

Colofon

Referaat:

Leenders, T.P. en C. Kwakernaak, 2006. 20 puzzelstukjes voor de KRW. Een bloemlezing uit het onderzoek van Wageningen UR voor de Europese Kaderrichtlijn Water. Wageningen Universiteit en Researchcentrum

In 2000 is de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) van kracht geworden. Deze richtlijn heeft als doel om duurzaam gebruik van water te bevorderen en om de kwaliteit van watersystemen te beschermen en waar nodig te verbeteren. Veel waterbeheerders zijn momenteel betrokken bij de implementatie van de KRW. De implementatie van deze richtlijn leidt tot tal van keuzen die terdege onderbouwd moeten zijn. Het Ministerie van LNV onderkent het belang van de KRW voor haar beleidsvelden, en zet veel onderzoek hierover uit bij Wageningen Universiteit en Researchcentrum. Dit boekje bevat een bloemlezing van onderzoeksresultaten ten behoeve van de implementatie van de Europese Kaderrichtlijn Water.

Trefwoorden:

Europese Kaderrichtlijn Water, KRW, stroomgebied, landelijk gebied, scenario, abiotische randvoorwaarden, maatregelen, zware metalen, nutriënten, zelfreinigend vermogen, bufferstroken, monitoring, beleving, landbouw, natuur

ISSN 1566 - 7197

Vormgeving: Karel Hulsteijn Wageningen UR Communication Services

Druk: Modern Bennekom

Oplage: 1000

© 2006 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

20 PUZZELSTUKJES VOOR DE KRW

Een bloemlezing uit het onderzoek van Wageningen UR voor de Europese Kaderrichtlijn Water

Dorothee Leenders

Cees Kwakernaak



Inhoudsopgave

Woord vooraf

Inleiding

1. Aquarein: een eerste verkenning van de impact van de Europese Kaderrichtlijn Water
Dorothee Leenders en Frank van der Bolt

Doelen

2. Bouwstenen voor uitvoering KRW in Nederland
Hanneke Vlek

Huidige situatie en bronnen

3. Hernieuwde aandacht voor fosfaat
Oscar Schoumans
4. Uitspoeling van zware metalen uit de bodem naar het oppervlaktewater
Luc Bonten

Maatregelen

5. KIS maatregelen in het landelijk gebied
Frank van der Bolt en Erik van Os
6. Kosteneffectiviteit van milieumaatregelen in de landbouw
Olga Clevering
7. Fosfaatpilot Limburg voor effectieve maatregelen tegen fosfaatuitspoeling
Gert-Jan Noij
8. Effectiviteit van bemestingsvrije perceelsranden
Marius Heinen, Gert-Jan Noij, Wim Corré, Wim van Dijk, Jantine van Middelkoop
9. Waterpark het Lankheet: innovatie van waterbeheer en landgebruik
Adrie van der Werf, Jan van Bakel, Stijn Reinhard en Pieter Vereijken
10. AQUAHERSTEL: Herstelproject uitvoeren? Leren van elkaar!
Rebi Nijboer
11. Versterking van het zelfreinigend vermogen van oppervlaktewateren
Robert Smit, Jeroen de Klein en Dennis Walvoort
12. Systeemkennis als basis voor waterzuivering
Joop Harmsen en Antonie van der Toorn

5

6

10

13

16

18

20

24

28

30

32

34

36

Kosten en baten

13. MKBA maakt besluit over KRW-doelen en maatregelen mogelijk
Stijn Reinhard

Communicatie en uitvoering

14. Aanvullende maatregelen in de melkveehouderij: zoeken en bemiddelen
Idse Hoving, Marike Boekhoff en Remko Rosenboom
15. Boeren voor Natuur in Polder Biesland
Tamara Ekamper
16. De beleving van water als basis voor succesvolle communicatie
Arjen Buijs, Maarten Jacobs en Stefan Ouboter

Monitoring

17. Monitoren van nutriëntenstromen in stroomgebieden en polders
Dorothee Leenders en Frank van der Bolt
18. Naar een ecologische monitoring voor de KRW
Hanneke Vlek

Relatie andere beleidsterreinen

19. Natuurbeleid en de Kaderrichtlijn Water: inzicht in ruimtelijke consequenties
Dorothee Leenders
20. Geïntegreerd beheerplan KRW - Natura 2000 is de moeite waard
Henk Wolfert en Jos Karssemeijer

Toekomst

21. De volgende puzzelstukjes voor de KRW: blik op de toekomst voor het Wageningen onderzoek
Cees Kwakernaak, Piet Verdonshot, Oscar Schoumans en Frank van der Bolt

Ten slotte

Onderzoeksproducten per artikel

Auteurs Wageningen UR

39

41

44

47

49

51

54

57

59

62

63

69



Woord vooraf

In 2000 stelde het Europese Parlement de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) vast. Doel van de richtlijn is om duurzaam gebruik van water te bevorderen en om de kwaliteit van watersystemen te beschermen en waar nodig te verbeteren. Dit is niet alleen een zaak van waterbeheer en waterwinning, maar raakt evenzeer de natuur, de landbouw en andere functies in het landelijk en stedelijk gebied. Het gaat hier om afspraken die leiden tot verplichtingen om doelstellingen tijdig te halen. Wie het niet kan halen, die zal moeten betalen.

Het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit besepte al snel dat deze Kaderrichtlijn grote gevolgen zou kunnen hebben voor haar beleidsterreinen. In 2003 kreeg Alterra opdracht om samen met het Landbouw Economisch Instituut en de Animal Science Group van Wageningen UR te verkennen welke gevolgen de invoering van de Kaderrichtlijn Water zou kunnen hebben voor de landbouw, de natuur, de recreatie en de visserij. Het rapport Aquarein doorbrak de stilte rond de Kaderrichtlijn Water en bracht een brede politieke discussie op gang. Nederland was wakker geschud.

Aquarein doorliep het gehele spectrum aan onderwerpen binnen de Kaderrichtlijn Water: van ecologische doelen bij verschillende ambitieniveau's via bijbehorende reductiedoelstellingen naar maatregelen en hun economische en ecologische consequenties. Duidelijk werd waar de kennis op orde was en waar nog met aannamen gewerkt moest worden. Aquarein gaf daarmee ook een aanzet tot veel nieuw onderzoek.

Dit boekje geeft een overzicht van het onderzoek dat Wageningen UR vanaf de Aquarein-studie heeft uitgevoerd met financiering van het Ministerie van LNV en soms met andere geldbronnen. Het is uitdrukkelijk een tussenstand na 3 jaar. Er is een hele slag gemaakt, maar de legpuzzel is nog lang niet compleet. Dit boekje krijgt ongetwijfeld een vervolg.

Wij hopen en verwachten dat dit boekje een handig overzicht geeft van kennis die u in Wageningen kunt vinden bij vraagstukken rond de implementatie van de Kaderrichtlijn Water. Het boekje inspireert u als lezer hopelijk ook om met onderzoekers van Wageningen UR over dit onderwerp in gesprek te komen. We wensen u veel leesplezier!

Dorothee Leenders en Cees Kwakernaak (redactie)

1 Aquarein: een eerste verkenning van de impact van de Europese Kaderrichtlijn Water

Dorothee Leenders en Frank van der Bolt

Wie heeft er geen baat bij schoon water? We willen immers allemaal schoon drinkwater en zwemwater, mooie flora en fauna in en langs het water. Ook willen we dat de koeien uit de sloot kunnen drinken. De Europese Unie heeft maatregelen genomen om ook in de toekomst zeker te zijn van voldoende schoon water. In december 2000 is de Europese Kaderrichtlijn Water in werking getreden. Wat zijn de gevolgen van deze richtlijn? De studie Aquarein vormde een eerste verkenning.

Europese Kaderrichtlijn Water

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) heeft als doel duurzaam gebruik van water te bevorderen en de kwaliteit van watersystemen te beschermen en waar nodig te verbeteren. Dat gebeurt onder andere door lozingen terug te dringen of te beëindigen, door het ecologisch functioneren van wateren te verbeteren en door voor het gebruik van water te laten betalen. De KRW is gericht op stroomgebiedniveau en gaat uit van de samenhang van het watersysteem.

In 2009 moeten de lidstaten van de Europese Unie voor ieder stroomgebieddistrict een eerste stroomgebiedbeheersplan klaar hebben. Zo'n plan bevat een beschrijving van het watersysteem, een invulling van het begrip goede toestand (foto), een vergelijking van de huidige toestand met de goede toestand en een beschrijving van maatregelen die nodig zijn om de goede toestand te bereiken. De KRW is erop gericht om in 2015 een goede ecologische en een goede chemische toestand in de oppervlaktewateren te bereiken. Daarvoor geldt een resultaatsverplichting. Onder voorwaarden mag het behalen van de doelen gefaseerd plaatsvinden tot 2021 of tot 2027.

Aquarein

In 2003 zijn de mogelijke gevolgen van de KRW in opdracht van het ministerie van LNV voor landbouw, natuur, recreatie en visserij in de studie Aquarein verkend. De stappen die nodig zijn om de KRW te realiseren zijn doorgedacht. Allereerst is de huidige situatie in beeld gebracht en zijn de ecologische doelstellingen geformuleerd. De KRW biedt mogelijkheden voor differentiatie tussen waterlichamen door het onderscheid in natuurlijke, sterk veranderde en kunstmatige wateren. Om het ecologisch functioneren te meten is een maatlat geïntroduceerd (foto). In de studie Aquarein zijn op basis van expert-judgement twee ambitieniveaus bepaald (Goede ecologische toestand/potentieel en Zeer goede ecologische toestand/maximaal ecologisch potentieel). Het tweede ambitieniveau blijkt nagenoeg overeen te komen met de referenties voor waterstypen die na de studie zijn vastgesteld.

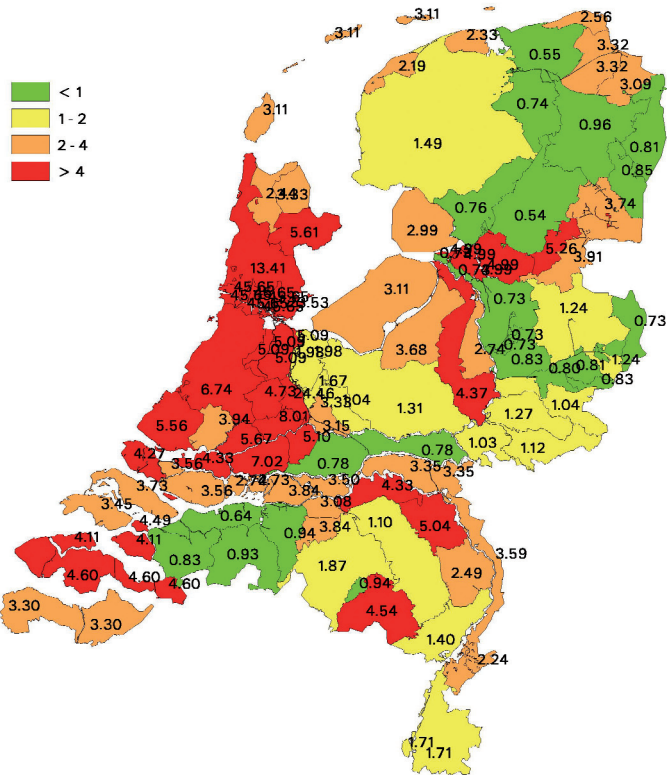
De huidige en de toekomstige situatie zijn vergeleken. Vervolgens zijn maatregelen gericht op reductie van stikstof, fosfaat en bestrijdingsmiddelen geformuleerd die nodig zijn om het gewenste ecologisch ambitieniveau te halen. De keuze van de onderzochte maatregelen beperkte zich tot bron- en effectgerichte maatregelen die getroffen kunnen worden in agrarische bedrijven en in landbouwgebieden. Tenslotte zijn de mogelijke gevolgen voor de landbouw, natuur, recreatie en visserij in beeld gebracht. De gevolgen van de KRW zijn in Aquarein met behulp van scenario's verkend. De resultaten laten zien dat, wanneer men ervoor zou kiezen om de maatregelen voor emissiereductie van meststoffen en bestrijdingsmiddelen uitsluitend in landbouwbedrijven en -gebieden te treffen, de opgave voor de sector landbouw om de KRW in Nederland te kunnen realiseren enorm is en dat de gevolgen van de KRW daardoor aanzienlijk kunnen zijn (figuur).



Verhouding N belasting en N_norm in 2015

Huidige situatie

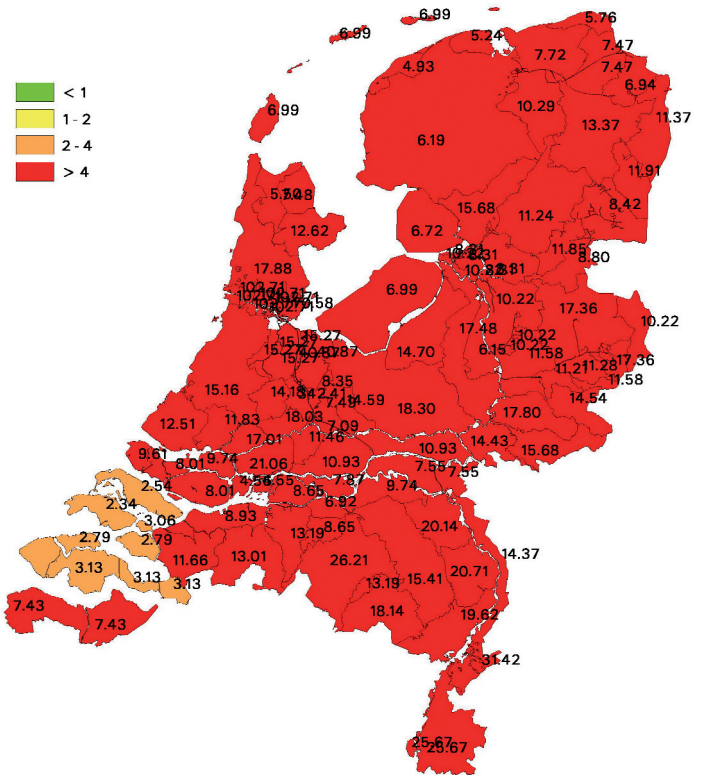
Ambitieniveau A



Verhouding N belasting en N_norm in 2015

Huidige situatie

Ambitieniveau B



Vervolg

De verkenning Aquarein was bedoeld om de discussie over de uitwerking van de KRW op basis van een eerste inzicht in consequenties van doelen en maatregelen op gang te brengen. Dit is gebeurd! De studie heeft veel stof doen opwaaien, positief en negatief, maar heeft er zeker toe bijgedragen dat partijen bij elkaar kwamen om gezamenlijk na te denken over de verdere implementatie van de KRW.

De implementatie van de KRW is in volle gang. Veel partijen zijn betrokken. Landelijk wordt voor de december nota 2006 een aantal beleidsvarianten verkend. De maatregelen in deze varianten verschillen van aard en detailniveau. Deze verkenning wordt beschouwd op de mate van doelbereik op KRW-doelstellingen en maatschappelijke consequenties (kosten en baten). Een beleidsvariant welke wordt verkend is de maximale inzet van maatregelen gericht op 100% doelbereik. Voor de landbouw zal dit niet meer worden uitgevoerd omdat de verkenning Aquarein de maximale consequenties van de KRW voor de landbouw al heeft weergegeven.

De studie Aquarein heeft ook programmerend voor het onderzoek gewerkt. Dit komt doordat voor de uitwerking van de scenario's alle noodzakelijke stappen om de KRW te realiseren zijn doorlopen. De keuzemomenten zijn helder geworden en kennisleemtes kwamen werkenderweg in beeld. Het onderzoek heeft zich gericht op het in beeld brengen van de bijdrage van bronnen, abiotische randvoorwaarden, watersysteemzuivering en de kosteneffectiviteit van maatregelen. Diverse onderzoeksresultaten zijn in dit boekje opgenomen.

2 Bouwstenen voor uitvoering KRW in Nederland

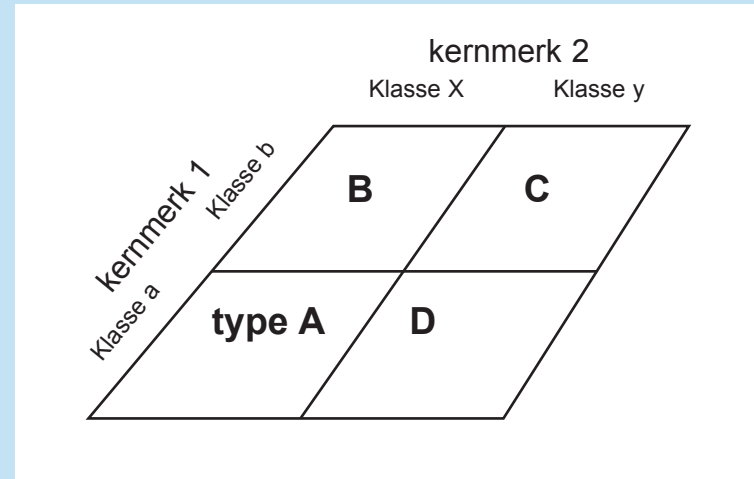
Hanneke Vlek

De Kaderrichtlijn Water biedt op diverse vlakken ruimte voor interpretatie. Alterra heeft daarom instrumenten (mede) ontwikkeld om een éénduidige toepassing van de KRW in de praktijk mogelijk te maken. De ontwikkelde instrumenten variëren van een watertypologie en kwantitatieve beschrijvingen van referentietoestanden tot maatlatten voor de ecologische beoordeling van wateren.

Kaderrichtlijn Typologie

De volgens de KRW in 2015 te bereiken doelstelling, de goede ecologische toestand, is een afgeleide van de referentie (de onverstoorte natuurlijke toestand). De referentietoestand moet per watertype worden vastgesteld en beschreven in termen van ranges van milieuvariabelen en te verwachten soorten. Een typologie is het vertrekpunt voor de uitwerking van deze ecologische doelstellingen. In Nederland waren bij het verschijnen van de KRW in 2000 een aantal typologieën in gebruik, die slechts gedeeltelijk voldeden aan de eisen gesteld door de KRW. Deze constatering vormde de aanleiding voor Alterra om een Kaderrichtlijn typologie voor Nederlandse oppervlaktewateren op te stellen.

Het onderscheid in watertypen is afhankelijk van de schaal waarop wordt gekeken. In detail is ieder ecosysteem uniek, maar dit is onwerkbaar voor beleid en beheer. Op basis van bepaalde abiotische indelingskenmerken (of descriptoren zoals de KRW die noemt) kan echter wel een praktisch hanteerbare indeling in watertypen worden gemaakt (Figuur 1).



Figuur 1. Indeling van oppervlaktewateren op basis van twee abiotische kenmerken resulterend in vier watertypen (uit: Elbersen et al. 2003)

De Kaderrichtlijn typologie omvat de referentiebeschrijvingen van wateren onder optimale condities. Hieraan moeten waterlichamen worden gespiegeld. Met andere woorden: welk type zou ergens (van nature) behoren te zijn? De KRW maakt onderscheid in vier oppervlaktewatercategorieën: meren, rivieren, kustwateren en overgangswateren. Iedere categorie is uitgewerkt in een aantal typen.

De gehanteerde descriptoren voor de onderverdeling in typen zijn per categorie:

- Rivieren (18 typen): lengte-/breedtegraad en hoogte (beide niet differentiërend), oorsprong/verhang, geologie stroomgebied, permanentie en getijdeninvloed.
- Meren (32 typen): lengte-/breedtegraad en hoogte (beide niet differentiërend), saliniteit, vorm, geologie ondergrond, gemiddelde waterdiepte, breedte watergang/wateroppervlak, rivierinvloed en buffercapaciteit.
- Overgangswateren (2 typen): lengte-/breedtegraad en saliniteit (beide niet differentiërend) en getijverschil
- Kustwateren (3 typen): lengte-/breedtegraad en getijverschil (beide niet differentiërend), saliniteit en substraat.

Voor de bepaling van de juiste oppervlaktewatercategorie is een toedelingssleutel gemaakt. Deze sleutel leidt de gebruiker van de KRW typologie naar de juiste watercategorie waarbinnen het betreffende waterlichaam valt. Tevens kan met behulp van de sleutel worden bepaald of een waterlichaam moet worden beschouwd als sterk veranderd of kunstmatig. Voor kunstmatige en sterk veranderde waterlichamen zal een maximaal ecologisch potentieel (MEP) worden beschreven aan de hand van de referentietoestand van het meest gelijkende natuurlijke watertype.

De opgestelde typologie biedt ruimte voor aggregatie of verfijning, zodat het mogelijk wordt om op zowel regionale als (supra-)nationale schaal vanuit een eenduidige benadering te werken. Sinds het verschijnen van het rapport (Elbersen et al. 2003) zijn de 42 natuurlijke watertypen officieel bestuurlijk vastgesteld door het Landelijk Bestuursorgaan Water (LBOW). De typologie wordt momenteel in de verschillende deelstroomgebieden door de waterschappen gebruikt als instrument in het proces van aanwijzing van waterlichamen en de selectie van locaties voor toestand- en trendmonitoring.

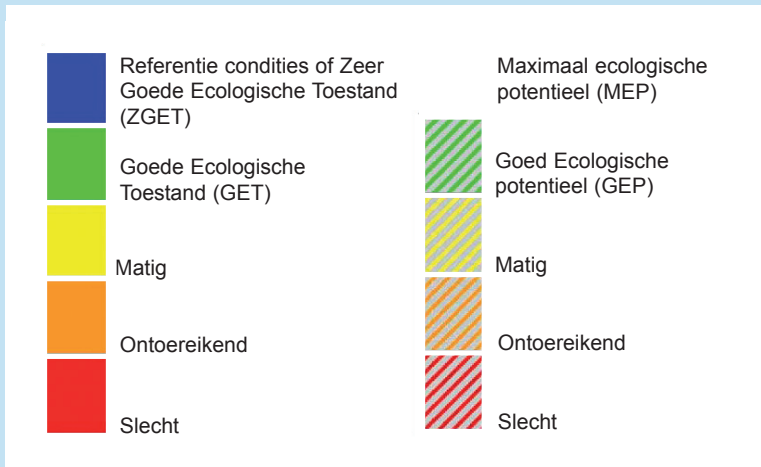
Referentiebeschrijvingen en maatlaten

Het vaststellen van de KRW typologie is slechts één van de stappen, die moet worden gezet om uiteindelijk de beschrijving van de toestand van wateren mogelijk te maken. De volgende stap is het opstellen van de referentietoestand voor de verschillende watertypen. De referentie, ofwel de zeer goede ecologische toestand (ZGET), is de hoogst haalbare ecologische toestand. De kwantitatieve referentiewaarden van de biologische-, algemene fysisch-chemische- en hydromorfologische kwaliteits-elementen vormen daarmee het uitgangspunt voor de ecologische doelstelling van natuurlijke wateren en bovendien een vertrekpunt voor het afleiden van het maximaal ecologisch potentieel van sterk veranderde en kunstmatige waterlichamen. Dit potentieel is vervolgens weer uitgangspunt voor de doelstelling voor deze waterlichamen. De afstand tot de referentie is een maat voor de ecologische toestand van een watersysteem (Figuur 2). Door de afstand tot de referentie in te schalen ontstaat een maatlat, waarmee het mogelijk wordt de ecologische toestand van een waterlichaam te beoordelen.

Alle hierboven beschreven stappen en de wijze waarop deze genomen zouden moeten worden genomen zijn toegelicht in drie verschillende rapporten (Nijboer 2003, Verdonschot et al. 2003). De informatie uit deze rapporten is gebruikt bij de landelijke ontwikkeling van de uiteindelijke instrumenten (referentiebeschrijvingen en maatlaten).

Abiotische randvoorwaarden

De eerder genoemde referentiebeschrijvingen zijn voornamelijk gebaseerd op 'expert kennis'. Zowel de biologische als de abiotische invulling van de referentie dienen verder onderbouwd en gekwantificeerd te worden. Immers, de consequenties van de doelstellingen in termen van te nemen maatregelen kunnen drastisch en kostbaar zijn.



Figuur 2 De vijf klassen voor de natuurlijke watertypen (links) en de vier klassen voor de sterk veranderde en kunstmatige wateren (rechts) met bijbehorende kleurcodering (uit: Van der Molen 2004)

Het is daarom van het grootste belang dat een gekwantificeerde onderbouwing van de KRW typen plaatsvindt ten aanzien van:

- de biologische kwaliteitselementen;
- het milieu (hydromorfologie en fysisch-chemische kwaliteit).

In 2002 heeft Alterra een start gemaakt met de studie "Abiotische randvoorwaarden". De studie beoogt de abiotische randvoorwaarden voor een zeer goede en goede ecologische toestand te kwantificeren. Dit gebeurt voor de meest natuurlijke nog in Nederland aanwezige permanente bronnen (KRW type R2) en langzaam stromende midden/benedenlopen op zand (KRW type R5). Hiervoor worden de volgende stappen gezet:

- stap 1 het selecteren van de tien 'meest natuurlijke locaties';
- stap 2 het verzamelen van historische en actuele beschikbare gegevens;
- stap 3 het opzetten en uitvoeren van een veldmeetprogramma (macrofauna, macrofyten, fyto-benthos, fysisch-chemische en hydromorfologische kenmerken);
- stap 4 het analyseren van de verkregen resultaten.

De studie wordt in 2006 afgerond. Voorlopige resultaten wijzen erop dat de bestaande ranges in waarden voor sommige hydromorfologische en fysisch-chemische kwaliteitselementen mogelijk moeten worden bijgesteld. De ranges die uit het onderzoek volgen, kunnen tevens gebruikt worden voor normstelling in het kader van de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. Verder kunnen de gegevens worden gebruikt om de concept-maatlatten te toetsen. De studie levert niet alleen informatie die van belang is voor de implementatie van de KRW. De Vogel- en Habitatrichtlijn en het nationale natuurbeleid stellen ook ecologische doelen aan wateren of vragen randvoorwaarden die een duurzame instandhouding van soorten en habitats waarborgen. Afstemming en wederzijds gebruik van doelen, monitoring en maatregelen is van cruciaal belang.

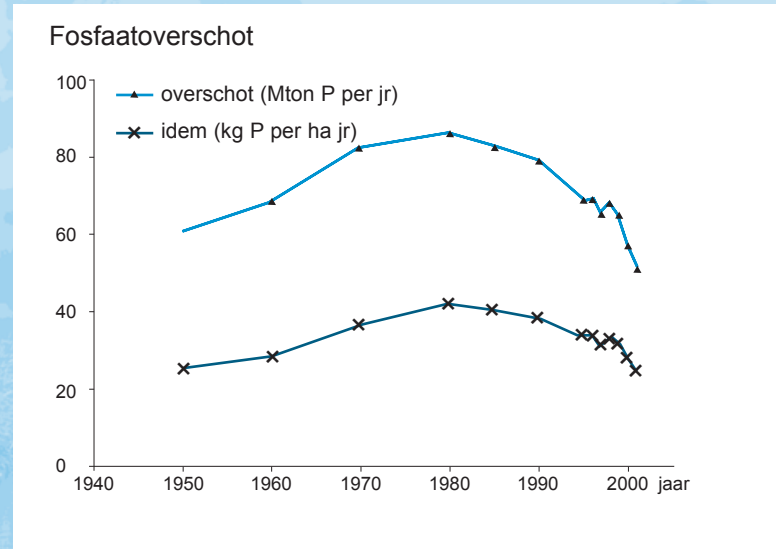
3 Hernieuwde aandacht voor fosfaat

Oscar Schoumans

De afgelopen 20 jaar is door de rijksoverheid actief beleid gevoerd om het gebruik van fosfaat in de landbouw te verminderen. Ondanks dat aan het maaiveld de kraan sterk is dichtgedraaid, is de uitspoeling vanuit de landbouwgronden relatief beperkt afgenomen. Juist omdat fosfaat in stagnant oppervlaktewater veelal limiterend is om de waterkwaliteit te verbeteren, is er door de invoering de KRW hernieuwde aandacht voor fosfaat ontstaan.

Hardnekkig

In de naoorlogse periode heeft de landbouw in Nederland een sterke ontwikkeling doorgemaakt. De vraag om voedsel was groot; niet alleen in Nederland maar ook daarbuiten. De landbouw in Nederland heeft als geen ander land in Europa daarop sterk geanticipeerd. De specialisatie van landbouwbedrijven nam sterk toe en vooral in de periode 1960-1980, als de intensieve veehouderij opkomt, raakte de fosfaatbalans van Nederland steeds sterker uit het gareel (figuur 1). Omdat fosfaat, in tegenstelling tot nitraat, sterk gebonden wordt door de bodem was er in die periode meer aandacht voor de bodemvruchtbaarheidsaspecten dan voor eventueel milieukundige gevolgen. Begin jaren tachtig werd pas goed duidelijk dat duizenden kilo's fosfaat zich in de bodem hadden opgehoopt en dat steeds vaker verhoogde fosfaatconcentraties in het oppervlaktewater werden waargenomen. Een geringe uitspoeling van 1 kg fosfaat per ha naar het oppervlaktewater leidt er al toe dat de MTR-norm, die voor algemeen voor de oppervlaktewaterkwaliteit geldt, wordt overschreden. Gelet op de hoge fosfaatophoping in de Nederlandse landbouwgronden werd al snel duidelijk dat een hardnekkig probleem zich aandiende.



Figuur 1 Fosfaatoverschotten naoorlogse periode

Waar staan we

Eind jaren tachtig en begin jaren negentig is regelmatig voor de rijksoverheid inzichtelijk gemaakt in welke mate de landbouwgronden met fosfaat verzadigd zijn, hetgeen ertoe heeft geleid dat het mestbeleid met betrekking tot fosfaat regelmatig is aangescherpt. Ondanks de aanscherping van de regelgeving bleef de aanvoer van fosfaat nog steeds hoger dan de fosfaatafvoer via het gewas. Als gevolg van de implementatie van de nitraatrichtlijn verschoof beleidsmatig de aandacht meer naar stikstof. Met de invoering van de nieuwe mestwetgeving in 2006 wordt echter aan de implementatie van de nitraatrichtlijn voldaan en verwacht LNV dat na 2009 ook aan de milieudoelstellingen voor stikstof op regionale schaal wordt voldaan. Op basis van de rapportage door Nederland van monitoringgegevens van de waterkwaliteit van het grond- en oppervlaktewater aan Brussel zal duidelijk worden in hoeverre het mestbeleid voor stikstof nog dient te worden bijgesteld. Met betrekking tot fosfaat is bij de invulling van de nitraatrichtlijn met de Europese commissie afgesproken dat in 2015 fosfaatevenwichtsbemesting zal worden ingevoerd.

Door de invoering van de Kaderrichtlijn Water ontstaat er steeds meer aandacht voor fosfaat, omdat voor veel aquatische milieus juist de waterkwaliteit ten aanzien van fosfaat dient te verbeteren. Zowel via modelberekeningen als analyse van bodembemonsteringgegevens is recent inzicht verkregen over het actuele areaal fosfaatverzadigde landbouwgronden (figuur 2). Gemiddeld heeft ongeveer de helft van het landbouwareaal in Nederland een te hoge fosfaatverzadigingsgraad. Voor dit landbouwareaal geldt dat de fosfaatuitspoelingsverliezen naar het bovenste grondwater te hoog zijn.

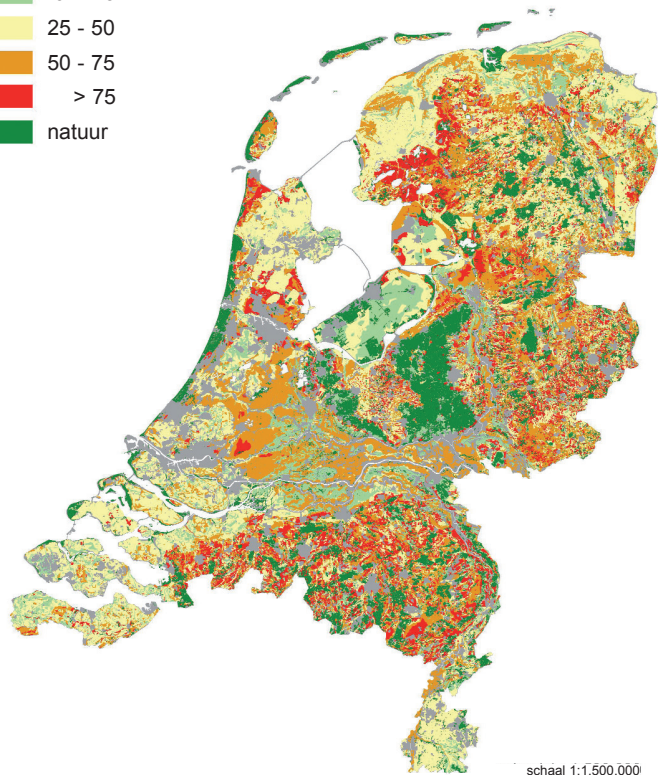
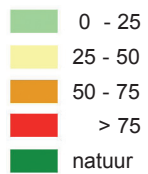
Nieuwe inzichten voor maatwerk

Voor de implementatie van de KRW is inzicht noodzakelijk in o.a. de ligging van fosfaatlekkende gronden, de oorzaken van de fosfaatverliezen uit landbouwgronden en de kosteneffectiviteit van aanvullende maatregelen die genomen kunnen worden onder verschillende omstandigheden om de waterkwaliteit te verbeteren. Gelet op de

expertise die WUR op dit terrein in de afgelopen 20 jaar heeft opgebouwd, is WUR intensief bij deze discussie betrokken. Momenteel wordt in opdracht van het ministerie van LNV een methodiek ontwikkeld om fosfaatlekkende gronden vast te stellen. Tevens wordt onderzoek verricht naar de effectiviteit van aanvullende maatregelen die ingrijpen in de bron-pad-effect-relaties zowel brongerichte, bodemgerichte, (grond)watergerichte als effectgerichte maatregelen en de kosten die hiermee gemoeid gaan.

De brongerichte maatregelen richten zich sterk op hoogte, vorm en moment van toediening van fosfaatgiften mede in relatie tot de perceelsontwatering. Tevens wordt aandacht besteed aan artificiële fosfaatverliezen als gevolg van "kwaliteit" van het perceel. Hierbij moet gedacht worden aan vertrapte perceelsdelen, sporen, bedden, helling en aanleg van greppels. De (grond)watergerichte maatregelen richten zich op het voorkomen van waterafvoeren over het maaiveld en te hoge grondwaterstanden die reiken tot in de bodemlagen met verhoogde fosfaatconcentraties. De bodemgerichte maatregelen hebben tot doel om de fosfaten extra vast te leggen. Hierbij moet gedacht worden aan addities van materialen die de fosfaatuitspoeling grotendeels voorkomen. Effectgerichte maatregelen zijn feitelijk end of the pipe maatregelen die de optredende fosfaatverliezen uit landbouwgronden als nog reduceren, zoals aanleg van bufferstroken, helofytenfilters en zuivering. Welke type maatregel in welke situatie het beste ingezet kan worden, hangt sterk af van de lokale situatie. Duidelijk is dat maatwerk binnen de (deel)stroomgebieden is vereist vanuit het oogpunt van kosteneffectiviteit. Expertkennis opgedaan uit veldexperimenten, het gedrag van fosfaat in de bodem en de wijze waarop water uit het topsysteem wordt afgevoerd, levert in combinatie met de vertaling van deze kennis in modellen de ideale mogelijkheid om aan te geven op welke wijze de fosfaatuitspoeling vanuit landbouwgronden naar het oppervlaktewater zo kosteneffectief terug gedrongen kan worden.

Fosfaatverzadigd oppervlak (%)



Figuur 2 Beeld van het fosfaatverzadigd oppervlak in Nederland

4 Uitspoeling van zware metalen uit de bodem naar het oppervlaktewater

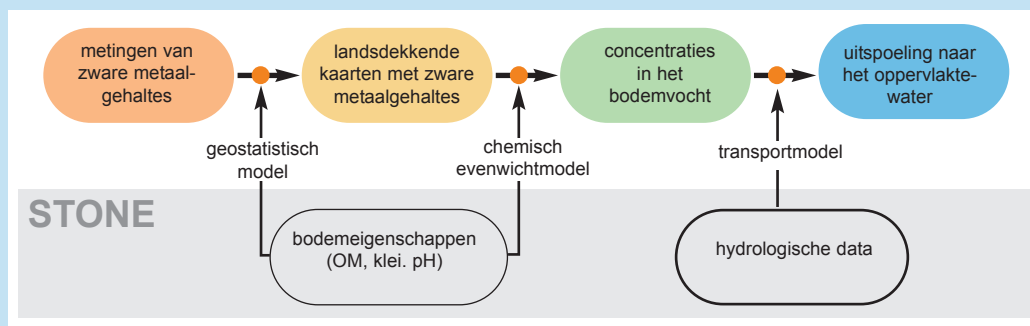
Luc Bonten

Directe emissies van zware metaalemissies naar het oppervlaktewater zijn de afgelopen decennia sterk verminderd. Desondanks is de kwaliteit van het oppervlaktewater met betrekking tot zware metalen in veel gebieden weinig verbeterd. Het vermoeden bestaat dat uitspoeling van zware metalen uit bodems in het landelijk gebied een belangrijke bron van oppervlaktewaterverontreiniging is. Met model-berekeningen is getracht deze bron te kwantificeren.

In grote delen van Nederland zijn de gehalten van zware metalen in de bodem verhoogd door het gebruik van dierlijke mest (koper en zink), kunstmest (cadmium) of door vroegere atmosferische depositie (cadmium en zink in de Kempen door zinksmelterijen, lood via uitlaatgassen). Via het ondiepe grondwater kunnen deze metalen in de bodem het oppervlaktewater bereiken.

Schatting van zware metaaluitspoeling

Door middel van modelberekeningen is nu getracht de uitspoeling van zware metalen uit de bodem te kwantificeren. De modelopbouw is schematisch weergegeven in figuur 1.



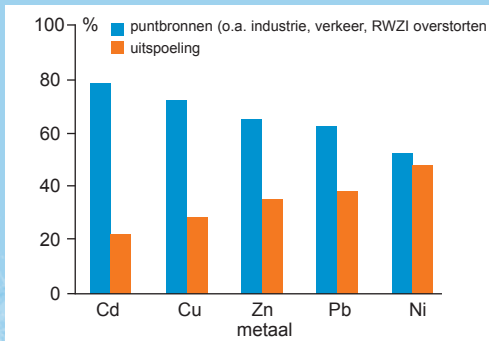
Figuur 1. Schematische weergave modelaanpak

Voor de berekening van de uitspoeling van zware metalen is uitgegaan van het gehalte in de vaste fase van de bodem. Hiervoor is gebruik gemaakt van landsdekkende kaarten van het gehalte in de bodem die gebaseerd zijn op een groot aantal meetpunten van landelijke en provinciale bodemmeetnetten. Op basis van deze gehalten zijn met een chemisch evenwichtmodel de concentraties van zware metalen in het bodemvocht berekend. Met een transportmodel is dan vervolgens de uitspoeling naar het oppervlaktewater berekend. Voor de bodemopbouw en de hydrologie, welke invoer zijn voor respectievelijk het chemisch evenwichtmodel en het transportmodel, is

aangesloten bij het model STONE, dat ontwikkeld is om de uitspoeling van stikstof en fosfaat te berekenen.

Uitspoeling en andere bronnen

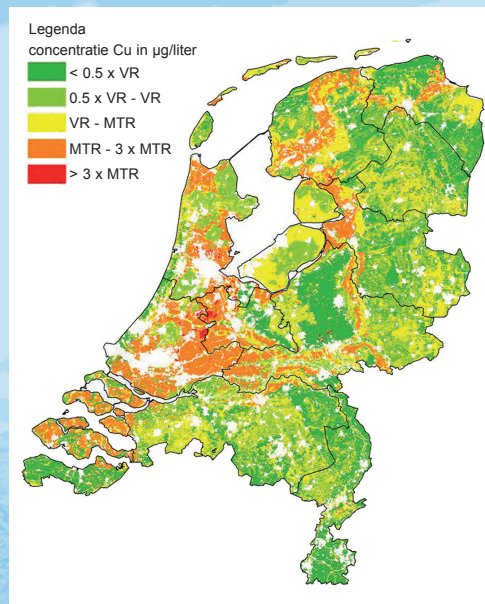
In figuur 2 is de berekende bijdrage van uitspoeling van zware metalen aan de belasting van het oppervlaktewater weergegeven. Deze figuur laat zien dat voor de meeste metalen uitspoeling een belangrijke bijdrage levert aan de belasting van het oppervlaktewater. Lokaal kan de bijdrage van uitspoeling nog veel groter zijn.



Figuur 2. Bijdrage van uitspoeling (rood) en andere bronnen (blauw) aan de belasting van het oppervlaktewater door zware metalen

Uitspoeling en normen

Verder is met het model ook de gemiddelde concentratie van metalen in het uitspoelende water berekend. Figuur 3 laat de berekende concentratie van koper ten opzichte van de huidige norm (MTR) en de achtergrondconcentratie (VR) zien. Uit deze figuur blijkt dat vooral in de natte gebieden de hoogste uitspoeling wordt berekend. In de rood en oranje gekleurde gebieden zijn de concentraties van koper in het uitspoelende water hoger dan de norm voor oppervlaktewater.



Figuur 3. Berekende concentraties van koper in het lateraal uitspoelend grondwater.

Uitspoeling en maatregelen

Uit voorgaande blijkt dat in een groot aantal gebieden, uitspoeling van zware metalen een belangrijke bijdrage kan leveren aan de belasting van het oppervlaktewater. Een kleine vooruitblik leert dat deze uitspoeling in de toekomst nog verder zal toenemen, aangezien voor de meeste metalen de huidige belasting van de bodem nog steeds groter is dan de hier berekende uitspoeling. Maatregelen om huidige en toekomstige uitspoeling te verminderen moeten daarom een combinatie zijn van bron- en effectgerichte maatregelen. Brongerichte maatregelen dienen in elk geval gericht te zijn op een vermindering van de bodembelasting, onder andere door verlaging van zink en koper in veevoer en reductie van het gebruik van koper als ontsmettingsmiddel. De meeste effectgerichte maatregelen, zoals een verlaging van de grondwaterstand of een verhoging van de pH in de bodem, verminderen de huidige uitspoeling, maar houden de huidige voorraad van zware metalen in de bodem in stand, waardoor ook in de toekomst uitspoelingsrisico's blijven. Een derde categorie maatregelen is daarom gewenst, namelijk maatregelen gericht op een vermindering van de voorraad in de bodem, zoals afvoer van zware metalen via gewassen of uitloging en dus tijdelijk verhoogde uitspoeling uit de bodem.

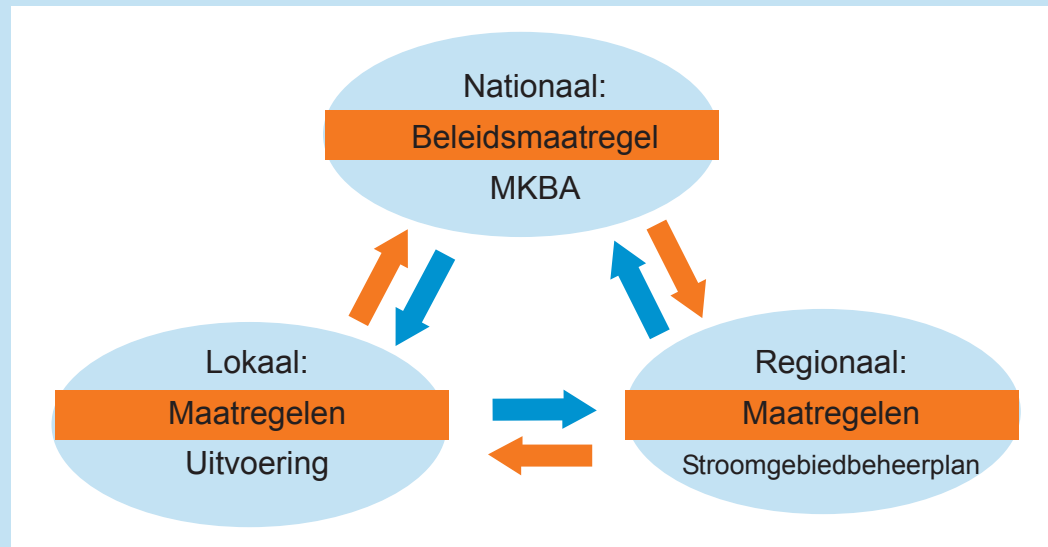
5 KIS Maatregelen in het landelijke gebied

Frank van der Bolt en Erik van Os

Voor de realisatie van de Europese Kaderrichtlijn Water is het van groot belang om inzicht te hebben in de kosteneffectiviteit van maatregelpakketten. Per (deel)stroomgebied worden door waterbeheerders maatregelenpakketten opgesteld om aan de ecologische en chemische doelen van de Kaderrichtlijn Water (KRW) te kunnen voldoen. Op korte termijn volstaat een globale analyse met behulp van globale inzichten in effecten van maatregelen. Het uitvoeren van een stroomgebiedbeheerplan vraagt echter om maatwerk tot op lokale schaal.

Effecten van maatregelen

In 2006 worden de maatregelpakketten gebruikt voor de maatschappelijke kosten en batenanalyse (MKBA). Uiteindelijk worden de maatregelen opgenomen in de (concept)stroomgebiedbeheerplannen die in december 2008 gereed moeten zijn. Op korte termijn gaat het dus om oplossingsrichtingen op stroomgebiedniveau, op de iets langere termijn gaat het om de selectie van specifieke maatregelen binnen een waterlichaam. Dat betekent dat de effecten van maatregelen op waterhuishouding, stoffenhuishouding en ecosystemen samen met de bijbehorende onzekerheden/risico's goed geschat moeten



Figuur Relaties tussen schaalniveau's maatregelen in het implementatieproces KRW (rode pijlen) en in de KIS (blauwe pijlen)

kunnen worden om een verantwoorde kosten-batenanalyse uit te voeren. Een volgend probleem dat moet worden opgelost is te bepalen welke maatregelen elkaar versterken, inert zijn, dan wel elkaar tegenwerken. Alleen wanneer deze kennis beschikbaar is kan op basis van abiotische omstandigheden aangegeven welke maatregelpakketten waar realiseerbaar zijn. Mogelijke conflicten en oplossingen in maatregelen voor de verschillende beleidsectoren worden beschreven en kunnen worden vertaald naar aanbevelingen voor gebiedsgerichte maatregel-pakketten voor de stroomgebiedbeheerplannen.

Het aangeven van de effecten van maatregelpakketten voor de MKBA blijkt in de praktijk lastig. Dat wordt veroorzaakt doordat de effecten van maatregelen gemeten zijn op lokaal of soms regionaal niveau. Om tot een verantwoorde schatting van de effecten van maatregelgroepen op nationale schaal te komen moet worden uitgegaan van de beschikbare kennis op lokaal/regionaal niveau. Dat betekent dat een consistent, samenhangend bouwwerk van expertise op de verschillende schaalniveaus nodig is. Nieuwe kennis moet continu kunnen worden ingepast om betere effectschattingen te krijgen.

KIS maatregelen

Om deze kennis te verwerven en toegankelijk te maken wordt gewerkt aan een Kennis Intensief Systeem (KIS) voor maatregelen in het landelijke gebied. Hierin worden metingen, modelresultaten, procesbeschrijvingen/werking van maatregelen vastgelegd en gedocumenteerd. Maatregelen die worden beschouwd zijn maatregelen die de waterhuishouding beïnvloeden en maatregelen die de stofstromen ten aanzien van nutriënten (en zware metalen) beïnvloeden i.e. de hydromorfologische en fysisch-chemische kwaliteitselementen. De effecten op ecosystemen worden in andere projecten geïnventariseerd. De maatregelen worden gecombineerd tot maatregelgroepen met een vergelijkbare werking en effect en tot ingrepen met een gelijke werking. Waar mogelijk worden de maatregelen, maatregelgroepen en ingrepen gekoppeld aan de schaalniveaus lokaal,

regionaal en nationaal. Relaties die de effecten met betrouwbaarheden voor deze indeling/schaalniveaus bepalen worden met betrouwbaarheden afgeleid. Daarbij worden deze gerelateerd aan kenmerken beschikbaar in databestanden (bodem, gewas, grondwaterdynamiek, oppervlaktewaterpeil, e.d.). Dat betekent dat in dit project van fijn naar grof wordt gewerkt omdat alleen op deze manier effecten van maatregelen met hun betrouwbaarheid op basis van kenmerken consistent en onderbouwd kunnen worden bepaald.

Resultaten

Een eerste versie van het KIS is beschikbaar voor maatregelen die de afspoeling van fosfor reduceren. Hydrologische maatregelen en maatregelen gericht op stikstof worden toegevoegd. In een volgende fase zullen effectrelaties op verschillende schaalniveaus worden afgeleid. Zodra deze regels zijn getoetst en beschreven zullen deze voor regionaal en landelijk niveau beschikbaar worden gesteld.

Toepassingen en vervolg

De kennis en rekenregels verzameld met en opgeslagen in de KIS kunnen voor veel doeleinden worden ingezet:

- Selectie maatregelen voor een specifiek doel, bijv. de reductie van de emissie van fosfor uit landbouwpercelen naar het oppervlaktewater.
- Selectie meest kosteneffectieve maatregel op een specifieke locatie

- Effecten van maatregelen in een waterlichaam doorvertalen in de GEP
- Onderbouwen van een ontheffing als gevolg van afwenteling voor de EC
- Effecten en bandbreedtes voor gebruik in een kostenbatenanalyse.
- (ex-ante) evaluatie van stroomgebiedbeheerplannen
- Integrale afweging effecten maatregelen op het gebied van waterbeheer (bijv. WB21, antiverdroging), landbouw (mestbeleid, aanvullende maatregelen), en natuurbescherming en -ontwikkeling (HR, Natura 2000, EHS).
- Optimalisatie van inrichtingsplannen in een gebied.

De KIS maatregelen landelijke gebied brengt de huidige kennis ten aanzien van bandbreedtes van effecten van maatregelen gericht op beïnvloeden van de waterhuishouding en/of nutriëntenstromen in beeld. Door de gestructureerde aanpak worden ook kennishiaten zichtbaar. De kennis in het systeem moet continu worden aangevuld met nieuw beschikbare data om de kennisregels te verbeteren en de betrouwbaarheid te vergroten. Alleen zo kunnen voor de verschillende stadia in de beleidvorming en de planvorming consistente effecten van maatregelen toepasbaar worden gemaakt.

6 Kosteneffectiviteit van milieumaatregelen in de landbouw

Olga Clevering

Waterkwaliteitsnormen voor nitraat in grond- en oppervlaktewater, en voor fosfaat in oppervlaktewater worden vaak niet gehaald. Veel milieuwinst lijkt nog te behalen met kleinschalige inrichtingsmaatregelen, zoals moerasbufferstroken, helofytenfilters en drainagetechnieken. Er is echter nog weinig bekend over de kosteneffectiviteit van deze maatregelen en de inpasbaarheid in de agrarische bedrijfsvoering.

In deze studie vergelijken we de kosteneffectiviteit van zuiveringssystemen met die van vergaande brongerichte maatregelen op agrarische bedrijven in Flevoland.

Case Flevoland

Voor twee gebieden in Flevoland is de kosteneffectiviteit van inrichtingsmaatregelen onderzocht. De Noordwesthoek is een typisch akkerbouwgebied met veel bloembollen. De Oostrand is een verwevingsgebied met naast akkerbouw en veeteelt veel bos (fotos). De huidige stikstof- en fosforemissies vanuit de landbouw naar het oppervlaktewater (teruggerekend naar ha landbouwgrond) zijn voor de Noordwesthoek 26,1 kg N/ha en 3,0 kg P/ha en voor de Oostrand 24,1 kg N/ha en 2,1 kg P/ha.

Eerst is de afname in N- en P-overschotten berekend als het generiek mestbeleid 2009 wordt uitgevoerd, uitgaande van MINAS 2005. Het mestbeleid 2009 is vervolgens als uitgangspunt genomen om na te gaan welke maatregelen nog aanvullend kunnen worden uitgevoerd. De berekende N- en P-bodemoverschotten zijn omgerekend naar emissies naar het oppervlaktewater.

Voor de berekening van de efficiëntie van moerassystemen is geput uit de literatuur. Met name is gebruik gemaakt van informatie van het Baltic Eutrophication Regional Network. Als inrichtingsmaatregelen zijn moerasbufferstroken (1,5% ruimtebeslag), helofytenfilters (1,5 of 3% ruimtebeslag) en helofytenfilters gecombineerd met waterberging (10% ruimtebeslag) doorgerekend op kosteneffectiviteit. In alle gevallen is uitgegaan van vloeivelden, deze zijn landschappelijk goed inpasbaar en te combineren met andere functies.

Generiek beleid 2009

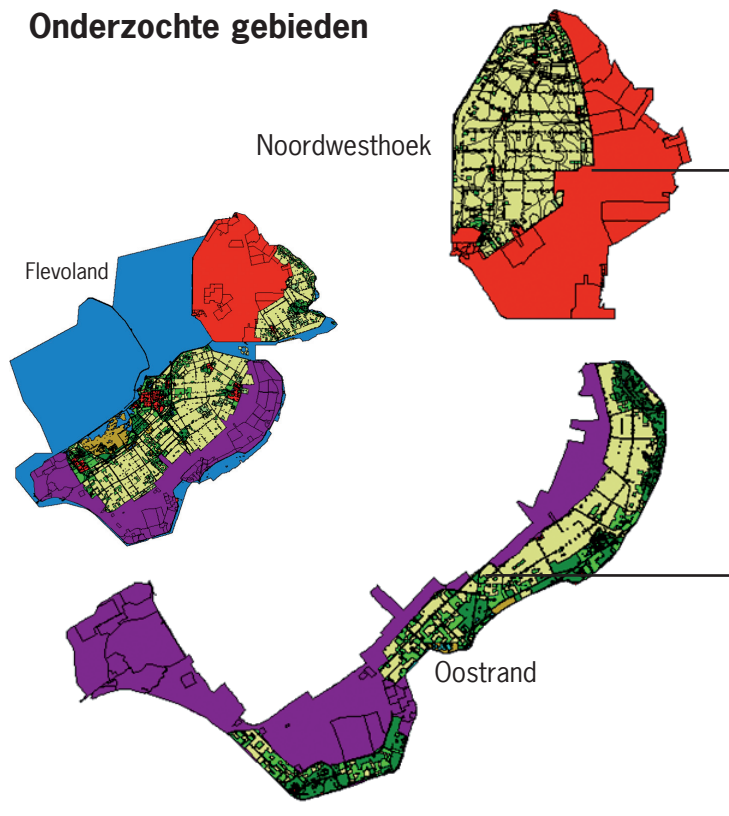
Door het nieuwe generiek mestbeleid (gebaseerd op N-gebruiksnormen) worden akkerbouwers op klei min of meer gedwongen in het voorjaar in plaats van het najaar mest uit te rijden. Dit geeft een aanzienlijke milieuwinst wat betreft N-emissies naar het oppervlaktewater (Tabel 1), immers bij het uitrijden van mest in het najaar gaan veel nutriënten verloren. Echter voorjaarstoediening van dierlijke mest is niet altijd

Tabel 1. Kosteneffectiviteit van generiek beleid 2009

Berekende reductie in de N- en P-belasting van het oppervlaktewater t.o.v. MINAS 2005; kosten van de emissiereductie in euro per hectare landbouwgrond en in euro per kg niet uitgespoelde N of P.

	belasting reductie (%)	kosten euro/ha	kosten euro/kg N of P
<i>Akkerbouw</i>			
stikstof (N)	31 - 33	22 - 32	4 - 6
fosfor (P)	0		
<i>Veehouderij</i>			
stikstof (N)	11	65	34
fosfor (P)	23	65	217

Onderzochte gebieden



Flevoland is ingedeeld in verschillende afwateringsgebieden. De Noordwesthoek ligt binnen de Lage Afdeling van de Noordoostpolder (rood); de Oostrand binnen de Hoge Afdeling (paars) van Flevoland.

inpasbaar in de bedrijfsvoering. Akkerbouwers zullen dan ook meer kunstmest moeten aankopen. Het generiek mestbeleid levert voor de akkerbouw geen besparingen op wat betreft de P-belasting van het oppervlaktewater. Voor de veehouderij liggen de zaken anders. Het generiek mestbeleid resulteert in ca. 11% lagere N-belasting van het oppervlaktewater, maar tot 23% reductie in de P-belasting.

Aanvullende maatregelen

Stel dat het generiek mestbeleid niet voldoende is de waterkwaliteitseisen te halen; wat kunnen boeren dan doen? In Tabel 2 staat steeds per reductie categorie in

oppervlaktewaterbelasting de goedkoopste oplossing vermeld. Voor de akkerbouw zijn brongerichte maatregelen (in euro per hectare landbouwgrond) het goedkoopst als gestreefd wordt naar maximaal 20% reductie in N-belasting. Wordt een hogere reductie nagestreefd dan zijn helofytenfilters het goedkoopst. Voor P geldt dat het verminderen van de P-aanvoer met dierlijke mest tot de helft van de P-afvoer met het gewas het goedkoopst is wanneer maximaal 20% reductie van P-belasting gehaald moet worden. Zolang de fosfaattoestand van de bodem nog landbouwkundig gezien toereikend is, hoeft deze maatregel niet tot opbrengstderving te leiden. Ook voor P

Tabel 2. Aanvullende maatregelen bovenop het generiek mestbeleid 2009

Per reductie categorie is steeds de goedkoopste maatregel gegeven. De kosten zijn weergegeven per hectare landgrond en per kg niet uitgespoelde of per kg verwijderde of vastgehouden N of P. B = brongerichte maatregel en I = inrichtingsmaatregel. Bij de moerasbufferstroken en helofytenfilters staat het ruimtebeslag tussen haakjes.

Akkerbouw		maatregel	kosten	kosten
N-reductie categorie		type	euro/ha	euro/kg N
0-10%	vanggewassen	B	6-9	7-18
10-20%	geen organische mest	B	56-66	19-47
20-50%	helofytenfilters (1,5%)	I	87	20-22
> 50%	helofytenfilter + waterberging (10%)	I	325	30-34
P-reductie categorie		type	euro/ha	euro/kg P
0-10%	baggeren	I	50	385-500
10-20%	P-aanvoer = 0,5 * afvoer (dierlijke mest)	B	27-63	135-200
20-50%	helofytenfilter (3,0%)	I	173	449
> 50%	helofytenfilter + waterberging (10%)	I	325	369
Veehouderij		maatregel	kosten	kosten
N-reductie categorie		type	euro/ha	euro/kg N
10-20%	moerasbufferstroken (1,5%)	I	76	31
20-50%	<i>extensiveren/biologisch zonder biologisch ruwvoer</i>	B	-133	-18
	<i>extensiveren/biologisch met biologisch ruwvoer</i>	B	26	4
20-50%	helofytenfilters (1,5%)	I	87	18
> 50%	helofytenfilter + waterberging (10%)	I	325	25
P-reductie categorie		type	euro/ha	euro/kg P
0-10%	baggeren	I	50	500
10-20%	moerasbufferstroken (1,5%)	I	76	447
20-50%	helofytenfilter (1,5%)	I	87	290
> 50%	helofytenfilter + waterberging (10%)	I	325	406

geldt dat de aanleg van helofytenfilters het goedkoopst is als een afname in de oppervlaktewaterbelasting met meer dan 20% wordt nagestreefd.

Voor de veehouderij blijken inrichtingsmaatregelen als moerasbufferstroken en helofytenfilters het meest kosteneffectief om de N-belasting van het oppervlaktewater te verminderen, tenzij wordt overgeschakeld op biologische landbouw. Bij aankoop van niet biologisch krachtvoer levert dit zelfs winst op. Maar als alle veetelers zouden overschakelen op biologische landbouw heeft dit waarschijnlijk een negatieve invloed op de prijsontwikkeling. In de veehouderij zijn er nauwelijks aanvullende opties om met brongerichte maatregelen de P-belasting naar het oppervlaktewater verder terug te dringen. Hier bieden alleen inrichtingsmaatregelen perspectief. Net zoals voor de akkerbouw geldt dat de kosten per kg verwijderde of minder uitgespoelde N en P voor vergaande maatregelen niet hoger hoeven te zijn dan bij minder vergaande maatregelen.

Ten slotte

Uit de studie Flevoland blijkt dat na uitvoering van het generiek mestbeleid 2009 er maar weinig mogelijkheden meer zijn om door middel van brongerichte maatregelen emissies naar het oppervlaktewater substantieel te verminderen zonder dat dit tot grote inkomstenverliezen leidt. Inrichtingsmaatregelen blijken dan perspectiefvol te zijn.

Bij het doorrekenen van de inrichtingsmaatregelen hebben wij niet het onderste uit de kan willen halen. Het ruimtebeslag zou dan veel te groot worden. Als regel is gehanteerd dat in eerste instantie de emissies worden afgetopt door kleinschalige inrichtingsmaatregelen vlak bij de bron. Retentie- en verwijderingsprocessen in het watersysteem moeten er dan vervolgens voor zorgen dat de N- en P-concentraties op 'blauwe knooppunten' of bij inlaatpunten naar kwetsbare natuurgebieden voldoende gedaald zijn. Naast de aanleg van moerasystemen kunnen ook aanpassingen aan drainagesystemen oplossingen bieden. Het nauwkeuriger bepalen van de kosteneffectiviteit en het demonstreren van dergelijke inrichtingsmaatregelen

in gebiedspilots verdient dan ook meer aandacht.

7 Fosfaatpilot Limburg voor effectieve maatregelen tegen fosfaatsuitleiding

Gert-Jan Noij

Maatregelen voor de KRW vragen maatwerk. En maatwerk vergt samenwerking. Het project Fosfaatpilot Noord- en Midden-Limburg geeft inhoud aan maatwerk en samenwerking voor de aanpak van de fosfaatproblematiek. Ook al zullen we geduld moeten hebben met de conclusies over de perspectieven van diverse maatregelen, toch heeft het plan van aanpak en monitoring van maatregelen al een aantal inzichten en instrumenten opgeleverd waar we ons voordeel mee zullen kunnen doen in andere gebieden en in het fosfaatbeleid.

Inleiding

De Dienst Landelijk Gebied voert in Noord en Midden Limburg een Fosfaatpilot uit in samenwerking met Waterschap Peel en Maasvallei (WPM), Waterschapsbedrijf Limburg (WBL), LLTB, en een groep boeren uit het gebied. Doel van het proefproject Fosfaatpilot Noord en Midden Limburg is om maatregelen in de praktijk uit te proberen die fosfaatsuitleiding naar het oppervlaktewater kunnen verminderen. In 2008 moet een advies worden geformuleerd aan de Reconstructiecommissie en het college van Gedeputeerde Staten van de provincie Limburg over de perspectieven van maatregelen. Daarbij moet worden aangegeven welke beleidstekorten overblijven na uitvoering van perspectiefvolle maatregelen ten opzichte van de doelen uit de Kaderrichtlijn Water (KRW). Alterra heeft in opdracht van DLG een plan geschreven voor de aanpak en monitoring van maatregelen in het proefgebied.

Maatregelen

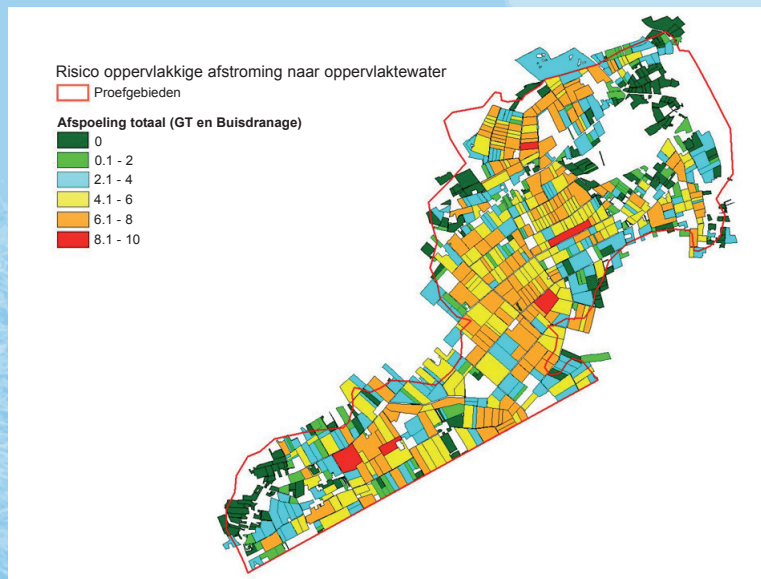
In de Fosfaatpilot komt een aantal maatregelen aan de orde die hier kort worden beschreven. Bij uitmijnen wordt een zo hoog mogelijke fosfaatonttrekking door het

gewas nagestreefd met optimale groeiomstandigheden maar zonder fosfaatbemesting. Bij diepe drainage worden de buizen in het grondwater gelegd zonder het streefpeil te verlagen. De zuiverende werking berust op het verlengen en verdiepen van de stroombanen van het uitspoelende water, waardoor onderweg meer fosfaat wordt vastgelegd. In een vloeiveld komen slibdeeltjes met stikstof en fosfaat tot bezinking, nutriënten kunnen met de planten worden afgevoerd, stikstof verdwijnt via denitrificatie naar de lucht, en fosfaat kan worden vastgelegd aan de bodem of aan toegevoegd ijzer. De wasmachine is een beeldspraak voor het afwisselend verhogen van het grondwater tot in maaiveld om fosfaat te mobiliseren, en vervolgens weer verlagen van het peil, om het opgeloste fosfaat af te voeren via het oppervlaktewater. Deze maatregel is niet zo zeer bedoeld om belasting van het oppervlaktewater te verminderen, als wel om het perceel te versralen voor natuur. Als zodanig is het mogelijk een alternatief voor het dure verwijderen van bovengrond. Bij omleiden wordt de fosfaatvracht om een kwetsbaar gebied heen geleid om eutrofiëring ter plaatse te voorkomen, echter zonder de vracht te verminderen.

Gebiedsdiagnose

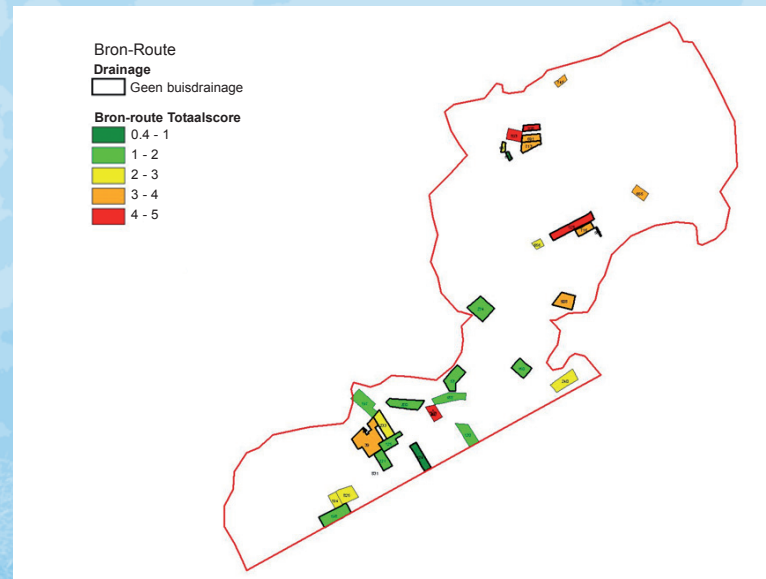
De Fosfaatpilot loopt in vier testgebieden. Het Bientje en de Eeuwselsche Loop zijn beide intensieve landbouwgebieden met een hoge belasting van het oppervlaktewater met fosfaat. De Elsbeek is een herstelde beek waarvan bovenstrooms landbouwwater is omgeleid ter verbetering van de waterkwaliteit. Het Vlakbroek is een recent aangekocht nat grasland voor natuurontwikkeling, dat voorheen voor veehouderij werd gebruikt.

Voor de selectie van maatregelen in de landbouwgebieden is eerst een gebiedsdiagnose uitgevoerd om de percelen met de grootste risico's te identificeren,



Figuur 1 Risico van afvoer via oppervlakkige routes in het studiegebied

en om voor deze percelen de meest geschikte maatregelen te vinden. De gebiedsdiagnose bestaat enerzijds uit een hydrologische analyse van transportroutes op basis van karteerbare kenmerken, en anderzijds uit een analyse van de verspreiding van fosfaatbronnen in het studiegebied door middel van het enquêteren van een groep boeren en van aanvullend grondonderzoek. De groep boeren was geselecteerd op grond van het transportrisico van de percelen volgens de hydrologische analyse. Het resultaat van de gebiedsdiagnose zijn kaarten per transportroute met het risico van fosfaatbelasting naar het oppervlaktewater per



Figuur 2 Risico van fosfaatbelasting vanaf de percelen die zijn meegenomen zijn in de enquête.

perceel of per ha (figuren 1 en 2). Vervolgens is aangegeven welke maatregelen bij de verschillende transportroutes en fosfaatbronnen passen. Daarbij bleek het noodzakelijk om naast de reeds genoemde maatregelen een aantal extra maatregelen te formuleren voor het bestrijden van afvoer via oppervlakkige routes. De brongerichte maatregelen werken in principe via alle routes (maaiveld, greppels, drainbuizen, sloten). Uitmijnen is het meest effectief wanneer het meeste fosfaat zich in de bovengrond bevindt (< 30 cm-mv). Als fosfaat al tot diepere bodemlagen is doorgedrongen (fosfaatverzadigde landbouwgrond) en ook bij lage afvoer van fosfaat

(natuurgebieden) zal het lang duren voordat uitmijnen effect heeft. Op een natuurterrein zoals Vlakbroek is het dan interessant om de wasmachine uit te proberen. Op een landbouwperceel ligt dan verdiepte drainage voor de hand. Besloten is om de maatregel diepe drainage te combineren met samengestelde drainage met peilregeling. Dit systeem biedt de mogelijkheid om de grondwaterstand op het landbouwperceel vrijwel onafhankelijk van het oppervlaktewaterpeil te regelen. Hierdoor is het een interessante anti-verdrogingsmaatregel. Bovendien kan het systeem sloten vervangen, wat ruimte bespaart en eveneens bijdraagt aan vermindering van de oppervlaktewaterbelasting.

Het ruimtelijke schaalniveau van de maatregelen is aan de transportroute gekoppeld (tabel 1). Naarmate de diepere routes belangrijker zijn voor de kwaliteit van het oppervlaktewater zullen maatregelen op regio-schaal belangrijker worden. Omgekeerd kan er sprake zijn van "hot-spots". In het studiegebied zijn in het verleden percelen gebruikt voor het afvoeren van varkensmest. Deze sterk fosfaatverzadigde percelen leveren een grote relatieve bijdrage aan de fosfaatvrucht van een groter stroomgebied. In zo'n geval moet de maatregel juist perceelspecifiek worden gekozen.

Tabel 1 overzicht van maatregelen voor verschillende schaalniveaus en landgebruik

Schaal	Plek ~0.25 ha	Perceel ~2.5 ha	Bedrijf ~25 ha	Regio ~250 ha
transportroute	maaiveld	drainbuis Greppel Maaiveld sloot	sloot Greppel drainbuis Maaiveld	Alle routes
Landbouw	Blokkeren maaiveldafvoer	Uitmijnen, Diepe drainage ¹	Klein vloeiveld	Groot vloeiveld
Natuur		wasmachine		Omleiden

¹Drainbuizen worden in principe zonder peilverlaging in het grondwater aangelegd

Monitoring

Op basis van de gebiedsdiagnose zijn percelen aangewezen die interessant zijn voor de maatregelen. Op de geselecteerde percelen zijn steeds twee blokken aangewezen, één voor uitvoering van de maatregel en één als referentie. Zo kunnen metingen met en zonder maatregel worden vergeleken om uitspraken te kunnen doen over de effectiviteit van de maatregelen. Naast vrachtmetingen of metingen in het oppervlaktewater is het nodig fosfaatgehalten te meten in bodem, bodemvocht, grondwater en eventueel drainwater, om op tijd verschillen tussen behandelde en onbehandelde delen van percelen te kunnen aantonen. Met deze metingen worden bovendien modelmatige analyses mogelijk, waarmee de effectiviteit van de maatregelen op andere plekken, op andere schaal en op langere termijn kan worden aangetoond. Het monitoringplan is daarmee gericht op de latere opschaling van de resultaten van de maatregelen naar grotere delen van Limburg.

Doorkijk

Metten is weten, maar vraagt veel geduld en euros. Vier van de zeven maatregelen zijn in uitvoering genomen. De uitgangssituatie is daar vastgelegd en de monitoring opgestart. De andere maatregelen wachten nog op aanvullende financiering, maar de samenwerkende partijen staan in de startblokken. De percelen zijn aangewezen en de overeenkomsten met de eigenaren of beheerders liggen klaar.



8 Effectiviteit van bemestingsvrije perceelsranden

Marius Heinen, Gert Jan Noij, Wim Corré, Wim van Dijk, Jantine van Middelkoop

Bemestingsvrije perceelsranden als bufferstroken worden door de Europese Commissie gezien als een effectieve maatregel om de belasting van het oppervlaktewater met nutriënten vanuit de aangrenzende percelen te verminderen. In Nederland wordt de effectiviteit van deze maatregel betwijfeld vanwege de afwijkende geohydrologie (vlakke, diep doorlatende bodems, dan wel gedraineerde bodems). Daarom is in opdracht van de ministeries van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit op een vijftal representatieve locaties in Nederland experimenteel onderzoek opgestart, dat vervolgens modelmatig zal worden opgeschaald. Tevens zal de kosteneffectiviteit worden onderzocht. De resultaten van dit onderzoek kunnen in het overleg tussen Nederland en de Europese Commissie worden gebruikt om te bepalen of deze maatregel ook in Nederland moet worden toegepast.

Achtergrond

Bemestingsvrije perceelsranden kunnen worden gezien als een speciale vorm van bufferstroken. Een bemestingsvrije perceelsrand langs waterlopen is een maatregel om de belasting van het oppervlaktewater met meststoffen vanuit landbouwpercelen te verminderen. De Europese Commissie heeft de lidstaten opgedragen een 5 m brede bemestingsvrije perceelsrand te hanteren langs waterlopen. De ministeries van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit hebben met de Europese Commissie afgesproken dat deze maatregel voor de specifieke delta-situatie in Nederland vooralsnog alleen geldt langs natuurlijke waterlopen in hoog Nederland. Voor de overige situaties in Nederland moet onderzoek eerst uitwijzen of deze maatregel in Nederland al dan niet kosteneffectief is.

Effectiviteit: hoe te bepalen

In een drietal workshops is door het beleid, onderzoekers van Alterra en andere onderzoeksinstellingen een onderzoeksopzet vastgesteld waarmee de effectiviteit experimenteel kan worden bepaald. De effectiviteit is gedefinieerd als de relatieve vrachtreductie: procentuele reductie in de belasting van het oppervlaktewater met een bemestingsvrije perceelsrand ten opzichte van een referentiesituatie zonder bemestingsvrije perceelsrand. De belasting van het oppervlaktewater wordt bepaald door het uitstromende en afspoelende water van het naastgelegen perceel tijdelijk in een afgedamd stukje sloot op te vangen (Foto). Om het peil in de bak gelijk te houden met het slootpeil zal regelmatig water moeten worden overgepompt. Het overgepompte water zal debietproportioneel worden bemonsterd. Op deze wijze kan worden vastgesteld wat de belasting is in een situatie met en een situatie zonder een bemestingsvrije perceelsrand.

In een situatie met een bemestingsvrije perceelsrand kunnen drie processen leiden tot een lagere belasting van het oppervlaktewater:

- 1) er wordt in totaal minder mest aangewend op het perceel (mits de bemesting op rest van het perceel niet wordt verhoogd);
- 2) stikstof en fosfor kunnen onderweg in de bemestingsvrije perceelsrand nog aan de bodem onttrokken worden door gewasopname (stikstof, fosfor), of denitrificatie (stikstof), of in de bodem worden vastgelegd (stikstof, fosfor);
- 3) oppervlakkige afspoeling met vaste bodemdeeltjes kan in het maaiveld van de bemestingsvrije perceelsrand worden ingevangen.

Naarmate een grotere deel van de afvoer plaats vindt via oppervlakkige routes, neemt het belang toe van proces 3 (en in mindere mate ook van 2) en neemt ook de effectiviteit van een bufferstrook toe.

Tabel 1. Representatieve meetlocatie binnen de vijf belangrijkste geohydrotypen

Type	Omschrijving	Grondsoort	Gewas	Locatie
A	ondiep grondwatersysteem met ondoorlatende ondergrond in hellend gebied	Zand op keileem	gras	Winterswijk (Woold)
B	diep grondwatersysteem	Zand	mais	Beltrum
C	diep grondwatersysteem afgedekt met slecht doorlatende deklaag	Komt te weinig voor zonder greppels of buisdrainage (voorwaarde voor hogere effectiviteit)		
D	Hollandprofiel: slecht doorlatende bovengrond op doorlatende aquifer	Veen	gras	Zegveld
E	twee watervoerende pakketten gescheiden door ondiepe, slecht doorlatende laag	Zand	gras	Loon op Zand
F	Hollandprofiel met buisdrainage in dikke slecht doorlatende deklaag	Klei (met buisdrainage)	maïs	Lelystad

Nederland opgedeeld in zes typische geohydrologische situaties

Vanwege de kosten kan slechts op een beperkt aantal locaties in Nederland worden gemeten. Uiteraard moeten deze locaties representatief zijn voor Nederland. Wij hebben Nederland daarom opgedeeld in een zestal typische geohydrologische eenheden. Binnen de vijf belangrijkste (grootste) geohydrotypen hebben we een representatieve meetlocatie gekozen (Tabel 1).

De verwachting

In de internationale literatuur worden soms hoge effectiviteiten gemeld van bufferstroken. Deze studies zijn echter voornamelijk uitgevoerd in voor Nederland afwijkende situaties met helling en/of ondoorlatende ondergrond. In die studies gaat een relatief groter aandeel van de afvoer naar het oppervlaktewater over of door de actieve bovengrond van de bemestingsvrije perceelsrand en mag een grotere werking verwacht worden dan wanneer, zoals in Nederland, het grootste deel van de afvoer onder de bemestingsvrije perceelsrand door stroomt (diepe grondwaterstroming, of via drains). Experimentele gegevens ontbreken voor deltasystemen met relatief diepe doorlatende bovengronden zoals in Nederland. Deze studie zal dus unieke meetgegevens opleveren van de belasting van het oppervlaktewater met en zonder bemestingsvrije perceelsrand. De verwachting is dat de typische geohydrologische situaties in Nederland geen aanleiding geven tot veel extra verwijdering van stikstof en fosfor naast de reductie in bemesting. Naast de effectiviteit op perceelschaal zal in de

modelstudie aandacht geschonken worden aan de effectiviteit op regionale schaal. In het onderdeel kosteneffectiviteit zullen de kosten van een bemestingsvrije perceelsrand in bedrijfsverband worden onderzocht en vergeleken met alternatieve maatregelen.

Conclusie

De resultaten van dit onderzoek zijn heel relevant voor het toekomstige mestbeleid en voor de invulling van de KaderRichtlijn Water, omdat het inzicht zal geven in de effectiviteit, en kosten, van de maatregel bemestingsvrije perceelsrand om de stikstof en fosfor belasting van het oppervlaktewater te verminderen.



Adrie van der Werf, Jan van Bakel, Stijn Reinhard en Pieter Vereijken

De Kaderrichtlijn Water zal hoge eisen gaan stellen aan de kwaliteit van het oppervlaktewater in Europa. Het huidige (agrarisch) landgebruik stelt de waterbeheerders voor grote problemen, met name overstromingen, verdroging, vermessing en vervuiling. Klimaatsverandering zal de problematiek voor de waterbeheerders en de landgebruikers alleen nog maar vergroten. De oplossingen voor alle waterproblemen tot nu toe aangedragen zijn vaak mono-functioneel en contra-productief voor andere functies. Op landgoed Het Lankheet nabij Haaksbergen is een praktijkexperiment gestart waarin innovaties in waterbeheer en landgebruik worden uitgetest op effectiviteit en haalbaarheid.

Waterpark Het Lankheet

Het onderzoeksproject in het landgoed Het Lankheet loopt tot en met 2009 en is een gezamenlijk initiatief van Wageningen UR, Het Lankheet, de Provincie Overijssel, het Waterschap Rijn en IJssel en de Koninklijke Nederlandsche Heidemaatschappij (KNHM) met medewerking van de gemeente Haaksbergen. In Lankheet wordt onderzocht hoe waterberging ecologisch en economisch kan worden gecombineerd met verdrogingsbestrijding en natuurontwikkeling, als het te bergen water eerst wordt gezuiverd in een aangelegd stelsel van rietmoerassen. De resultaten uit dit onderzoek worden gebruikt voor een economische verkenning van deze nieuwe vorm van landgebruik om voedselgewassen als gras en granen op grote schaal te vervangen. Dit is van belang voor boeren en andere landeigenaren die te kampen hebben met steeds lagere inkomsten. Het project dient om ervaring op te doen voor een grootschalige invoering van dit soort systemen in zowel hoog als laag Nederland. Met 100.000 ha rietvelden kan een groot deel van de waterbergingsbehoefte worden

gedekt. Daarnaast zullen hiermee naar verwachting de KRW-doelstellingen voor fosfaatconcentraties in het oppervlaktewater in ons land kunnen worden gehaald.

Rietvelden

Op een bruto oppervlakte van 5 ha zijn 3 ha rietvelden aangelegd (zie foto; ca. 9 maanden na het poten van de wortelstokken). Deze 3 ha riet is op jaarbasis potentieel in staat 150 kg P en 1500 kg N vast te leggen. Doelstelling is om hiermee de concentratie van P van het ingelaten oppervlaktewater van de Buurserbeek terug te brengen van 0,2 naar 0,05-0,1 mg/L. Dit correspondeert met een jaarlijkse zuivering van 1-1.5 miljoen m³ beekwater. Een pompensysteem stelt ons in staat om op gewenste momenten het systeem aerobisch dan wel anaerobisch te maken. Hiermee kan de denitrificatie, afbraak van organisch materiaal en fosfaatadsorptie in het rietsysteem gereguleerd worden. Behandelingen kunnen in 3-voud uitgevoerd worden. Het riet wordt jaarlijks geoogst, om enerzijds de opgenomen nutriënten te verwijderen en anderzijds om de biomassa in de vorm van groene energie economisch te kunnen benutten.

Verdrogingsbestrijding

In 2005 is een SIMGRO-model van Lankheet en omgeving opgezet dat vooral zal worden gebruikt om op relatief grote schaal de effecten van de aanleg van rietvelden op de verdrogingsbestrijding, de piekafvoeren en de landbouw af te schatten. Een voor de waterschappen belangrijke vraag is wat het effect is van grootschalige aanleg van rietvelden op het afvoergedrag van de Buurserbeek (zowel piekafvoeren als de basisafvoer). Daartoe zullen scenario berekeningen van het stroomgebied worden uitgevoerd waarbij op diverse locaties rietvelden worden gesitueerd die al of niet ook

geschikt zijn voor piekberging. De hydrologische effecten van de maatregelen langs de Buurserbeek worden ingeschat met behulp van de detailstudie van het Landgoed het Lankheet.

Kosten-baten analyse

In 2006 is op basis van de chemische samenstelling van riet door ECN een studie uitgevoerd naar de energetische verwerkingsmogelijkheden van riet. Diverse thermische verwerkingstechnieken bieden mogelijkheden, evenals de conversie van rietbiomassa naar ethanol. Een ruwe berekening laat zien dat 100.000 ha riet een hoeveelheid bioethanol oplevert waarmee ca. 5% van de totale brandstofconsumptie in Nederland gedekt kan worden. De komende jaren zullen deze mogelijkheden verder onderzocht worden, evenals de logistiek omtrent oogst, transport etc.

In samenwerking met het Nationaal Groenfonds zullen de resultaten vanuit deze pilot geïntegreerd worden in een economische kosten-baten analyse. Een van de vragen die beantwoord dient te worden is: welke financiële vergoeding is reëel voor berging en zuivering van een kuub beekwater? Op basis daarvan zullen afspraken met het waterschap kunnen worden gemaakt over betaling van de gerealiseerde waterzuivering en waterberging, zodat naast de opbrengst van biomassa ook het waterbeheer als blauwe dienst een economische drager wordt.



Rebi Nijboer

Om de ecologische kwaliteit van oppervlaktewateren te verbeteren zijn herstelmaatregelen nodig. Het is moeilijk om uit het grote aantal potentiële maatregelen de meest geschikte te kiezen, omdat onvoldoende bekend is over het ecologisch rendement van de verschillende maatregelen. Daarom is het van groot belang om effecten van maatregelen goed te monitoren, zodat met deze gegevens het rendement en de kosten van maatregelen tegen elkaar kunnen worden afgewogen.

Website AQUAHERSTEL

Kennis over effecten van bepaalde maatregelen is onontbeerlijk voor een goede voorbereiding en kosteneffectieve uitvoering van een herstelproject. Uitwisseling van informatie over uitgevoerde maatregelen is daarbij van cruciaal belang. Resultaten en ervaringen van anderen kunnen een betere onderbouwing geven voor de keuze van een maatregel. De website AQUAHERSTEL maakt deze uitwisseling mogelijk. De website AQUAHERSTEL zorgt voor een centrale opslag van informatie over herstelmaatregelen in een database. Dit is nodig om te voorkomen dat informatie over oudere projecten verloren gaat.

Daarnaast wordt het mogelijk om de effecten van maatregelen in verschillende situaties te vergelijken. Deze database, bevat informatie verkregen uit twee beekherstel enquêtes en een telefonische vragenronde bij waterbeheerders over herstelprojecten in beken en poldersloten. In de database is informatie opgeslagen over de aanleiding van het project, het doel, de maatregelen, de kosten en de monitoring.

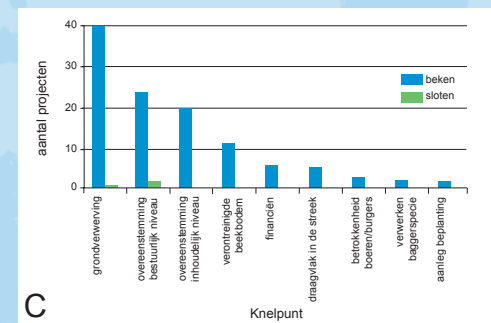
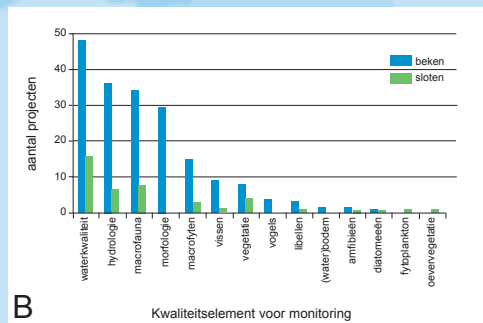
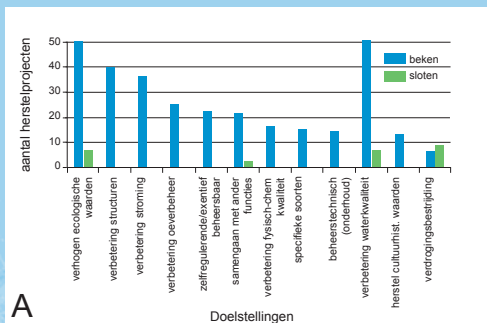
Te weinig monitoring

Uit de analyse van de gegevens in de database is gebleken dat zowel in beken als in sloten hydrologische maatregelen veel worden toegepast. In sloten is de doelstelling vaak verbetering van de waterkwaliteit of tegengaan van verdroging, terwijl in beken het herstel van de natuurlijke loop vaak het doel van het herstel is (Figuur 1A). Van minder dan de helft van de beekherstelprojecten is bekend dat er gemonitord is. Voor de sloten is dit aandeel hoger. Hoe precies gemonitord is (welke variabelen, hoeveel monsters, hoe lang, hoe vaak), was voor slechts een klein deel van de projecten te achterhalen (Figuur 1B). De waterkwaliteit wordt in de gemonitorde projecten het meest gemeten. Daarna volgt voor beken de hydrologie. Van de biologische kwaliteitselementen

wordt de macrofauna en de vegetatie het meest gemonitord (Figuur 1B). Er waren geen projecten waarbij alle voor de KRW vereiste kwaliteitselementen werden gemonitord. Over de effecten van genomen maatregelen was slechts in 8 projecten (van meer dan 400 onderzochte projecten) gerapporteerd. Dit aantal is erg laag. Dit heeft deels te maken met de versnipperde beschikbaarheid van informatie en deels met het verloren gaan van kennis over herstelprojecten met de wisseling van medewerkers bij de betreffende organisaties. Daarbij komt dat ecologische effecten soms daadwerkelijk niet optreden of pas op lange termijn en monitoring in veel gevallen eerder ophoudt. Ook komt het vaak voor dat informatie over uit te voeren herstelprojecten in plannen beschikbaar is, maar dat de uitvoering niet is doorgegaan of vertraging oploopt. Het belangrijkste knelpunt hierbij is de verwerving van grond (Figuur 1C).

Expertsysteem voor de keuze van maatregelen

Om voor de implementatie van de Kaderrichtlijn Water goede maatregelenpakketten te kunnen opstellen, moet een goede inschatting gemaakt kunnen worden van het rendement van verschillende maatregelen gegeven het watertype. Hiervoor wordt een



Figuur 1 Resultaten van de analyse van informatie over herstelprojecten (A: doelstellingen, B: monitoring en C: knelpunten).

expertsysteem ontwikkeld. Met het expertsysteem kan een beheerder voor een te kiezen watertype aan de hand van een lijst vragen over de situatie in het gebied geschikte maatregelen opvragen. De onvolledigheid van de informatie in de database AQUAHERSTEL en vooral het ontbreken van gegevens over effecten van maatregelen hebben consequenties voor de mogelijkheden voor het bouwen van het expertsysteem. Als niet voldoende gegevens beschikbaar zijn, zal een dergelijk systeem niet meteen gevuld kunnen worden. Vooralsnog wordt het systeem kwalitatief ingevuld, dat wil zeggen dat van de maatregelen aangegeven wordt of er veel of weinig effect van verwacht kan worden. Voorlopig kan het ecologisch rendement nog niet met een getal weergegeven worden.

De maatregelen die door het expertsysteem worden aanbevolen voor een situatie worden gekoppeld aan de AQUAHERSTEL database, zodat de gebruiker meteen kan zien waar deze maatregelen eerder zijn toegepast.

Gebruik in de praktijk

Water- en natuurbeheerders kunnen de gegevens uit AQUAHERSTEL gebruiken bij de planning van maatregelen in hun eigen beheersgebied. Tevens kan informatie aan reeds opgenomen projecten toegevoegd worden of kunnen nieuwe projecten door gebruikers worden ingevoerd. Dit is nodig, want de huidige database is nog lang niet compleet!

Als in de toekomst meer monitoringsgegevens van herstelprojecten beschikbaar komen, kunnen deze worden gebruikt om het ecologisch rendement van de

genomen maatregelen te bepalen. Deze kennis zal worden gebruikt voor het verder ontwikkelen van het expertsysteem, zodat in de toekomst maatregelen kwantitatief (in termen van ecologisch rendement en kosten) met elkaar vergeleken kunnen worden.

Robert Smit, Jeroen de Klein en Dennis Walvoort

Om aan de KRW-doelstellingen te voldoen zal het nutriëntengehalte in de meeste oppervlaktewateren verlaagd moeten worden. Hiervoor zullen aanvullende maatregelen nodig zijn, omdat brongerichte maatregelen in de landbouw beperkte effecten zullen sorteren. De vraag rijst dan of het zelfreinigend vermogen van oppervlaktewateren beter benut of versterkt kan worden om de KRW-doelen voor stikstof en fosfor te bereiken.

Belangrijkste verwijderingsprocessen

Voor de verwijdering van stikstof is denitrificatie een belangrijk proces. Denitrificatie treedt op onder zuurstofarme omstandigheden en zorgt ervoor dat het opgeloste nitraat wordt omgezet in gasvormig stikstof. Dit geeft al aan dat bijvoorbeeld snelstromende beken in natuurlijke staat minder zullen denitrificeren per vierkante meter waterbodembodem dan bijvoorbeeld een diepe langzaam stromende vaart.

Fosfor wordt vastgelegd als fosfaat aan organisch materiaal dat meestal aanwezig is in het sediment en als zwevend materiaal in het oppervlaktewater. Ook kleideeltjes kunnen een rol spelen in dit adsorptieproces. Zwevend materiaal kan in langzaam stromend

of stilstaand water tot bezinking komen waardoor fosfaat in het watersysteem wordt vastgelegd. Bij hoge afvoeren daarentegen bestaat de kans dat deze stof weer vrijkomt als gevolg van uit-schuring van de waterbodembodem en/of grote concentratieverschillen met het langsstromende water (desorptie).

Beide stoffen worden verder in de vorm van nitraat en ammonium respectievelijk fosfaat opgenomen in plantaardig materiaal tijdens het groeiseizoen en komen in het najaar weer terug in het oppervlaktewater wanneer sterfte de overhand krijgt. Daarnaast remmen waterplanten de waterstroming zodat de sedimentatie wordt bevorderd, opwerveling wordt geremd en de verblijftijd van het water wordt verlengd. Ook vormen zij een goed substraat voor aggregaties van micro-organismen (biofilms) met een denitrificerende werking.

Retentie van N en P

Recent Nederlands onderzoek heeft op basis van metingen aangetoond dat voor kleinere oppervlaktewateren de jaarretentiefactor voor stikstof tussen de 0.11 en 0.5 ligt. Deze factor is hier gedefinieerd als de hoeveelheid stof die achterblijft in het watersysteem gedeeld door de hoeveelheid stof die hierin terecht

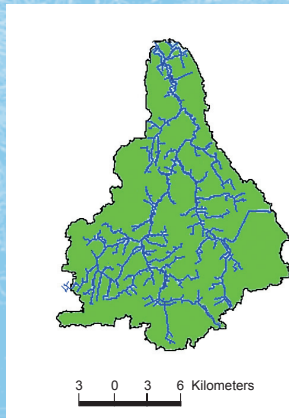
komt op jaarbasis. Zonder onderscheid te maken tussen verschillende typen watersystemen tonen andere studies een bereik aan tussen de 0.1 en 0.7 voor stikstof. In nationale beleidsstudies is tot dusverre uitgegaan van een retentiefactor van 0.5 voor zowel stikstof als fosfor. Voor regionale studies zijn echter nauwkeuriger factoren nodig om nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater na het treffen van maatregelen goed te kunnen voorspellen.

Project KRW-Cascade

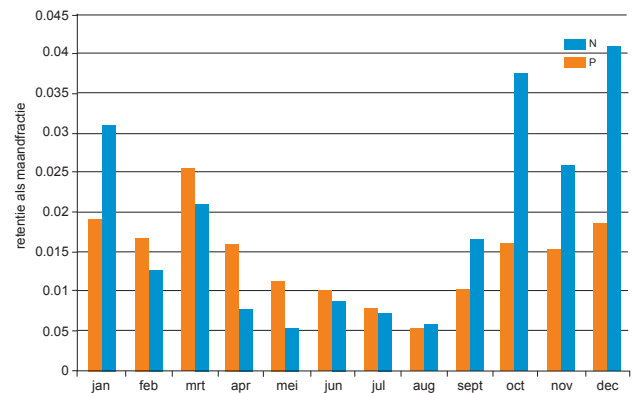
In het project 'Monitoring Stroomgebieden' wordt aan de hand van gedetailleerde nutriëntenmodelleringen voor een viertal karakteristieke stroomgebieden geoptimaliseerde meetnetinrichtingen bepaald. Daarnaast levert dit project een stroom aan gegevens op waarmee de retentie van nutriënten kan worden gekoppeld aan gebiedskenmerken, waaronder die van het watersysteem. Deze analyses vinden plaats in het project KRW-Cascade. De afgeleide relaties kunnen vervolgens worden gebruikt om op regionale en landelijke schaal het zelfreinigend vermogen van watersystemen te bepalen. Deze kennis is onontbeerlijk om de effectiviteit van maatregelen op regionale schaal te bepalen, bijvoorbeeld in scenariostudies.

Enkele projectresultaten

In onderstaand plaatje zijn voor de Drentse Aa de maandelijkse retentiefactoren weergegeven voor stikstof en fosfor zoals afgeleid uit modelresultaten. Wat opvalt is dat de laagste retenties in het zomerseizoen liggen. Uit de literatuur was al bekend dat de retentie in hoge mate afhangt van afvoeren en stofbelasting. Het afvoerseizoen loopt van Oktober tot Maart. Uit de analyses is verder gebleken dat de geometrische structuur van het waterlopenstelsel en het areaal aan waterbodeme andere goede verklarende systeemkenmerken voor de retentie van nutriënten zijn. Beiden hebben een relatie met de verblijftijd van het water. Een grotere verblijftijd leidt in het algemeen tot meer denitrificatie en meer bezinking van fosfor.

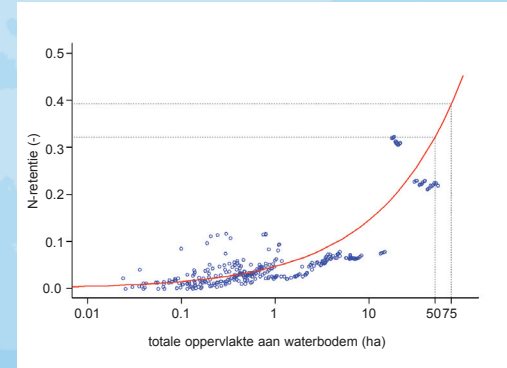


Figuur 1 Retentiefactoren afgeleid uit modelresultaten voor N en P in de Drentse Aa



Mogelijke maatregelen

Voor de Drentse Aa is een relatie gelegd tussen het bovenstroomse oppervlakte aan waterbodeme en de relatieve retentie voor stikstof (N-totaal). Uit figuur 2 kan worden opgemaakt dat 50% toename van het waterbodemeoppervlak (van 50 naar 75 ha) een ca. 20% hogere N-retentie tot gevolg heeft, waarmee de stikstofconcentratie eveneens met 20% kan worden teruggebracht. Mogelijke maatregelen hiertoe zijn hermeandering van beken en het aanleggen van buffers, bijvoorbeeld in de vorm van rietvelden waar met een actief maaibeheer ook nog de in biomassa vastgelegde nutriënten kunnen worden verwijderd.



Figuur 2 N-retentie t.o.v. totale waterbodemeoppervlakte

Vervolg

KRW-Cascade levert in 2006 voor een drietal andere karakteristieke stroomgebieden relaties tussen gebiedskenmerken en de retentie van stikstof en fosfor. Omdat deze stroomgebieden representatief zijn voor de verschillende gebiedstypen in Nederland kan vervolgens snel en relatief eenvoudig voor andere Nederlandse stroomgebieden de retentie worden ingeschat. Uit het onderzoek komt naar voren dat vooral de factoren afvoer, nutriëntenbelasting, waterbodemeoppervlak, waterlopenstructuur en hydraulische retentie bepalend zullen zijn voor de retentie van nutriënten in oppervlaktewateren. Hierdoor wordt inzichtelijk welke maatregelen zullen bijdragen tot een betere benutting of versterking van het zelfreinigende vermogen van oppervlaktewater-systemen teneinde de KRW-doelen te kunnen halen.

Joop Harmsen en Antonie van der Toorn

In het verleden leefde de mens meer in evenwicht met de natuur. Veelal was het zelfreinigend vermogen van watersystemen afdoende. Het nu te beperkte zelfreinigend vermogen is grotendeels vervangen door technologie. Vaak zal er echter een extra inspanning nodig zijn om de in de KRW beschreven doelen te bereiken. Kan het herstelvermogen van het watersysteem ons hierbij weer van dienst zijn?

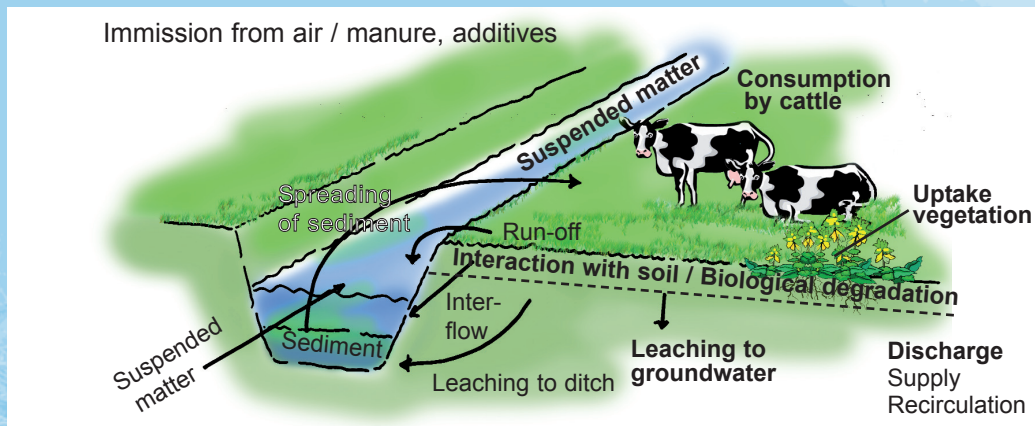
Nederland heeft zich de laatste jaren veel inspanning getroost om overlast van water te voorkomen en heeft een sterk gereguleerd watersysteem met vooral kwantitatieve uitgangspunten. De waterkwaliteit heeft hierbij een ondergeschikte rol gespeeld. Tot de jaren zestig van de vorige eeuw werd het meeste afvalwater ongezuiverd geloosd, dit heeft (behalve in steden) tot in de 19e eeuw niet tot onacceptabele problemen geleid. Het zelfreinigend vermogen van het watersysteem kon de extra belasting door de mens aan. Door factoren als industrialisatie, intensivering van de landbouw, bevolkingsgroei en grotere welvaart werd het watersysteem overbelast en is men grootschalig overgegaan op het zuiveren van afvalwater.

Kwantitatief waterbeheer kan negatieve effecten hebben op de kwaliteit. Door beeknormalisaties is de verblijftijd en daarmee ook het zelfreinigend vermogen sterk gedaald. Door peilverlaging en toegenomen zoute kwel is de aanvoer van gebiedsvreemd water voor peilhandhaving en doorspoeling sterk toegenomen. Oplossen van een probleem en vervolgens de problemen afwentelen moet niet de richting zijn om te gaan voldoen aan de criteria voor de KRW. Belangrijk bij watermanagement is een systeemgerichte en duurzame benadering, waarbij gebruik gemaakt wordt van kennis over de eigenschappen van het totale systeem.

Voorbeeld van systeembenadering in waterbeheer

Waterlopen moeten regelmatig gebaggerd worden om dichtslibben van het watersysteem te voorkomen. Een belangrijk probleem voor de waterkwaliteit en het aquatisch ecosysteem is de aanwezigheid van verontreinigingen in het slib. Baggeren kan daarom ook noodzakelijk zijn om de doelstellingen van de KRW te bereiken. Verwijderen is de eerste stap, maar waar moet je met de gebaggerde specie naar toe, zonder de problemen ergens anders af te wentelen?

Binnen het systeem sloot/perceel (zie figuur 1) wordt momenteel de schone en licht verontreinigde bagger (klasse 0, 1 en 2) merendeels verspreid op aanliggende percelen. In feite is dit een voortzetting van een eeuwenoude praktijk toen baggerspecie nog werd gezien als meststof, bodemverbeteraar of als middel om percelen te egaliseren. Bij verspreiden van licht verontreinigde specie is het mogelijk dat de aanliggende bodem verontreinigd raakt. In een systeembenadering is er een stabiele situatie als de verontreiniging die wordt aangevoerd ook weer wordt afgevoerd. Dit geldt bijvoorbeeld bij baggerspecie die licht verontreinigd is met Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK) en minerale olie. Door biologische afbraak van aangevoerde organische verontreinigingen zal de concentratie in de bodem gaan stabiliseren. Zware metalen kunnen daarentegen alleen worden afgevoerd via uitspoeling en opname in gewassen. Bedacht moet echter worden dat ook deze stoffen in beperkte concentraties van nature in het systeem voorkomen. Het systeem is dus in staat zonder nadelige gevolgen een beperkte belasting te verwerken.



Figuur 1 Gedrag van verontreinigingen en nutriënten in het sloot/perceelsysteem

Verspreiden is niet de enige oplossing. Als de baggerspecie te verontreinigd is zal deze moeten worden afgevoerd, omdat anders de KRW criteria niet kunnen worden bereikt. Afvoer gaat nu meestal gepaard met het opslaan in een depot, soms wordt de baggerspecie gereinigd. Meestal zijn deze opties echter te duur. Er kan dan worden gekozen voor een plaatselijke toepassing als ophoging, demping van putten of infrastructureel werk. Voorwaarde moet echter wel zijn dat deze toepassing niet gaat functioneren als nieuwe bron van verontreinigingen en daardoor op lange termijn de waterkwaliteit weer negatief gaat beïnvloeden. Kennis over het lokale systeem is hierbij onontbeerlijk. Een voorbeeld is toepassing van baggerspecie in functionele kaden zoals ontwikkeld in Watervast.

Figuur 1 laat tevens zien dat de kwaliteit van het water ook wordt bepaald door aangevoerd water. Na verwijderen van de baggerspecie is de kwaliteit en hoeveelheid van het inlaatwater bepalend voor de te behalen ecologische kwaliteit. Als deze kwaliteit onvoldoende is zullen er elders in het systeem maatregelen moeten worden genomen. Maatregelen zoals het saneren van riooloverstorten en het beter benutten van schoon gebiedseigen water kunnen worden aangevuld met maatregelen ter versterking van het zuiverend vermogen van het systeem met een teeltvrije zone of een rietfilter.

Verrassingen van het systeem

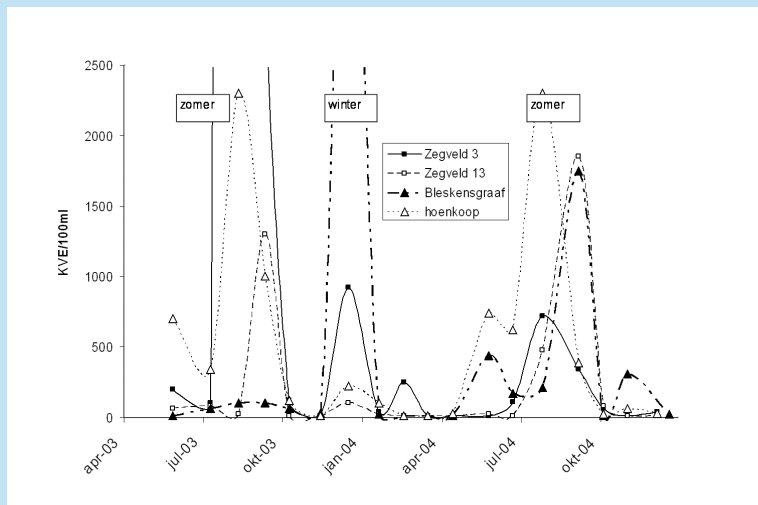
Kennis van het systeem is onontbeerlijk om teurstellingen bij het treffen van maatregelen te voorkomen. Dit kan worden geïllustreerd met het volgende voorbeeld.

Colibacteriën zijn een indicator voor de belasting van het oppervlaktewater met afvalwater. Bij gebruik van oppervlaktewater voor veedrenking zijn deze bacteriën een indicator voor schadelijke pathogenen. Van colibacteriën werd gedacht dat ze slecht kunnen overleven in oppervlaktewater en dus een indicatie zijn van recente belasting van mest. Bij monitoring¹ werden echter grote aantallen colibacteriën gemeten in slootwater ook zonder dat sprake was van directe lozingen of afstroming van mest naar de sloot. De waterbodem is waarschijnlijk een goed milieu voor colibacteriën om te overleven. Vooral in het tweede deel van de zomer kunnen er veel colibacteriën in het water zitten als gevolg van hoge temperatuur en lage zuurstofgehalten in het water.

Grote verschillen in aantallen colibacteriën zijn er tussen individuele sloten (figuur 2). In de nazomer vertonen alle sloten verhoogde aantallen. De aanwezigheid van een kroosdek en bijbehorende zuurstofloosheid (Zegveld 3, zomer 2003) kan zorgen voor een hoog aantal colibacteriën, terwijl het ontbreken van een kroosdek in dezelfde sloot in 2004 leidt tot lagere aantallen. Een geheel andere verklaring is er voor de verrassende piek voor Bleskensgraaf in de winter. Overwinterende ganzen hebben daar namelijk

gezorgd voor een extreem hoge belasting. De aanwezigheid van ganzen is een moeilijk te beïnvloeden factor, ze maken echter wel deel uit van het systeem.

Een nieuwe aanpak, zonder bijbehorend veldonderzoek en monitoring van de waterkwaliteit kan leiden tot het nemen van verkeerde of niet effectieve maatregelen. Het resultaat van een systeembenadering is dat duidelijk wordt waar geïnvesteerd moet worden, maar ook waar via slimme en goedkope beheersmaatregelen veel kwaliteitswinst kan worden behaald.



Figuur2. Colibacteriën (in kolonie vormende eenheden per 100 ml) in verschillende sloten.

Stijn Reinhard

De economische analyse is een belangrijk onderdeel van de KRW. Methoden voor deze analyse moeten worden toegesneden op de karakteristieken van water en van de KRW. Inschattingen van de kosten van de KRW zijn een belangrijk hulpmiddel bij het vaststellen van de KRW-ambities. Het waarderen van de baten is nodig om tot een goed onderbouwde afweging van KRW-doelen te komen voor de EU.

KRW eerste EU richtlijn met belangrijke economische analyses

De Kaderrichtlijn Water (KRW) is de eerste Europese richtlijn waarin de economische analyse een zeer belangrijke rol speelt. Zo moet bij uitwerking van de stroomgebiedbeheerplannen een kosteneffectief pakket maatregelen worden vastgesteld om de KRW-doelen te realiseren. Dit betekent dat de maatregelen, die de gunstigste verhouding tussen effect en kosten kennen, worden opgenomen in het beheerplan. De kosteneffectiviteitsanalyse maakt het mogelijk de KRW-doelen in een stroomgebied tegen de laagste kosten te bereiken. Een ander element van de economische analyse is 'disproportionaliteit'. In situaties waarin de voorgestelde maatregelen leiden tot onevenredige kosten voor bepaalde sectoren of regio's, of tot een wanverhouding tussen kosten en baten, kan bijvoorbeeld aanpassing van de doelen plaatsvinden. De verhouding tussen kosten en baten kan worden bepaald door middel van een MKBA (Maatschappelijke Kosten-Batenanalyse).

In de waterwereld is het gebruik van deze economische analyses nog geen gemeen goed. Om kosteneffectiviteitsanalyse en MKBA goed te kunnen toepassen voor maatregelen die voor de KRW moeten worden genomen, moeten deze economische instrumenten ook specifiek worden toegesneden op de eisen van de KRW en de

karakteristieken van watersystemen en waterbeheer. Het LEI heeft dit voor de KRW in kaart gebracht samen met de knopen die moeten worden doorgehakt in de economische analyse van de KRW. Zo blijkt het nodig te zijn om te definiëren welke kosten toegerekend worden aan de KRW. Kosten van maatregelen zijn namelijk niet alleen de kosten die de waterbeheerder moet maken maar ook de gedeelde inkomsten voor de landbouwers, als er bijvoorbeeld bufferstroken worden aangelegd.

Bestuurders sorteren voor met MKBA

De KRW stelt een MKBA niet verplicht, maar een MKBA maakt het voor de EU wel inzichtelijk dat de kosten en baten van de (aangepaste) doelen in balans zijn. Hoe vollediger de baten van maatregelen in financiële termen worden vertaald, des te beter is een afweging mogelijk tegen de kosten. Het LEI heeft al ruimte ervaring met MKBA's voor aan water gerelateerde projecten. Voor een MKBA moeten een aantal stappen worden doorlopen. In de eerste stap worden de te vergelijken varianten gedefinieerd. Deze stap wordt vaak snel genomen, maar deze blijkt altijd lastiger te zijn dan in eerste instantie lijkt. Dit geldt ook voor de KRW. Bestuurders zullen pas over doelen en maatregelen willen besluiten wanneer ze de maatschappelijke kosten en baten kennen. Om de invulling van het uitgangspunt betaalbaar te kunnen toetsen is er bij bestuurders een urgente behoefte aan inzicht in de kosten van de KRW. Volgens de principes van de KRW zou eerst moeten worden nagaan welke kosten het volledig bereiken van de KRW-doelen met zich mee brengt. Als mocht blijken dat in dat geval de kosten groter zijn dan de baten, kan een lager doel worden uitgewerkt. Aangezien bestuurders zich niet willen branden aan 'onrealistische' maatregelen worden doelen en maatregelen in samenhang verkend. Twee beleidsvarianten

'beperkt' en 'fors' zijn met realistische maatregelen ingevuld om de kosten en baten van de KRW te verkennen. De landelijk uit te voeren Maatschappelijke Kosten-Batenanalyse (MKBA), zal op landelijke schaal de effecten van alle regionale beleidsvarianten in beeld brengen. Zo ontstaat een eerste indruk van de gevolgen en de haalbaarheid van beide scenario's. In deze fase stellen zowel rijk als regio voor beide varianten hun maatregelenpakketten bij. Het geheel is nog omgeven met onzekerheden en daarom verloopt het proces van verkennen en afwegen in meerdere rondes. Om dit goed te kunnen doen is snel inzicht nodig in kosten en baten van maatregelen die bij een variant horen. Deze werkwijze heeft als voordeel dat geen tijd en energie wordt gestoken in varianten die achteraf toch niet rendabel blijken te zijn. In de Horstermeerpolder en bij het Apeldoornskanaal heeft het LEI ook samen met regionale stakeholders alternatieven ontwikkeld en op basis van MKBA resultaten zijn deze weer aangepast. In Reinhard en Gaaff (2006) is een verbeterde werkwijze van interactieve MKBA met computerondersteuning beschreven.

Kosten van de KRW

Sinds de Aquareinstudie is er alle aandacht voor de kosten van de KRW. De huidige schattingen van de kosten die gemaakt worden om te voldoen aan de KRW zijn lager dan in de Aquarein-studie, met name omdat het ambitieniveau naar beneden is bijgesteld. De kosten van de KRW zijn die kosten die bovenop de kosten van huidige beleid en voorgenomen beleid moeten worden gemaakt om de KRW-doelen te halen. Exacte doelstellingen voor nutriënten zijn nog niet gedefinieerd en ook de autonome ontwikkeling (huidig en voorgenomen beleid) is nog niet volledig bekend. Op basis van recent WUR-onderzoek, zullen de kosten nauwkeuriger vastgesteld kunnen worden. Recent heeft het LEI voor Natura 2000 een soortgelijke inschatting van de kosten gemaakt. Het is nu tijd dat deze discussie over kosten wordt omgebogen naar een integrale analyse van maatschappelijke kosten en baten waaraan WUR-kennis een belangrijke bijdrage kan leveren, zodat de meerwaarde van de KRW voor Nederland helder wordt.

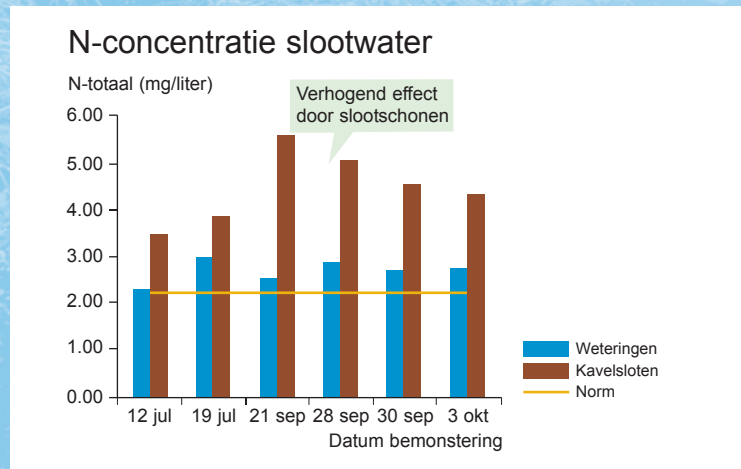


Baten van de KRW

De kosten in kaart brengen is al moeilijk genoeg. Over het in kaart brengen van de baten blijkt nog nauwelijks enig idee te bestaan bij de waterbeheerders in de deelstroomgebieden. De maatschappelijke en economische baten zitten onder andere in een kleiner risico op wateroverlast, een betere verdeling van water, en schoner water met meer mogelijkheden voor recreatie en natuur. In de studie "Waarderen van water in een regionaal watersysteem" (Reinhard et al., 2004) zijn kosten en baten van waterbergingsalternatieven uitgewerkt. Veel baten van een betere waterkwaliteit zijn moeilijk te vertalen in euro's. Het gaat vooral om grootheden als een mooier landschap of meer natuurkwaliteit. Er zijn methoden ontwikkeld en vastgelegd om deze baten, waarvoor geen markt bestaat en dus waarvan dus ook geen prijs bekend is, toch in euro's uit te drukken. Deze methoden zijn onder andere toegepast bij MKBA's die het LEI heeft uitgevoerd (o.a. Kuindermeer,; Roerdal en Perkpolder). Het draagvlak voor deze waarderingsmethoden is vergroot sinds LNV een leidraad heeft uitgebracht, waarin deze staan beschreven. De KRW wordt het grootste beleidstraject waarvoor een gedragen monetarisering van de baten essentieel is om tot een goede afweging te komen.

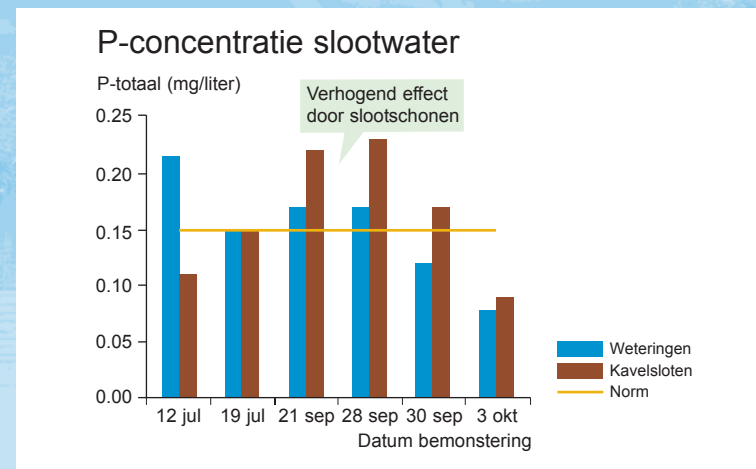
Idse Hoving, Marike Boekhoff en Remko Rosenboom (Stichting Reinwater)

De huidige mestwetgeving is gericht op het verlagen van de nutriëntenbelasting van het grond- en oppervlaktewater. Het mestbeleid draagt bij aan het realiseren van de KRW-doelen, echter aanvullende maatregelen zullen nodig zijn. Doormiddel van experimenteel onderzoek en dialoog met de praktijk zijn we op zoek naar effectieve bedrijfsmaatregelen. In bijeenkomsten nemen we met direct betrokkenen een concreet gebied onder de loop en kijken hoe de KRW-doelen bereikt kunnen worden. Het proces om gezamenlijk tot de noodzakelijke maatregelen te komen staat daarbij centraal.



Zoeken naar de juiste meetlat

We zijn in 2005 gestart met het zoeken naar een zowel statistisch betrouwbare methode als een praktisch methode om de kwaliteit van het oppervlaktewater te bepalen. Op basis van de vraagstelling in het project is door Alterra een meetstrategie ontworpen die we in het zomerhalfjaar van 2005 op het Praktijkcentrum Zegveld hebben toegepast. De bedrijfsgemiddelde stikstof- en fosfaatconcentraties in het oppervlaktewater zijn daarbij in beeld gebracht. Daarnaast is op Zegveld en de praktijkcentra Aver Heino en Nij Bosma Zathe ook op een andere manier naar de waterkwaliteit gekeken. Er is gewerkt met de eenvoudige Doe-het-zelf-test van LTO-



Figuur 1. N- en P-totaal in kavelsloten en in grote weteringen op en aangrenzend aan het Praktijkcentrum Zegveld gemeten in het zomerhalfjaar 2005

Noord. Het voordeel van deze test is dat de waterkwaliteit snel en vanuit een breed perspectief kan worden beoordeeld door de veehouder zelf. Oorspronkelijk is de test ontwikkeld voor het bepalen van de geschiktheid van slootwater voor het drinken van vee, maar in het kader van dit project zal de test worden doorontwikkeld, zodat ook ecologische criteria mee worden gewogen.

Metingen Praktijkcentrum Zegveld

Op praktijkcentrum Zegveld is voor het zomerhalfjaar de gemiddelde stikstof en fosfaatconcentratie in het oppervlaktewater op bedrijfsniveau vastgesteld. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen concentraties N- en P-totaal in de kavelsloten en in omliggende grote weteringen, waar de directe bedrijfsinvloed minder is. Zowel het tijdstip van bemonstering als de verdeling van de meetpunten in de sloten zijn door loting bepaald. De resultaten staan in figuur 1. De KRW-normen voor N en P in oppervlaktewater zijn nog niet definitief vastgesteld. Ter vergelijking zijn de MTR-normen (Maximaal Toelaatbaar Risico) in de figuur weergegeven. Voor N- en P-totaal in oppervlaktewater zijn deze respectievelijk 2,2 mg/liter en 0,15 mg/liter.

Het niveau van de concentraties ligt in de kavelsloten gemiddeld hoger dan in de weteringen. Voor stikstof is dit verschil groter dan voor fosfaat. Bekend is dat de achtergrondbelasting in het veenweide relatief groot is vanwege de nutriëntrijke bodem. Opvallend is de toename van de N-concentratie op de eerste meting in september. De sloten werden op dit moment geschoond en het blijkt dat de concentratie daardoor aanzienlijk toenam. Dit wil niet zeggen dat het slootschonen ter discussie staat (integendeel), maar wel dat gekeken moet worden hoe het slootschonen wordt uitgevoerd. Op Praktijkcentrum Zegveld is een aantal jaren veel geëxperimenteerd met verschillende vormen van slootkantbeheer en slootbodemonderhoud. Gebleken is dat regelmatig baggeren positief uitpakt op de waterkwaliteit. Er zijn echter nauwelijks chemische bepalingen gedaan of metingen aan biologische parameters. Uit proeven in de Krimpenerwaard is gebleken dat alleen al het verdiepen van de sloten een geweldige vooruitgang van de waterkwaliteit tot gevolg had. Het is ook algemeen bekend dat veel sloten nu niet de gewenste diepte

hebben, dus baggeren kan mogelijk ook tot de no-regret-maatregelen worden gerekend.

Doe-het-zelf-test

De Doe-het-zelf-test is een praktisch hulpmiddel waarmee op een snelle wijze inzicht verkregen wordt in de (drink)waterkwaliteit van watervoerende kavelsloten. De test bestaat uit een vragenlijst van 20 vragen die een veehouder zelf kan beantwoorden. Het enige wat je naast de vragenlijst nodig hebt zijn een helder doorzichtig potje en een meetstok. Aan de antwoorden zijn 0, 1 of 2 punten verbonden. Het totaal van de punten geeft een indicatie van de waterkwaliteit voor het drinken van vee, maar geeft ook een goede indicatie van de waterkwaliteit vanuit het oogpunt van de KRW. De Doe-het-zelf-test wordt uitgegeven door LTO-Noord en is te vinden op de website van LTO Noord (www.ltonoord.nl) en ASG-Veehouderij (www.pv.wur.nl). In aanvulling op de test is een inventarisatie gemaakt van de oevervegetatie en de waterplanten. In tabel 2 staat een overzicht van de uitkomsten van de zelftest, zoals die is bepaald op Zegveld en Nij Bosma Zathe.

Tabel 2. Resultaten Doe-het-zelf-test waterkwaliteit Prakcentra Zegveld en Nij Bosma Zathe september 2005

Meest bepalende factoren	Nij Bosma Zathe	Zegveld
Kleur van het water	Helder	Licht troebel
Kroosbedekking	0 - 25 %	25 - 75 %
Waterdiepte midden in de sloot (cm)	15 - 80	30 - 120
Slibdikte midden in de sloot (cm)	3 - 5	15 - 70
Stroming	Stilstaand	Stilstaand
Oeverbegroeiing	Vooral riet	Gevarieerde vegetatie
Waterplanten	In beperkte mate	In ruime mate (varieert per sloot)
Algemene waardering waterkwaliteit	Goed	Acceptabel

De variatie in waterkwaliteit tussen sloten was op Zegveld aanmerkelijk groter dan op Nij Bosma Zathe, dat voornamelijk werd veroorzaakt door grotere verschillen in kleur van het water, de hoeveelheid bezinksel in een watermonster, de kroosbedekking, de slibdikte en de waterdiepte in het midden van de sloot. Daarbij bleek op Zegveld voor enkele sloten de waterkwaliteit onvoldoende. Dit lijkt verband te houden met de aanwezigheid van hoge dicht begroeide wilgenbomen (schaduwvorming), met lozing van afvalwater uit naburige bebouwing of door mestafspoeling van kavelpaden die gebruikt worden als koepad. Daar waar de sloten voldoende op diepte zijn, groeien gewenste waterplanten als krabbescheer, waterpest, fonteinkruid, waterlelie, gele plomp, zwanebloem, watergentiaan, punkroos en pijlkruid. De ondiepe sloten daarentegen laten een eenzijdige vegetatie zien, doordat ze dichtgroeien met liesgras en foringras.

Kennisuitwisseling

Om boeren kennis te laten maken met de KRW organiseert Stichting Reinwater in samenwerking met ASG bijeenkomsten, waarbij een concreet gebied onder de loop genomen wordt. Stichting Reinwater heeft een spelconcept ontwikkeld waarmee de systematiek van de KRW en de maatregelen die mogelijk zijn op een aansprekende manier inzichtelijk gemaakt worden. Bij voorkeur worden alle directbetrokkenen uit het gekozen gebied in de spelbijeenkomsten betrokken. Vooral boeren, natuurbeheerders, gemeenten en waterschappen spelen een belangrijke rol. Het proces om gezamenlijk voor een specifiek gebied tot de noodzakelijke maatregelen te komen staat centraal. Het Kaderrichtlijnspel werd t/m mei 2006 zo'n 35 keer georganiseerd, met uiteenlopende gebieden en in uiteenlopende samenstelling. Tijdens de spelbijeenkomsten blijkt dat bij vrijwel alle bij het KRW-proces betrokken gebiedspartijen behoefte is aan meer inzicht en kennis omtrent het gehele KRW-proces. Daarnaast is men ook op zoek naar een instrumentarium waarmee coöperatie en participatie in de regio's beter vorm kan worden gegeven. Het KRW-spel is een geschikt middel gebleken om een eerste stap te zetten en een dialoog over de KRW op te starten. In enkele regio's (bv Friesland) werd de werkvorm geadopteerd door de gebiedscoördinatoren en wordt het KRW spel nu ingezet om het KRW-proces te

verankeren in regiogroepen. Ook in 2006 zal in het kader van Boeren met de KRW veel aandacht worden besteed aan de communicatie en het gebiedsproces rondom de KRW. Dit met het doel om regiospecifieke vragen met betrekking tot KRW te illustreren en te komen tot no-regret maatregelen voor het individuele veehouderijbedrijf.

Voorlopige conclusie

De uiteindelijke KRW-normen voor het oppervlaktewater zijn bepalend voor de mate waarin bedrijven aangesproken zullen worden op hun milieuprestaties. Hierbij is het waarschijnlijk dat voor het oppervlaktewater vooral de N- en P-belasting in het zomerhalfjaar belangrijk zal zijn. Het is niet alleen een kwestie van het terugbrengen van de hoeveelheid meststof. Ook de situering van sloten en de wijze van slootonderhoud spelen een grote rol.

Vrijwel alle gebiedspartijen die bij het KRW-proces betrokken zijn hebben behoefte aan meer inzicht en kennis omtrent het gehele KRW-proces. Een instrumentarium waarmee coöperatie en participatie in de regio's beter vorm gegeven kan worden is daarbij welkom.



Tamara Ekamper

Sinds september 2002 verkennen onderzoekers, beleidsmakers en vrijwilligers samen met boer Duijndam de mogelijkheden voor een natuurgericht bedrijf volgens de visie Boeren voor Natuur in de Polder van Biesland. Het Hoogheemraadschap van Delfland denkt actief mee over de wijze waarop waterdoelen op een natuurgericht bedrijf gerealiseerd kunnen worden.

Agrarische ondernemers 'produceren' natuur. In 2001 ontwikkelde onderzoeksinstituut Alterra het concept 'Boeren voor Natuur'. Boeren voor Natuur probeert een brug te slaan tussen landbouw enerzijds en een hoge kwaliteit van landschap, natuur en water in de nabijheid van de stad anderzijds. Want nog te vaak zijn dat tegenpolen, terwijl dat niet nodig is. De kerngedachte is dat agrarische bedrijven een belangrijke rol kunnen spelen in het beheer van natuur, water en landschap. Belangrijke kenmerken zijn dat de boer zelfstandig ondernemer blijft en dat het 'produceren' van natuur, schoon water en landschap wezenlijk bijdraagt aan het inkomen van de boer en de continuïteit van zijn bedrijf. Hiervoor wordt geëxperimenteerd met gebiedsfondsen.

In Polder van Biesland in de provincie Zuid-Holland wordt verkend hoe de visie Boeren voor Natuur in praktijk kan worden gebracht.

Inspelen op maatschappelijke vraag

In het westen van Nederland ligt, nauw omringd door steden, kassen en recreatiebossen, het biologische melkveehouderijbedrijf van de familie Duijndam. Dit bedrijf van maar liefst 100 ha is een van de laatste boerenbedrijven hier. De familie wil dit open landschap in stand houden en kiest daarom voor een natuurgerichte bedrijfsvoering volgens de visie Boeren voor Natuur. Onderdeel daarvan is een pakket van maatregelen om de waterkwaliteit en de ontwatering op het niveau te krijgen dat nodig is voor de natuur in en rond de sloten. Op die manier kunnen ze blijven boeren in het gebied en dragen ze tevens bij aan de maatschappelijke vraag naar meer natuur en landschap, behoud van agrarische cultuurlandschappen en recreatiemogelijkheden in het landelijk gebied.

Minder meststoffen in de sloot

Natuurgericht boeren volgens het concept Boeren voor Natuur betekent dat het bedrijf de aanvoer van voedermiddelen en meststoffen geheel staakt (no-input). Dat betekent dat gericht en selectief een deel van de graslanden zal verschralen. Dit levert goede basiscondities voor het grote aantal wilde planten en dieren dat traditioneel op het landbouwbedrijf voorkomt. Ook verbetert de kwaliteit van het water op het natuurgerichte bedrijf geleidelijk, omdat de mestgiften op de percelen lager zijn. In Biesland wordt langs de sloten een strook grasland van 3 meter onbemest gelaten. Dit leidt tot een gevarieerde rand en tot minder uitspoeling van meststoffen in het oppervlaktewater. Doordat langs de hoofdwatergangen bovendien brede natuurvriendelijke oevers worden aangelegd, worden meer voedingsstoffen uit het water gehaald door de oevervegetatie. Na het maaien van de oevers wordt het plantenmateriaal gecomposteerd en gebruikt als aanvullende mineralenbron voor het gewas. Verder vindt er extra 'bemesting' plaats met bagger uit de sloten. Op die manier zoekt het bedrijf naar mogelijkheden om met minder mest voldoende energie- en eiwitrijk grasland te produceren voor de koeien.



Eén peilgebied met flexibel peil

Voor een gevarieerde plantengroei op de oevers is het wenselijk om in de winter een wat hoger peil aan te houden en in de zomer een wat lager peil. Bij een lager peil in de zomer hebben meer oeverplanten de kans om op droogvallende plaatsen te kiemen, terwijl bij een hoger winterpeil strooisel van afgestorven planten naar elders wordt afgevoerd, zodat de vegetatie niet wordt verstikt of vervuigd. Voor het natuurgerichte bedrijf wordt daarom uitgegaan van een vast polderpeil en wordt een meer natuurlijk peilbeheer gehandhaafd.

Het nu nog door stuwen versnipperde waterpeil zal in de Polder van Biesland worden vervangen door één peilgebied. Omdat het maaiveld ca. 60 cm in hoogte varieert zal bij één peilgebied een aanzienlijk verschil in drooglegging optreden. In het zuidoosten van de Polder van Biesland zal de drooglegging doorgaans slechts enkele decimeters zijn; op de hogere, productievare gronden zal dat oplopen tot wel 80 cm. Het verschil tussen het (nu nog hogere) zomerpeil en het winterpeil wordt opgeheven; er wordt een middenpeil ingesteld op het niveau van het voormalige zomerpeil. Bovendien is bij dit gegeven middenpeil een flexibel peil voorzien, waarbij in de winter het slootpeil boven het middenpeil zal fluctueren (ongeveer 15 cm) en in de zomer beneden het middenpeil. Voor de oeverbegroeiingen langs de hoofdwatgangen is dit verschil van groot belang om de vegetatie tot ontwikkeling te laten komen en om de vitaliteit ervan (o.a. ook in verband met het voorkomen van oeverafslag) te handhaven. Een vitale oevervegetatie is

van groot belang voor de waterkwaliteit, de slootfauna en voor de vastlegging van de oevers.

Actieve inzet van gebiedspartijen

Om de omschakeling naar een natuurgericht bedrijf te begeleiden is een pilotproject opgestart. Dit project bestaat zowel uit onderzoek naar de mogelijkheden en effecten van Boeren voor Natuur, als uit een gebiedsproces waarin verschillende partijen bij elkaar worden gebracht om de aanpak, resultaten en financiering te bespreken.

In de samenhangende visie Boeren voor Natuur, die de relatie tussen landbouw, natuur, water en stad centraal stelt, is de betrokkenheid van verschillende gebiedsactoren essentieel. Zo dragen meerdere partijen bij aan de voorbereiding, financiering en monitoring van Boeren voor Natuur.

Bij de fondsvorming is dat het Nationaal Groenfonds. Voor het maken van de contracten is een notaris aan de slag. De afdeling juridische zaken van het ministerie van LNV heeft samen met Dienst Landelijk Gebied de staatssteuntoets procedure opgepakt. Provincie, Hoogheemraadschap, gemeenten, Stadsgewest en het Rijk zien allen een mogelijkheid om hun eigen doelen te realiseren middels Boeren voor Natuur. Zij storten gezamenlijk een bedrag van 1,9 miljoen euro in het fonds en/of dragen bij aan het realiseren van de inrichtingsmaatregelen. Ook burgers en bedrijven zijn bereid mee te betalen aan Boeren voor Natuur. Zij worden 'vriend' van Biesland en leveren op die manier een bijdrage aan educatie, beleving en betrokkenheid

in de polder. Om de monitoring te concretiseren spelen verschillende partijen een rol. Collega-boeren, maatschappelijk betrokkenen, overheden, natuur- en milieuorganisaties en onderzoekers willen weten of Boeren voor Natuur inderdaad natuur, landschap en agrarisch onder-nemerschap kan combineren. Daarom zijn hun vragen geïnventariseerd en wordt er samen met lokale partijen, met name vrijwillige natuurbeschermers, gemeten en geleerd om tot antwoorden te komen.

Van papier naar praktijk

Boeren voor Natuur is een nieuwe benadering. Op papier is het nu goed uitgedacht met allerlei partijen. Zij zijn enthousiast en positief over de stap die de familie Duijndam zet naar een natuurgerichte bedrijfsvoering. Of het ook in de praktijk zo gaat uitpakken kan echter nog niet met 100% zekerheid gezegd worden. Daarvoor vindt monitoring plaats. Het belangrijkste is misschien wel de blijvende communicatie over wat er geleerd wordt in de pilot. Met nieuwsbrieven, websites, symposia, thema-bijeenkomsten, krantenartikelen, excursies en overleggen wordt gericht de dialoog gezocht met collega-boeren, beleidsmakers, politici en burgers. Op die manier draagt iedereen een steentje bij aan het verder ontwikkelen van het concept. Ook andere bedrijven die in de toekomst de overstap naar een natuurgericht bedrijf willen maken, kunnen hiervan leren.

16

De beleving van water als basis voor succesvolle communicatie

Arjen Bujs, Maarten Jacobs, Stefan Ouboter (NOK-n)

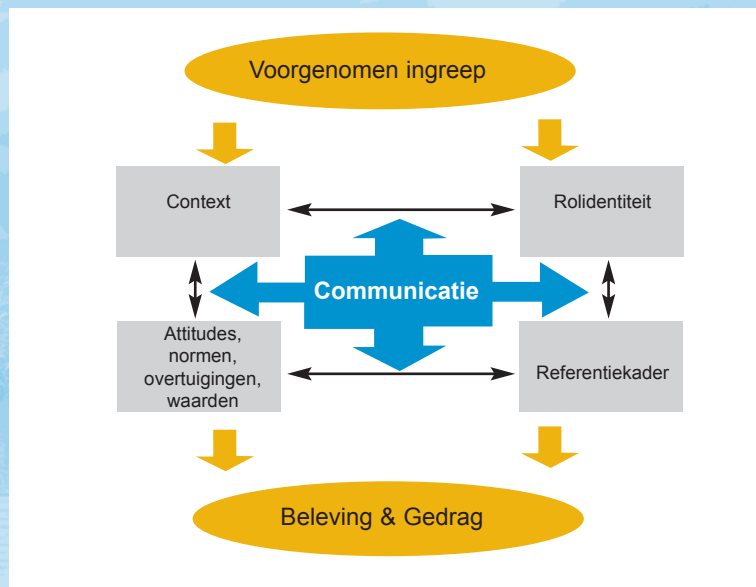
Succesvol communiceren met stakeholders en burgers. Niet altijd gemakkelijk, maar wel noodzakelijk voor een effectieve implementatie van de KRW en voor waterbeheermaatregelen. WaterTekens levert kennis over de beleving van water en waterbeheer in reguliere projecten. Het communicatieproces wordt hierop afgestemd om draagvlak voor de maatregelen te vergroten.

In het project WaterTekens werken diverse waterbeheerders samen met communicatie- en belevingsdeskundigen van o.a. Alterra en NOK-n aan communicatievormen voor een succesvolle uitvoering van waterprojecten. Wij doen dit door in de communicatie rondom waterprojecten expliciet aandacht te besteden aan de beleving van water en waterbeheer door burgers andere belanghebbenden. Daarnaast wisselen deelnemende waterbeheerders een aantal keer per jaar praktijkervaringen uit over succesvolle en minder succesvolle communicatie met stakeholders. Op deze bijeenkomsten worden ook innovatieve communicatievormen gepresenteerd die buiten de waterwereld of buiten Nederland hun nut hebben bewezen.

Verschillende rollen, verschillende beleving

Burgers en andere betrokkenen verenigen vaak verschillende rollen in één persoon. Een boer is een economisch mens, maar soms ook een enthousiaste weidevogelbeschermer. En de boze voorzitter van het actiecomité is ook een hondenbezitter, op zoek naar een aantrekkelijke wandelroute. Elk rol roept z'n eigen beleving van het waterbeheer op en een eigen referentiekader. De boer wil een laag waterpeil voor zijn bedrijfsvoering. Maar in de rol van vogelbeschermer beleeft hij ook positieve aspecten van een hoger grondwaterpeil. WaterTekens gaat op zoek naar

dergelijke rollen. In het communicatieproces kunnen betrokkenen soms bereikt worden door een specifieke rol te benadrukken.



De eerste praktijkcase: Waterberging Het Egeltjesbos

Binnen WaterTekens worden acht praktijkcases uitgevoerd. De eerste case is onlangs afgerond. (zie www.WaterTekens.nl voor een uitgebreid verslag). De voorlopige

resultaten zijn positief: in beide cases lijkt de communicatie succesvol te zijn voor het verkrijgen van draagvlak voor waterberging. Waterberging het Egeltjesbos (grenzend aan een kassengebied bij Uithoorn) is als één van de afgeronde cases enthousiast ontvangen door de omwonenden. Vertegenwoordigers van bewoners, bedrijven en maatschappelijke instellingen, die een direct of indirect belang en beleving bij het herin te richten plangebied hebben, werden geïnterviewd. Hierbij is o.a. gevraagd naar de verschillende beelden van stakeholders (waaronder burgers) over het waterbeheer en over mogelijke oplossingen om ruimte voor waterberging te creëren. Uit de interviews bij het Egeltjesbos bleek dat zelfs hele gewone termen als "waterberging" sterk verschillende beelden op kunnen roepen.

Omwonenden van dit toekomstige waterbergingsgebied bleken hierbij in eerste instantie te denken aan de gietwaterbassins die nu al naast veel kassen zijn aangelegd. De combinatie van waterberging met natuur en recreatie was voor hen dan ook een nieuw en veel aantrekkelijker fenomeen. Deze beelden van belanghebbenden hebben expliciet onderdeel uitgemaakt van het communicatieproces, o.a. door ze voorafgaand aan de bewonersavond te presenteren. Zo werd de visie van alle partijen benut bij de totstandkoming van het uiteindelijke ontwerp. Behoud van de oorspronkelijke openheid en de voortzetting van de aanwezige landschappelijke structuren waren de trefwoorden bij het uiteindelijke ontwerp.

Benoem de verschillende rollen

Een eerste conclusie uit beide projecten was het belang van het zorgvuldig benoemen van de verschillende rollen die mensen hebben. Een waterschap is niet alleen initiatiefnemer, maar vaak ook inhoudelijk deskundige en procesbegeleider. En vaak ook nog persoonlijk betrokken bij het gebied of het onderwerp. En niet alleen professionals hebben verschillen "petten op", ook omwonenden hebben vaak verschillende petten: ze kunnen hondenbezitter, natuurliefhebber en wandelaar zijn. Daarnaast zijn ze vaak een betrokken lid van de dorpsgemeenschap of voorzitter van de knotwerkgroep. Dergelijke conclusies uit de cases worden in WaterTekens vertaald naar meer algemene methoden voor succesvolle communicatie. We doen dit door enkele essentiële, vaak intuïtieve, stappen in de communicatie te benoemen en te

beschrijven. Hiermee is dit patroon leerbaar voor anderen. De verschillende formele rollen van een Waterschap worden dan beschreven en in de leergemeenschap wordt besproken dat het zinvol is om in het proces de rol van initiatiefnemer en die van procesbegeleider expliciet te scheiden. Hiermee wordt onduidelijkheid over de verschillende rollen en de vrees voor partijdigheid in het proces voorkomen. Maar misschien nog belangrijker: hiermee worden ook de deelnemers uitgedaagd vanuit verschillende rollen en perspectieven naar de wateropgave te kijken.

Leergemeenschap

Uitwisseling van kennis en ervaringen over communicatie met stakeholders en burgers neemt een belangrijke plaats in binnen WaterTekens. Daarom hebben we een leergemeenschap opgericht waar praktijkmensen uit de waterwereld, zoals projectleiders en communicatiemedewerkers, hun ervaringen kunnen uitwisselen en kunnen leren van succesvolle (en mislukte) communicatieprocessen. De ervaring leert dat dit niet alleen een succesvolle manier van kennisoverdracht is, maar de deelnemers ook stimuleert om systematischer hun eigen ervaringen te evalueren. De leergemeenschap levert hiermee ook een bijdrage aan de lerende organisatie op het gebied van communicatie.

WaterTekens

WaterTekens is opgezet door een consortium van Alterra, NOK-n, de waterschappen Waternet, de Dommel en Rijn en IJssel, Rijkswaterstaat, STOWA en Wageningen Universiteit. Deze groep bevat praktijkmensen en wetenschappers, technische deskundigen en sociale deskundigen. WaterTekens is onderdeel van het BSIK-programma Leven met Water en loopt tot december 2008. Deelnemende waterbeheerders investeren in het versterken van de communicatie binnen concrete projecten. Zij worden hiervoor in één of meerdere praktijkcases bijgestaan door de deskundigen van Alterra, NOK-n en Wageningen Universiteit. Daarnaast levert WaterTekens een forum van praktijkmensen uit de waterwereld die van elkaar willen leren over effectieve communicatievormen.

Dorothee Leenders en Frank van der Bolt

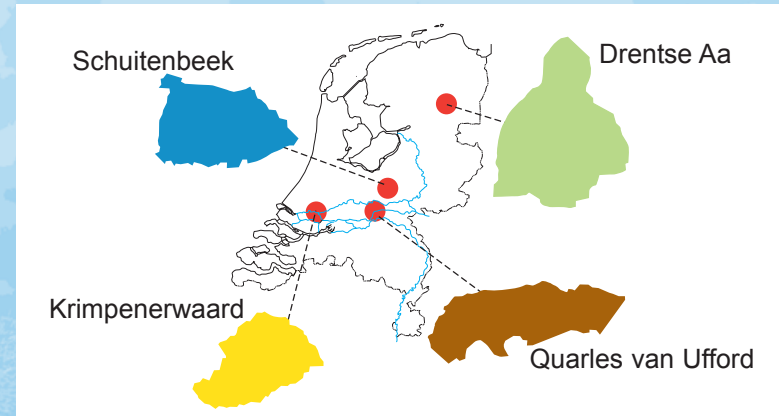
Voor steeds meer beleidsterreinen waaronder de KRW, is het stroomgebied hét aangewezen schaalniveau voor het maken van afspraken en het treffen van maatregelen. Voor het evalueren van het mestbeleid is geconstateerd dat het noodzakelijk is op dit niveau de effecten van maatregelen te evalueren. Monitoring stroomgebieden is een meerjarig onderzoek naar het monitoren van de nutriëntenstromen op stroom-gebiedniveau.

Stroomgebieden en polders

Het doel van het project is te komen tot efficiënte operationele monitoringssystemen van nutriënten zodat effecten van het mestbeleid inzichtelijk worden. De werkwijze sluit aan bij de opzet van de KRW; kernbegrippen zijn stroomgebiedniveau, samenhang in watersystemen, systeemverkenning, bronnen, maatregelen, effecten. In vier qua eigenschappen verschillende (pilot)gebieden wordt het project uitgevoerd (figuur 1). Het met nutriënten hoogbelast zandgebied Schuitenbeek, het laagbelast zandgebied Drentse Aa, de veenpolder Krimpenerwaard en de kleipolder Quarles van Ufford. Via een verkennende systeembeschrijving zijn voor ieder gebied de meest kritische systeemcomponenten en -parameters geïdentificeerd. Uit deze systeemverkenningen blijkt dat er onvoldoende informatie beschikbaar was om voor de gebieden uitspraken te kunnen doen over effecten van het mestbeleid.

Monitoring: meten én modelleren

Om het mestbeleid te kunnen evalueren is geconcludeerd dat het noodzakelijk is om een nieuwe manier van monitoren (meten én modelleren) te introduceren. Modellen geven inzicht in de water- en stofstromen binnen het gebied. Hiermee kunnen de



Figuur 1 De vier (pilot)gebieden

meetresultaten worden verklaard doordat de relatie met de bronnen en processen wordt gelegd. Tevens wordt gebruik gemaakt van modellen om in ruimte en tijd te kunnen inter- en extrapoleren. Regionale gebiedskennis is noodzakelijk om de modellen verantwoord toe te passen en om de uitkomsten te toetsen. Hierdoor wordt duidelijk wat de belangrijkste bronnen zijn, hoe de belasting van het grond- en oppervlaktewater tot stand komt en welke omzettings- en vastleggingsprocessen waar optreden. Vervolgens wordt inzichtelijk waar en wanneer in bodem, grondwater en oppervlaktewater gemeten dient te worden, zodat optimalisatie van het meetnet kan plaatsvinden.

Resultaten tot nu toe

Op basis van de systeemverkenning is voor ieder gebied een meetplan gemaakt. Deze extra metingen worden ieder jaar geanalyseerd. Dit heeft gezorgd voor meer inzicht in de systemen. In aanvulling op de metingen is gefaseerd een modelsysteem opgezet. Het modelinstrumentarium van de eerste fase sluit aan bij de huidige aanpak voor de evaluatie van het mestbeleid. Op basis van de resultaten uit de eerste fase kunnen voor alle gebieden de water- en stoffenbalansen op stroomgebiedsniveau sluitend worden gemaakt. In de tweede fase van de modellering heeft er een verfijning van het modelsysteem plaatsgevonden. Het schaalniveau van het fase 2 modelsysteem is gedetailleerder in ruimte en tijd (Figuur 2). De resultaten wijken op een aantal locaties nog af van de metingen doordat specifieke gebiedsinformatie ontbreekt. Een volgende fase van de modellering, een verdere verfijning van het modelsysteem, moet zorgen voor een specifiek modelinstrumentarium per gebied.

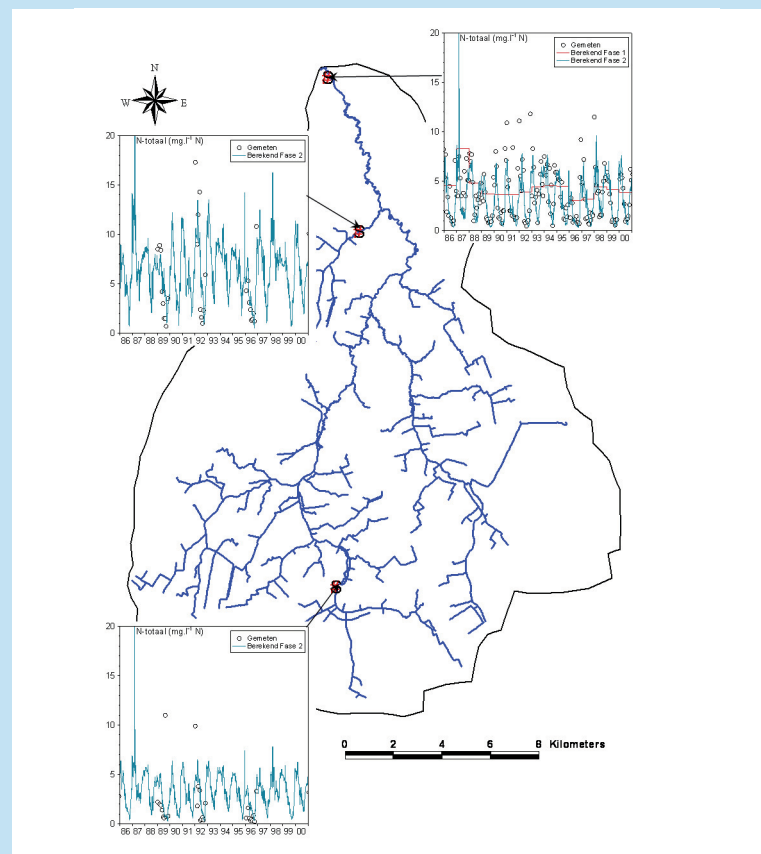
Samenwerking

De regionale waterbeheerders participeren actief in het project, zowel bij de opzet als bij de uitvoering en dragen op deze wijze ook een deel van de kosten. Het project wordt aangestuurd door een stuurgroep. In de stuurgroep hebben de Ministeries LNV, VROM en V&W als opdrachtgevers en de Unie van Waterschappen als vertegenwoordiger van de participerende waterschappen zitting. Daarnaast is een klankbordgroep gevormd met vertegenwoordigers van de instituten RIZA, RIVM en TNO. Alterra voert het project uit.

Toekomst

Het project Monitoring Stroomgebieden helpt nationale en regionale overheden om op gebiedsniveau beleid te ontwikkelen en uit te voeren. Voor de KRW geeft het project inzicht in bronnen en effecten zodat gericht maatregelen kunnen worden getroffen. Tegelijkertijd wordt kennis op gebiedsniveau geïntegreerd en kunnen meetnetten efficiënter worden gemaakt hetgeen zal leiden tot zowel een betere afstemming van onderzoek als tot een kostenbesparing. Essentieel voor dit project is dat de waterbeheerders op deze manier leren welke meerwaarde gericht meten heeft en welke vragen met de voorgestelde monitoringmethode kunnen worden beantwoord.

Tevens kunnen de inwoners en belangenorganisaties begrijpen waarom wordt gemeten en hoe monitoren gebruikt wordt om een optimaal water-, milieu- en ruimtegebruik in een stroomgebied te realiseren.



Figuur 2 Gemeten en berekende Tot N concentraties in de Drentse Aa. Modelresultaten fase 2 zijn gedetailleerder in ruimte (bovenstrooms) en in tijd (benedenstrooms).

Hanneke Vlek

In Nederland vindt door de waterschappen al jarenlang biologische monitoring van oppervlaktewateren plaats. Tussen de waterschappen bestaan verschillen in bijvoorbeeld de frequentie van monitoring, de methode van monitoring en de organismegroepen die worden meegenomen. De Kaderrichtlijn Water stelt echter specifieke eisen aan monitoring en vraagt om standaardisatie van monitoring. Wanneer waterschappen aan deze eisen willen voldoen, zullen zij in meer of mindere mate hun meetnet en manier van monitoren moeten aanpassen. Het is echter niet duidelijk in hoeverre al aan de KRW eisen voor monitoring wordt voldaan en welke aanpassingen nog nodig zijn. Daarom is in 2004 door Alterra een studie uitgevoerd binnen het Vechtstroomgebied (4 waterschappen).

De doelstelling van deze studie was vaststellen in hoeverre de huidige biologische monitoring van oppervlaktewateren in het Vechtstroomgebied aansluit bij de internationale afspraken en verplichtingen vanuit de KRW voor toestand- en trendmonitoring (routinematige monitoring om de ecologische kwaliteit te bepalen) en waar nog aanpassingen nodig zijn (de knelpunten).

Om mogelijke knelpunten op te sporen zijn de eisen die de KRW stelt aan monitoring geïnventariseerd. Hierbij is ook gebruik gemaakt van de 'Handleiding monitoring voor KRW doeleinden' opgesteld door de internationale CIS (Common Implementation Strategy) werkgroep Monitoring (CIS werkgroep 2.7 Monitoring, 2003). In dit rapport worden richtlijnen gegeven voor het opzetten van monitoringsprogramma's conform de KRW eisen. Bij drie waterschappen in het Vechtstroomgebied zijn gegevens verzameld over de opzet van de huidige biologische monitoring. Het betreft informatie

over: (1) het definiëren van waterlichamen, (2) de selectie van locaties (3) de selectie van kwaliteitselementen (macrofauna, macrofyten, fytoplankton, fyto benthos en/of vis), (4) de frequentie van monitoring, (5) de bemonsterings- en analysemethoden en (6) de kwaliteitscontrole. De eisen vanuit de KRW zijn vervolgens naast de gegevens van de waterschappen gelegd en knelpunten zijn opgespoord.

Uit de studie voor het Vechtstroomgebied zijn de volgende (mogelijke) knelpunten en aanbevelingen naar voren gekomen:

Definiëren van waterlichamen

De huidige waterlichamen binnen het Vechtstroomgebied bleken niet zodanig toegedeeld dat binnen een waterlichaam slechts één watertype is vertegenwoordigd en één ecologische toestand en status, zoals de KRW voorschrijft. Waterlichamen moeten in de toekomst worden onderscheiden op het niveau van de watertypen. Deze procedure kan leiden tot het aanwijzen van meer waterlichamen, maar hoeft niet automatisch te leiden tot een verhoogde meetinspanning. Waterlichamen van hetzelfde watertype en dezelfde ecologische kwaliteit kunnen worden gegroepeerd. Uit een groep van 'dezelfde' waterlichamen kan vervolgens een representatieve locatie worden gekozen voor monitoring.

Selectie van locaties

Het aantal locaties dat wordt aangewezen voor monitoring kan grote gevolgen hebben voor inspanningsverplichtingen in de toekomst. Het kiezen van weinig locaties lijkt voordelig in het kader van de monitoringsinspanning, maar als de goede ecologische toestand niet wordt gehaald moeten maatregelen genomen worden in het hele gebied dat door de betreffende locatie wordt vertegenwoordigd. Hier komt ook de

betrouwbaarheid van de monitoringsresultaten om de hoek kijken. Hoeveel locaties in een gebied moeten worden gemonitord om een goed beeld van de ecologische kwaliteit te krijgen? Onderzoek naar monitoring op verschillende schaal is hiervoor nodig.

Selectie van kwaliteitselementen

Macrofauna en waterplanten worden nu op de meeste locaties in het Vechtstroomgebied gemonitord. Vis en fytoplankton/benthos worden vaak niet meegenomen. Daar ligt dan ook een knelpunt. De verhoogde meetinspanning die nodig zal zijn in de toekomst hangt af van het aantal locaties, dat wordt geselecteerd voor toestand- en trendmonitoring, aangezien op al deze locaties monitoring moet plaatsvinden van alle kwaliteitselementen: macrofyten, fyto-benthos, fytoplankton, macrofauna en vis.

Frequentie van monitoring

Er is momenteel weinig inzicht in de betrouwbaarheid van de bemonstering en de ecologische beoordeling. Als de betrouwbaarheid laag is, kan dit grote financiële gevolgen hebben of grote gevolgen ten aanzien van het bereiken van de goede ecologische toestand. Immers de kans dat de ecologische toestand van een water als beter of slechter wordt beoordeeld dan dat de toestand in werkelijkheid is, is groter bij lagere betrouwbaarheid. Wanneer de toestand ten onrechte slechter wordt beoordeeld dan deze in werkelijkheid is, worden onnodig (vaak dure) maatregelen uitgevoerd. Andersom geldt, dat als de toestand ten onrechte beter wordt beoordeeld dan deze in werkelijkheid is, het ecosysteem verder achteruitgaat aangezien niet tijdig ingegrepen wordt. Ook dit kost uiteindelijk meer geld, omdat maatregelen duurder worden naarmate de ecologische toestand van een water slechter is. Om uitspraken te kunnen doen over de betrouwbaarheid en de meetfrequentie, die nodig zijn voor het verkrijgen van betrouwbare resultaten is kennis nodig over de variatie tussen 'vergelijkbare locaties', tussen seizoenen en tussen jaren.

Bemonsterings- en analysemethoden

Afhankelijk van het waterschap moeten voorschriften worden ontwikkeld of op kleine punten aangepast om aan de KRW eisen voor monitoring te voldoen. De huidige internationale en nationale standaarden zijn erg algemeen en er zijn grote verschillen geconstateerd tussen voorschriften voor de bemonstering en verwerking van macrofauna, fytoplankton, fytoplankton en macrofyten van de verschillende waterschappen in het Vechtstroomgebied. Verdere standaardisatie op nationaal niveau is daarom raadzaam, maar niet vereist vanuit de KRW. Hoe minder variatie in de gebruikte methoden, des te beter de onderlinge vergelijkbaarheid van ecologische beoordeling. Wanneer ieder waterschap dezelfde methoden hanteert, hoeft de betrouwbaarheid van de gevolgde methoden alleen per watertype te worden vastgesteld en niet ook per waterschap.

Kwaliteitscontrole

Bij de waterschappen in het Vechtstroomgebied is sprake van kwaliteitscontrole. Er vinden echter nog onvoldoende externe en interne audits plaats om aan de KRW eisen te voldoen. De waterschappen zullen in de toekomst dan ook meer aandacht moeten besteden aan kwaliteitscontrole.

Uit deze studie is duidelijk naar voren gekomen, dat meer aandacht moet worden besteed aan onderzoek naar de variatie, die gepaard gaat met de bemonstering en ecologische beoordeling van de verschillende kwaliteitselementen. De KRW vraagt immers niet voor niets om expliciete informatie ten aanzien van betrouwbaarheid van gebruikte methoden. Alleen op deze manier wordt het mogelijk conclusies te verbinden aan de gegevens die met zoveel inspanning worden verzameld. Hierbij kan worden gedacht aan onderzoek waarbij herhaalde monsternamen plaatsvindt van een kwaliteitselement in verschillende seizoenen, in verschillende jaren en op verschillende locaties.

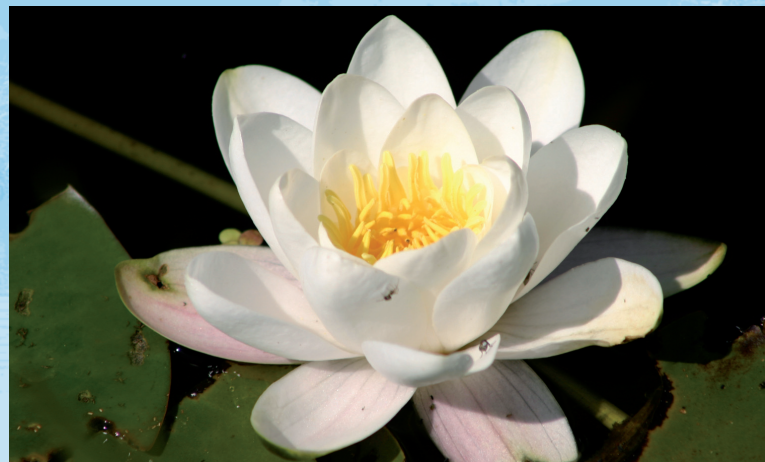
Momenteel wordt in opdracht van LNV binnen het BO cluster EHS (thema ecologische doelen en maatlaten waterbeheer) onderzoek uitgevoerd naar variatie in biologische metingen. In het natuurgebied De Wieden wordt macrofauna bemonsterd op ongeveer 30 slootlocaties van vergelijkbare ecologische kwaliteit. De resultaten van het onderzoek zullen aangeven in hoeverre één slootmonster representatief is voor alle sloten van vergelijkbare ecologische kwaliteit binnen het gebied. Dit onderzoek is primair gericht op monitoring ten behoeve van de Habitatrictlijn maar zal ook relevante resultaten opleveren voor de Kaderrichtlijn Water.



Beekprik (foto Piet Verdonshot)



Eendagsvlieg



Waterlelie (foto Piet Verdonshot)

Dorothee Leenders

De Europese Kaderrichtlijn Water biedt de mogelijkheid om beschermde gebieden in een register op te nemen. Het opnemen van gebieden in het register heeft consequenties. In het project Natuurbeleid, de Kaderrichtlijn Water en Landbouw is allereerst de ruimtelijke samenhang in beeld gebracht. Vervolgens zijn de gevolgen van de ambities van het natuurbeleid voor de landbouw verkend.

Voorkómen van afwenteling

De studie Aquarein heeft een aantal vragen omtrent de realisatie van de Europese Kaderrichtlijn Water scherp neergezet. De ruimtelijke samenhang tussen gebieden is in deze studie als essentieel aandachtspunt voor nadere uitwerking benoemd. Meenemen van de interacties in het watersysteem is essentieel om de beleidsopgave en te nemen maatregelen te identificeren. Om de consequenties van een ambitieus natuurbeleid en het opnemen van gebieden in het KRW register in kaart te brengen zijn daarom in het project Natuurbeleid, de Kaderrichtlijn Water en Landbouw relaties tussen waterlichamen meegenomen. Daarmee wordt inzichtelijk hoe bovenstrooms gelegen gebieden hun problemen doorgeven aan benedenstrooms

gelegen gebieden ('afwenteling'). Afwenteling is in het project onderzocht. Het voorkómen van afwenteling blijkt grote gevolgen te hebben voor de reductiedoelstelling voor stikstof en fosfor. Dit betekent dat als benedenstrooms de doelstellingen van de KRW gehaald dienen te worden de opgave bovenstrooms groter wordt dan strikt genomen nodig om de beoogde doelstellingen ter plaatste te halen. Afwenteling wordt voorkomen door bovenstrooms in feite extra maatregelen te nemen.

Natuurbeleid en KRW

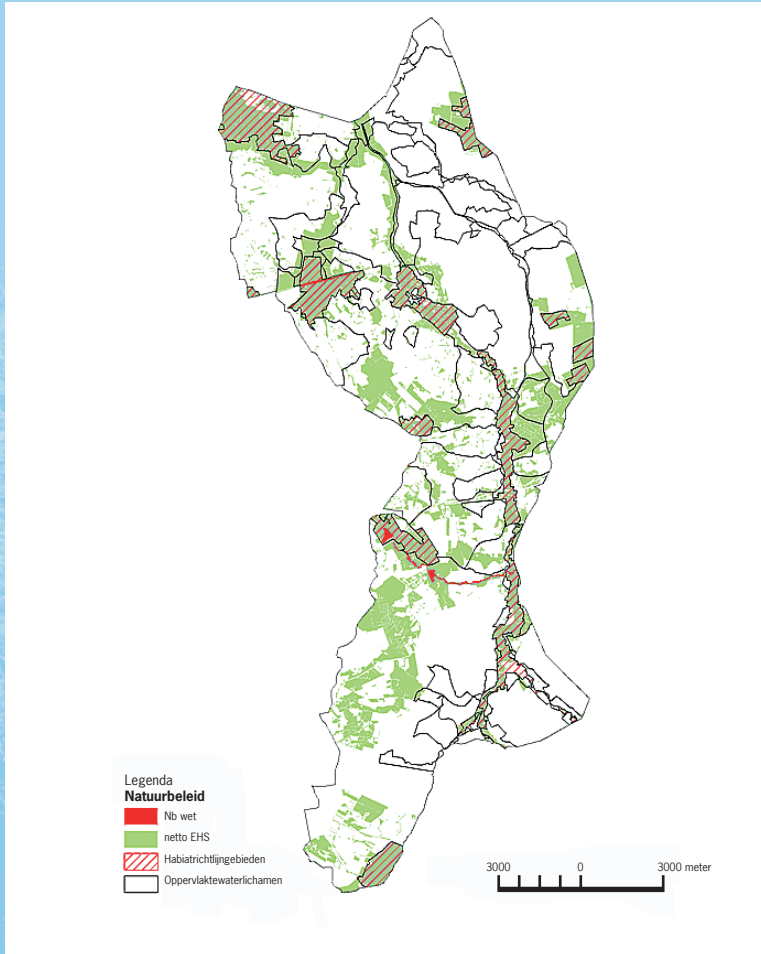
Het natuurbeleid in Nederland wordt ruimtelijk vastgelegd in de Europese Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn, de Natuurbeschermingswet en de Ecologische Hoofdstructuur. Het aanwijzen van deze gebieden als beschermde gebieden voor het register van de Europese Kaderrichtlijn Water heeft consequenties als het gaat over de resultaatverplichting voor doelen en maatregelen. De KRW stelt namelijk dat voor deze beschermde gebieden uiterlijk 15 jaar na de datum van inwerkingtreding van de KRW moet worden voldaan aan alle normen en doelstellingen. Dit houdt in deze gebieden voldaan moet worden aan zowel de normen en doelstellingen

van de KRW, daarnaast hebben deze natuurgebieden vanuit andere richtlijnen specifieke doelstellingen. Deze doelstellingen zijn meestal ambitieuzer dan de doelstellingen van de KRW. Het opnemen van deze natuurgebieden in het register van de KRW zorgt daardoor voor een grotere opgave om aan de doelstellingen te voldoen. Om aan de specifieke doelstellingen in een waterlichaam te kunnen voldoen zal de instroom van stoffen (met name N en P) uit bovenstrooms gelegen waterlopen moeten worden teruggebracht.

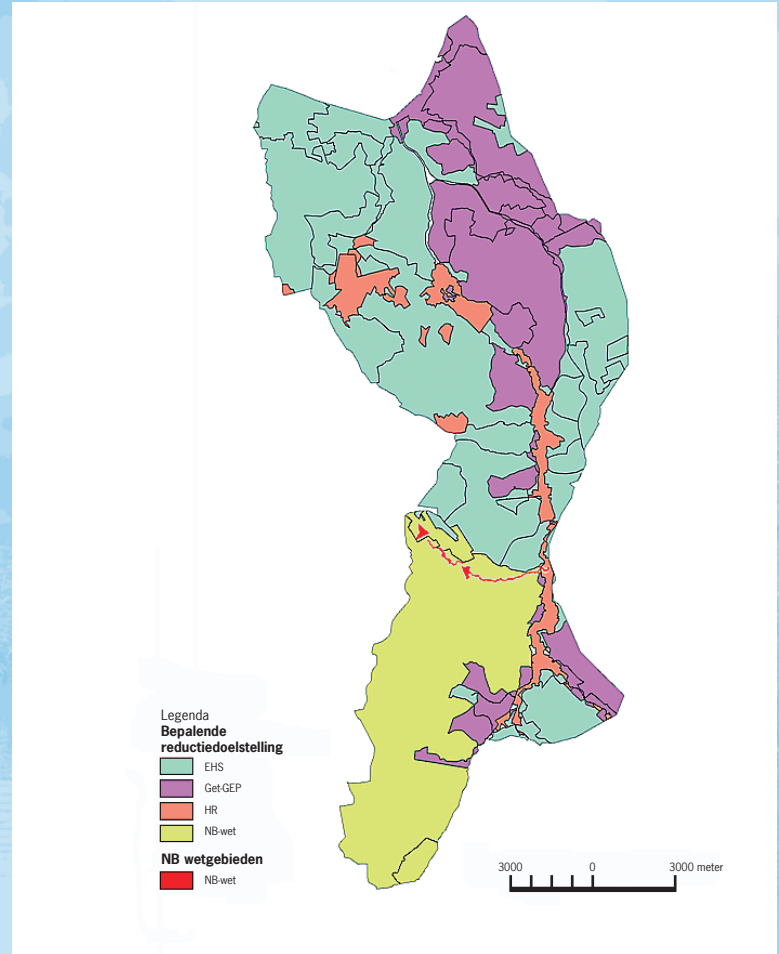
In het project Natuurbeleid, de Kaderrichtlijn Water en Landbouw zijn de gevolgen van het natuurbeleid voor de KRW-doelen en maatregelen voor het stroomgebied van de Dinkel verkend.

De Dinkel

Het stroomgebied van de Dinkel ligt deels in het oosten van Nederland en deels in Duitsland. De invloed van Duitsland op de oppervlaktekwaliteit van het Nederlandse deel van de Dinkel is aanzienlijk. Hierdoor is het realiseren van KRW doelstellingen in dit deel van het stroomgebied een internationale aangelegenheid. Binnen het Nederlandse deel van het stroomgebied van de Dinkel liggen gebieden die zijn opgenomen in het



Figuur 1 Natuurbeleid in het stroomgebied van de Dinkel



Figuur 2 Natuurbeleid dat zorgt voor de meest bepalende reductiedoelstelling in de Dinkel

natuurbeleid (figuur 1). Het gaat hierbij om Habitatrichtlijn gebieden, gebieden die vallen onder de Ecologische Hoofdstructuur en een natuurgebied dat onder de Natuurbeschermingswet valt. Deze gebieden hebben vanuit het natuurbeleid specifieke kwaliteitsdoelstellingen. In het project Natuurbeleid, de Kaderrichtlijn Water en Landbouw is gewerkt met de aanname dat alle bovenstrooms gelegen waterlichamen in dezelfde mate maatregelen moeten nemen teneinde de reductiedoelstelling van een benedenstrooms gelegen natuurgebied te kunnen halen. Wanneer bijvoorbeeld de instroom van nutriënten in het benedenstrooms gelegen natuurgebied zou moeten halveren verdubbelt de reductiedoelstelling voor alle bovenstrooms gelegen waterlichamen.

De ruimtelijke werking is voor het stroomgebied zichtbaar gemaakt door voor alle waterlichamen te bepalen welk doel voor de waterlichamen uiteindelijk de reductiedoelstelling bepaalt. De KRW-doelstellingen blijken voor veel waterlichamen en dus grote delen van het studiegebied te worden aangescherpt door de doelen in de natuurgebieden. Een klein NB-wet gebiedje is bijvoorbeeld voor een groot deel van het stroomgebied bepalend (figuur 2). Met andere woorden, de externe ruimtelijke werking van natuurgebieden met specifieke doelen is in het stroomgebied van de Dinkel groot. Het aanwijzen van natuurbeleidgebieden onder het register van de KRW heeft door de externe ruimtelijke werking grote gevolgen voor emissie-bronnen als landbouw.

Gevolgen

De gevolgen van de verschillende ambities van het natuurbeleid op bronnen als landbouw zijn afhankelijk van de voorgenomen waterkwaliteitsdoelstellingen voor de bescherming van de natuurgebieden en de bijdrage van de bron aan de nutriëntenbelasting van de oppervlaktewaterlichamen. Wanneer de instroom uit bovenstroomse waterlichamen naar de natuurgebieden aanzienlijk is moet deze worden gereduceerd en worden de natuurgebieden in veel gevallen maatgevend voor de doelstellingen van de bovenstrooms gelegen oppervlaktewaterlichamen. Dit betekent dat bovenstrooms maatregelen genomen dienen te worden om de doelstellingen in de benedenstroomse natuurgebieden te bereiken.

In het project Natuurbeleid, de Kaderrichtlijn Water en Landbouw is er vanuit gegaan dat alle bovenstrooms gelegen waterlichamen in dezelfde mate maatregelen moeten nemen teneinde de reductiedoelstelling van een benedenstrooms gelegen natuurgebied te kunnen halen. Er is hierbij geen rekening gehouden of dit ook daadwerkelijk gerealiseerd kan worden. Wanneer wel rekening wordt gehouden met de haalbaarheid van maatregelen zal de externe ruimtelijke werking voor het stroomgebied van de Dinkel nog groter blijken. Ook dient rekening gehouden te worden met de regionale verschillen; maatregelen is maatwerk!



Henk Wolfert en Jos Karssemeijer (LNV)

Langs de grote rivieren loont het om toe te werken naar een geïntegreerd beheerplan KRW - Natura 2000 binnen de randvoorwaarde van veiligheid. Uit een verkenning voor de IJssel is gebleken dat de knelpunten niet zo groot zijn, maar dat de drie sporen elkaar wel kunnen vastzetten. Met flexibiliteit, een goede communicatie en afstemming op het niveau van het riviertraject kan synergie bereikt worden. Dat vraagt om een gezamenlijke beheersvisie en regie op de planvoorbereiding.

Drie sporen

Er wordt hard gewerkt aan de implementatie van de Kaderrichtlijn Water en de implementatie van Natura 2000 (de Vogel- en Habitatrichtlijnen). Momenteel gaat de discussie vooral over doelen en maatregelen, maar uiteindelijk moeten alle voorbereidingen landen in meerjarige beheerplannen: het stroomgebiedsbeheerplan en het beheerplan Natura 2000. Langs de grote rivieren speelt daarnaast de uitvoering van het beleidsvoornemen Ruimte voor de Rivier, gericht op de handhaving van de veiligheid tegen overstroming. Deze drie 'sporen' lopen in principe onafhankelijk van elkaar en hebben verschillende tijdspaden. Echter, de sporen zullen elkaar in het veld ontmoeten omdat maatregelen vanuit het ene spoor invloed hebben op de doelen en maatregelen van een ander spoor terwijl zij ook vaak betrekking hebben op hetzelfde gebied. In een werkgroep zijn daarom de raakvlakken tussen deze sporen in beeld gebracht en is verkend waar synergie zit, waar conflicten kunnen ontstaan en hoe die voorkomen kunnen worden. Er is samengewerkt door deskundigen van Rijkswaterstaat, RIZA, Provincie Gelderland, LNV, SBB en Alterra.

Integratie loont de moeite

Op hoofdlijnen gaan de doelstellingen van de KRW, Natura 2000 en Veiligheid in dezelfde richting: alle drie beogen een robuust en natuurlijker riviersysteem. Met name de KRW en Natura 2000 wijzen in één richting: de ecologische doelstellingen van de KRW en de Natura 2000-instandhoudingsdoelen overlappen elkaar gedeeltelijk en zijn in principe goed te combineren. Verder blijkt uit deze verkenning voor de IJssel dat de knelpunten niet zo groot zijn als gedacht. Zonder afstemming liggen echter tal van conflicten op de loer. De doelstellingen van Natura 2000 en veiligheid vereisen, bijvoorbeeld, een zorgvuldige afstemming vanwege mogelijke opstuwing van water door meer natuurlijke vegetatie. Problemen kunnen voorkomen worden door niet alleen te werken op het niveau van de afzonderlijke locaties, maar door al eerder een goede afstemming te realiseren op een hoger schaalniveau, namelijk dat van het riviertraject of de riviertak. Met flexibiliteit, een goede communicatie en regie op dat schaalniveau kunnen de drie sporen elkaar versterken. Het verdient dan ook sterke aanbeveling om voor de realisatie van doelen voor de KRW en Natura 2000, binnen de randvoorwaarde van veiligheid een integrale visie op te stellen en deze vervolgens in een beheerplan uit te werken. Een gezamenlijke gebiedsgerichte uitwerking leidt naar verwachting niet alleen tot synergie, maar ook tot meer resultaat en kostenbesparing. Bovendien vereenvoudigt een integrale aanpak de communicatie met de bewoners van de streek.

Goede organisatie nodig

Bij de gebiedsspecifieke uitwerking van doelen en de vertaling in maatregelenprogramma's is een nauwe samenwerking tussen water- en natuurbeheerders nodig, om conflicterende doelstellingen te vermijden, de mogelijkheden voor synergie

optimaal te benutten en om door communicatie de omgeving te betrekken bij de keuzen. In de verkenning is daartoe een stappenplan geïntroduceerd ter ondersteuning van de afwegingen die gemaakt moeten worden om te komen tot een uitwerking van een beheerplan waarin KRW, Natura 2000 veiligheid en andere doelen en aspecten geïntegreerd worden. De provincie dient deze regierol op te pakken, omdat provincies verantwoordelijk zijn voor de ruimtelijke ordening. Het is wenselijk dat de regie zich niet beperkt tot de planvorming, maar dat ook afspraken worden gemaakt over uitvoering, beheer, monitoring en handhaving.

De juiste locaties kiezen

Bij concrete maatregelen op het gebied van inrichting en beheer kunnen spanningen ontstaan. Het gaat dan met name om de tegenstelling tussen het behoud van bestaande waarden en de ontwikkeling van nieuwe ecologische waarden op specifieke locaties. Het betreft niet alleen spanningen tussen de doelen van de KRW en Natura 2000, ook binnen de doelstellingen van deze richtlijnen kunnen spanningen bestaan. Deze spanning tussen doelstellingen kan worden opgelost door een goede locatiekeuze voor maatregelen en door optimalisering van de inrichting. Oplossing van conflicten op lokaal niveau is veelal mogelijk op het niveau van het gehele riviertraject. Door het ontzien van (locatiegebonden) bestaande waarden en het zoeken van geschikte locaties voor ingrepen kunnen problemen voorkomen worden, en worden doelstellingen complementair. Binnen de grote riviertrajecten is daarvoor voldoende ruimte. Daarbij is het gewenst meer aandacht en ruimte te geven aan de verbeteropgave van Natura 2000 doelen. In vergelijking met de behoudsopgave geeft de verbeteropgave meer mogelijkheden voor afstemming en meekoppeling. De landelijke implementatie moet voldoende ruimte laten voor een geïntegreerde gebiedsspecifieke uitwerking.

Conclusie

Het loont om toe te werken naar een geïntegreerd beheerplan KRW - Natura 2000 binnen de randvoorwaarde van veiligheid. Door afstemming op het niveau van het riviertraject of riviertak kan synergie worden bereikt en kunnen conflicten voorkomen worden. De besluitvorming over een integraal beheerplannen voor de KRW en voor Natura 2000 moet goed georganiseerd worden.



21

De volgende puzzelstukjes voor de KRW: blik op de toekomst voor het Wagenings onderzoek

Cees Kwakernaak, Piet Verdonshot, Oscar Schoumans en Frank van der Bolt

In de afgelopen periode lag het accent sterk op selectie en onderbouwing van KRW-doelen met bijbehorende milieuraandvoorwaarden en op het kwalitatief vaststellen van de kosten-effectiviteit van maatregelen.

In de komende periode worden stroomgebiedbeheersplannen opgesteld. Dit vraagt om meer inzicht in effectiviteit en kosten van maatregelpakketten. Ook zal de oplossing van de 'wateropgaven' steeds meer bestudeerd worden als onderdeel van de 'ruimtelijke opgaven'. Daarbij zal het blikveld sterker regionaal en Europees gericht gaan worden.

2004-2006: de eerste gaten gedicht

Met de verkennende studie 'Aquarein' bracht Alterra in samenwerking met het LEI en de Animal Science Group het belang van een systematische benadering bij de keuze van doelen en maatregelen overtuigend naar buiten. Duidelijk werd dat de KRW grote gevolgen kan hebben voor de economie, met name de landbouw, afhankelijk van het gekozen ambitieniveau en van de omvang van de deelstroomgebieden. Tijdens het werkproces voor de Aquarein-studie werd echter ook duidelijk dat er nog tal van onzekerheden bestonden over de interactie tussen aquatische ecologie, waterkwaliteit, grond- en oppervlaktewaterstroming en economie. Prioritaire kennislacunes betroffen allereerst de abiotische randvoorwaarden voor ecologische doelen voor waterlichamen. Verder was er onvoldoende kennis over effecten en effectiviteit van maatregelen, met name om de belasting met meststoffen te verminderen. Zo was het in de Aquarein-studie niet mogelijk om rekening te houden met processen en ruimtelijke relaties binnen watersystemen. Tenslotte was ook duidelijk dat de

inschatting van de landbouweconomische gevolgen in de Aquarein-studie veel verbetering en verfijning behoefde. Het gevolg was dat in het WUR-onderzoek vanaf 2004 een omvangrijke 'reparatieslag' is uitgevoerd teneinde deze essentiële kennislacunes voor verantwoorde keuzen over doelen en maatregelen te dichten. Dit boekje geeft een overzicht van 'the state of the art'.

De opgaven voor de komende jaren

De waterschappen zullen samen met andere partijen voorlopig nog alle energie moeten steken in het bepalen van maatregelen om op kosten-effectieve wijze de benodigde verbeteringen in watersystemen te realiseren. Het onderzoek op dit terrein zal hiervoor zeker nog jaren door moeten gaan.

De waterbeheerders staan voor de taak om ecologische doelen voor regionale watersystemen vast te stellen met de daarbij behorende milieuraandvoorwaarden. Ook zullen ze de benodigde maatregelen moeten vaststellen en uitvoeren. De relatie maatregel - ecologisch effect is een belangrijke kennislacune van dit moment.

Wat er de komende jaren bij gaat komen is het vastleggen van taakstellende afspraken in stroomgebiedbeheersplannen en in ruimte- en waterplannen van provincies, gemeenten en waterschappen. Dat betekent dat de 'wateropgaven' onderdeel moeten gaan worden van de totale 'ruimte-opgaven' voor (stroom-)gebieden. De grote uitdaging zal zijn in hoeverre en op welke wijze de wateropgaven in samenhang met andere gebiedsvraagstukken kunnen worden opgelost.

Dan gaat het bijvoorbeeld om oplossing van de wateropgave in combinatie met:

- de ontwikkeling van nieuwe woon- en recreatiegebieden;
- herstel van cultuurhistorische waarden en regionale identiteit;
- gevolgen van de liberalisering van de landbouwmarkt;
- omschakeling naar duurzame energiebronnen;
- gevolgen van klimaatverandering.

Wat dat laatste betreft zal het wateronderzoek zich sterk moeten richten op verkenning van mogelijkheden tot adaptatie aan klimaatverandering, zoals drogere en warmere zomers, meer extreme regenbuien, en oprukkende verzilting.

De vraag naar de veerkracht en persistentie van waterecosystemen staat aan de basis van een meer dynamisch waterbeheer. Dynamisch in de zin van het accepteren van enige dynamiek als gevolg van door mens en klimaat veroorzaakte veranderingen, waarbij kennis over de draagkracht en veerkracht van ecosystemen cruciaal is. Daarnaast is het flexibel en regiospecifiek optreden van de waterbeheerder van groot belang.

Kortom: het wateronderzoek voor de KRW zal er de komende jaren niet eenvoudiger op worden, want de vraagstukken worden steeds regiospecifieker, complexer en omvangrijker. Vaak wordt maatwerk gevraagd. En de vraagstukken stoppen niet bij de landsgrenzen. Het gaat om Europees beleid voor grensoverschrijdende stroomgebieden en waterlichamen.

Zwaartepunten in toekomstig KRW-onderzoek

De nadere invulling van de KRW wateropgaven vraagt om verdere kennisopbouw over watersystemen, met name op de volgende punten:

- Een versnelling in en regionalisering van het onderzoek naar de kenmerken van natuurlijke oppervlaktewatersystemen als referentie voor het ecologisch potentieel van veranderde watersystemen. Middels het uitwerken van voorbeelden dient een methodiek te ontstaan die breed toegepast kan gaan worden.
- Kennisopbouw vanuit onderzoek en praktijk over het ecologisch rendement van

maatregelen in verschillende regiospecifieke watersystemen, vastgelegd in beslissingsondersteunende systemen die de brug vormen tussen expert en uitvoerder.

- Kennisopbouw over functionele relaties in waterecosystemen om begrippen als persistentie, veerkracht en duurzaamheid van inhoud te voorzien. Tevens is kennis nodig over sleutelfactoren en processen om gericht te kunnen sturen, rekening houdend met de bron-pad-effect-relaties. Deze kennis is essentieel bij discussies over meekoppeling van functies en bij transities in inrichting en beheer.
- Maatregelen beogen herstel teweeg te brengen. Herstel blijft echter vaak om diverse redenen uit. Onderzoek gericht op het meten van effecten van maatregelen en op het vinden van oorzaken van uitblijvend herstel bij getroffen maatregelen in watersystemen is essentieel om met succes herstelmaatregelen te kunnen treffen in verschillende gebiedssituaties.
- Klimaatverandering brengt meer dynamiek met zich mee. In hoeverre zijn waterecosystemen in staat deze grotere variatie te bufferen? Of zullen we meer flexibel moeten omgaan met ecologische doelen? Hoe moeten we de gevolgen van toename van dynamiek door klimaatverandering waarderen?

De vertaalslag van wateropgaven naar ruimtelijke opgaven zal de komende tijd vragen om heel ander onderzoek, waarbij overigens de resultaten van (monitor)onderzoek naar relaties tussen doelen, oorzaken, maatregelen en kosten essentiële bouwstenen vormen. Dit type onderzoek zal de volgende kenmerken hebben:

- Een gebiedsgerichte en integrale benadering waarin de te realiseren verbeteringen in watersystemen onderzocht worden op meekoppelingsmogelijkheden met andere gewenste ontwikkelingen, zoals voor wonen, recreatie, landbouw, natuur, energie. Dit daagt uit tot technische en bestuurlijke innovaties in waterbeheer, stedenbouw en plattelandontwikkeling. Het vraagt ook om een creatieve inzet van gebiedsgericht in te zetten instrumenten en fondsen.
- Een koppeling van natuurwetenschappelijk en sociaalwetenschappelijk onderzoek, waarbij de eerste categorie onderzoek helder maakt wat fysieke gevolgen zijn van gebiedskeuzen. Daarbij zal het sociaalwetenschappelijk onderzoek vooral gaan

over de vraag hoe beoogde transities in waterbeheer en ruimtegebruik in gebieden gerealiseerd kunnen worden met alle betrokken partijen erbij, en hoe die transities bestuurlijk-juridisch en financieel geregeld en vastgelegd kunnen worden.

- Een gezamenlijke verantwoordelijkheid van onderzoekers, beleids- en beheersverantwoordelijken en maatschappelijke actoren bij het formuleren en ook bij het uitvoeren van het onderzoek. Immers zullen er continu keuzes moeten worden gemaakt en worden beoordeeld op hun effecten. Kortom: meer transdisciplinair onderzoek, waarin deskundigheid van onderzoekers wordt samengebracht met praktijkervaring en netwerkrelaties van burgers en bestuurders.
- Onderzoeksresultaten moeten inzichtelijk worden gemaakt om deze te kunnen beoordelen vanuit de optiek van bijvoorbeeld duurzaamheid, maatschappelijke acceptatie, belevingswaarde en combineerbaarheid met andere gebiedsdoelen. Gedacht wordt aan presentatie in 3-D vorm, in digitale kaartbeelden en in integrale kosten-baten vergelijking.

De eerste ervaringen met dergelijk onderzoek doen we inmiddels al op, bijvoorbeeld in het project 'Waarheen met het Veen?'. Wat ons betreft volgen nog soortgelijke gebiedsspecieke uitwerkingen, zoals 'Waarheen met de beekdalen?', 'Waarheen met de zeeleigebieden?' of 'Waarheen met de Randstadregio?'



Ten slotte

Hopelijk heeft u dit boekje met veel interesse gelezen. Met dit boekje hebben wij u willen laten zien dat Wageningen Universiteit en Researchcentrum veel doet aan kennisontwikkeling ten behoeve van de implementatie van de Europese Kaderrichtlijn Water. Er zijn meer studies uitgevoerd door Wageningen UR die relevant zijn voor een goede implementatie van de Kaderrichtlijn Water. Voor een overzicht van onderzoek dat Wageningen UR in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit verricht verwijzen wij u naar de website www.kennisonline.wur.nl. Naar aanleiding van dit boekje kunt u contact opnemen met Dorothée Leenders (0317-474279/ dorothee.leenders@wur.nl).

Dorothée Leenders en Cees Kwakernaak (redactie)



Onderzoeksproducten per artikel

1. Aquarein: een eerste verkenning van de impact van de Europese Kaderrichtlijn Water

Bolt, F.J.E van der, H. van den Bosch, Th. C.M. Brock, P.J.G.J. Hellegers, C. Kwakernaak, T.P. Leenders, O.F. Schoumans, P.F.M. Verdonschot, 2003. AQUAREIN; Gevolgen van de Europese Kaderrichtlijn Water voor landbouw, natuur, recreatie, en visserij. Wageningen, Alterra rapport 835.

www.kaderrichtlijnwater.nl

2. Bouwstenen voor uitvoering KRW in Nederland

Elbersen, J.W.H., P.F.M. Verdonschot, B. Roels & J.G. Hartholt, 2003. Definitiestudie KaderRichtlijn Water (KRW); I. Typologie Nederlandse Oppervlaktewateren. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 669.

Verdonschot, P.F.M., R.C. Nijboer & H.E. Vlek, 2003. Definitiestudie KaderRichtlijn Water (KRW); II. De ontwikkeling van maatlatten. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 753.

Nijboer, R.C., 2003 Definitiestudie KaderRichtlijn Water (KRW); III. Het invullen van referentietoestanden. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 754.

Van der Molen (red), 2004. Referenties en concept-maatlatten voor meren voor de Kaderrichtlijn Water. Utrecht, STOWA.

Van der Molen (red), 2004. Referenties en concept-maatlatten voor rivieren voor de Kaderrichtlijn Water. Utrecht, STOWA.

3. Hernieuwde aandacht voor fosfaat

Chardon, W.J., and G.F. Koopmans. 2004. Phosphorus accumulation in Dutch soils: History, policies and options. p. 10. In W.J. Chardon and G.F. Koopmans (ed). IPW4 - Proceedings of the 4th Int. Phosphorus Workshop, 16th - 19th August 2004, Wageningen, The Netherlands.

Chardon, W.J., Oenema, O., Schoumans, O.F., Boers, P.C.M., Fraters, B., and Geelen, Y.C.W.M. 1996. Verkenning van de mogelijkheden voor beheer en herstel van fosfaatlekkende landbouwgronden. Rapporten Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek, Deel 8, Wageningen.

Schoumans, O.F. en P. Groenendijk (2006). Methodiek voor het vaststellen van een fosfaatlekkende grond. In voorbereiding.

Schoumans, O.F., and Kruijine, R. & D.T. van der Molen, 1995. Vermindering fosfaatuitspoeling. Mogelijkheden bij fosfaatverzadigde gronden. Landschap 12/6: pag 63-73.

Schoumans, O.F., O. Oenema, en T.E.M. van Leeuwen, 1998. Normstelling in het metsbeleid; wetenschappelijke inhoudelijke achtergronden. Milieu 1998: 174-184.

Schoumans, O.F. (2004). Inventarisatie van de fosfaatverzuivering van landbouwgronden in Nederland. Alterra rapport 730.4. Alterra, Wageningen. In het kader van de Evaluatie Meststoffenwet.

Willems, W.J., A.H.W. Beusen, L.V. Renaud, H.H. Luesink, J.G. Conijn, H.P. Oosterom, G.J. v.d. Born, J.G. Kroes, P. Groenendijk, O.F. Schoumans, 2006. Nutriëntenbelasting van bodem en water: evaluatie van de gevolgen van het nieuwe mestbeleid. Bilthoven: Milieu- en Natuurplanbureau & Wageningen UR, 2006. Rapport 50031003. 111 pp.

4. Uitspoeling van zware metalen uit de bodem naar het oppervlaktewater

Bonten, L.T.C., D.J. Brus, 2006. Belasting van het oppervlaktewater in het landelijk gebied door uitspoeling van zware metalen; Modelberekeningen t.b.v. emissieregistratie 2006 en invloed van redoxcondities. Rapportnummer 1340, Alterra, Wageningen.

5. KIS Maatregelen in het landelijk gebied

Corré, W.J., W. van Dijk, J.C. Middelkoop, I.G.A.M. Noij, O.A. Clevering, L.V. Renaud, J.P.T. van Bakel, 2006. Kosteneffectiviteit van maatregelen ter verbetering van de waterkwaliteit in het landelijke gebied. Maatregelen voor P-lekkende gronden. Alterra-rapport in prep.

Corré, W.J., W. van Dijk, J.C. Middelkoop, I.G.A.M. Noij, O.A. Clevering, L.V. Renaud, J.P.T. van Bakel, 2007. Kosteneffectiviteit van maatregelen ter verbetering van de waterkwaliteit in het landelijke gebied. Bufferstroken en alternatieve maatregelen. Alterra-rapport in prep.

Os, E.A., F.J.E. van der Bolt, I.G.A.M. Noij, J.G. Groenwold en P.J.T. van Bakel, 2006. KIS maatregelen water- en stoffenhuishouding in het landelijke gebied. Gestructureerd bepalen van effecten van maatregelen voor verschillende schaalniveaus op basis van ruimtelijke kenmerken. Alterra-rapport. In prep.

6. Kosteneffectiviteit van milieumaatregelen in de landbouw

Clevering O.A., Dijk W. van, Schoot J.R. van, Schils R.L.M., Werd, H.A.E. de en Wekken, J.W. van der (2006). Maatregelenpakketten KRW-Flevoland. PPO-rapport 500004a

Paludan, C., Alexeyev, F.E., Drews, H., Fleischer, S., Fuglsang, A., Kindt, T., Kowalski, P., Moos, M., Radlowki, A., Stromfors, G., Westberg, V. and Wolter, K. (2002). Wetland management to reduce Baltic sea eutrophication. - Water Science and Technology 45: 87-94.

7. Fosfaatpilot Limburg voor effectieve maatregelen tegen fosfaatsuitspoeling

Noij, I.G.A.M., P.J.T van Bakel, R.A. Smidt, H.T.L. Massop en W.J. Chardon (2006). Fosfaatpilot Noord- en Midden-Limburg. Plan van Aanpak en Monitoring. Rapport 1255, Alterra, Wageningen. In druk.

8. Effectiviteit van bemestingsvrije perceelsranden

Noij, G.-J., 2006. Effectiveness of buffer strips in the Netherlands. Research plan. Effectiveness of buffer strips publication series 1, Alterra, Wageningen, 20 p.
van Bakel, J., H. Massop & A. van Kekem, 2006. Onderzoek naar bemestingsvrije perceelsranden. Keuze van representatieve locaties, beschrijving van proeflocaties en opschaling. Effectiveness of buffer strips publication series xxx, Alterra, Wageningen, xxx p (in voorbereiding).

van Beek, C.L., M. Heinen, O.A. Clevering & J. van Kleef, 2005. Nitraatconcentraties in het bovenste grondwater in een bufferstrook en aangrenzende akker. Resultaten van twee jaar experimenteel onderzoek aan een grasbufferstrook op zandgrond op akkerbouwbedrijf Vredepeel. Alterra-rapport 1263, Alterra, Wageningen, 78 p.

9. Waterpark het Lankheet: innovatie van waterbeheer en landgebruik

Brochure juni 2006. Waterpark Het Lankheet. Waar land en water elkaar raken en maken. Op aanvraag verkrijgbaar bij Adrie van der Werf (adrie.vanderwerf@wur.nl)

Hydrologische berekeningen voor landgoed Lankheet 2006. PE Dik, PJT van Bakel, MJD Hack-ten Broeke & EP Querner. Alterra, Wageningen 2006.
Experimenteren met riet, zuivering en energie. Nieuwe Groen Carrière 2005, (4): 7-9

Riet voor waterzuivering en recreatie. Tuin & Landschap, 11 mei 2006, pp 52-55

Het Lankheet. Jaarverslag 2005 Nationaal Groenfonds, pp. 30-31

www.hetlankheet.nl

10. AQUAHERSTEL: Herstelproject uitvoeren? Leren van elkaar!

Nijboer, R.C., 2004. Een expertsysteem voor de keuze van hydrologische maatregelen. Literatuurstudie naar hydrologische maatregelen en de effecten op sloot- en bekecosystemen. Alterra-rapport 1066, Alterra, Wageningen.

Nijboer, R.C., Van Diepen, L.T.A., & Higler, L.W.G., 2004. Een expertsysteem voor de keuze van hydrologische maatregelen: III Inventarisatie van hydrologische herstelprojecten. Alterra-rapport 1067, Alterra, Wageningen.

<http://aquaherstel.wur.nl>

11. Versterking van het zelfreinigend vermogen van oppervlaktewateren

Klein, J.J.M. and A.A. Koelman, 2004. Modeling seasonal and annual retention of nutrients in lowland 4 river catchments. Department of Environmental Sciences, Aquatic Ecology and Water Quality Management group, Wageningen University.

Smit, A.A.M.F.R., D.J.J. Walvoort en P. Groenendijk, 2006. Analyse van de retentierelaties voor stikstof en fosfor in de stroomgebieden van de Drentse Aa en de Schuitenbeek (in voorbereiding), Alterra, Wageningen.

12. Systeemkennis als basis voor waterzuivering

Harmsen, J., A. van den Toorn en J. van den Bergs, 2002 Waterkwaliteit en diergezondheid: Extra problemen in veenweidegebieden? Bodem, 12(4), 141-143.

Harmsen, J. en G.H.P. Arts, 2006. Advies versneld baggeren. Rapportage Helpdeskvraag Vitaal platteland, HD1010. Alterra Wageningen

Harmsen, J., 2004. Landfarming of polycyclic aromatic hydrocarbons and mineral oil contaminated sediments. PhD-thesis Wageningen Universiteit

Harmsen, J., C. Sonneveld en F. Brandsen, (2002). Baggerprobleem koppelen aan inrichtingskansen. Arena, 6, 8-9.

Harmsen, J., A. van den Toorn en A.J. Zweers, 2005. Natuurlijke immobilisatie van zware metalen in de Roeventerpeel. Alterra-rapport 1125

www.watervast.org

13. MKBA maakt besluit over KRW-doelen en maatregelen mogelijk

Reinhard, S., A. Gaaff, J. van Bakel en K. van Bommel (2004) Waarderen van water in een regionaal watersysteem. Den Haag, LEI-rapport. 4.04.03.

Reinhard, A.J., K.H.M. van Bommel, S.R.M. Janssens en M.J. Koning (2005) Knopen en knoppen in de economische analyse van de EU Kaderrichtlijn Water. Den Haag, LEI, Rapport 4.05.06.

Gaaff, A., M. Strookman en S. Reinhard (2003) Kosten en baten van alternatieve inrichtingen van de Horstermeerpolder. Den Haag, LEI. Rapport 4.03.09.

Gaaff, A., M. Strookman en S. Reinhard (2003) Inrichtingsvarianten van het Apeldoorns Kanaal; Toepassing van Maatschappelijke Kosten-Batenanalyse in een interactief proces. Den Haag, LEI. Rapport 4.03.08.

Reinhard, S. en W. van Deursen (2006) Kengetallen MKBA 'Schetsontwerp' Perkpolder. Rapport voor ComCoast.

Reinhard, S en A. Gaaff (2006) Cost-benefit analysis in interactive planning processes; an interactive instrument in an integrated approach. Paper to be presented at the ERSA conference in Volos (31 August - 2 September)

Reinhard, S., J. Vreke, W. Wijnen, A. Gaaff, M. Hoogstra (2003) Integrale afweging van ruimtegebruik Ontwikkeling van een instrumentarium voor het beoordelen van veranderingen in aanwending van ruimte. Den Haag, LEI-rapport. 4.03.03

Reinhard, S., A.Gaaff, W. van Deursen, P. Roza, K. van Bommel, E. Bos, J. Jager, S. Groot en L. van Staalduinen. (2006) Additionele kosten en sociaal-economische gevolgen van Natura 2000; Een quick scan. Den Haag, LEI-rapport. 4.06.04

Wijnen, W., H. Hofsink, E. Bos; C. van der Hamsvoort en L. de Savornin Lohman (2002) Baten en kosten van natuur; een regionale analyse van het Roerdal. Den Haag, LEI, Rapport 4.02.09;

14. Aanvullende maatregelen in de melkveehouderij: zoeken en bemiddelen

Hoving, I.E. en L. Absil, 2005.Kaderrichtlijn Water gaat verder dan terugbrengen bemesting. Wageningen, AgriMedia BV. V-focus december 2005.

Knotters, M., 2005. Monitoringstrategie voor de oppervlaktewaterkwaliteit van melkveebedrijven in het veenweidegebied; anticiperen op de Europese Kaderrichtlijn Water. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1227

Themaboek, 1998. Agrarisch natuurbeheer westelijk veengebied. Resultaten en ervaringen van proefbedrijf Zegveld en demobedrijven 1991- 1998. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden, Lelystad

15. Boeren voor Natuur in Polder Biesland

Stortelder, A.F.H., R.A.M Schrijver, I.M. van den Top & H. Alberts; Boeren voor natuur. Scenario's voor het landelijk gebied. Wageningen, 2001. Alterra rapport 279.

Top, I.M. van den, A.H.F. Stortelder, T. Ekamper, J. Kruit, R.G.M. Kwak, R.A.M. Schrijver, J. Schievink & C. de Vries; Boeren voor natuur in de polder van Biesland. Wageningen, 2003. Alterra rapport 770.

www.boerenvoornatuur.nl

16. De beleving van water als basis voor succesvolle communicatie

Buijs, Arjen & Stefan Ouboter, 2005. Projectsamenvatting WaterTekens. (<http://www.watertekens.nl/files/ProjectsamenvattingWatertekens.pdf>)

Buijs, A.E., T. de Boer, A.L. Gerritsen, F. Langers, S. de Vries, M. v. Winsum-Westra, 2004. *Gevoelsrendement van natuurontwikkeling langs de rivieren*. Wageningen, Alterra rapport 868, Reeks belevingsonderzoek 9.

Jacobs, M., A.E. Van den Berg, R. van Kralingen, F. Langers & S. de Vries, 2002. *Waterbeelden: Een studie naar de beelden van waternatuur onder medewerkers van Rijkswaterstaat*. Alterra rapport 512.

P. Rip, K.Ykema, S. Ouboter, H. Sikma, 2006. Inrichtingsplan Egeltjesbos Uithoorn. (<http://www.watertekens.nl/files/Rapportage%20Egeltjesbos.pdf>)

www.watertekens.nl

17. Monitoren van nutriëntenstromen in stroomgebieden en polders

Roelsma, J., F.J.E. van der Bolt, T.P. Leenders & L.V. Renaud, 2006. Systeemanalyse voor het stroomgebied van Quarles van Ufford Fase 1. Alterra rapport 1274.

Kroes, J.G., F.J.E. van der Bolt, T.P. Leenders en L.V. Renaud, 2006. Systeemanalyse voor het stroomgebied van de Krimpenerwaard Fase 1. Alterra rapport 1273.

Jansen, H.C., L.V Renaud, T.P. Leenders & F.J.E. van der Bolt, 2006. Systeemanalyse voor het stroomgebied van de Schuitenbeek Fase 1. Alterra rapport 1272.

Roelsma, J., F.J.E. van der Bolt, T.P. Leenders & L.V. Renaud, 2006. Systeemanalyse voor het stroomgebied van de Drentse Aa Fase 1. Alterra rapport 1271.

Soppe, R.W.O., J. Roelsma, E. Bergersen & F.J.E. van der Bolt, 2006. Systeemverkenning Quarles van Ufford. Alterra rapport 970.

Arts, G.H.P., M. Groenendijk & F.J.E. van der Bolt, 2006. Systeemverkenning Krimpenerwaard. Alterra rapport 969.

Jansen, H.C., M.E. Sicco Smit & F.J.E. van der Bolt, 2006. Systeemverkenning Schuitenbeek. Alterra rapport 968

Roelsma, J., H. Wanningen & F.J.E. van der Bolt, 2006. Systeemverkenning Drentse Aa. Alterra rapport 967.

www.monitoringstroomgebieden.nl

18. Naar een ecologische monitoring voor de KRW

Vlek, H.E. & P.F.M. Verdonschot (2005) Kneipuntenanalyse toestand- en trendmonitoring KRW: Biologische monitoring in het Vechstroomgebied in relatie tot KRW verplichtingen. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1175, 77p.

Vlek, H.E., K. Dideren, P.F.M. Verdonschot (2006) Monitoring van aquatische natuur; KRW monitoring voor VHR doeleinden? Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1328, 125p.

19. Natuurbeleid en de Kaderrichtlijn Water: inzicht in ruimtelijke consequenties

Leenders, T.P., F.J.E. van der Bolt en E. Westein, 2006. Natuurbeleid, de Kaderrichtlijn Water en landbouw. Wageningen, Alterra- Rapport 134.

20. Geïntegreerd beheerplan KRW - Natura 2000 is de moeite waard

Karssemeijer, J., E. Hoogenboom, D. Verhoeven, A. Rimmelzwaal, N. Geilen, R. Lambermont, A. Hottinga, T. Portegijs en H. Wolfert (red.), 2005. Verkenning geïntegreerd beheerplan Natura 2000 en Kaderrichtlijn Water voor de IJssel. Rapport, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Directie Regionale Zaken West, Utrecht.

Auteurs Wageningen UR

Auteur	Instituut WUR	telefoonnummer	emailadres
Jan van Bakel	Alterra	0317-486436	Jan.vanbakel@wur.nl
Marike Boekhoff	ASG	0320-293460	Marike.boekhoff@wur.nl
Frank van der Bolt	Alterra	0317-486444	Frank.vanderbolt@wur.nl
Luc Bonten	Alterra	0317-486522	Luc.bonten@wur.nl
Arjen Buijs	Alterra	0317-474406	Arjen.buijs@wur.nl
Olga Clevering	PPO/AG	0320-291663	Olga.clevering@wur.nl
Wim Corré	PRI	0317-475792	Wim.corre@wur.nl
Wim van Dijk	PPO/AGV	0320-291543	Wim.vandijk@wur.nl
Tamara Ekamper ¹	Alterra	0317-477831	L&Rsecretariaat@wur.nl
Joop Harmsen	Alterra	0317-486432	Joop.harmsen@wur.nl
Marius Heinen	Alterra	0317-486493	Marius.heinen@wur.nl
Maarten Jacobs	Alterra	0317-474247	Maarten.jacobs@wur.nl
Jeroen de Klein	Alterra	0317-484844	Jeroen.deklein@wur.nl
Cees Kwakernaak	Alterra	0317-486438	Cees.kwakernaak@wur.nl
Dorothee Leenders	Alterra	0317-484279	Dorothee.leenders@wur.nl
Jantine van Middelkoop	ASG	0320-293464	Jantine.vanmiddelkoop@wur.nl
Gert-Jan Noij	Alterra	0317-486450	Gert-jan.noij@wur.nl
Rebi Nijboer ¹	Alterra	0317-478737	Piet.verdonschot@wur.nl
Erik van Os	PRI	0317-486445	Erik.vanos@wur.nl
Stijn Reinhard	LEI	070-3358210	Stijn.reinhard@wur.nl
Oscar Schoumans	Alterra	0317-486446	Oscar.schoumans@wur.nl
Robert Smit	Alterra	0317-486425	Robert.smit@wur.nl
Antonie van den Toorn	Alterra	0317-486501	Antonie.vandentoorn@wur.nl
Piet Verdonschot	Alterra	0317-478737	Piet.verdonschot@wur.nl
Pieter Vereijken	PRI	0317-476937	Pieter.vereijken@wur.nl
Hanneke Vlek	Alterra	0317-478727	Hanneke.vlek@wur.nl
Dennis Walvoort	Alterra	0317-486550	Dennis.walvoort@wur.nl
Adrie van der Werf	PRI	0317-475862	Adrie.vanderwerf@wur.nl
Henk Wolfert	Alterra	0317-474398	Henk.wolfert@wur.nl

¹ Bij het verschijnen van dit boekje is auteur niet meer werkzaam bij Wageningen UR.
Voor informatie over het onderzoek is in de lijst een ander telefoonnummer en emailadres opgenomen.

