensafhankelijk defosfateren (zomer standaard, winter minimaal)	Leiden noord, Reeuwijk Randenburg en Waddinxveen

	overall minimaal	overall standaard	scenario 2001 (huidige situatie)	scenario 2002 (vanaf 1-1-2002)
exploitatiekosten (miljoenen guldens per jaar)	1.0	2.3	1.3	1.5
kosten per verwijderd fosfor (guldens per kilo)	8.1	11.7	9.4	9.7
(chemisch) verwijderd fosfor (ton per jaar)	127	192	139	153

Tabel 2: Overzicht van twee basisscenario's: het huidige en het bestuurlijk vastgestelde scenario.

gorie 2: het Trekvaartgebied (8) en boezemland Aalsmeer (9). In afbeelding 4 staat de bijbehorende lozingssituatie als fosforvrachten per zuivering weergegeven. De kleinste lozingen vinden in dit scenario plaats aan het begin (zuidoosten) en het midden van het watersysteem, zodat de belasting op de belangrijkste meren minimaal is.

Conclusie en discussie

Per installatie zijn verschillende effluentkwaliteiten op kosteneffectiviteit en effecten op het watersysteem getoetst. Dit maatwerk heeft geleid tot de bestuurlijke vaststelling voor het korte termijn beleid, uit te voeren vanaf 2002. In tabel 1 staat weergegeven wat dit voor de afzonderlijke installaties gaat betekenen.

Met dit scenario is met name gekozen voor optimalisatie van gebieden van categorie 1. In de belangrijkste meren zal de fosforconcentratie 's zomers gemiddeld 15 procent lager liggen

dan in het minimale scenario. In die meren is dit vergelijkbaar met de situatie waarin op elke installatie volgens de standaardvariant wordt gedefosfateerd, terwijl de (variable) exploitatiekosten lager uitvallen (zie tabel 2). Als gevolg van het seizoensafhankelijk defosfateren op een aantal installaties zal in totaal naast een verhoging van de jaarlijkse exploitatielasten ook een herverdeling van de exploitatielasten plaatsvinden. Een aantal installaties die dit jaar nog standaard defosfateren, gaat dit in de winterperiode minimaal doen. Op een aantal andere installaties waar de defosfateringsinspanning momenteel geminimaliseerd is, wordt vanaf 2002 een standaard of maximale inspanning geleverd.

Modelberekeningen zijn een belangrijke bron van aanvullende informatie gebleken. Situaties die de waterbeheerder met gebiedskennis wel kwalitatief kan beoordelen, kunnen worden geverifieerd en gekwantificeerd. Dit maatwerk levert concrete voorstellen op waar op een bestuurder een beslissing kan baseren.

De resultaten met betrekking tot effecten op de waterkwaliteit kunnen naast de financiële aspecten concreter en beter onderbouwd in de besluitvorming worden meegewogen. Na alleen de waterbeweging te hebben gemodelleerd, kunnen herkomstberekeningen (fractiesommen) gemaakt worden. Hieruit kan dermate veel informatie over het watersysteem en de invloed van de verschillende bronnen worden vergaard dat op een snelle manier uit alle mogelijke scenario's de meest reële naar voren komen. Om de effecten van de scenario's op in dit geval de fosforconcentraties te kwantificeren, moeten waterkwaliteitssimulaties uitgevoerd worden. Hiervoor is veel informatie nodig over de diverse bronnen zoals de polders, het inlaatwater en de zuiveringsinstallaties. Om vervolgens de effecten van de fosforconcentraties op de algengroei te simuleren is een goed gecalibreerd model noodzakelijk. Met name de calibratie van de processen is voor deze studie niet volledig uitgevoerd. Als een afdoende modelconcept en -schematisatie is gekozen en de bronnen goed gekwantificeerd zijn, spelen bij de calibratie in de meren met name de processen in het water een grote rol bij de uiteindelijke kwaliteit van de modelresultaten. Deze stap is in deze studie niet gezet.

In een vervolgstudie bij het Hoogheemraadschap van Rijnland zal de invloed van zowel fosfor als stikstof op de waterkwaliteit onder de loep worden genomen. Naast de functies worden de gebieden ook gecategoriseerd naar de haalbaarheid om de algengroei daadwerkelijk te verminderen. Hiervoor is het nodig de rol van beide nutriënten op algengroei zo goed mogelijk gemodelleerd te hebben. ■