

Verlagen

Workshop 'Fosfaatbelasting via kwel in diepe polders'

Inleiding

Op 23 april 1996 werd bij TNO Grondwater en Geo-Energie de workshop 'Fosfaatbelasting via kwel in diepe polders' gehouden. Aanleiding tot het houden van deze workshop was de afronding van het onderzoeksproject naar de bijdrage van nutriëntenrijk kwelwater aan de fosfaatbelasting van het oppervlaktewater, dat in het kader van doelfinanciering van het Ministerie Verkeer & Waterstaat bij TNO Grondwater en Geo-Energie is verricht. De doelstelling van het onderzoek was om een methode te ontwikkelen, waarmee de bijdrage van het grondwater aan de fosfaatbelasting van het oppervlaktewater in poldergebieden in laag-Nederland gekwantificeerd kan worden, die nauwkeuriger is dan de gangbare methode. Een dertigtal personen, werkzaam in het waterbeheer of bij onderzoeksinstituten, nam aan de bijeenkomst deel.

De middagvoorzitter, ir. J.A. Boswinkel, hoofd van de afdeling Geo-Hydrologie van TNO Grondwater en Geo-Energie, opende de workshop.

Het onderzoek richtte zich op het kwantificeren van de kwelstroom en de met de kwelstroom gepaard gaande verrijking van het oppervlaktewater met nutriënten, in het bijzonder fosfaat.

De hoofddoelstelling van het onderzoek was de ontwikkeling van een relatief eenvoudige en goedkope methode om een betrouwbare uitspraak te doen over de bijdrage vanuit grondwater-kwel aan de fosfaatbelasting van het oppervlaktewater voor poldergebieden in laag-Nederland.

Tijdens deze workshop was er uitgebreid gelegenheid om te discussiëren over toepassingen en vervolgstappen.

Beleid

Als eerste spreker ging ir. D.T. van der Molen (RIZA) in op het beleid vanuit Rijks-waterstaat. Hij behandelde de eutrofiëringsproblematiek. Eutrofiëring wordt al jaren als één van de belangrijkste waterkwaliteitsproblemen van het Nederlandse oppervlaktewater gezien. De voornaamste oorzaken van eutrofiëring zijn hoge stikstof- en fosfaatbelasting. De fosfaat- en stikstofemissies naar het oppervlaktewater door huishoudens en industrie zijn de laatste jaren afgenomen. Daardoor neemt het aandeel van de basisbelasting toe. Deze basisbelasting bestaat vnl. uit opkwelend nutriëntrijk grondwater, dat vooral in het westen en uiterste noorden van Nederland een rol van betekenis speelt. Bij de aanpak van de eutrofiëringsproblematiek wordt een tweesporenbeleid gevolgd: landelijke aanpak nutriëntenbelasting en aanvullende maatregelen op regionale schaal.

De landelijke aanpak levert bij rwzi's en de industrie leveren succesvolle resultaten, zoals een duidelijke daling van de fosfaatconcentratie in de Rijn en het IJsselmeer en een positieve verandering in het hele ecosysteem van het Veluwemeer. In de meeste stagnante wateren is fosfor de factor die de groei van algen limiteert.

De P-concentratie wordt bepaald door de P-belasting. De P-belasting is in Nederland tussen 1985 en 1995 (excl. toevoer via grote rivieren) afgenomen van ruim 30 miljoen kg P/jaar tot ongeveer 15 miljoen kg P/jaar. Hiermee voldoen de industrie en rwzi's aan Rijn Actie Programma (RAP)/Noordzee Actie Programma (NAP)-afspraken. De belasting ten gevolge van uit- en afspoeling vanuit landbouwgronden, neemt echter toe. Deze landbouwbelasting kan worden berekend met het model ANIMO. Dit model berekent de af- en uitspoeling als functie van onder meer bodemtype, mestgiften en hydrologie, waaronder kwel en wegzijging.

De fosfaatbelasting door kwelwater wordt gewoonlijk berekend als het produkt van de

kwelintensiteit en de fosfaatconcentratie van het grondwater, gemeten op enkele meters diepte. Hierbij wordt voorbijgegaan aan het feit dat:

- 1 tijdens stroming door de bodem of drains belangrijke hydrochemische veranderingen plaatsvinden en
- 2 de kwelintensiteit in polders sterk kan variëren zowel in de ruimte als de tijd. Om meer te weten te komen over de rol van kwelwater in de nutriëntenbalans is door TNO Grondwater en Geo-Energie in het kader van 'doelfinanciering TNO' onderzoek verricht.

(Onderzoeks)vragen en thema's vanuit RIZA zijn:

- hoe kan de belasting van (nutriëntrijke) kwel beter worden geschat?
- is de kwel constant in de tijd?
- is de kwel ruimtelijk gedifferentieerd?
- wat is het effect van menselijk handelen op kwel?
- welke beheersmaatregelen zijn denkbaar?
- hoe kan kennis met betrekking tot (nutriëntrijke) kwel worden gebruikt in de discussie rond normering kleine wateren en evenwichtsbemesting.

Praktijk

Mw. drs. E. Olij van het Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Nederlands Noorderkwartier ging in op de fosfaatbelasting via kwel in enkele diepe polders in Noord-Holland.

Het hoogheemraadschap heeft in 1992 een waterbeheersplan vastgesteld, waarin is uitgewerkt hoe ze integraal waterbeheer invult. Tevens zijn waterkwaliteitsrapportages voor het oppervlaktewater opgesteld (zowel voor polderwater als voor boezemwater). In dit kader vinden toetsingen van de waterkwaliteit aan de gestelde normen plaats en worden de bronnen van verontreiniging geïnventariseerd. Onderzoek vindt plaats met behulp van balansen voor water, chloride, fosfor en stikstof. De volgende

bronnen van verontreiniging (aanvoer) zijn per bemalingseenheid gekwantificeerd:

- aanvoer vanuit de wateren buiten het gebied;
- depositie;
- kwel;
- gasbronnen;
- uitloging (natuurlijke achtergrondbelasting van de bodem en af- en uitspoeling van meststoffen);
- rwzi-effluent;
- riooloverstorten.

De afvoer vindt plaats via vervluchtiging, afvoer naar de boezem of andere wateren en infiltratie. Over blijft dan nog een restpost (aanvoer minus afvoer).

Voor de chemie-balansen is uitgegaan van de waarden voor de kwel zoals die zijn vermeld in het rapport van het ICW¹ (1982). Er is hierbij uitgegaan van de aanname dat N, P en Cl niet in de bodem worden gebonden of reageren.

De grootte van de kwel in diepe polders werd aan de hand van balansen voor de Wieringermeerpolder verduidelijkt. De kwel in deze polder is maximaal 2,5 mm/dag en bedraagt daarmee 35% van de wateraanvoer. Met dat kwelwater wordt 98% van de chloride (8000-43000 kg/ha/jr), 41% van de stikstof (27 kg/ha/jr) en 57% van de fosfor (2,8 kg/ha/jr) aangevoerd.

De fosforaanvoer in de Wieringermeerpolder is in de periode april 1993 t/m maart 1994 ruwweg: 57% via kwel, 22% via uitloging, 4% via gasbronnen, 2% via de rwzi; 9% is de restpost. (Bij de uitloging is aangenomen dat de bodem (nog) niet fosforvezadigd is en veel van het opgebrachte fosfor kan binden. Hierdoor kan de bijdrage van de uitloging in werkelijkheid groter zijn).

Het beleid is er op gericht om maatregelen te nemen om emissies naar het oppervlaktewater te verminderen.

¹ ICW Regionale Studies 16: Kwantiteit en kwaliteit van grond- en oppervlaktewater Noord-Holland benoorden het IJ; 1982.

Hydrogeologie en waterbalans

Drs. P.G.B. de Louw, TNO Grondwater en Geo-Energie, ging in op de waterbalans.

Kwel kan een belangrijke bijdrage leveren aan de fosfaatbelasting. Er is een ruimtelijke variatie van kwelintensiteit in polders; onderscheid is te maken in dijksse kwel (lokale kwel) en regionale kwel (diepe kwel). De ruimtelijke variatie zal vooral optreden in grote polders met een groot hoogteverschil tussen de boezem en de polder. Nabij de rand van de polder is de kwelintensiteit het hoogst (lokale kwel). De kwel neemt sterk af met de afstand tot de boezem (regionale, diepe kwel). Grondwaterkwel kan zowel ruimtelijk als temporeel zeer variabel zijn in diepe polders. De temporele variatie van de kwel wordt voornamelijk bepaald door processen als verdamping en berging van het kwelwater (wel of geen neerslaglens). De mate waarin deze processen een rol spelen wordt bepaald door het neerslagoverschot. In de zomerperiode kan voor delen van een polder slootkwel afwezig zijn en omslaan in slootinfiltratie.

Zowel het lokale als het regionale kwelwater kan op verschillende manieren uittreden waarbij iedere wijze van uittreden zijn specifieke tijdafhankelijke mechanismen en interacties met het oppervlakkige systeem/invloeden kent:

Sloot:

- Beluchting in sloot en directe doorvoer van fosfaat
- Opslag van gebonden fosfaat in de slootbodembodem

Drain:

- Mogelijke menging met geïnfiltriseerd regenwater
- Opslag gebonden fosfaat rond drain

Perceel:

Ook in perceel vinden diverse processen plaats.

De volgende methoden zijn mogelijk voor het bepalen van de kwelintensiteit:

- 1 waterbalans op jaarbasis (waarbij kwel de restterm is);

- 2 afvoeranalyse volgens de reservoirbenadering;
- 3 in-situ falling head test (waarbij brede buis in slootbodembodem wordt geplaatst en de stijging van het waterniveau wordt gemeten);
- 4 analytische methode voor lokale/dijksse kwel;
- 5 analytische methode voor regionale kwel;
- 6 numerieke modellering voor concrete situatie met dijksse en regionale kwel; en
- 7 numerieke modellering op perceelsniveau.

Combinatie van methode 4 en 5 leidt tot een eenvoudige, gerechtvaardigde benadering voor de belasting op jaarbasis, waarbij rekening gehouden wordt met de ruimtelijke variatie in kwelintensiteit. Verdere combinatie met methode 7 maakt het mogelijk om de seizoenale variatie te beschouwen en de wijze van uittreden (direct in de sloot of via drainbuizen). Bij het toepassen van deze methoden moet een schatting gemaakt worden van de weerstand van de deklaag en andere hydraulische parameters. De nauwkeurigheid van deze schatting is moeilijk aan te geven, wat een nadeel van de benadering is. Methode 3 vergt een veldinspanning en heeft het grote voordeel dat de methode gebaseerd is op directe veldwaarnemingen. Voor gebieden die gedraineerd zijn met drainbuizen is deze methode beperkt gerechtvaardigd.

Chemie (stoffenbalans)

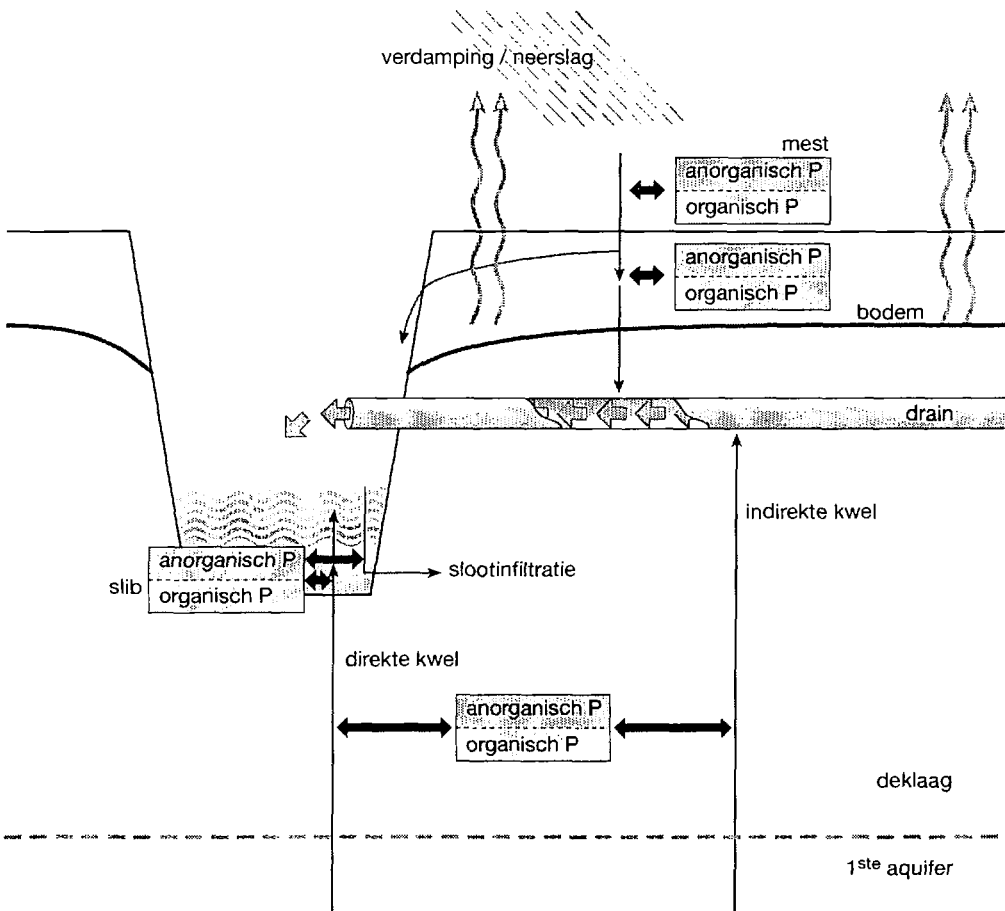
Dr. J. Griffioen, TNO Grondwater en Geo-Energie, ging in op de chemie.

Er zijn op vier locaties in Nederland veldstudies gedaan waarbij de fosfaatbelasting onderzocht is en wel in Polder K van de Schermer, Baarsdorpermeer, Polder Groot-Mijdrecht nabij Botshol en Oud Noord-Beveland Polder.

Het belangrijkste proces dat de PO_4 -concentratie beïnvloedt bij het uittreden van diep grondwater is oxydatie van $Fe(II)$ en vervolgens neerslag van PO_4 -houdende ij-

zeroxydes. De potentiële eutrofiëring van het oppervlaktewater door diepe grondwaterterkwel is het grootst voor grondwater dat een hoge PO_4 -concentratie heeft en een lage Fe/PO_4 -verhouding. Volledige binding van PO_4 aan de gevormde ijzeroxyde is dan niet

mogelijk. Er vindt dan een directe doorvoer door de slootbodembodem plaats van een groot deel van het fosfaat dat opgelost is in het diepe kwellende grondwater.



Figuur 1: De samenhang tussen de watertermen en de stoffen voor diffuse verontreiniging in een polder.

Vier verschillende methoden zijn gepresenteerd voor het schatten van de fosfaatconcentratie die met de kwel in het oppervlaktewater terecht komt: **1** conservatieve schatting van de fosfaatconcentratie, ofwel geen vastlegging van PO_4 aan het sediment tijdens passage door de slootbodem (de traditionele benadering); **2** correctie voor de vastlegging van PO_4 aan Fe-oxiden op basis van extractiegegevens van monsters van de slootbodem; **3** correctie voor vastlegging op basis van modellering van vorming van een mengkristal van ijzerhydroxide ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) en ijzer(III)fosfaat (strengiet, $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) en eventueel een Ca-fosfaat; **4** maximale vastlegging van PO_4 aan Fe-oxiden. Methode 1 en 4 geven de twee extremen in de mogelijke belasting weer. Methode 3 is een eenduidige methode die een verantwoorde schatting geeft van de mogelijke opname van PO_4 aan mineralen die zich vormen bij het uitreden van anaëroob grondwater. Berekening volgens deze drie methoden leidt tot een reële schatting van de doorvoer met een boven- en ondergrens. Op deze wijze wordt inzicht verkregen in het bereik waarbinnen de mogelijke belasting zich kan bevinden.

De gepresenteerde methoden richten zich op het bepalen van de belasting met PO_4 dat meegevoerd wordt met het kwelende grondwater uit de diepere ondergrond. De methode richt zich niet op de additionele bijdrage door mineralisatie van organisch materiaal die kan optreden tijdens passage door de ondiepe bodem, of mogelijke nalevering wanneer er geen kwelsituatie heerst doordat de evapotranspiratie groter is dan de neerslagintensiteit. De methode is daarmee meer geschikt voor systemen waar eutroof grondwater kwelt dan voor systemen waar oligotroof of mesotroof grondwater kwelt. De natuurlijke bijdrage van PO_4 aan de stofbalans voor oppervlaktewater kan voor het laatste hoger zijn dan de berekende post. De behoefte om de bijdrage nauwkeurig te kennen is voor zulke systemen echter

geringer, omdat de bijdrage toch relatief klein zal zijn.

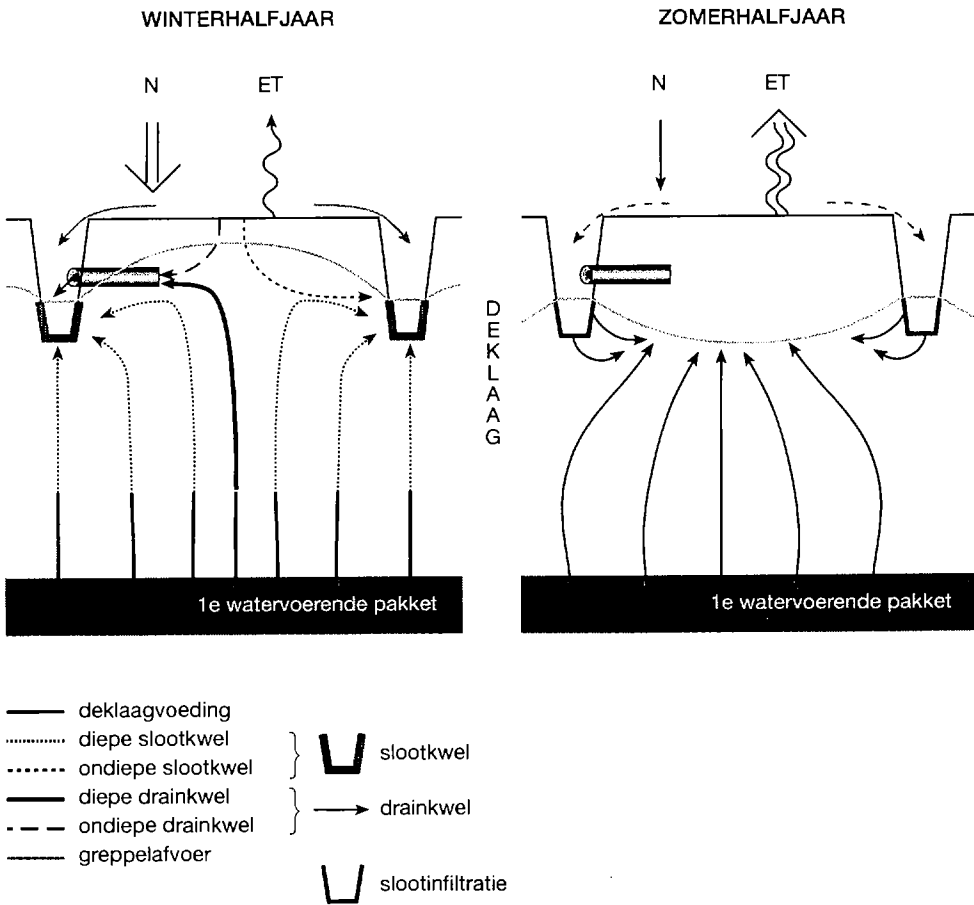
Methode en conclusie

Drs. R.J. Stuurman, TNO Grondwater en Geo-Energie, ging in op de bestaande en de nieuw ontwikkelde methoden.

De gangbare methode schat de belasting uit de vermenigvuldiging van de kwelintensiteit met de fosfaatconcentratie van het grondwater. De verbeterde methode zou zowel de veranderingen van de grondwaterkwaliteit tijdens kwel als gevolg van opname van fosfaat door het sediment dienen te beschouwen als de ruimtelijke en temporele variabiliteit van de kwelintensiteit. Door de voorgaande sprekers zijn methoden behandeld om respectievelijk de bijdrage van grondwaterkwel aan de waterbalans van diepe polders te bepalen en de fosfaatconcentratie te schatten die met het kwelende water het oppervlaktewater bereikt. Combinatie van de twee leidt tot de bijdrage van grondwaterkwel aan de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. Er is voor gekozen om niet één methode uit te werken tot een protocol, omdat de meest geschikte benadering afhankelijk zal zijn van de beschikbare informatie en de mogelijkheid om additionele informatie te verzamelen. De hoofddoelstelling van het doel financierings onderzoek TNO Grondwater en Geo-Energie was om een relatief eenvoudige en goedkope methode te ontwikkelen waarmee een betrouwbare uitspraak kan worden gedaan over de bijdrage van fosfaat vanuit het grondwater aan de fosfaatbelasting van het oppervlaktewater voor poldergebieden in west-Nederland. De doelstelling van dit deel van het onderzoek was integratie van de verschillende deelonderzoeken en voorstellen te doen om de fosfaatbelasting van oppervlaktewater door grondwaterkwel te kunnen kwantificeren.

Het bepalen van de bijdrage bestaat globaal uit twee stappen: **1** het bepalen van de bijdrage van grondwaterkwel aan de waterbalans van oppervlaktewater en **2** het bepalen van het effect van geochemische processen op de vastlegging van fosfaat tijdens kwel. Voor elk van de twee stappen werden verschillende methoden gepresenteerd. Combinatie van de specifieke metho-

den van de twee stappen zal een kwantitatieve schatting van de bijdrage van grondwaterkwel aan de fosfaatbalans van oppervlaktewater geven. De nauwkeurigheid van deze schatting zal daarbij afhangen van de gekozen methode en impliciet hieraan de beschikbaarheid van veldgegevens.



Figuur 2: Verschillende stromingscomponenten in een polder voor een zomer- en wintersituatie.

Publikatie

Het rapport 'Hydrochemie van fosfaat in polders. Deelrapport V. Methoden voor de bepaling van de fosfaatbelasting van oppervlaktewater door grondwaterkwel' (GG R-96-21(A) is te bestellen bij de bibliotheek van TNO Grondwater en Geo-Energie, Mw. M.E. van Hoeken, tel (015) 2697206. (f 40,00, excl. BTW).

In het kader van het onderzoek zijn eerder vier deelrapporten verschenen:

- Stuurman en Griffioen (1992) beschrijven de hydrologie en hydrochemie van de waterbodem van één sloot in Polder K van de Schermer.
- Foppen en Griffioen (1994) beschouwen de bepaling van de seizoensafhankelijke kwelintensiteit via verschillende werkwijzen. Waterbalansmethode, afvoereeksanalyse en in-situ reverse falling test worden beschouwd en onderling vergeleken om te kijken langs welke weg de kwelintensiteit gekwantificeerd kan worden.
- Hetterschijt et al. (1995) beschouwen de geochemische processen die spelen rondom de slootbodem tijdens passage van grondwater door de slootbodem voor vier verschillende locaties in laag-Nederland, die verschillen in nutriëntenrijkdom en waterhuishoudkundige situering.
- De Louw en Griffioen (1995) beschouwen de bijdrage van dijkse kwel aan de totale kwelintensiteit en de seizoensaliteit van kwel in Polder K van de Schermer.

Tenslotte

Voor meer informatie over bovenstaande onderzoeken kunt u contact opnemen met TNO Grondwater en Geo-Energie: Jasper Griffioen, tel (015) 2696820 of Roelof Stuurman, tel (015) 2696010.

Hans Hooghart, Delft