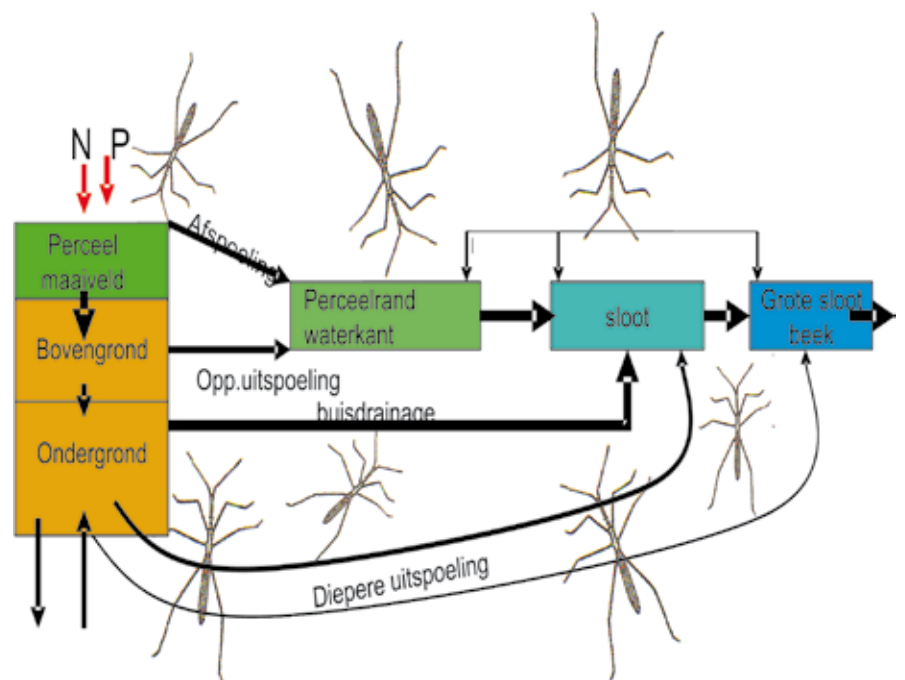




Kennissysteem voor het bepalen van effecten van brongerichte en hydrologische maatregelen op de uit- spoeling van N en P naar grond- en oppervlaktewater

Bijdrage maatregelen WB21 aan de realisatie van de KRW

E.A. van Os
I.G.A.M. Noij
P.J. van Bakel
W. de Winter
F.J. van der Bolt



Kennissysteem voor het bepalen van effecten van hydrologische maatregelen op de uitspoeling van N en P naar grond- en oppervlaktewater

**Kennissysteem voor het bepalen van effecten van brongerichte
en hydrologische maatregelen op de uitspoeling van N en P naar
grond- en oppervlaktewater**

Bijdrage maatregelen WB21 aan de realisatie van de KRW

**E.A. van Os
I.G.A.M. Noij
P.J. van Bakel
W. de Winter
F.J. van der Bolt**

Alterra-rapport 1863

Alterra, Wageningen, 2009

REFERAAT

Os, E.A. van, I.G.A.M. Noij, P.J. van Bakel, W. de Winter, F.J. van der Bolt, 2009. *Kennissysteem voor het bepalen van effecten van brongerichte en hydrologische maatregelen op de uitspoeling van N en P naar grond- en oppervlaktewater; bijdrage maatregelen WB21 aan de realisatie van de KRW*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1863. 50 blz. 6 fig.; 14 ref.; 5 bijl.

KIS-Hydrometra is een kennissysteem om de effecten van brongerichte en hydrologische maatregelen op de uitspoeling van N en P naar het oppervlaktewater te bepalen. Maatregelen zijn geordend op hun werking en in factsheets eenduidig beschreven en zijn toepasbaar op het agrarisch bedrijf. Factoren en rekenregels zijn bepaald om het effect op N en P uitspoeling over een gemiddelde periode van 2015-2030 te berekenen. Resultaten worden weergegeven per gebied in een kaart, grafiek of tabel. KIS-Hydrometra is een basisinstrument dat verder uitgebouwd kan worden. KIS-Hydrometra staat op internet en daar kan gebruiker zelf effecten berekenen <http://www.alterra.wur.nl/NL/onderzoek/Werkveld+Water+en+Klimaat/Integraal+Waterbeheer/KIS-Hydrometra/>

Trefwoorden: brongerichte maatregelen, fosfaat, water, hydrologische maatregelen, kennissysteem, KRW, stikstof, stroomgebied, stroomgebiedbeheerplan, uitspoeling, WB21,

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van www.alterra.wur.nl (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op www.boomblad.nl/rapportenservice.

© 2009 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 veelevoudigd 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.

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Probleemstelling	11
1.2 Werkwijze	12
2 Afbakening: keuzes vooraf	13
3 Maatregelen	17
3.1 Ordening	17
3.2 Werking	19
3.2.1 Predefinitie	20
3.2.2 Interpolatie	20
3.2.3 Rekenregels	21
3.2.4 Puntbron of end-of-pipe	21
4 Factsheets	23
5 Ontwerp Kennis Informatie Systeem Hydrometra	25
6 Discussie	29
7 Conclusies	33
Literatuur	35
<i>Bijlagen</i>	
1 Maatregelen tabel	37
2 Voorbeeld Factsheet Reducerende Maatregelen	40
3 Ingevulde factsheets Uitmijnen en Onderwaterdrains	41
4 Projectenlijst BO-onderzoek	47
5 Introductiepagina website	49

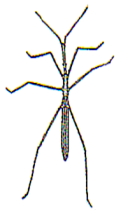
Woord vooraf

Het voor u liggende rapport is een verslag van het driejarig project “effecten van hydrologische maatregelen”. Het is een project waar veel mensen een kleine maar essentiële bijdrage hebben geleverd en waarin een kernteam inhoudelijk en technisch alle bijdragen bij elkaar heeft gebracht en de lijnen heeft uitgezet om tot dit resultaat te komen.

Allen wil ik, in alfabetische volgorde, bedanken voor hun aandeel:

Jan van den Akker, Erwin van Boekel, Wim Chardon, Olga Clevering, Wim van Dijk, Jan Groenwold, Joop Harmsen, Marius Heinen, Leo Renaud, Gerard Velthof.

Het project is uitgevoerd in opdracht van en gefinancierd door het ministerie van LNV (Elze Hemke), met medewerking van DLG (Wim Zeeman, Heiko Prak), waarvoor dank.



KIS-Hydrometra:

Een Kennis Informatie Systeem dat een verbinding legt tussen water (hydro) en maatregelen (metra) om door hydrologische maatregelen de uitspoeling van stikstof en fosfaat te verminderen en de kwaliteit van het oppervlaktewater te verbeteren. Hydrometra is ook een

Samenvatting

KIS-Hydrometra is een kennissysteem om op eenduidige wijze het effect van brongerichte en/of hydrologische maatregelen op de diffuse uitspoeling van N en P naar het oppervlaktewater te berekenen. Bedoeld zijn maatregelen die door de ondernemer op zijn agrarisch bedrijf kunnen worden genomen. De gebruiker van KIS-Hydrometra kunnen zowel agrarisch ondernemers zijn als beleidsmedewerkers van Rijk, Provincie en Gemeenten of waterschappen zijn.

De gebruiker wordt op eenvoudige wijze door KIS-Hydrometra geleid door antwoord te geven op vragen die zijn eigen vraagstelling nauwkeuriger definieert en waardoor het resultaat een specifiek antwoord geeft over het effect van een maatregel op de uitspoeling van N en P naar het oppervlaktewater over een gemiddelde periode van 2015-2030 op een bepaald gebied. Gekozen is voor een perceelsbenadering omdat hiervan de meeste kennis beschikbaar is met kenmerken over bodem, gewas, drainage en grondwaterstand. Elke maatregel (>90 stuks) is beschreven in factsheets en beoordeeld op toepasbaarheid en voorzien van factoren of rekenregels om het effect per route (maaiveld, bouwvoor, ondiepe sloot, buisdrainage, diepe sloot, kwel en wegzijging) te berekenen. Het resultaat wordt weergegeven in kaart, grafiek of tabel per gekozen maatregel en regio.

KIS-Hydrometra is nu een basisinstrument dat op verschillende wijzen kan worden uitgebouwd afhankelijk van de vragen van de doelgroepen. Inhoudelijk zal allereerst gewerkt moeten worden aan het toevoegen van de kostenefficiëntie van een maatregel, de ontkoppeling van waterstroom van de N en P vracht, het effect van combinaties van maatregelen en het vergroten van de nauwkeurigheid van de output. Van KIS-Hydrometra bestaat nu een uitgebreide, gedetailleerde versie voor onderzoeksdoeleinden en een verkorte externe versie voor presentatie via internet: <http://www.alterra.wur.nl/NL/onderzoek/Werkveld+Water+en+Klimaat/Integraal+Waterbeheer/KIS-Hydrometra/>.

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling

Achtergrond

Waterbeleid is nauw verwant aan de (LNV-)beleidsterreinen landbouw, natuur, landschap en recreatie. Het waterbeleid (NBW) bestaat uit twee sporen: WB21 en KRW (KRW, 2000). Voor WB21 moet het watersysteem in 2015 op orde zijn gebracht; voor de KRW moeten de doelstellingen voor de waterlichamen zijn gerealiseerd. Omdat beide sporen leiden tot aanpassingen in het watersysteem is er interactie tussen WB21 en KRW maar ook tussen waterbeleid en de (LNV-)beleidsterreinen landbouw, natuur, landschap en recreatie.

Maatregelen op bedrijfsniveau (perceel) hebben vaak een lokaal effect (sloot) en een beperkte regionale doorwerking. Om regionale effecten te realiseren moet een pakket aan maatregelen worden gerealiseerd die door de agrarische ondernemers kunnen worden uitgevoerd. Voor WB21 zijn de te nemen maatregelen ondertussen vastgesteld. Voor de KRW zijn maatregelen vastgelegd in het eerste stroomgebiedbeheerplan (SGBP). Maatregelen voor het tegengaan van wateroverlast of watertekorten kunnen mogelijk de ecologische toestand verbeteren. Maar ook het omgekeerde kan het geval zijn. Daarom is in het NBW afgesproken dat de uitvoering van WB21 en KRW goed op elkaar moeten worden afgestemd. Dit komt neer op uitvoering van integrale projecten vanuit één gemeenschappelijke visie om het uiteindelijke doel te bereiken. Van LNV wordt een bijdrage verwacht waarin interne ‘tegenstellingen’ tussen de LNV-sectoren tot één standpunt zijn verwerkt. Dit project genereert de kennis over de effecten van maatregelen die gebruikt moeten kunnen worden als LNV-inzet in de stroomgebiedbeheerplannen voor de KRW waar het gaat om formuleren van gebiedsgerichte maatregelpakketten. Dit project genereert echter ook kennis voor de waterschappen, de regio’s en de agrarische ondernemers om op een eenduidige wijze maatregelen te kunnen vergelijken.

Daartoe moet bekend zijn welke richting de effecten van maatregelen opgaan, hoe groot de effecten van maatregelen zijn, of maatregelen combineerbaar zijn en hoe groot het effect van gecombineerde maatregelen zal zijn. Vanwege het integrerende karakter van het watersysteem komen in de plannen het waterbeleid (WB21 en KRW) maar ook mestbeleid, natuurbeleid (VHR), Reconstructie en Nota Ruimte samen.

Projectdoelstelling

Opstellen van een lijst waterhuishoudkundige maatregelen, deze onderbrengen in een Kennis Informatie Systeem (KIS) om hiermee de effecten van deze maatregelen op de uitspoeling van N en P naar grond- en oppervlaktewater te bepalen.

Projectresultaat

Vastgelegde en gedocumenteerde kennis over de effecten van brongerichte en hydrologische maatregelen op lokale, regionale en nationale schaal die toepasbaar is

voor nationale verkenningen ten behoeve van de KRW, voor de regionale uitwerking van de KRW en voor de selectie van maatregelen op bedrijfsniveau. Het geheel is verzameld in een Kennis Informatie Systeem (genoemd KIS-Hydrometra) dat door specialisten op detailniveau is te gebruiken, maar door de eindgebruiker in een overzichtelijke en gebruiksvriendelijke internetversie. Het voorliggende rapport beschrijft KIS-Hydrometra beleidsmatig en is het eindrapport van dit project.

1.2 Werkwijze

Op basis van eerdere projecten is een lijst gemaakt met maatregelen. Per maatregel zijn factsheets gemaakt waarin specifieke kenmerken staan aangegeven. Het geheel is in een database ondergebracht waarbij na een voorselectie per gebied maatregelen kunnen worden gekozen. Hierna wordt de effectiviteit van een maatregel berekend gemiddeld over de periode 2015-2030. Effectiviteit is in dit verband de reductie in vrucht in kg N of P per jaar naar het oppervlaktewater.

2 Afbakening: keuzes vooraf

Vele maatregelen zijn er bedacht die effect hebben op de chemische waterkwaliteit. Bij verder nadenken ontstaan echter weer veel vragen. Een selectie:

- Welk water: oppervlaktewater of grondwater?
- Welke stoffen: stikstof, nitraat, fosfor, gewasbeschermingsmiddelen, zware metalen?
- Wat zijn maatregelen en hoe concreet moet een maatregel zijn, wat is het verschil met een ingreep?
- Waar werken maatregelen: perceel, bedrijf, regionaal, stroomgebied of nationaal?
- Wie wil effecten van maatregelen kennen: ondernemer, beleidsmedewerker, gemeente, waterschap?
- Wat voor criteria moeten er zijn om maatregelen te beoordelen?

In dit rapport wordt verslag gedaan van het onderzoek om al selecterend veel van deze vragen te beantwoorden. Daarvoor is een kennisinformatiesysteem (KIS) gemaakt dat als basis kan dienen voor verder onderzoek en beantwoording van nieuwe vragen.

KIS kan vragen beantwoorden van een individuele ondernemer die wil weten wat voor maatregelen hij moet of kan nemen op zijn bedrijf, maar ook van een gemeente, waterschap of provincie die wil weten welke maatregelen in een bepaald gebied of regio aantrekkelijk zijn. In beide gevallen zal men willen weten welke maatregelen te combineren zijn, welke maatregelen elkaar uitsluiten, maar vooral wat nu het feitelijke effect is van de maatregel. Hoeveel stikstof of fosfor wordt door de maatregel minder uitgespoeld naar het oppervlaktewater of het grondwater. Tevens zal men willen weten welk pakket maatregelen het meeste effect heeft. Door het werken met KIS wordt inzicht verkregen in de vragen die de praktijk heeft en welke maatregelen verdere uitwerking verdienen omdat de praktijk daarom vraagt.

KIS is in opbouw. Uitspoeling van stikstof en fosfaat naar het oppervlakte water zijn al ingebouwd als effect van bepaalde maatregelen. Maatregelen zijn expliciet en eenduidig gedefinieerd en beschreven. Het ontbreken van voldoende onderzoeksdata zorgt ervoor dat de hardheid van het verkregen cijfer omhoog kan op het moment dat onderzoeksdata beschikbaar komen. Om de hardheid van een maatregel te vergroten, de huidige inschatting van een expert te staven kan aanvullend onderzoek (modelmatig of praktisch) gewenst zijn. Het stellen van de vraag naar het effect van een bepaalde maatregel leidt automatisch tot inzicht in kennisleemtes over die maatregel of een pakket van maatregelen.

Hieronder volgen een aantal keuzes die gemaakt zijn om in eerste instantie te komen tot een werkend kennisinformatiesysteem. Het geeft tegelijkertijd aan in welke richting het kennisinformatiesysteem verder kan worden uitgebouwd.

Perceel

Er is gekozen om zo gedetailleerd mogelijk te beginnen, vanuit het landbouwkundige perceel. Per perceel is informatie bekend over bodemtype (zand, klei, veen), gewas (bouwland, mais, gras of natuur) en waterhuishouding (nat, gemiddeld, droog; grondwaterstand). Verder is de bemestingstoestand bekend en zijn al inschattingen bekend van de N en P vracht in bepaalde lagen van de bodem.

Het bebouwde perceel (stallen voor koeien, varkens en kippen, kassen en gebouwen voor champignons) is niet meegenomen. Een groot deel hiervan zullen puntlozingen zijn die in principe kunnen worden voorkomen.

Vanuit het perceel kan opgeschaald worden naar een bedrijf, de regio, een stroomgebied, een waterschap, de provincie of nationaal.

Maatregelen

Alle mogelijke maatregelen (hoofdstuk 3) zijn opgebouwd vanuit perceelsniveau. Vanuit het perceel zijn bodemtype, gewas en waterhuishouding bekend. De maatregelen worden geclusterd in groepen op basis van hun werking. Een maatregel moet zo concreet omschreven zijn dat geen verwarring mogelijk is over wat nu precies wordt bedoeld. Hiervoor is per maatregel een schets gemaakt. De concreetheid van de maatregel maakt het mogelijk om uitspoeling van stoffen en kosten van een maatregel nauwkeurig te bepalen. Dit onderscheidt een maatregel van een ingreep. Een ingreep realiseert een bepaald effect (b.v. peilverhoging) dat op meerdere manieren via maatregelen kan worden bereikt (aanleg stuwen, drainage verwijderen, greppels dempen).

Stoffen

Stikstof, fosfor, zware metalen en gewasbeschermingsmiddelen zijn de stoffen waarop een maatregel kan worden beoordeeld. In eerste instantie worden alleen stikstof en fosfor in het kennisinformatiesysteem opgenomen. In een vervolgproject kunnen zware metalen en gewasbeschermingsmiddelen worden meegenomen. Aangezien stikstof en fosfor in water zijn opgelost wordt ook de waterstroom apart meegenomen. Er is nadrukkelijk voor gekozen om niet de ecologische kant te behandelen, ook daar zijn vele maatregelen te nemen (Nijboer, 2004; Nijboer *et al.*, 2004).

Water

Uitspoeling van stoffen kan gebeuren naar oppervlaktewater (sloot, rivier, meer) of naar het grondwater. In eerste instantie is gekozen voor emissie van stoffen naar het oppervlaktewater, omdat de KRW met name inzet op verbetering van de chemische kwaliteit van oppervlakte wateren. Parallel vigeert de Nitraatrichtlijn (1991) om via maatregelen grond- en oppervlaktewater te verbeteren. Maatregelen te nemen om reden van de KRW hebben ook een positief effect binnen het raamwerk van de Nitraatrichtlijn.

Effect

De effecten van de maatregelen op uitspoeling van stikstof en/of fosfor worden uitgedrukt in de vracht in kg/ha-jaar en de reductie in vracht (in %). Hiertoe moet dus ook bekend zijn hoeveel in de huidige situatie wordt bemest (op die bepaalde

bodem, met dat bepaalde gewas, bij die bepaalde grondwaterstand). Om inzicht te krijgen in het lange termijn effect van een maatregel wordt met het STONE-model (Wolf *et al.*, 2003) de gemiddelde effecten op de stikstof en fosforvruchten voor een periode van 15 jaar (2015-2030) doorgerekend (Stone-versie 2.3). Hierbij vindt de versimpeling plaats dat een maatregel soms alleen in het begin van die periode werkt en soms aan het einde. Hier wordt verondersteld dat elk jaar het effect gelijk is.

Onderbouwing van een maatregel

In eerste instantie zijn de effecten van een maatregel door experts geschat. Van een aantal maatregelen kon gelijk aangegeven worden wat de effecten zijn, omdat er literatuur beschikbaar is waarin ofwel modelberekeningen zijn gemaakt ofwel proeven zijn gedaan. De onderbouwing van een maatregel door literatuur, modelberekeningen of praktijkonderzoek is aangegeven. Dit geeft tevens aan waar nog leemtes in kennis zijn en in geval dat van een maatregel specifieke effecten worden verwacht in hoeverre aanvullend onderzoek gewenst is.

Op basis van het bovenstaande wordt het KIS ontworpen voor:

- perceel waarvan bekend is welke bodem (zand, klei, veen) aanwezig is, welk gewas verbouwd wordt (gras, bouwland, mais; geen natuur); grondwatertrap en de bijbehorende bemestingsinput per 2009 (berekening vanuit Stone);
- Opschalingsmogelijkheden naar deelgebied (NL in 120 gebieden), WB21 gebieden (20stuks) en stroomgebieddistricten (7 stuks);
- N en P als parameters al of niet gecombineerd met de waterflux;
- Output in reductie N en P in kg/ha·jr over een gemiddelde periode van 15 jaar (2015-2030) t.o.v. de situatie zonder dat de maatregel was genomen;
- Alleen individuele maatregelen: op dit moment worden geen maatregelpakketten uitgewerkt, evenmin worden maatregelen met elkaar gecombineerd of juist uitgesloten.

3 Maatregelen

3.1 Ordening

Om de KRW uit te voeren wordt gebruik gemaakt van de natuurlijke indeling in stroomgebieden: Rijn, Maas, Schelde, Eems. De Rijn wordt verder onderverdeeld in noord, west, midden en oost. Binnen elk van de 7 stroomgebieden is een stroomgebiedbeheerplan opgesteld met daarin een maatregelenlijst. De in 2006 bekende maatregelenlijst van de Waterschappen (Maastabel) is bij de opzet van dit kennissysteem als uitgangspunt gebruikt. Allereerst is een selectie gemaakt naar landbouwkundige toepassing, namelijk de uit/afspoeling van stikstof en fosfaat naar het oppervlaktewater. Maatregelen in andere sectoren zijn uitgesloten. Vervolgens zijn de overblijvende maatregelen onderzocht op eenduidigheid en toepassingsmogelijkheid op een perceel. Hieruit blijkt dat veel maatregelen in de Maastabel breed geformuleerd zijn en meer overeenkomen met ingrepen. Enkele voorbeelden:

- maatregelen ter beperking fosfaatsuitlekking
 - Op verschillende manieren kan deze maatregel worden uitgevoerd. Bij een perceelsbenadering, zoals in dit kennissysteem, moet dan bekend zijn of een brongerichte maatregel gewenst is (minder dierlijke mest of minder kunstmest, toepassing rijenbemesting, efficiëntere rassen gebruiken, minder beweiden op grasland) of een hydrologische maatregel (ijzer of aluminium toevoegen, gebruik helofytenfilter);
- peilbeheer
 - Hier geldt of het zomer- of winterpeil wordt verhoogd en met hoeveel cm of dat het gehele jaar het peil hoger/lager wordt geregeld; of er stuwen worden geplaatst beneden- of bovenstrooms; of regeling van het peil plaatsvindt in afhankelijkheid van de neerslag.

Om een goede definitie van maatregelen te krijgen worden de hierboven genoemde “maatregelen ter beperking fosfaatsuitlekking” en “peilbeheer” ingrepen genoemd. “Verhoging van zomerpeil met 30 cm” of “toepassing rijenbemesting” of “ijzer of aluminium toevoegen aan bovenlaag bodem” worden maatregelen genoemd. De Maastabel is gesorteerd op ingrepen en maatregelen en de laatste zijn aangevuld met andere maatregelen uit diverse al lopende of afgesloten projecten:

- P-lekkende gronden
(<http://www.onderzoekinformatie.nl/nl/oi/nod/onderzoek/OND1331971/>)
- Aquarein (van der Bolt *et al.*, 2003)
- Update Aquarein (van der Bolt *et al.*, 2007)
- LTO inventarisatie onder boeren en tuinders (LTO Projecten, 2007)
- Ex-ante evaluatie (Van der Bolt *et al.*, 2008).

De maatregelen zijn gegroepeerd en een relatie is gemaakt met de route die de waterstroom, met daarin opgelost de elementen N en P, aflegt over of door de grond

naar de sloot (fig. 1). Iedere afzonderlijke maatregel kan effect hebben op een of meerdere componenten van de route. De componenten zijn meemesten, maaiveld, bouwvoor, buisdrainage, ondiepe sloot, diepe sloot, kwel en wegzijgen. Elke maatregel heeft effect op een bepaald deel of delen van de bodem, vandaar de indeling in routes:

- Meemesten: hiervoor zijn geen basisgegevens beschikbaar;
- Maaiveld: directe afstroom vanaf het maaiveld naar de sloot;
- Bouwvoor: de stroom door de bovenste 30cm van de bodem. Bouwvoor en Maaiveld vormen tezamen de oppervlakkige afvoer;
- Ondiepe sloot: kunnen een deel van het jaar droogvallen;
- Buisdrainage: aan- of afwezigheid beïnvloedt de verdeling over de routes in sterke mate;
- Diepe sloot: sloten die het gehele jaar water voeren;
- Kwel: inkomende waterstroom uit de diepere ondergrond;
- Wegzijging: wegstromend naar de diepere ondergrond.

Kwel en wegzijging zijn in KIS-Hydrometra niet meegerekend omdat de invloed per perceel gering is in relatie tot de te nemen maatregelen op bedrijfsniveau. Voor een totaal gebied of stroomgebied is dat anders en moet deze informatie wel worden meegenomen.

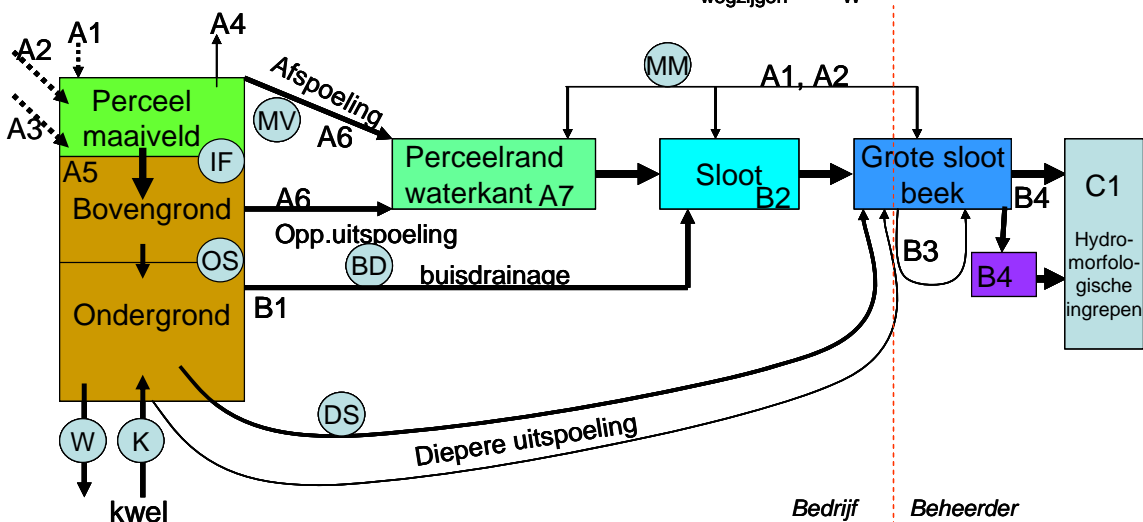
Maatregelen - routes

Maatregelen

- | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| A1 = uit opstallen | B1 = afvoer |
| A2 = minder bemesten | B2 = sloot volume |
| A3 = beter plaatsen in ruimte en tijd | B3 = ruimtelijke maatregelen |
| A4 = hogere onttrekking | B4 = lokaal reinigen |
| A5 = bodem aanpassen | |
| A6 = erosie/opp. afspoeling | C1 = Hydromorfologische ingrepen |
| A7 = rand perceel | |

Routes

- | | |
|--------------|----|
| meemesten | MM |
| maaiveld | MV |
| interflow | IF |
| buisdrainage | BD |
| ondiep sloot | OS |
| diepe sloot | DS |
| kwel | K |
| wegzijgen | W |



Figuur 1: Schematisch overzicht van groepen maatregelen en routes

In Bijlage 1 is de totale maatregelenlijst weergegeven.

De groepering is als volgt:

- Brongerichte maatregelen (A)
 - o A1, afvalwater uit opstallen: in zijn algemeenheid zijn dit puntlozingen die opgevangen kunnen worden en naar riool, IBA of mestkelder kunnen worden geleid of kunnen worden hergebruikt;
 - o A2, minder bemesten: maatregelen waarbij minder dierlijke en/of kunstmest wordt gegeven of ten minste minder P wordt meegegeven;
 - o A3, beter plaatsen in ruimte en tijd: het plaatsen van meststoffen op de plek waar de wortels zijn en op een moment dat opname het meest efficiënt is of uit/afspoeling het geringst;
 - o A4, hogere onttrekking door gewas: gewaskeuze aanpassen zodat meer meststoffen uit de bodem worden opgenomen;
 - o A5, aanpassen van de bodem: bewerking van de bodem waardoor minder N of P kunnen uitspoelen;
 - o A6, verminderen van erosie en/of oppervlakkige afspoeling: maatregelen aan het oppervlak om de uit/afspoeling te verminderen;
 - o A7, rand perceel: op grens van akker en sloot maatregelen nemen die voorkomen dat N of P direct in de sloot terechtkomt.
- Hydrologische maatregelen (B)
 - o B1, afvoer: het verschuiven of verkleinen van de waterstroom zodat minder N of P in het oppervlaktewater terechtkomt;
 - o B2, slootvolume: verblijftijd in de sloot verhogen;
 - o B3, ruimtelijke maatregelen: omleiden om een gebied heen;
 - o B4, lokaal reinigen: reinigen van de waterstroom die op het oppervlaktewater uitkomt.
- Hydromorfologische ingrepen (C; De Klein & Brinkman, 2006): groepen van maatregelen die invloed kunnen hebben op de uitspoeling van N en P naar het oppervlaktewater. KIS-Hydrometra behandelt de hydromorfologische ingrepen niet omdat het geen maatregelen zijn die op (landbouw)bedrijfsniveau kunnen worden uitgevoerd. Het is wel een duidelijk voorbeeld van maatregelen die in een later stadium in KIS-Hydrometra kunnen worden opgenomen.

3.2 Werking

Behalve in groepen op basis van routes zijn de maatregelen ook geordend naar het effect van hun werking. Hierbij zijn 4 groepen onderscheiden:

- Predefinitie: maatregelen waarbij de totale vracht altijd met een vast percentage afneemt waarna bron- of hydrologische maatregelen genomen kunnen worden;
- Interpolatie: Brongerichte maatregelen
- Rekenregels: hydrologische maatregelen
- Puntbron of end-of-pipe: maatregelen waarbij de totale vracht altijd met een vast percentage afneemt en die uitgevoerd worden nadat bron- of hydrologische maatregelen zijn uitgevoerd.

3.2.1 Predefinitie

Voor deze groep maatregelen geldt dat als de maatregel is uitgevoerd, deze een bepaald effect heeft en dat daarna nog andere bron- of hydrologische maatregelen mogelijk zijn. In feite zorgt een predefinitie maatregel voor een lagere basisvracht N of P naar het oppervlaktewater. Voor deze groep maatregelen zijn nog geen reductiepercentages vastgesteld. De maatregelen in groep A5 (bodem aanpassen) vallen in deze categorie: ijzer of aluminium toevoegen, organische stof toedienen, afgraven of ploegzool breken, maar ook maatregelen uit A1 (afvalwater uit opstallen zoals aansluiten op riool of IBA).

3.2.2 Interpolatie

Voor brongerichte maatregelen geldt de bemesting als richtinggevende factor. Minder bemesting leidt tot minder uitspoeling, maar de grootte wordt medebepaald door grondsoort en gewaskeuze. Daarnaast is de bemestingsstrategie over de periode van 2015-2030 van belang. Hiervoor zijn drie scenario's gedefinieerd:

- scenario 1: bemesting volgens generiek beleid van 2009;
- scenario 2: bemesting voor N = 0 en P = 0;
- scenario 3: bemesting voor N is voor 2009 en voor P = 0.

Scenario 1 is het startpunt van alle maatregelen. Voor het effect van de maatregelen wordt voor interpolatiemaatregelen gebruik gemaakt van óf scenario 2 óf scenario 3 (fig. 2). KIS-Hydrometra berekent een interpolatie-effect tussen twee scenario's door de maatregel maar voor 75 of 50% toe te passen in plaats van 100% of elk willekeurig ander percentage dat door de gebruiker wordt opgegeven. Per maatregel ligt de scenariokeuze vast en is vooraf voor elke route een reductiefactor voor N en P bepaald.

Code	Maatregelen	Scenario's		
		1 N en P bemesting	2 N=0, P=0	3 P=0 en N = 2009
A2	Minder bemesten			
10	Minder bemesten, verlagen P-aanvoer	x		x
11	Verlagen van mobiel P in mest	x		x
12	Minder beweiden, verlagen P-aanvoer	x		x
13	Uitmijnen	x		x
A3	Beter plaatsen in ruimte en tijd			
1	injectie/onderwerken	x	x	
3	Rijenbemesting	x	x	
4	Synlocalisatie: plaats van bemesten afstemmen op opname	x	x	
5	Bemesting beter afstemmen op opnameperiode (synchronisatie)	x	x	
6	Bemesting afstemmen op neerslagrisico	x	x	

Figuur. 2: Voorbeeld van interpolatiemaatregelen

Voor enkele perspectievolle maatregelen uit de maatregelenlijst (bijlage 1) zijn in de ex-ante evaluatie (van der Bolt *et al*, 2008) modelberekeningen uitgevoerd (van Boekel, pers. med. 2009). De maatregelen uitmijnen, precisiebemesting, vergroten mestopslag en voorjaarstoediening leveren hierdoor betrouwbaardere resultaten op dan volgens een eerste expert judgement.

3.2.3 Rekenregels

Hydrologische maatregelen maken gebruik van rekenregels (o.a. B1 Afvoer). Omdat het ondoenlijk is om voor elk perceel (>4000 stuks) een aparte rekenregel te schrijven heeft een clustering plaatsgevonden. Op basis van bodemtype (zand, klei, veen), grondwatertrap (GHG), buisdrainage, wateraanvoer en berekening zijn 64 clusters gedefinieerd. Elk perceel behoort tot een cluster. Vervolgens is gekeken naar de relevantie van elke cluster (o.a. areaal) en zijn uiteindelijk voor 22 clusters rekenregels uitgewerkt. De rekenregels zijn gebaseerd op een verschuiving in de waterflux veroorzaakt door de maatregel over de in figuur 1 genoemde routes; de totale waterbalans van een perceel verandert niet. De verschuiving in waterflux heeft een effect op de N en P vracht naar het oppervlaktewater en die wordt berekend.

3.2.4 Puntbron of end-of-pipe

Een aantal maatregelen worden ná een eventuele andere maatregel genomen, het heeft geen invloed op de routes maar verlaagt de vracht nogmaals met een vast percentage. Maatregelen in de B4 groep (helofytenfilters, slibvang, drains filteren) zijn een voorbeeld van dergelijke maatregelen. Deze maatregelen zijn nog niet operationeel in KIS-Hydrometra.

4 Factsheets

Per maatregel is een factsheet (Bijlage 2) gemaakt waarin de volgende kenmerken worden beschreven:

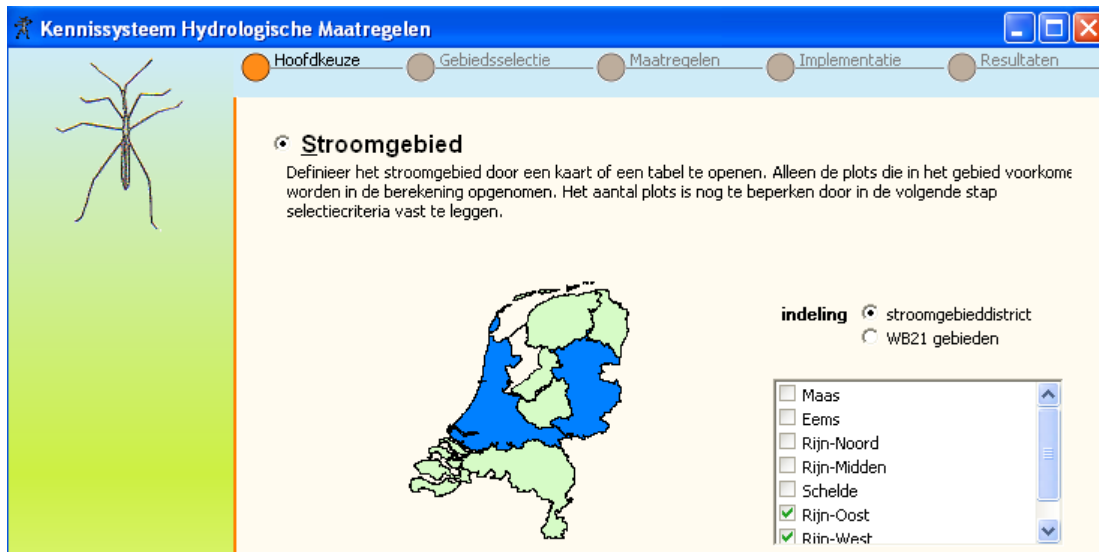
- naam en code ter identificering;
- de kenniseigenaar geeft de persoon aan waar nadere informatie te krijgen is en die de factsheet invult. De kenniseigenaar is een specialist op dit onderdeel;
- een schematische tekening van de maatregel;
- definitie om specifiek aan te geven wat met de maatregel wordt bedoeld;
- het effect van een maatregel in woorden beschreven;
- de bijeffecten op landschap, natuur, recreatie, cultuurhistorie, landbouw of milieu;
- de status van een maatregel: al toegepast, praktijkrijp, experimenteel, in onderzoek of een idee;
- kennis en literatuur: hierin wordt beschreven welke relevante literatuur er is en wat voor effecten op de vrachten N en P mogen worden verwacht. Het geeft de onderbouwing van de maatregel aan, zodanig dat niet direct op de genoemde literatuur hoeft te worden teruggegrepen.

De factsheet is een modelformulier dat door de kenniseigenaar van de maatregel wordt ingevuld. De kenniseigenaar weet ook de literatuur op waarde te schatten en kan effecten en bij-effecten het best bepalen. Factsheets geven de state-of-the-art weer van een bepaalde maatregel en dienen dan ook frequent bijgewerkt te worden. Beschikbaar gekomen onderzoeksresultaten moeten door de kenniseigenaar worden verwerkt tot in te lezen data voor KIS-Hydrometra. In Bijlage 3 zijn twee ingevulde factsheets weergegeven: maatregel A2.13 Uitmijnen en B1.19 Onderwaterdrains.

In de internetversie van KIS-Hydrometra zijn alle beschikbare factsheets te raadplegen.

5 Ontwerp Kennis Informatie Systeem Hydrometra

KIS-Hydrometra is bedoeld om de vragensteller een beeld te geven van het effect van een maatregel op de uitspoeling van N en P naar het oppervlaktewater. Om dat antwoord te genereren wordt de vragensteller door KIS-Hydrometra geleid waarbij keuzen moeten worden gemaakt. KIS-Hydrometra is nu niet toegespitst op een bepaalde vragensteller (boer, gemeente, waterschap, provincie of Rijk).



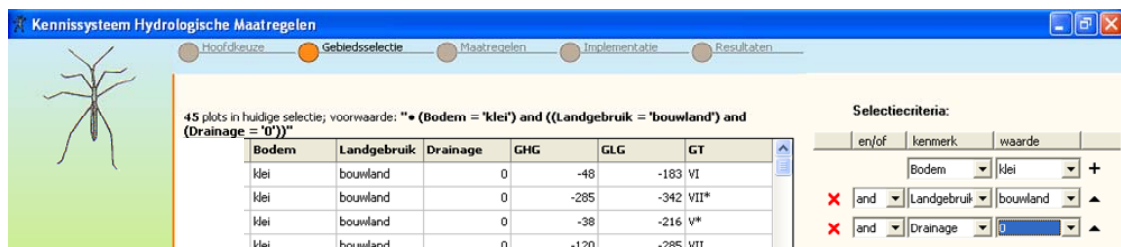
Figuur 3: Hoofdkeuze Gebieden

Gebieden

De huidige versie gaat uit van 7 stroomgebieden en 20 deelgebieden (WB21). Eén of meerdere gebieden worden gekozen waarna een volgende keuze volgt in een nieuw scherm.

Kenmerken van het gebied

Gekozen wordt uit 3 bodemtypen (zand, klei, veen), een gewaskeuze (bouwland, gras, mais), een grondwatertrap (GT I t/m VII*) en al of geen buisdrainage. Door deze keuzes te maken wordt het gebied verfijnd en kan een nauwkeuriger inschatting worden gemaakt van het effect van een maatregel.



Figuur 4: Gebiedsselectie

Keuze van maatregel(en)

Na opgave van de kenmerken van een gebied worden de maatregelen gekozen (bijlage 1). Ook hier kan weer gekozen worden uit één of meerdere of zelfs alle maatregelen: “wat is de beste maatregel in een gebied met gras op klei zonder drainage en een GT III?” Of “” wat is het effect van maatregel B2.3 in een bouwland op zand?”.

Uit de naam van de maatregel is niet altijd direct af te leiden wat wordt bedoeld, daarom kan de maatregelcode worden aangeklikt waarna de bijbehorende factsheet leesbaar wordt (zie hoofdstuk 4 en bijlage 3).

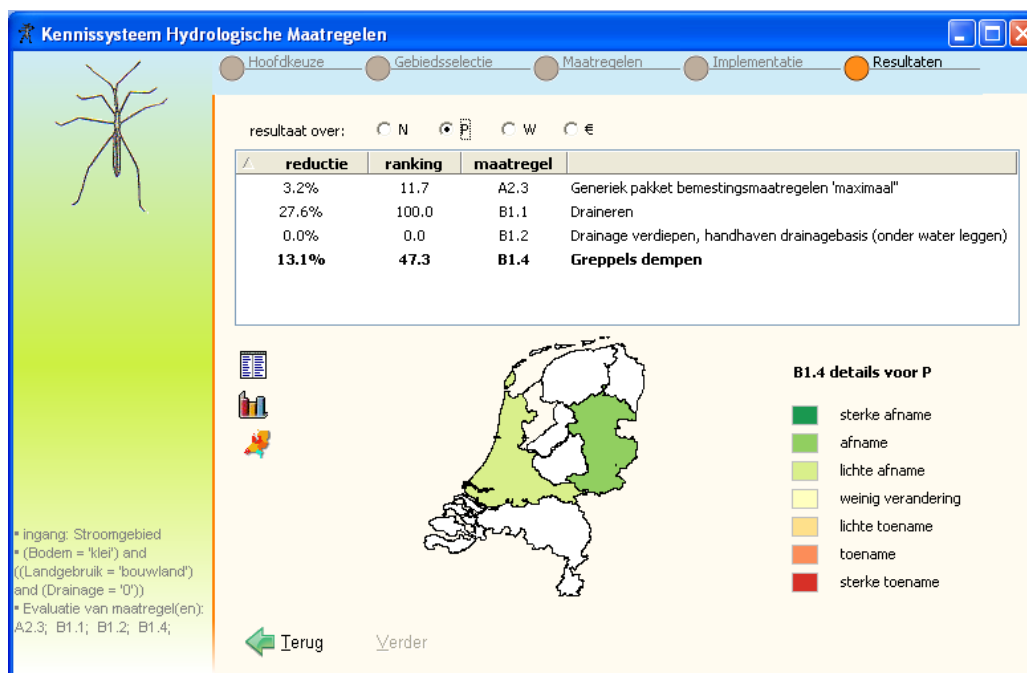
Figuur 5: Maatregelenlijst met keuzemogelijkheden en aanklikbare factsheets via de code

Effect

Op basis van de inputtabel en de keuzes die zijn gemaakt wordt het effect van een maatregel op de reductie in vracht N en P berekend indien de maatregel niet zou zijn genomen. De resultaten worden op drie manieren getoond:

- per gebied wordt in kleuren getoond wat de reductie voor die betreffende maatregel is (fig. 6);
- in een tabel worden de reductiepercentages genoemd per gebied en ook per route;
- in een grafiek wordt een relatie gelegd tussen het reductie-effect van een maatregel en het areaal.

De reductie in N en P en de waterflux W worden naar keuze weergegeven. Het kan zowel in relatieve (%) als in absolute (kg/ha·jr) getallen.



Figuur 6: Resultaat in landsdekkende kaart

Op internet

(<http://www.alterra.wur.nl/NL/onderzoek/Werkveld+Water+en+Klimaat/Integral+Waterbeheer/KIS-Hydrometra/>) kan de gebruiker zelf uitrekenen wat de effecten zijn van een beperkt aantal maatregelen in een bepaalde regio (zie ook Bijlage 5).

In de inputtabel van KIS-Hydrometra staan behalve N (N-totaal) en P (P-totaal) data over de bemesting voor 2009 per plot voor:

- N-kunstmest;
- N-dierlijke mest;
- N-weidemest (N_{Wm});
- N-effectief ;
- P-totaal;
- P-kunstmest;
- P-dierlijke mest;
- P-weidemest.

In de output kunnen de volgende parameters eenvoudig worden opgenomen:

- *Bodem*
 - N-totaal van 0-60cm en van 60-100cm in kg/ha;
 - NO₃ van 0-60cm en van 60-100cm in mg/l bodemvocht;
 - NH₄ van 0-60cm en van 60-100cm in mg/l bodemvocht;
 - N-ts van 0-60cm en van 60-100cm in mg/l bodemvocht;
 - N-ammonium_ads van 0-60cm en van 60-100cm in kg/ha;
 - N-ts_ads van 0-60cm en van 60-100cm in kg/ha;
 - P-totaal, 0-25cm in kg/ha;

- P-ts, 0-25cm in mg/l;
- P-ox, 0-50cm in kg/ha;
- P-al van 0-5cm in mg P₂O₅/100g;
- P-w, 0-25cm in mg P₂O₅/l;
- orthoP, 0-25cm in mg/l;
- FVG, 0-50cm in%.
- *Grondwater*
 - NO₃ in mg/l op 1m beneden de grondwaterspiegel.
- *Vracht*
 - **N-totaal (som van NO₃, NH₄ en Nts) in kg/ha·jr**
 - NO₃ in mg/l
 - NH₄ in mg/l
 - N-ts in mg/l
 - **P-totaal (som van OrthoP en Pts) in kg/ha·jr**
 - Ortho-P in mg/l
 - P-ts in mg/l

N-totaal en P-totaal (vet gedrukt) zijn als output van KIS-Hydrometra geleverd, de overige (nog) niet.

6 Discussie

KIS-Hydrometra berekent het effect van een maatregel op de uitspoeling van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater. Dit gebeurt op een eenduidige en betrouwbare wijze waardoor vergelijking van maatregelen mogelijk wordt. Meer dan 100 maatregelen zijn op bedrijfsniveau te nemen en zijn overzichtelijk gerangschikt en gedefinieerd om de effecten bij verschillende grondsoorten en gewassen te berekenen. KIS-Hydrometra is in opbouw maar geeft de gebruiker nu al inzicht in de effecten en de uitbouw van mogelijkheden. In de komende jaren kan KIS-Hydrometra worden uitgebouwd met verschillende modules. Hieronder worden een aantal specifieke uitbouw mogelijkheden besproken.

Keuzes vooraf

KIS-Hydrometra is gebouwd op basis van een aantal keuzes. De keuzes hebben geleid tot een versimpeling van het probleem, maar ook tot een concreet eindresultaat. KIS-Hydrometra kan worden uitgebouwd richting effecten op grondwater, op andere nutriënten (zijn al in de inputtabel opgenomen) of naar doelgroep. Grondsoort en gewaskeuze kan verder gespecificeerd worden om beter te kunnen toespitsen op de gebruiker. Niet onbelangrijk zou een uitbouw zijn naar combinaties van maatregelen die ook voor de SGBP van nut zijn. Technisch werkt KIS-Hydrometra nagenoeg zonder fouten. Hierdoor ontstaat bij de gebruiker nieuwe inzichten over de effecten van maatregelen. De antwoorden zullen nieuwe vragen oproepen om specifieker aan de gebruiker tegemoet te komen.

Kosten

Een maatregel kan enerzijds een groot milieu-effect hebben: de vrachten N en P nemen fors af, anderzijds speelt de kosteneffectiviteit een rol. De kosteneffectiviteit is het aantal euro dat een maatregel per kg gereduceerd N of P of per ha landbouwareaal kost. Bij de kosten zijn aanleg, afschrijving en onderhoud van belang en ook het landbouwkundige effect: hoeveel opbrengstderving of –verhoging geeft de maatregel. De opname van de kosten van een maatregel kon niet gerealiseerd worden, omdat teveel basisgegevens ontbraken. Zowel DLG (2006) als Catalogus GBD (2006) voorzien voor een klein deel in de behoefte aan data. Met name de vertaling naar landbouwbedrijven ontbreekt. Vergelijking zou moeten plaatsvinden op basis van investering waarbij de investering voor alle maatregelen wordt omgerekend naar een investering per ha landbouwgrond (voorbeeld: aanleg stuw voor peilverhoging heeft in een vlak gebied invloed op een groter landbouwareaal dan in een hellend gebied; hierdoor zijn de investeringen per ha landbouwgrond in een vlak gebied lager). Daarnaast moeten afschrijving, onderhoud en rente worden opgenomen om de jaarlijkse kosten te kunnen berekenen. Daarna kan de relatie worden gelegd naar de reductie in N en/of P, zodat de getoonde uitkomst de kosten per gereduceerde kg N of P per ha landbouwgrond per jaar zal zijn (voorbeeld: een maatregel met een hoge reductie in N-vracht kan heel duur zijn, maar een maatregel die een veel lager effect geeft kan veel goedkoper in aanleg zijn waardoor de kosten per gereduceerde kg N uiteindelijk lager zullen zijn en waardoor deze tweede

maatregel sneller toegepast kan worden). De gekozen systematiek is overeenkomstig de door Noij et al. (2008) beschreven methodiek voor de berekeningen van de kosteneffectiviteit voor alternatieven van bufferstroken. Een deel van de hier berekende kosten zou in KIS-Hydrometra kunnen worden ingevoerd.

Pas als een eerlijke vergelijking tussen maatregelen mogelijk is, kan van maatregelen eenduidiger worden bepaald of deze disproportioneel zijn en in aanmerking komen voor fasering en eventueel doelverlaging in de zin van de KRW (van Os et al., 2008).

Koppeling waterstroom aan N en P

In de huidige versie is uitgegaan van de basisgedachte dat stikstof en fosfaat zijn opgelost in de waterstroom en dat veranderingen in de waterstroom dezelfde gevolgen hebben voor de opgeloste stoffen. Dat is niet altijd juist en zeker niet in gelijke mate voor N en P. Door een natter of droger wordende bodem kan er meer of minder N of P in oplossing gaan. De relatie tussen water, N en P zou, waar mogelijk, losgekoppeld moeten worden waarbij dan tegelijkertijd afzonderlijke reductiewaarden voor N en P moeten worden opgenomen.

Kwaliteit van de uitkomsten

De uitkomsten zoals die in KIS-Hydrometra worden berekend zijn deels gebaseerd op onderzoeksresultaten en deels op inschatting op basis van expert-judgement door de kenniseigenaren. De nauwkeurigheid van deze cijfers varieert per maatregel. Een reductiecijfer van 10% kan variëren tussen 8 en 12 % maar misschien ook wel tussen 0 en 50%. In de huidige versie is geen bandbreedte in de nauwkeurigheid aangegeven. Dit zou wel wenselijk zijn. Daarnaast kan de combinatie van perspectiefvol reductiepercentage en een kwalitatieve indicatie van de betrouwbaarheid van het getal een indicatie zijn voor een kennishiaat dat opgevuld moet worden dan wel een maatregel waarvoor voorlopig geen onderzoek nodig is.

Met het noemen van een reductiepercentage als effect van een maatregel bestaat het risico van een foutieve interpretatie. In de internetversie voor gebruik door externen is genoemd risico niet zo groot. De kwaliteit van de uitkomsten van de beschikbare maatregelen wordt in deze externe versie hoger ingeschat dan die van de overige maatregelen. Deze beperkte versie kan gebruikt gaan worden door externe doelgroepen voor vraagarticulatie en om inzicht te krijgen in het instrument. Bij een uitgebreidere interne versie van KIS-Hydrometra is interpretatie door een Alterra-specialist gewenst. Van de meest perspectiefvolle maatregelen zou de kwaliteit van de uitkomst vergroot kunnen worden door model- of praktisch meetonderzoek uit te voeren. Toevoeging van lopend onderzoek waar al gewerkt wordt aan het vullen van kennisleemtes zou daarom in de factsheet moeten worden opgenomen. Tevens kan daar worden aangegeven wanneer additionele resultaten verwacht kunnen gaan worden. In Bijlage 4 is een lijst met projecten uit het BO-onderzoek van de afgelopen 2 jaren toegevoegd om een indicatie te hebben van resultaten die mogelijk in KIS-Hydrometra kunnen worden opgenomen.

Uitbouw KIS-Hydrometra

Nu KIS-Hydrometra technisch goed werkt, kan gewerkt worden aan verdere detaillering. De versimpeling kan overgaan in verdieping. Bodems (zand, klei, veen) kunnen verder worden gespecificeerd door bijvoorbeeld gebruik te maken van

PAWN88 (Wösten et al., 1988), hierin worden 21 bodemtypes onderscheiden. Gewassen (mais, gras, bouwland) kunnen ook verder worden opgesplitst waarbij het ook interessant kan zijn om b.v. voor de bollensector of voor de vollegrondsgroenteteelt specifieke maatregelen te vergelijken. De nu beschikbare verdeling in 7 stroomgebieden of 21 WB21-gebieden is vergelijkbaar met het schaalniveau zoals dat in de Ex-ante evaluatie (van der Bolt et al., 2008) wordt toegepast. Verfijning is nodig en mogelijk. 120 deelgebieden is een eerste aanzet, maar in de Drentse Aa (een van de 120 deelgebieden) vindt een verdere onderverdeling plaats (“Samenhang WB21-KRW-GGOR-mestbeleid in hydrologisch complexe gebieden”; Kroes & Vogelzang, 2009) waar voor dit gebied veel gedetailleerder wordt gekeken naar ingaande en uitgaande water- en stofstromen. De kennis die in “Samenhang” wordt opgedaan moet weer terugvloeiën naar KIS-Hydrometra om deze weer te updaten. De wisselwerking tussen resultaten uit onderzoekprojecten en KIS-Hydrometra moet, formeel, geregeld gaan worden. Alleen bij een continue aanvoer van nieuwe gegevens naar KIS-Hydrometra kan dit kennissysteem blijven werken en aan zijn doel beantwoorden. Indien een update niet meer plaatsvindt worden de resultaten gedateerd en dientengevolge het gebruik minder.

Uitbouw van KIS-Hydrometra naar andere stoffen is een andere uitbreidingsoptie. In Hoofdstuk 5 worden al een aantal stoffen genoemd die zonder veel problemen kunnen worden uitgewerkt in de outputtabel of landkaart. Deze stoffen zijn al in de inputtabel opgenomen. Interessant kan zijn een link te leggen naar zware metalen en gewasbeschermingsmiddelen (Pearl, Tiktak et al., 2000).

Maatregelen combineren

Als basis zijn de effecten van individuele maatregelen toegepast omdat hierover de meeste kennis beschikbaar is. Maatregelen worden echter vaak in combinatie met elkaar toegepast. Grotendeels onbekend is het effect dat een combinatie van maatregelen heeft. Het effect zal niet lineair zijn als de som van twee aparte maatregelen en er zullen dus aparte reductie factoren en/of formules moeten worden bepaald. Dit is vooral van belang bij combinatie van hydrologische maatregelen.

De combinatie van brongerichte maatregel en hydrologische maatregel geeft een berekening in twee gedeelten die eenvoudig toepasbaar te maken is in KIS-Hydrometra. Er zijn ook maatregelen die elkaar uitsluiten en ook combinaties van meerdere maatregelen zijn mogelijk. Vooral specifieke perspectiefvolle brongerichte maatregelen in combinatie met hydrologische maatregelen verdienen meer aandacht om het effect op de reductie van N en P te berekenen.

Eenzijds kunnen vanuit het onderzoek perspectiefvolle combinaties worden aangedragen; aan de andere kant staan er in de Stroomgebiedbeheerplannen van de Waterschappen vele combinaties van maatregelen genoemd. Het kan interessant zijn de effecten van deze combinaties door te rekenen, zeker als de individuele kosteneffectiviteit van een maatregel hierbij betrokken kan worden.

Factsheets maatregelen

90% van de maatregelen zijn voorzien van een factsheet. Ruim 2/3 hiervan heeft een uitgebreide en goed gedocumenteerde factsheet. Herziening van de factsheets aan de hand van de werking van KIS-Hydrometra, nieuwe kennis uit onderzoek en evaluatie

van de huidige inhoud van de factsheets zou nu door de kenniseigenaren opgepakt kunnen worden. De Kenniseigenaren zijn de verbindende schakel zijn tussen KIS-Hydrometra en nieuwe onderzoeksresultaten. Zij kunnen nieuwe kennis naar waarde schatten en omwerken tot voor KIS-Hydrometra vereiste getallen of rekenregels.

Specificeren naar doelgroep

Per maatregel wordt één antwoord geformuleerd in KIS-Hydrometra. Per doelgroep (beleid, waterschap, gemeente, ondernemer) kunnen er echter verschillende soorten vragen zijn. Hierop specifiek antwoord kunnen geven zou een doel van KIS-Hydrometra kunnen zijn. Hiervoor dient overleg met de afzonderlijke doelgroepen te starten waarbij de huidige versie als basis dient. Zodra afzonderlijke wensen bekend zijn, zij ook specifieke doelgroepgerichte antwoorden mogelijk. Voor de agrarisch ondernemer is het belangrijk dat maatregelen worden geselecteerd die door hem op zijn perceel/bedrijf kunnen worden toegepast. Hij moet dus percelen met verschillende kenmerken kunnen invoeren als keuze, waarna KIS-Hydrometra uitrekent hoeveel hem dat voor zijn bedrijf gaat kosten en wanneer welke effecten zichtbaar worden. Voor een waterschap is het belangrijk te weten welke maatregelen binnen haar werkgebied mogelijk zijn en die zij moeten nemen en die voor een individuele ondernemer te duur of te complex worden.

Onderhoud KIS-Hydrometra

KIS-Hydrometra kan alleen een rol spelen als het systeem voldoende wordt onderhouden en up-to-date blijft. Nieuwe onderzoeksresultaten zullen door Kenniseigenaren aan KIS-Hydrometra moeten worden aangeleverd. Alleen dan zal de gebruiker dit stukje gereedschap blijven gebruiken.

7 Conclusies

KIS-Hydrometra is een kennisinformatie systeem om voor een bepaalde maatregel op basis van perceelkenmerken de reductie in vracht N en P (kg/ha·jr) naar het oppervlaktewater over de periode 2015-2030 te berekenen. Dit gebeurt op een eenduidige wijze waardoor een betrouwbare vergelijking tussen maatregelen mogelijk is.

KIS-Hydrometra beperkt zich tot individuele maatregelen, geen combinaties van maatregelen of maatregelpakketten, geen ingrepen; de stoffen N (N-totaal) en P (P-totaal) waarvan per perceel bekend is wat gegeven wordt en welke vrachten er zijn; effect op oppervlaktewater, geen grondwater; beperkte bodemclassificatie (klei, zand, veen); beperkte gewaskeuze (bouwland, mais, gras), geen natuur.

Maatregelen zijn op eenduidige wijze beschreven in factsheets; geordend in functionele groepen; beoordeeld op toepasbaarheid voor bodem en gewas en voorzien van factoren of rekenregels om het effect op uitspoeling van N en P naar het oppervlaktewater te berekenen.

Resultaten van KIS-Hydrometra (uitspoeling van N of P in kg/ha·jr) worden overzichtelijk weergegeven in landkaart, tabel of grafiek per individuele maatregel waarbij vergelijking met andere maatregelen eenvoudig kan gebeuren.

KIS-Hydrometra is nu een basis instrument dat technisch goed werkt, zowel voor specialisten als voor eindgebruikers, maar dat met vele opties is uit te breiden. Met name de kostenefficiëntie van een maatregel, de ontkoppeling van waterstroom en N en P vracht, het effect van combinaties van maatregelen en het vergroten van de kwaliteit van de output zijn opties die met voorrang zouden moeten worden uitgewerkt.

KIS-Hydrometra bestaat nu uit een uitgebreide, gedetailleerde versie voor onderzoeksdoeleinden en een verkorte externe versie voor presentatie via internet: <http://www.alterra.wur.nl/NL/onderzoek/Werkveld+Water+en+Klimaat/Integraal+Waterbeheer/KIS-Hydrometra/>.

Literatuur

Bolt, F.J.E. van der, E.M.P.M. van Boekel, O.A. Clevering, W. van Dijk, I.E. Hoving, R.A.L. Kselik, J.J.M. de Klein, T.P. Leenders, V.G.M. Linderhof, H.T.L. Massop, H. M. Mulder, G.J. Noij, E.A. van Os, N.B.P. Polman, L.V. Renaud, S. Reinhard, O.F. Schoumans, D.J.J. Walvoort, 2008. Ex-ante evaluatie KRW en landbouw; Effect van voorgenomen en potentieel aanvullende maatregelen op de oppervlaktewaterkwaliteit voor nutriënten. Wageningen, Alterra rapport 1687, 120p.

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, 152p.

Bolt, F.J.E. van der, H.P. Oosterom, R.F.A. Hendriks en P. Groenendijk, 2007. Bronnen van nutriënten in het landelijke gebied: de bijdrage van landbouw aan oppervlaktewaterkwaliteit in perspectief. Wageningen, Alterra rapport 1483, 53p.

Catalogus GBD, 2006. Nederlandse Catalogus Groen Blauwe Diensten 2007. Den Haag, Min. LNV, 181p.

DLG, 2006. Overzicht Standaard Eenheidsprijzen. Utrecht, 18p+ 106p.

Klein, J. de, B. Brinkman, 2006. Effecten van hydromorfologische ingrepen op nutriëntenconcentraties en overige fysisch-chemische grootheden in oppervlaktewater. Alterra rapport 1416, 72p.

KRW (Kaderrichtlijn Water), 2000. Richtlijn 2000/60/EG. Brussel, 72p. www.kaderrichtlijnwater.nl

LTO Projecten, 2007. Kaderrichtlijn Water in de agrarische bedrijfsvoering. LTO Nederland, Unie van Waterschappen, 40p.

Nitraatrichtlijn, 1991. Richtlijn 91/676/EEG inzake de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen, dec. 1991.

Nijboer, R.C., 2004. Een expertsysteem voor de keuze van hydrologische maatregelen; I Literatuurstudie naar de hydrologische effecten op sloot- en beekecosystemen. Wageningen, Alterra rapport 1066, 98p.

Nijboer, R.C., L.T.A. van Diepen, L.W.G. Higler, 2004. Een expertsysteem voor de keuze van hydrologische maatregelen; III Inventarisatie van hydrologische herstelprojecten. Wageningen, Alterra rapport 1067, 82p.

Noij, G.J., W. Corré, E.M.P.M. van Boekel, H. Oosterom, J. van Middelkoop, W. van Dijk, O. Clevering, L. Renaud, P.J.T. van Bakel, 2008. Kosteneffectiviteit van alternatieve maatregelen voor bufferstroken in Nederland. Wageningen, Alterra rapport 1618, 228p.

Os, E.A. van, R. Michels, A.J. Reinhard, F.J.E. van der Bolt, 2008. Disproportionele maatregelen; argumentatielijnen en stappenplan. Wageningen, Alterra rapport 1727, 44p.

Tiktak A., F. van den Berg, J.J.T.I. Boesten, M. Leistra, A.M.A. van der Linden, D. van Kraalingen, 2000. Pesticide Emission Assessment at Regional and Local Scales: User Manual of FOCUS Pearl; version 1.1.1. RIVM Report 711401008, Alterra Report 28, RIVM, Bilthoven, 142 pp. Available at <http://www.pearl.alterra.nl>

Wolf, J. , A.H.W. Beusen , P. Groenendijk , T. Kroon , R.Rötter , H. van Zeijts, 2003. The integrated modeling system STONE for calculating nutrient emissions from agriculture in the Netherlands. *Environmental Modelling & Software* 18 (2003), p. 597–617.

Wösten J.H.M., F. de Vries, J. Denneboom, A.F. van Holst. 1988. *Generalisatie en bodemfysische vertaling van de bodemkaart van Nederland, 1: 250 000, ten behoeve van de PAWN-studie*. Rapport nr. 2055. Stiboka (at present part of Alterra) Wageningen.

Bijlage 1 Maatregelen tabel

Code	Maatregelen
A	Brongerichte maatregelen
A1	Afvalwater uit opstallen
1	Afvalwater naar IBA
2	Opvang in riool
3	Opvang in mestkelder
4	Opvang voor hergebruik
A2	Minder bemesten
1	Generiek pakket bemestingsmaatregelen "beperkt"
2	Generiek pakket bemestingsmaatregelen "fors"
3	Generiek pakket bemestingsmaatregelen "maximaal"
4	Verlagen gift dierlijke mest (250) & gebruiksnorm (-0% opbrengst)
5	Verlagen gift dierlijke mest (230) & gebruiksnorm (-5% opbrengst)
6	Verlagen gift dierlijke mest (170) & gebruiksnorm (-10% opbrengst)
7	Verlagen gift dierlijke mest (250) & toepassing verwerkte mest tbv gebruiksnorm (-0% opbrengst)
8	Verlagen gift dierlijke mest (230) & toepassing verwerkte mest tbv gebruiksnorm (-5% opbrengst)
9	Verlagen gift dierlijke mest (170) & toepassing verwerkte mest tbv gebruiksnorm (-10% opbrengst)
10	Minder bemesten, verlagen P-aanvoer
11	Verlagen van mobiel P in mest
12	Minder beweiden, verlagen P-aanvoer
13	Uitmijnen
14	geen P-kunstmest op landbouwgrond
15	vergroten mestopslag op melkveebedrijven
16	werkingscoëff dierlijke mest verhogen
17	stro inbrengen/achterlaten
A3	Beter plaatsen in ruimte en tijd
1	injectie/onderwerken
2	kantstrooien
3	Rijenbemesting
4	Synlocalisatie: plaats van bemesten afstemmen op opname
5	Bemesting beter afstemmen op opnameperiode (synchronisatie)
6	Bemesting afstemmen op neerslagrisico
7	stikstofvenster
8	ruggenteelt, substraatteelt
9	goede afstelling doseerapparatuur
A4	Hogere onttrekking
1	Gewas/ras met hogere N/P-efficiëntie/opbrengst
2	Gewas/ras met diepere beworteling
3	Gewasresten afvoeren
4	Wintergewas telen
5	toedelen gewassen
6	Beregenen met oppervlaktewater
7	Beregenen met grondwater
A5	Bodem aanpassen
1	IJzer of aluminium toevoegen aan bodem
2	Organische stof toedienen
3	Afgraven
4	Soil stabilizers
5	Vermijden structuurbederf
6	Ploegzool breken
A6	Erosie/oppervlakkige afspoeling
1	egaliseren
2	Contour grondbewerking
3	grondbewerking aanpassen
4	Gewas met hogere bodembedekking (gras)
5	Mulching en mulchzaai
6	Hellinglengte verkleinen
A7	Rand perceel
1	Slootkantbeheer
2	Blokkeren lekkage naar sloot met verhoging (ca 25 cm)
3	Bezinkplek inrichten, blokkeren lekkage naar de sloot
4	Slootbagger verder uit de slootkant brengen
5	Smalle buffer (droog, < 1 mtr.)
6	brede Bufferstrook (droog >1 mtr.)
7	brede Bufferstrook (nat >1 mtr.)

B Hydrologische maatregelen

B1 Afvoer

- 1 Draineren
- 2 Drainage verdiepen, onderwater leggen
- 3 Drainage opheffen
- 4 Greppels dempen
- 5 ondiepe sloten dempen
- 6 diepe sloten dempen
- 7 zowel winter- als zomerpeil 30 cm verhogen, hellend gebied
- 8 zowel winter- als zomerpeil 30 cm verhogen, polder, geen veengebied
- 9 idem, veenpolder
- 10 Peil opzetten in de zomer met 30 cm, hellend gebied
- 11 Peil opzetten in de zomer met 30 cm, polder geen veengebied
- 12 idem, veenpolder
- 13 Peil opzetten in zomer en winter, halve effect
- 14 drainage verdiepen, verlagen drainagebasis 30cm
- 15 nieuwe aanleg peilgestuurde drainage, peilverhoging OS + dempen 1/2OS
- 16 Omschakeling van drainage naar peilgestuurde drainage, peilverhoging OS + niet dempen OS
- 17 Omschakeling van drainage naar peilgestuurde drainage, peilverhoging OS + dempen 1/2OS
- 18 nieuwe aanleg samengestelde peilgestuurde drainage, geringere drainafstand, 30cm dieper
- 19 onderwaterdrains
- 20 drainage nieuwe stijl (intensiever + ondieper)
- 21 herdrainage (intensiever + ondieper)

B2 Sloot volume/verblijftijd verhogen

- 1 Peil opzetten, sloot stuwen in uitspoelingsperiode
- 2 Dynamisch peilbeheer, afhankelijk neerslag
- 3 Sloten dempen of verondiepen
- 4 Verblijftijd in sloten verhogen
- 5 Waterretentie bedrijf

B3 Ruimtelijke maatregelen

- 1 omleiden/afwentelen

B4 Lokaal reinigen

- 1 opvang in helofytenfilter
- 2 Slibvang/Bergbezinkbasin
- 3 IJzer of aluminium toevoegen aan helofytenfilter of slibvang
- 4 Technologische fosfaatzuivering
- 5 Sloot schonen
- 6 Drains filteren
- 7 vloeiveld, extensief beheerd, C input
- 8 vloeiveld intensief beheerd, P verwijdering
- 9 vloeiveld, intensief beheerd, P verwijdering met ijzerfilter
- 10 horizontaal doorstromend helofytenfilter, N verwijdering met riet
- 11 horizontaal doorstromend helofytenfilter, N verwijdering met C toevoeging
- 12 verticaal doorstromend filter, P verwijdering, met riet
- 13 verticaal doorstromend filter, P verwijdering, met riet en P bindend substraat
- 14 verticaal doorstromend filter, Pverwijdering, eb/vloedsysteem met P-bindend substraat
- 15 koolstofbron toevoegen aan oppervlaktewater
- 16 chemische toevoeging (ijzerchloride) aan opp.water
- 17 agrowadi voor opvang erfwater

C Hydromorfologische ingrepen

- 1 kanaliseren/normaliseren
- 2 stuwen/sluisen
- 3 oeeverdediging/waterbodembediging
- 4 aantasting natuurlijke inundatiezones
- 5 grondwaterstandverandering/inpoldering
- 6 bedijking
- 7 zeekerende dammen
- 8 barrières op grens zee en estuarium

Bijlage 2 Voorbeeld Factsheet Reducerende Maatregelen

Naam maatregel:

Code:

Schematische schets van de maatregel:

Kennishouder: *(naam)*

Definitie:

Effect: *(hier invullen wat van de maatregel wordt verwacht)*

Status

- al toegepast - praktijkrijp
- experiment - in onderzoek
- idee - onbekend

Verwacht Reductie Percentage op

- basis van factor
- rekenregel
- puntbron

Onderbouwing: *(hier kiezen uit een van onderstaande mogelijkheden)*

- ervaring - berekeningen
- onderzoek - onbekend

Bijeffect: *(hier kiezen uit een of meer van onderstaande mogelijkheden)*

- landschap - natuur
- recreatie - cultuurhistorisch
- milieu - landbouw
- onbekend

Kennis *(hier de kennis beschrijven die uit de literatuur/ervaring beschikbaar is)*

Literatuur (hier literatuurbronnen invullen: auteur(s), jaar, titel, uitgave)

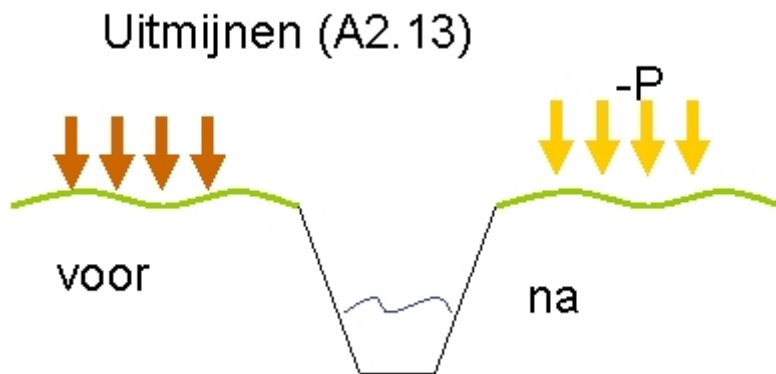
Bijlage 3 Inge vulde factsheets Uitmijnen en Onderwaterdrains

Voorbeeld factsheet Uitmijnen

Maatregel: Uitmijnen

Kenniseigenaar: W. Chardon

Code: A2.13; ID 17



Definitie:

Geen fosfaatbemesting toepassen, maar wel alle overige elementen naar behoefte toedienen waardoor een maximale fosfaatonttrekking door het gewas gerealiseerd wordt. Vervolgens wel afvoeren natuurlijk!

Effect:

Maximaal negatief P-overschot. Ruime N-gift stimuleert maximale opbrengst drogestof, maar kan ook N-uitspoeling veroorzaken.

Status:

- Praktijkrijp

Verwacht Reductie Percentage op basis van interpolatie

Onderbouwing:

- onderzoek

Bijeffect:

- milieu

Kennis:

In Nederland uitgebreid in een potproef onderzocht (Koopmans *et al.*, 2004), en op plotschaal in het project Verliesnormen (van der Salm *et al.*, 2007). In het buitenland is er veel meer onderzoek gedaan, waarbij een afname van de beschikbaarheid van P met

tientallen procenten werd gevonden na een aantal oogsten. In de P-pilot Limburg wordt een proef uitgevoerd met aardappel/mais en met gras.

Literatuur:

- Barber, S.A., 1979. Soil phosphorus after 25 years of cropping with five rates of phosphorus application. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 10:1459-1468.
- Brown, B.D. & R.G. Gibson, 2002. Double cropped forages for maximizing phosphorus removal in southwestern Idaho. In Annual Meeting Abstracts [CD-ROM] ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI USA.
- Delgado, A. & J. Torrent, 1997. Phosphate-rich soils in the European union: Estimating total plant-available phosphorus. *Eur. J. Agron.* 6:205-214.
- Delorme, T.A., J.S. Angle, F.J. Coale & R.L. Chaney, 2000. Phytoremediation of phosphorus-enriched soils. *Int. J. Phytoremediation* 2:173-181.
- Eghball, B., J.F. Shanahan, G.E. Varvel & J.E. Gilley, 2002. Reduction of high soil test phosphorus by crop removal. In Annual Meeting Abstracts [CD-ROM] ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI USA.
- Guo, F., R.S. Yost, N.V. Hue, C.I. Evensen & J.A. Silva, 2000. Changes in phosphorus fractions in soils under intensive plant growth. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64:1681-1689.
- Halvorson, A.D. & A.L. Black, 1985. Fertilizer phosphorus recovery after seventeen years of dryland cropping. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 49:933-937.
- Hedley, M.J., G.J.D. Kirk & M.B. Santos, 1994. Phosphorus efficiency and the forms of soil phosphorus utilized by upland rice cultivars. *Plant Soil* 158:53-62.
- Hooker, M.L., R.E. Gwin, G.M. Herron & P. Gallagher, 1983. Effects of long-term annual applications of N and P on corn grain yields and soil chemical properties. *Agron. J.* 75:94-99.
- Koopmans, G.F., W.J. Chardon, P. de Willigen & W.H. van Riemsdijk, 2004. Phosphorus desorption dynamics in soil and the link to a dynamic concept of bioavailability. *J. Environ. Qual.* 33:1393-1402.
- Koopmans, G.F., W.J. Chardon, P.A.I. Ehler, J. Dolfing, R.A.A. Suurs, O. O, 2004. Phosphorus availability for plant uptake in a phosphorus-enriched noncalcareous sandy soil. *J. Environ. Qual.* 33:965-97.
- Marrs, R.H., 1985. Techniques for reducing soil fertility for nature conservation purposes: a review in relation to research at Roper's Heath, Suffolk, England. *Biol. Conserv.* 34:307-332.
- McCollum, R.E., 1991. Buildup and decline in soil phosphorus: 30-year trends on a Typic Umprabuult. *Agron. J.* 83:77-85.
- Novak, J.M. & A.S.K. Chan, 2002. Development of P-hyperaccumulator plant strategies to remediate soils with excess P concentrations. *Crit. Rev. Plant Sci.* 21:493-509.
- Oehl, F., A. Oberson, H.U. Tagmann, J.M. Besson, D. Dubois, P. Mader, H.R., 2002. Phosphorus budget and phosphorus availability in soils under organic and conventional farming. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 62:25-35.
- Pierson, S.T., M.L. Cabrera, G.K. Evanylo, H.A. Kuykendall, C.S. Hoveland, 2001. Phosphorus and ammonium concentrations in surface runoff from grasslands fertilized with broiler litter. *J. Environ. Qual.* 30:1784-1789.
- Pothuluri, J.V., D.A. Whitney & D.E. Kissel, 1991. Residual value of fertilizer phosphorus in selected Kansas soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55:399-404.
- Salm, C. van der, J. Dolfing, M. Heinen and G.L. Velthof, 2007. Estimation of nitrogen losses via denitrification from a heavy clay soil under grass. *Agriculture, Ecosystems & Environment*; Volume 119, Issues 3-4, p.311-319.
- Schärer, M., 2003. The influence of processes controlling phosphorus availability on phosphorus losses in grassland soils. PhD thesis ETH no 15312, Zürich Switzerland, 140 p.
- Sharma, N.C., J.C. Jain & S.V. Sahi, 2002. Ryegrass - Hyperaccumulator of phosphates. In Annual Meeting Abstracts [CD-ROM] ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI USA.
- Sharma, N.C., S. Cheepala & S.V. Sahi, 2003. Evaluation of crops for phosphate

- accumulation potential. In Annual Meeting Abstracts [CD-ROM] ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI USA.
- Sharma, N.C., S.V. Sahi, J.C. Jain & K.G. Raghothama, 2004. Enhanced accumulation of phosphate by *Lolium multiflorum* cultivars grown in phosphate-enriched medium. *Environ. Sci. Technol.* 38:2443-2448.
- Sharpley, A.N., 1999. Agricultural phosphorus, water quality, and poultry production: Are they compatible? *Poultry Sci.* 78:660-673.
- Sims, J.T. & N.J. Luka-McCafferty, 2002. On-farm evaluation of aluminum sulfate (alum) as a poultry litter amendment. *J. Environ. Qual.* 31:2066-2073.
- Sistani, K.R., G.A. Pederson & G.E. Brink, 2002. Nutrients uptake by ryegrass cultivars and crabgrass from a highly phosphorus enriched soil. In Annual Meeting Abstracts [CD-ROM] ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI USA.
- Snow, C.S.R. & R.H. Marrs, 1996. The effect of harvesting four crops under varying fertiliser regimes on nutrient offtake and selected soil properties. *Aspects of Applied Biology* 44: 413-418.
- Wagar, B.I., J.W.B. Stewart & J.O. Moir, 1986. Changes with time in the form and availability of residual fertilizer phosphorus on chernozemic soils. *Can. J. Soil Sci.* 66:105-119.
- Yli-Halla, M., H. Hartikainen & P. Väätäinen, 2002. Depletion of soil phosphorus as assessed by different indices of phosphorus supplying power. *Eur. J. Soil Sci.* 53:431-438.

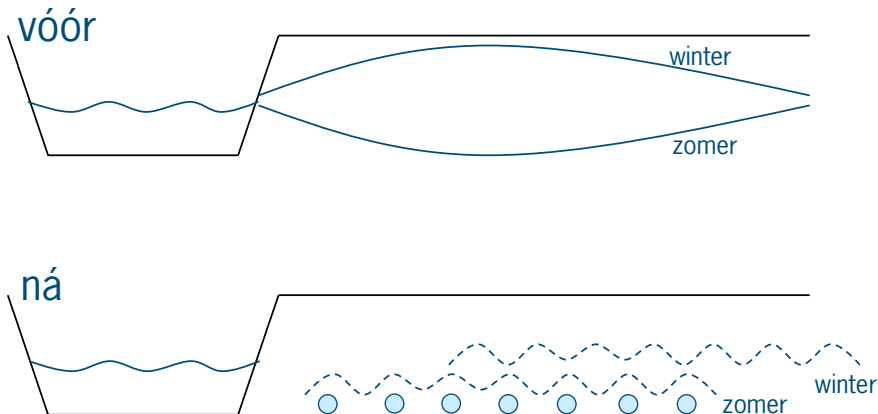
Voorbeeld factsheet Onderwaterdrains

Maatregel: Onderwaterdrains

Kenniseigenaar: J. van Bakel, Alterra

Code: B1.19; ID 98

Onderwaterdrains (B1.19)



Definitie:

Aanleg van drains die uitkomen in een sloot en waarbij uitmonding en drains permanent onder waterstand in sloot liggen

Effecten:

Onderwaterdrains worden aangelegd in veenweidegebieden met het oog op vertragen maaiveldsdaling. Drains zorgen voor sterke afvlakking van de grondwaterstanden (hoge grondwaterstanden in de winter worden lager en lage grondwaterstanden in de zomer worden hoger (door infiltratie). Daardoor neemt kans op maaiveld- en greppelafvoer af en neemt afbraak van veen in de zomer ook af, waardoor ook minder nutriënten vrijkomen. Daardoor neemt belasting van oppervlaktewater met N en P via af- en uitspoeling af.

Status:

- Experimenteel/Praktijkrijp

Verwacht Reductie Percentage op waterflux = N = P:

Onderbouwing:

- (model)berekeningen en praktijkproeven

Bijeffect:

Minder wateroverlast voor de landbouw

Vertragen van maaiveldsdaling is gunstig voor landschap en werkt kostenbesparend voor aanpassing waterhuishoudkundige infrastructuur

Kennis:

Kennis wordt ontleend aan literatuur, praktijkproeven en ervaringen van boeren die er al jaren ervaring mee hebben.

Literatuur

Jansen, P.C., E.P. Querner & C. Kwakernaak, 2007. Effecten van waterpeilstrategieën in veenweidegebieden; Een scenariostudie in het gebied rond Zegveld. Alterra-rapport 1516.

Jansen, P.C., E.P. Querner & C. Kwakernaak, 2008. Effecten van waterpeilstrategieën in veenweidegebieden. Een scenariostudie in een gebied met klei-op-veen rond Linschoten. Alterra-rapport 1666.

Bijlage 4 Projectenlijst BO-onderzoek

Onderstaande projecten zijn in de afgelopen twee jaar uitgevoerd binnen het kader van het beleidsondersteunend onderzoek en het meest van toepassing op de uitspoeling van N en P naar het oppervlaktewater. Resultaten van deze projecten zouden in de factsheets van betreffende maatregelen en in KIS-Hydrometra kunnen worden opgenomen waardoor de kwaliteit van de uitkomsten van KIS-Hydrometra verder toenemen.

jaar	BO-projectnummer	Projecttitel	Projectleider	Instituut	
2007	BO-05-001-02-037	Ad hoc fosfaatmodellering vier proefvelden	Salm, C. van der	Alterra	
	BO-05-001-02-043	Ad hoc mogelijkheid tot differentiatie fosfaatsnormen voor akker- en tuinbouw; fase 1a WOG	Berge, H.F.M. ten	PRI	
	BO-05-001-02-044	Ad hoc alternatieve bovengrondse mesttoediening	Huijsmans, J.	PRI	
	BO-05-001-02-046	Ad hoc beoordeling mesttoediening in de praktijk	Huijsmans, J.	PRI	
	BO-05-001-02-047	Ad hoc Plaatsing van fosfaat op gewasniveau tweede deel fase 1	Smit, A (Bert)	PRI	
	BO-05-001-02-049	Ad hoc betrouwbaarheid eff. P maatregelen	Brus, D.	Alterra	
	BO-05-002-05	Lange termijn werking dierlijke mest	Schröder, J.J.	PRI	
	BO-05-002-06	Feitelijke fosfaatonttrekking	Dekker, P.	PPO	
	BO-05-002-additioneel 9	Actualisatie bemestingsadviezen	Reuler, H. van	PPO	
	BO-05-002-additioneel 13	vervanging kunstmest door dierlijke mest	Schröder, J.J.	PRI	
	BO-05-004-04	P-lekkende gronden II	Salm, C. van der	Alterra	
	BO-05-004-06	Disproportionele maatregelen	Os, E. van	Alterra	
	BO-05-004-additioneel 7	Aquarijn 2 scenariostudie	Bolt, F.J.E. van der	Alterra	
	BO-05-006-01	STONE	Groenendijk, P.	Alterra	
	BO-05-006-02	MEBOT	Schreuder, R.	PPO	
	BO-05-006-additioneel 4	soc ec gevolgen generiek mestbeleid	Hoop, D.W. de	LEI	
	BO-05-004-additioneel 6	Effectiviteit Bemestingvrije Perceelsranden	Noij, G.J.	Alterra	
	BO-05-008-04	gebruiksnormen	Oenema, J.	PRI	
	BO-05-008-05	nitraat	Oenema, J.	PRI	
	BO-05-002-additioneel 1b	Mesttoediening op kleibouwland	Huijsmans, J.	PRI	
	BO-05-003-x1	398-II-1.3 P-uitmijning	Chardon, W.J.	Alterra	
	BO-05-004-additioneel 3	Introductie KRW op melkveebedrijven K&K	Aarts, F.	PRI	
	BO-05-004-additioneel 4	fosfaatpilot	Noij, G.J.	Alterra	
	BO-05-005-06	Monitoring emissies op rundveebedrijven	Smits, M.J.C.	ASG	
	2008	BO-05-001-002-ALT-11	Fosfaattoestand bodem	Schoumans, Oscar	ALT
		BO-05-001-002-ALT-12	aanvulling P-bemesting	Ehlert, Phillip	ALT
BO-05-002-006-PPO		Feitelijke fosfaatonttrekking	Dekker, Peter	PPO	
BO-05-002-007-ALT		P-bemesting en P-toestand	Ehlert, Phillip	ALT	
BO-05-002-012-PRI		Voorjaarsaanwending mest	Huijsmans, Jan	PRI	
BO-05-002-013-PRI		Onderbouwing derogatie	Schroder, Jaap	PRI	
BO-05-002-026-ALT		scheuren van grasland	Velthof, Gerard	ALT	
BO-05-002-027-PPO		Kunstmestgebruik in winter	Dekker, Peter	PPO	
BO-05-002-028-ALT		nitraatmetingen kunstmest	Velthof, Gerard	ALT	
BO-05-002-030-PPO		Actualisatie bemestingsadvies	Reuler, van, Henk	PPO	
BO-05-002-031-PRI		vervanging gebruiksnormen 2007	Schroder, Jaap	PRI	
BO-05-002-032-PRI		gereduceerd bemesten 2007	Berge, ten, Hein	PRI	
BO-05-002-033-PRI		plaatsing fosfaat 2007	Smit, Bert	PRI	
BO-05-002-042-PRI		Diff gebruiksnormen Tmt	Berge, ten, Hein	PRI	
BO-05-002-043-PPO		Tmt bemesting	Wijnands, Frank	PPO	
BO-05-004-001-ALT		Grond- en oppervlaktewater	Bolt, van der, Frank	ALT	
BO-05-004-002-ALT		Concentraties oppervlaktewater	Groenendijk, Piet	ALT	
BO-05-004-004-ALT		P-lekkende gronden	Salm, van der, Caroline	ALT	
BO-05-004-007-ALT		STONE	Groenendijk, Piet	ALT	
BO-05-004-010-ALT-4		Bufferstroken	Noij, Gert Jan	ALT	
BO-05-004-011-ALT		Monitoren stroomgebieden	van Tol, Dorothee	ALT	
BO-05-004-013-LEI		disproportionele maat. 2007	Reinhard, Stijn	LEI	
BO-05-004-015-ALT		Scenariostudies KRW	Bolt, van der, Frank	ALT	
BO-05-005-001-ASG-V-2		monitoring emissie rundvee	Smits, Michel	ASG-V	
BO-05-005-014-ASG-V-1		emissiereduct rundveehouderij	Bokma, Sjoerd	ASG-V	
BO-05-005-015-PRI		Evaluatie aanwenden mest	Huijsmans, Jan	PRI	
BO-05-006-002-PPO		MEBOT	Dijk, van, Wim	PPO	
BO-05-006-004-ASG-V		Mestverwerking	Hoeksma, Paul	ASG-V	
BO-05-008-003-ASG-V		Meststoffen en gewasproductie	Haan, de, Michel	ASG-V	
BO-05-008-012-PRI		Fosfaatstartgiften AT	Smit, Bert	PRI	

* Projecttitels zijn werktitels, niet de uitgebreide beschrijvende titel

Bijlage 5 Introductiepagina website

The screenshot shows a web browser window displaying the website for KIS-Hydrometra. The browser title is "Wageningen UR - Alterra - Onderzoek - Windows Internet Explorer". The address bar shows the URL: <http://www.alterra.wur.nl/NL/onderzoek/Werkveld+Water+en+Klimaat/Integraal+Waterbeheer/KIS-Hydrometra/>. The website header includes the Alterra Wageningen UR logo, a search bar, and navigation tabs: "Onderzoek", "Publicaties Alterra", "Producten", "Nieuws & Agenda", "Over Alterra", "Werken bij", and "Contact". A breadcrumb trail reads: "wageningen ur (home) > alterra (home) > onderzoek > werkveld water & klimaat > integraal waterbeheer > kis-hydrometra".

The main content area is titled "KIS-Hydrometra". It contains two paragraphs of text:

KIS-Hydrometra is een kennisstelsel om op eenduidige wijze het effect van brongerichte en/of hydrologische maatregelen op de diffuse uitspoeling van N en P naar het oppervlaktewater te berekenen. Vanaf deze pagina is KIS-Hydrometra te downloaden.

De gebruiker wordt op eenvoudige wijze door KIS-Hydrometra geleid door antwoord te geven op vragen die zijn eigen vraagstelling nauwkeuriger definieert en waardoor het resultaat een specifiek antwoord geeft over het effect van een maatregel op de uitspoeling van N en P naar het oppervlaktewater over een gemiddelde periode van 2015-2030 op een bepaald gebied. Elke maatregel is beschreven in een factsheet en het resultaat wordt weergegeven in kaart of tabel per gekozen maatregel en regio.

KIS-Hydrometra is een basisinstrument dat op verschillende wijzen kan worden uitgebouwd afhankelijk van de vragen van de gebruiker. We nodigen u, als gebruiker, daarom van harte uit om te reageren met vragen en opmerkingen die KIS-Hydrometra kan verbeteren.

Below the text is a box with a drawing of a plant and the following text:

KIS-Hydrometra:
Een Kennis Informatie Systeem dat een verbinding legt tussen water (hydro) en maatregelen (metra) om door hydrologische maatregelen de uitspoeling van stikstof en fosfaat te verminderen en de kwaliteit van het oppervlaktewater te verbeteren. Hydrometra is ook een familie van vijfdeopers en beeklopers (o.a. *Hydrometra stagnorum*) en zijn indicatoren voor een goede ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater.

Below this box is a link: [Download KIS-Hydrometra](#)

On the right side of the page, there is a "Contact" box containing the name "ing. E.A. (Erik) van Os" and a link: [Contact](#), followed by a link: [» meer Contact](#)

The bottom of the browser window shows the Windows taskbar with the Start button, several open applications (Inbox - Microsoft Out..., eindrapport 4.doc - M..., Wageningen UR - Alt...), and the system clock showing 13:03 on 11/11/2010.

