

**FOSFAAT AFSPOELING BOERENLAND  
DEELRAPPORT: OPSCHALING  
BOERENMAATREGELEN IJZERZAKKEN**

INNOVATIE KRW



7 juni 2011  
075560274:0.5 - Definitief  
C01012.200096.001B/GF

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	2
<b>1 Inleiding</b>	4
1.1 Aanleiding en plaats van dit rapport	4
1.2 Doelstelling	5
1.3 Vraagstelling	6
1.4 Leeswijzer	6
<b>2 Methode voor opschaling</b>	7
2.1 Opschaling	7
2.2 Werkwijze – proeflocatie schaal	8
2.3 Aannames en resultaten veldproeven	10
2.4 Werkwijze – Nationale schaal	13
<b>3 Resultaten van opschaling</b>	14
3.1 Proeflocatie schaal	14
3.2 Nationale schaal	17
3.2.1 Huidige situatie	17
3.2.2 Effecten van de maatregelen	17
3.2.3 Verwachte waterkwaliteitsverbetering in Nederland	18
<b>4 Discussie</b>	21
<b>5 Conclusie en aanbevelingen</b>	24
5.1 Conclusie	24
5.2 Aanbevelingen	25
<b>Literatuur</b>	27
<b>Bijlage 1</b> Boerenlocaties en berekende emissieafname	28
<b>Bijlage 2</b> Methode voor bepaling van de impact van een maatregel op het voedingsgebied van een meetpunt	31
<b>Colofon</b>	32

# Samenvatting

Binnen het onderzoeksproject 'Terugdringing fosfaatafspoeling boerenland' in het kader van het programma Innovatie KRW heeft ARCADIS verschillende rollen gehad. Een hoofdtaak van ARCADIS was de opschaling van de effecten van de maatregel ijzerzakken. Het doel is te komen tot een opschaling van de resultaten van de proeven die binnen het onderzoek zijn uitgevoerd, om een uitspraak te kunnen doen over de te verwachte waterkwaliteitsverbetering na invoering van de maatregel. Hierbij is de centrale vraag: hoe kunnen we de resultaten van enkele proefopstellingen opschalen om hiermee een uitspraak te kunnen doen over de verwachte waterkwaliteitsverbetering na invoering van de maatregel?

Het opschalen van de effecten van maatregelen bleek complex. Ondanks dat was het wel mogelijk om een algemene methodiek te ontwikkelen. Hierbij wordt de emissieafname uitgerekend door het deel van de emissie waarop de maatregel ingrijpt te vermenigvuldigen met het rendement van de maatregel.

De acht uitgevoerde proeven hebben een breed scala aan inzichten en resultaten opgeleverd. De resultaten van de proeven op de verschillende proeflocaties laten een grote bandbreedte zien in het rendement van de maatregel ijzerzakken. Er zijn vele factoren die de effecten van de maatregel op grotere schaal beïnvloeden. Daarom was het nodig om een flink aantal aannames te doen om de verwachte waterkwaliteitsverbetering bij opschaling te bepalen. Omdat de veldproeven in kleigebieden uitgevoerd zijn, en de maatregel met ijzerzakken in bestaande of gegraven greppels geschikt en effectief blijken voor kleigebieden, doen we bij de opschaling alleen uitspraken voor kleigebieden. Bij het optreden van oppervlakkige afstroming kan de maatregel zeker ook gebruikt worden in zand- en veen gebieden. Per toegepaste ijzerzak zal dan een bepaalde emissieafname bereikt worden.

Landelijke cijfers laten zien dat de totale fosfaatbelasting van de wateren in Nederland  $19 \cdot 10^6$  kg P per jaar bedraagt, waarvan het grootste deel ( $13 \cdot 10^6$  kg P per jaar) via de grote rivieren afkomstig is uit het buitenland. Voor regionale –niet grensoverschrijdende- wateren is de landbouw een grote bron van fosfaat. Door het toepassen van ijzerzakken in kleigebieden kan een afname van de totale fosfaatbelasting tot  $6 \cdot 10^5$  kg P per jaar bereikt worden. Om het effect van de maatregel op de waterkwaliteit in beeld te brengen, worden twee categorieën wateren bekeken: 1) regionale wateren in een gemiddelde situatie: de landbouw is hier de bron van 50% van de fosfaatbelasting, 2) regionale wateren in landbouwgebieden. Hier kan landbouw tot 100% van de fosfaatbelasting veroorzaken.

Voor de eerste categorie levert de maatregel een verbetering op van een gemiddelde concentratie van 0,21 mg P/l naar een nieuwe concentratie van 0,14 tot 0,20 mg P/l. Dit is een kleine tot significante vermindering. Voor landbouwwater in de tweede categorie resulteert het in een nieuwe concentratie van 0,07 tot 0,20 mg P/l. Uitgaande van een Goed Ecologisch Potentieel – doelstelling vanuit de Kaderrichtlijn Water van 0,15 mg p/l kan de maatregel in landbouwgebieden zeker bijdragen aan het behalen van de doelstelling. Verhoging van het rendement van de maatregel kan leiden tot een verdere verbetering van de waterkwaliteit.

Ook kan gezocht worden naar aanpassing van de maatregel zodat deze breder toegepast kan worden.(gebruik van ijzerzakken of het materiaal voor duikers, in sleuven langs het land, in drains). De beschreven waterkwaliteitsverbetering is alleen van toepassing op de kleigebieden van Nederland, omdat dit het gebied is waar de maatregel en opschaling is toegepast.

# HOOFDSTUK 1 Inleiding

## 1.1

### AANLEIDING EN PLAATS VAN DIT RAPPORT

Hoge fosfaatconcentraties in regionale wateren vormen één van de belangrijkste obstakels voor het behalen van de doelstellingen voor het oppervlaktewater. Nieuw onderzoek toont aan dat de bijdrage van oppervlakkige afspoeling van fosfaat veel groter is dan tot nu toe werd aangenomen. Recent onderzoek in het kader van DOVE laat zien dat de snelle fosfaatafspoeling van boerenland een grote bijdrage levert aan de emissie van meststoffen naar het oppervlaktewater. Na een forse regenbui worden opvallend hoge fosfaatgehalten in het oppervlaktewater gemeten, vooral na bemesting (Van de Weerd en Torenbeek, 2007). Deze route bestaat uit waterstromen (met mest) die na hevige regenbuien of gedurende natte omstandigheden oppervlakkig of via greppels naar sloten afstromen.

Deze nieuwe inzichten vragen om een vernieuwde aanpak van het probleem van hoge fosfaatconcentraties in regionale wateren. ARCADIS heeft naar aanleiding hiervan het initiatief genomen tot het schrijven van een projectvoorstel binnen het programma Innovatie KRW. Dit is gezamenlijk opgepakt met Wageningen Universiteit, Alterra en ZLTO en heeft geresulteerd in het onderzoek genaamd 'Terugdringing fosfaatafspoeling van boerenland'. Het doel van het onderzoek is om 'door agrariërs voorgestelde maatregelen die de snelle transportroutes van fosfaat naar oppervlaktewater afsluit te testen'. De kern van het onderzoek is dat wetenschappelijk onderzoek verweven wordt met praktijkinnovatie door agrariërs.

#### *Ontwikkelingen binnen het onderzoeksproject*

De fosfaatproblematiek en de mogelijkheden van het afsluiten van de snelle transportroute zijn aan twaalf agrarische bedrijven in Zuid-Nederland voorgelegd. Vervolgens zijn voor het daadwerkelijke onderzoek acht agrariërs in Noord-Brabant geselecteerd, met een spreiding van akkerbouwbedrijven en veehouderij op lichte en zware kleigronden. Veldbezoeken bij deze agrariërs zijn de inspiratiebron geweest voor het uitvoeren van proeven met ijzerzakken op boerenland (foto 1.1). Binnen het project zijn verschillende ijzerhoudende fosfaatbindende materialen getest in het laboratorium. Vervolgens zijn veldproeven uitgevoerd op elk van de acht participerende bedrijven, waarbij is geëxperimenteerd met de optimale korrelgrootte en de grootte van de ijzerzakken.

Naast de proeven is aandacht besteed aan kennisuitwisseling en evaluatie van de maatregel ijzerzakken. Meerdere Communities of Practice zijn georganiseerd met afwisselend de wetenschappers, de projectgroep Actief Akkerrandenbeheer Brabant, de klankbordgroep van ZLTO, en de participerende agrariërs in het onderzoek. Met behulp van gangbare bedrijfseconomische methoden en modellen (van ZLTO) is de kosteneffectiviteit van de maatregel ijzerzakken en de effecten op de bedrijfsvoering op vier bedrijven bepaald.

Daarnaast is door ARCADIS een methodiek ontwikkeld om het (potentieel) milieurendement van de maatregel ijzerzakken te bepalen om een beeld te schetsen van de verwachte waterkwaliteitsverbetering bij grootschalige toepassing ('opschaling') van de maatregel.

Tenslotte is ook aandacht besteed aan een zorgvuldige communicatie over de ervaringen van participerende boeren en over de wetenschappelijke resultaten. Er is een professionele video geproduceerd gericht op de agrarische sector, waarin zowel de participerende boeren als wetenschappers aan het woord komen. Ook zal gepubliceerd worden in zowel wetenschappelijke als agrarische vakbladen.

Foto 1.1

Een proefopzet (links) en een detailfoto van de ijzerzak in de greppel (rechts).



#### *Rol van ARCADIS*

De rol van ARCADIS in dit onderzoek is zowel adviserend als onderzoeksmatig. ARCADIS heeft advies gegeven over het gebruik van ijzerhoudend materiaal en het opzetten van de proeven. Daarnaast is ARCADIS actief betrokken geweest bij de evaluatie van de maatregel tijdens de Communities of Practice. Ook is ARCADIS betrokken bij de geproduceerde video om de fosfaatproblematiek toe te lichten. Het onderzoeksdeel dat door ARCADIS is uitgevoerd is het ontwikkelen van een methodiek om de te verwachte waterkwaliteitsverbetering bij opschaling van de maatregel ijzerzakken te bepalen. Dit deelrapport is specifiek gericht op het beschrijven van deze methodiek en het bepalen van de te verwachte waterkwaliteitsverbetering bij opschaling van de maatregel ijzerzakken. Aan de bovenstaande activiteiten heeft Leonie van Twisk als stagiaire een belangrijke bijdrage geleverd. Daarnaast heeft zij in haar stageverslag geschetst hoe de kansrijkheid van duurzaam nutriëntbeheer als gevolg van het nemen van landbouwmaatregelen kan worden ingeschat (Van Twisk 2010).

## 1.2

### **DOELSTELLING**

De resultaten van de veldproeven binnen het onderzoek 'Terugdringing fosfaatafspoeling van boerenland' laten zien dat met ijzerzakken de afspoeling van fosfaat naar het oppervlaktewater teruggedrongen kan worden. Maar wat betekent dit nu voor de waterkwaliteit?

De doelstelling is te komen tot een opschaling van de resultaten van de veldproeven zodat een uitspraak gedaan kan worden over de te verwachte waterkwaliteitsverbetering na invoering van de maatregel.

### **1.3** VRAAGSTELLING

Om te komen tot opschaling van de resultaten is er één cruciale vraag:

*Hoe kunnen we de resultaten van enkele proefopstellingen opschalen om hiermee een uitspraak te doen over de te verwachte waterkwaliteitsverbetering na invoering van de maatregel?*

### **1.4** LEESWIJZER

Dit rapport beschrijft het onderdeel opschaling binnen het project 'Terugdringing fosfaatafspoeling van boerenland'. We beginnen met de beschrijving van de methode voor opschaling. Hierover leest u in hoofdstuk 2. Daarna nemen we u mee naar hoofdstuk 3 waarin de resultaten van de opschaling gepresenteerd worden. Hier wordt zowel gekeken naar de effecten bij een proeflocatie als naar de effecten op nationale schaal. Het rapport sluiten we af met een discussie (hoofdstuk 4) en conclusies en aanbevelingen (hoofdstuk 5).

## HOOFDSTUK

# 2 Methode voor opschaling

## 2.1

### OPSCHALING

Op acht boerenlocaties zijn proeven gedaan om te bepalen hoeveel fosfaat wordt weggevangen bij toepassing van de ijzerzakken. Uit de proeven blijkt dat ijzerzakken potentieel effectief zijn in het wegvangen van fosfaat uit oppervlakkige afspoeling (de 'snelle P routes'). Het probleem van hoge fosfaatconcentraties in regionale wateren kan mogelijk worden aangepakt door de toepassing van de maatregel ijzerzakken. Door de ijzerzakken op nationale schaal toe te passen kan de maatregel mogelijk leiden tot een verbetering van de waterkwaliteit. Onderstaand wordt een methodiek beschreven om de verwachte waterkwaliteitsverbetering bij 'opschaling' van de maatregel ijzerzakken te bepalen. Doel van deze opschaling is om de resultaten van de proeven met de ijzerzakken te vertalen naar de KRW-doelen en te bekijken of mogelijk het GEP (Goed Ecologisch Potentieel) behaald wordt.

Voor de acht locaties waar proeven zijn uitgevoerd, kan bekeken worden of het toepassen van de maatregel bijdraagt aan het halen van de KRW doelstellingen: wordt het GEP nu gehaald, en wordt het na uitvoering van de maatregel gehaald? Paragraaf 2.2 gaat in op de werkwijze die hiervoor gebruikt is en 3.1 beschrijft de uitkomsten hiervan voor één locatie. Vervolgens is aan de hand van de resultaten van de acht proeflocaties gekeken of er algemene uitspraken gedaan kunnen worden over de te realiseren waterkwaliteitsverbetering bij toepassing van de maatregelen op nationale schaal. De werkwijze staat beschreven in 2.4 en de resultaten hiervan staan beschreven in 3.2.

#### KRW EN GEP

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) staat voor belangrijke doelstellingen. Zoals schoon water, waarin vissen en waterplanten kunnen gedijen. De KRW stelt dat in 2015 alle wateren een goede chemische en ecologische toestand moeten hebben.

In Nederland hebben we in de loop der eeuwen fors ingegrepen in de waterhuishouding. De 'natuurlijke toestand' van ons watersysteem is dan vaak ook geen reëel referentiepunt voor het bepalen van ecologische doelen van waterlichamen, zoals de KRW voorschrijft. De KRW biedt voor zulke gevallen een alternatieve oplossing, waarbij de hoogst haalbare ecologische referentie moet worden gedefinieerd (het Maximaal Ecologisch Potentieel of MEP) én de daadwerkelijk na te streven toestand (het Goede Ecologische Potentieel of GEP). De GEP is opgebouwd uit biologische, hydromorfologische en algemeen fysisch-chemische kwaliteitselementen, gedifferentieerd per watertype. Dit om recht te doen aan de verschillen.



Per water(type) is een bij het GEP behorende totaal fosforconcentratie vastgesteld welke in de doelstellingen is opgenomen. De P-totaal concentratie behorend bij het GEP ligt gemiddeld op 0.15 mg/l in Nederland.

## 2.2

### **WERKWIJZE – PROEFLOCATIE SCHAAL**

Voor de proeflocaties wordt bepaald op welke watergang het bedrijf afwatert en wat de gemeten concentratie<sup>1</sup> in het betreffende oppervlaktewater zijn. Hierbij is gebruik gemaakt van meetgegevens op KRW meetpunten en de meetgegevens uit de CIW rapportage (Commissie Integraal waterbeheer). Er is gekeken naar de meest recente gegevens. Deze betreffen het jaar 2008. Deze meetpunten liggen niet in de haarvaten van het watersysteem, en daarom is het nodig om uit te zoomen naar een hoger schaalniveau bij het bepalen van de afwatering van de proeflocatie.

De meetgegevens van twee locaties – boven- en benedenstrooms van de proeflocatie – worden vervolgens naast elkaar gezet. Het tussenliggende gebied, waar ook de proeflocatie toe behoort, zorgt voor de toename in concentratie welke tussen de twee meetpunten wordt gemeten. Deze toename wordt veroorzaakt door alle tussenliggende bronnen die mogelijk bij kunnen dragen aan een verhoging van de fosfaatconcentratie.

Een volledige analyse van de bronnen in het tussenliggende gebied tussen twee meetpunten vraagt om een uitgebreide studie van het gehele afwateringsgebied welke tussen de twee meetpunten op de watergang afwatert. Deze gegevens zijn niet voorhanden. Om toch een uitspraak te kunnen doen, is een versimpeling van de werkelijkheid toegepast (zie ook kader 'Effect van emissiereductie op concentraties benedenstrooms'): de toename in concentratie tussen de twee meetpunten is toegeschreven aan landbouwgebied dat gelijk is aan de proeflocatie. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat het gemiddelde debiet wat toegevoegd wordt gelijk is aan het debiet in het bovenstrooms gelegen meetpunt.

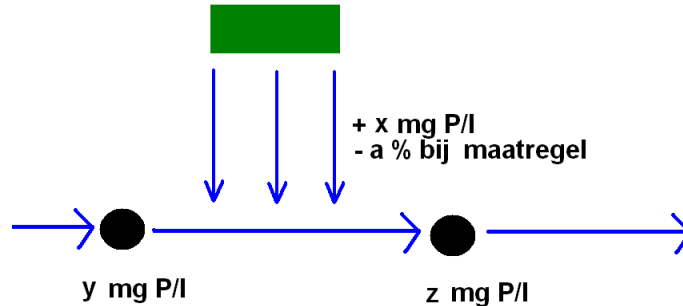
---

<sup>1</sup> Hierbij is gekeken naar de toetswaarde, ofwel de zomergemiddelde fosfaatconcentratie in het oppervlaktewater.

Onderstaande schematisatie (afbeelding 2.1) geeft het concept van deze werkwijze weer.

### Afbeelding 2.1

Schematisatie van het concept toegepast bij het bepalen van het effect van de maatregel op de proeflocaties.



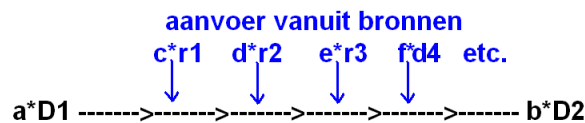
Het landbouwgebied (dat gelijk is aan de proeflocatie) zorgt voor de toename in fosfaatconcentratie tussen de twee meetpunten. De maatregel grijpt in op een deel van de bijdragen van het landbouwgebied. Dit deel wordt vermenigvuldigd met het rendement van de maatregel. Het effect van de maatregel wordt uitgedrukt in een  $x$  % emissieafname voor het landbouwgebied.

Bij het toepassen van de maatregel neemt de fosfaatconcentratie op het benedenstrooms meetpunten af. De afname is afhankelijk van de oorspronkelijke bijdrage van de proeflocatie, het deel van de bijdrage waarop het aangrijpt en het rendement van de maatregel. Dit komt neer op het volgende:

- Huidige situatie:  
Meetpunt benedenstrooms = Meetpunt bovenstrooms + bijdrage proeflocatie
- Situatie na invoering maatregel:  
Meetpunt benedenstrooms = Meetpunt bovenstrooms + (bijdrage proeflocatie – % effect maatregel)

### EFFECT VAN EMISSIEREDUCTIE OP CONCENTRATIES BENEDENSTROOMS:

Tussen twee meetpunten wordt de verhoging van de concentratie veroorzaakt door de tussenliggende bronnen, volgens onderstaande vergelijking:



$$a * D1 + (c * r1 + d * r2 + e * r3 + f * d4 + \dots) / (r1 + r2 + r3 + d4 + \dots) * D3 = b * D2$$

Hierin zijn  $a$  en  $b$  de gemiddelde concentraties op de KRW meetpunten en  $D1$  en  $D2$  de bijbehorende debieten. Waarbij  $D2$  gelijk is aan  $D1$  + het bijkomende water ( $D3=r1+r2+r3+d4\dots$ ). Dit bijkomende water, tussen de meetpunten, bestaat uit verschillende routes en bronnen.  $c$ ,  $d$  en  $e$  zijn gemiddelde concentraties horend bij de routes: afspooling, buisdrainage en uitspoeling+kwel richting het oppervlaktewater.  $r1$ ,  $r2$  en  $r3$  zijn de bijbehorende debieten van deze routes,  $f$  en verdere letters representeren overige bronnen zoals bijv. RWZI's.  $d4$  en volgende zijn de debieten behorend bij de overige bronnen. Al deze debieten samen vormen  $D3$ ; het bijkomende water tussen de twee meetpunten.

Voor de versimpeling gaan we er nu vanuit dat er alleen afspooling en buisdrainage plaatsvindt ( $r3$ ,  $d4$ ,  $\dots = 0$ , dit is een redelijke aanname voor kleigebied), en dat  $D1$  en  $D3$  aan elkaar gelijk zijn. Hierdoor versimpelt de vergelijking tot:

$$b = (a + (cr1 + dr2)/(r1+r2))/2.$$

Wanneer de vracht in het afspoelende water ( $cr_1$ ) 75% van de totale emissie van P vanuit landbouwgrond bevat, en deze emissie gereinigd wordt dmv ijzerzakken met een rendement van 50%, dan neemt de landbouwemissie ( $le$ ):  $(cr_1+dr_2)/(r_1+r_2)$  af met  $75%*50%= 37,5%$  en geldt:  $b = (a + (le - 37,5%))/2$ . Als het vracht die via afspoeling stroomt ( $cr_1$ ) kleiner wordt ten opzichte van andere vrachten dan zal bij gelijkblijvend rendement het effect van de maatregel verminderen. Als de vracht via afspoeling groter wordt dan zal het effect toenemen. Het effect wordt ook groter wanneer de bovenstroomse vracht  $aD_1$  afneemt. Ook wanneer andere routes of bronnen een grotere rol gaan spelen zal het effect van de maatregel op de oppervlaktewaterkwaliteit afnemen.

## 2.3

### AANNAMES EN RESULTATEN VELDPROEVEN

De toepassing van ijzerzakken kan leiden tot afsluiting van een deel van de P-routes, de oppervlakkige emissieroutes van P, richting het oppervlaktewater. De bijdrage van deze snelle P routes aan de totale emissie is voornamelijk afhankelijk van het bodemtype en het landgebruik. Omdat de veldproeven in kleigebieden uitgevoerd zijn richten we ons op deze gebieden. De volgende aannames bij het toepassen van een ijzerzak zijn gedaan:

1. Afsluiting van snelle oppervlakkige P routes op bedrijfsniveau levert 10 tot 75% minder P emissie naar het oppervlaktewater op. Hierbij is uitgegaan van de resultaten van het DOVE onderzoek voor grasland en de wetenschappelijke bijeenkomst naar aanleiding van deze resultaten (Van de Weerd en Torenbeek, 2007; Arcadis, 2008). Uit het DOVE onderzoek is gebleken dat als de ontwatering maar gedeeltelijk plaatsvindt via oppervlakkige afvoer, door afsluiting van deze routes toch een groot deel van de fosfaat afgevangen kan worden omdat in deze routes de hoogste concentraties worden gevonden.
2. Begreppeling is naast buisdrainage een belangrijk ontwateringsstelsel van akkers op lichte en zware kleigrond. Het grootste deel van het fosfaat zal via de greppels naar de sloot afspoelen. De aanwezigheid van begreppeling kan als volgt aangenomen worden: zware kleigronden hebben overwegend begreppeling (100%) en lichte kleigronden worden voor 50% begreppeld (Frans Aarts pm). Agrariërs met kleigronden zonder begreppeling zullen ten tijde van wateroverlast zelfgemaakte sleuven trekken om de ontwatering te bevorderen (Erik van Slobbe pm). Om deze reden is aangenomen dat zowel op zware als lichte kleigronden begreppeling voorkomt.
3. In welke mate snelle oppervlakkige P routes afgesloten kunnen worden (i.e. aandeel van afspoeling aan de emissie van fosfaat) is hoofdzakelijk afhankelijk van het bodemtype en het landgebruik. Zware klei heeft relatief veel oppervlakkige afspoeling, voornamelijk vanwege de lage infiltratie op deze gronden (Van de Weerd en Torenbeek, 2007). Daarnaast heeft landgebruik invloed op de afsluiting van de snelle P routes. Gesteld wordt dat op grasland meer oppervlakkige fosfaatafspoeling voorkomt dan op akkerbouw, want op grasland wordt meer bemest en grasland komt meer voor op nattere percelen (dichtbij watergangen). Hierbij zijn ook nog de volgende aspecten meegenomen: Grasland heeft meer gewasoppervlakte waardoor er meer vastlegging van fosfaat kan plaatsvinden. Op akkerbouw komen echter mestvrije zones voor. Akkerbouw ligt een deel van het jaar braak waardoor meer oppervlakkige afspoeling kan optreden. Echter, mest wordt binnen de akkerbouw over het algemeen vaker en in kleinere porties toegediend (precisiebemesting).

Op deze aannames gebaseerd kan het aandeel van de afspoeling in de emissie van P, (het deel van de P routes vanuit de landbouw die dus afgesloten kunnen worden), worden ingeschat. Er vanuit gaande dat begreppeling een effectieve ontwateringsmethode is waardoor de ijzerzakken in greppels de oppervlakkige afspoeling nagenoeg kunnen opvangen, kunnen de snelle P routes bij grasland op zware klei voor 75% afgesloten worden; bij grasland op lichte klei is dat 70%; en bij akkerbouw op lichte klei is dat 65%. In tabel 2.1 wordt het deel van de routes dat potentieel kan worden afgesloten weergegeven. Ook wordt per boerenlocatie het rendement (impact) van de maatregel ijzerzakken weergegeven. Om een waarheidsgetrouw beeld neer te zetten, wordt het laagst en hoogst gemeten rendement van de ijzerzakken vermeld. Omdat de toepassing van de ijzerzakken geoptimaliseerd is gedurende de proeven en nog verder geoptimaliseerd kan worden wordt verwacht dat het rendement uiteindelijk dichterbij de bovengrens dan bij de ondergrens zal uitkomen. Gebaseerd op het rendement van de ijzerzakken en het deel van de routes dat kan worden afgesloten wordt een bepaalde emissieafname van P verwacht op iedere boerenlocatie. Een uitgebreidere tabel met kenmerken van de locaties, proeven en resultaten wordt weergegeven in bijlage 1.

**Tabel 2.1**

Afsluiting van snelle P routes en verwachte emissieafname van P.

Plaats	Ravenstein	Winssen	Langeweg	Moerdijk	Wagenberg	Waardenburg	Nieuwendijk	Nieuw-Vossemeer
<b>Bodemsoort</b>	Zware klei	Lichte klei	Lichte klei	Lichte klei	Lichte klei	Zware klei	Lichte klei	Lichte klei
<b>Landgebruik</b>	Grasland	Grasland	Akkerbouw	Grasland	Akkerbouw	Grasland	Akkerbouw	Akkerbouw
<b>Impact % min</b>	11	55	10	25	10	55	60	38
<b>Impact % max</b>	26	70	85	85	100	70	90	54
<b>Afsluiting P (10-75%)</b>	75	70	65	70	65	75	65	65
<b>Emissieafname (%) min</b>	8.3	35.8	7.0	16.3	7.0	41.3	42.0	24.0
<b>Emissieafname (%) max</b>	19.5	45.5	59.5	55.3	70.0	52.5	63.0	35.0

## 2.4

### **WERKWIJZE – NATIONALE SCHAAL**

Met de in paragraaf 2.2 beschreven werkwijze kan per proeflocatie bekeken worden wat het effect is op de waterkwaliteit. Om het effect van de maatregel op grotere schaal in te kunnen schatten, moeten uitspraken gedaan worden over de toepasbaarheid van de maatregel en de te verwachten effecten. Hiervoor is op basis van tabel 2.1 een algemene tabel opgesteld met de te verwachten effecten binnen het landbouwgebied. Omdat de maatregel niet op alle agrarische bedrijven hetzelfde effect zal hebben, is onderscheid gemaakt in verschillende vormen van landgebruik en verschillende bodemtypen.

Daarnaast is een inschatting gemaakt van de toepasbaarheid van de maatregel: in welk deel van Nederland zal de maatregel toegepast worden? Er is ook een inschatting gemaakt van de bijdrage van landbouw aan het fosfaatprobleem in het oppervlaktewater. Verdere uitwerking hiervan is te vinden in hoofdstuk 3. In dit hoofdstuk wordt stap voor stap beschreven hoe we tot een uiteindelijk uitspraak komen over de verwachte waterkwaliteitsverbetering na invoering van de maatregel.

## HOOFDSTUK 3 Resultaten van opschaling

### 3.1 PROEFLOCATIE SCHAAL

Doel van de opschaling is om de resultaten van de proeven met de ijzerzakken te vertalen naar de KRW-doelen en het bekijken of mogelijk het GEP (Goed Ecologisch Potentieel) behaald kan worden. Om te bepalen wat de voorgaand berekende emissieafname van boerenland (zie tabel 2.1.) voor invloed heeft op de afname van de P concentratie in het oppervlaktewater, kunnen de fosfaatconcentraties op waterkwaliteitsmeetpunten gebruikt worden. Dit wordt hier uitgewerkt voor de proeflocatie in de omgeving van Ravenstein. De proef is opgezet als een geforceerde veldproef waarbij natte condities gesimuleerd worden (foto 3.1). Hiervoor is gekozen om niet afhankelijk te zijn van natte omstandigheden in de werkelijkheid.

#### Foto 3.1

Geforceerde veldproef in Ravenstein.



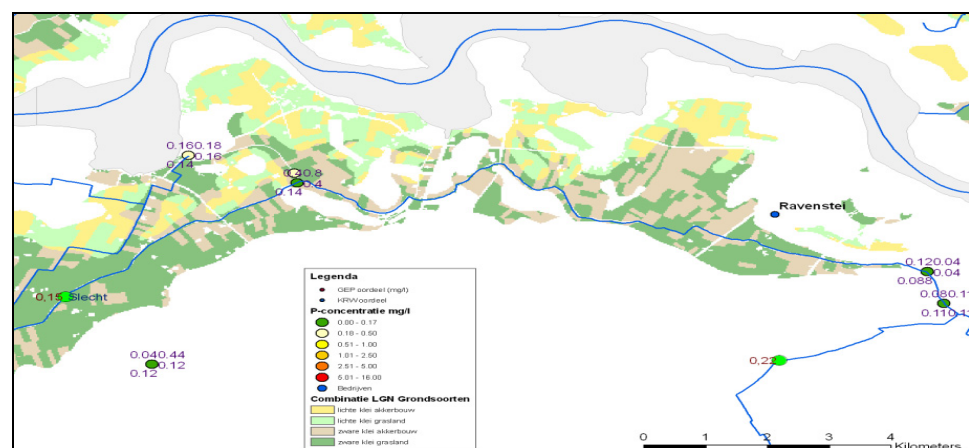
Zowel de KRW meetpunten (gebruikt voor de rapportage in het kader van de KRW) als de meetpunten gebruikt voor de CIW-rapportage (Commissie Integraal Waterbeheer) worden betrokken bij de opschaling. Deze meetpunten zijn gebaseerd op de meest recente beschikbare data (2008). Op de KRW meetpunten wordt de fosfaatscore weergegeven door middel van oordelen (goed, matig, slecht) ten opzichte van het Goed Ecologisch Potentieel (GEP); op de CIW meetpunten worden concentraties (mg/l) gegeven.

In afbeelding 3.1 worden de meetpunten in de oppervlaktewaterlichamen in de omgeving van Ravenstein gepresenteerd. In de omgeving liggen twee KRW meetpunten (waarvan 1 beoordeeld is) en 5 CIW meetpunten (die meerdere keren in 2008 zijn gemeten). Ook wordt het Goed Ecologisch Potentieel (GEP) op de twee KRW meetpunten weergegeven in mg P/l.

In de algemene benaderingswijze wordt aangenomen dat het meetpunt geheel door landbouw wordt beïnvloed (100%). In veel regionale wateren in het landelijke gebied, waar geen rioolwaterzuiveringsinstallaties op lozen, is dat een redelijk uitgangspunt. Ook wordt aangenomen dat het gebied rond Ravenstein voor 100% bestaat uit grasland op zware klei<sup>2</sup>. In het geval van opschaling van het proeven op het bedrijf in Ravenstein, wordt gesteld dat ijzerzakken in het gehele landbouwgebied bij grasland op zware klei zijn toegepast. Een andere aanname betreft het Goed Ecologisch Potentieel (GEP). Het GEP geldt voor de grotere oppervlaktewateren en niet voor de haarvaten. Aangenomen wordt dat het effect op de grotere oppervlaktewateren gelijk is aan het effect op de haarvaten waarbij de retentie 0 is.

### Afbeelding 3.1

KRW meetpunten (lichtgroene punten) en CIW meetpunten (blanke en groene punten) in de omgeving van Ravenstein.



Gesteld wordt dat de chemische toestand die is gemeten op een meetpunt representatief is voor het benedenstrooms gelegen waterlichaam (website HelpdeskWater). Dit betekent dat het meetpunt de toestand weergeeft tot aan het volgende meetpunt benedenstrooms. Het waterkwaliteitsverschil tussen de twee meetpunten zegt iets over de invloed van het gebied tussen deze twee meetpunten.

Door in te zoomen op de boerenlocatie wordt duidelijk dat de sloot langs het perceel afwatert op de zuidelijk gelegen waterloop. Deze waterloop kan teruggevonden worden in het voorgaande afbeelding 3.1. Met GIS is vervolgens bepaald dat het oppervlaktewater van het oosten richting het westen stroomt.

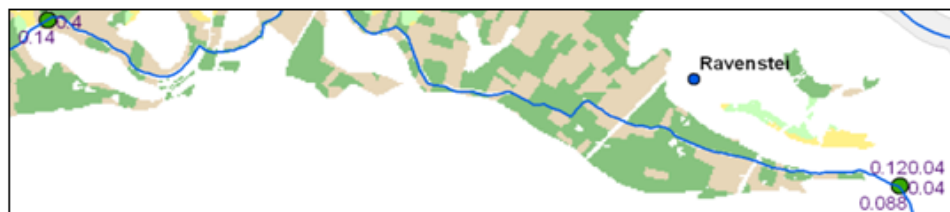
<sup>2</sup> Deze aanname is een versimpeling van de werkelijkheid. Het gebied bestaat voornamelijk uit zowel akkerbouw als grasland op lichte en zware klei. Op de bodemkaart ligt de proeflocatie op zware zavel met er vlakbij de zware klei zone. In principe gaat zware zavel over in lichte en dan zware klei (steeds kleinere zandfractie).



Het oppervlaktewater rond het bedrijf in Ravenstein bereikt de zuidelijk gelegen waterloop halverwege twee meetpunten. Dit is zichtbaar in afbeelding 3.2.

### Afbeelding 3.2

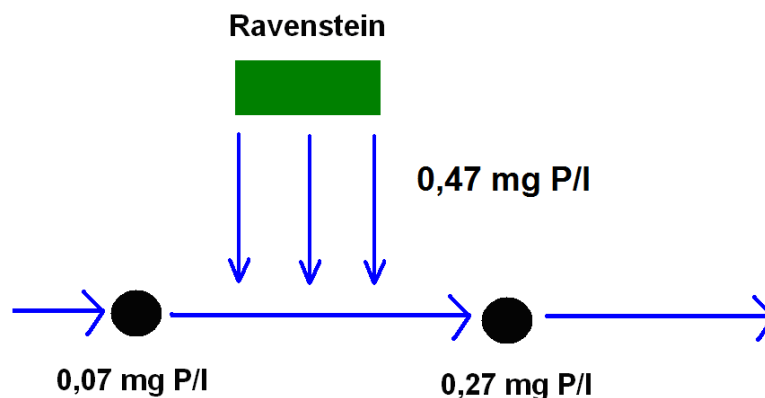
Meetpunten in zuidelijk gelegen waterloop.



Het gemiddelde van het bovenstroomse meetpunt is 0,07 mg P/l; het gemiddelde van het benedenstroomse meetpunt is 0,27 mg P/l. Het tussenliggende gebied zorgt voor een toename in de fosfaatconcentratie van +0,20 mg P/l. Alle mogelijke bronnen in het tussenliggende gebied kunnen bijgedragen hebben aan deze toename. Om een snelle indruk te krijgen van het effect van de maatregel, wordt de toename volledig toegeschreven aan locatie Ravenstein, en andere vergelijkbare agrarische bedrijven in het gebied. Ook wordt er vanuit gegaan dat het bijkomend debiet even groot is als het debiet op het bovenstroomse meetpunt. In afbeelding 3.3 wordt een schematisatie weergegeven van de huidige situatie van fosfaat in het oppervlaktewater rond Ravenstein (methode zie 2.2).

### Afbeelding 3.3

Schematisatie van de concentraties van fosfaat in het oppervlaktewater rond Ravenstein. De concentratie vanuit het tussenliggende landbouwgebied is berekend (aannames zie tekst).



Bij de verwachte minimale en maximale emissieafname door toepassing van ijzerzakken (zie tabel 2.1), levert dit een afname van de P concentratie op (tabel 3.2).

### Tabel 3.2

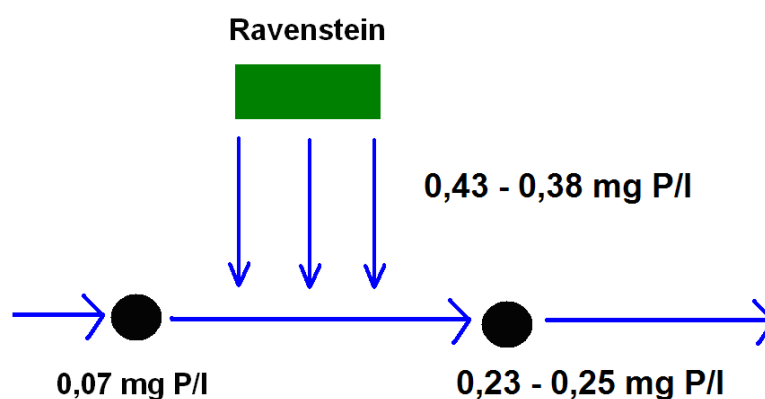
Emissie afname en nieuwe P concentraties bij verwachte emissieafname.

Plaats	Ravenstein
Emissieafname (%) minimaal	8.3
Emissieafname (%) maximaal	19.5
Gemiddelde aangevoerde concentratie (mg/l)	0.47
Afname P concentratie aanvoer (mg/l) min	0.04
Afname P concentratie aanvoer (mg/l) max	0.09
Nieuwe benedenstroomse concentratie	0.23-0.25

Dit leidt tot nieuwe P concentraties in het oppervlaktewater (zie afbeelding 3.4). Door deze concentraties in het oppervlaktewater te vergelijken met de GEP waarde in hetzelfde oppervlaktewaterlichaam, kan bepaald worden of het GEP gehaald is door toepassing van de ijzerzakken. Het GEP in de waterloop is 0,15 mg P/l. Vervolgens kan gesteld worden dat het GEP met toepassing van de ijzerzakken in de omgeving van Ravenstein nog niet gehaald wordt. De concentratie benedenstrooms vermindert wel, maar niet voldoende.

**Afbeelding 3.4**

Verwachte concentraties van fosfaat in/naar het oppervlaktewater rond Ravenstein, bij toepassing maatregel.

**3.2****NATIONALE SCHAAL**

Met behulp van de resultaten van de proeven hebben we gekeken hoe we het effect van de maatregel kunnen doorvertalen naar het GEP in het betreffende waterlichaam (zie 3.1). Daarnaast proberen we de vraag te beantwoorden wat het betekent voor de waterkwaliteit als de maatregel op landelijke schaal toegepast wordt (zie 3.2; deze paragraaf). Dit maken we inzichtelijk door de emissieafname welke gemeten zijn bij de veldproeven te vertalen naar landelijke effecten met behulp van enkele landelijke kengetallen. Als handvat voor het concretiseren van de effecten wordt het te behalen GEP gebruikt.

**3.2.1****HUIDIGE SITUATIE**

Met behulp van de resultaten van de proeven hebben we gekeken hoe we het effect van de maatregel kunnen doorvertalen naar het GEP in het betreffende waterlichaam (zie 3.1). Daarnaast proberen we de vraag te beantwoorden wat het betekent voor de waterkwaliteit als de maatregel op landelijke schaal toegepast wordt (zie 3.2; deze paragraaf). Dit maken we inzichtelijk door de emissieafname welke gemeten zijn bij de veldproeven te vertalen naar landelijke effecten met behulp van enkele landelijke kengetallen. Als handvat voor het concretiseren van de effecten wordt het te behalen GEP gebruikt.

**3.2.2****EFFECTEN VAN DE MAATREGELN**

De maatregel is op acht locaties in Nederland uitgevoerd, allen op kleigronden. Op basis van de resultaten op deze locaties kunnen we de volgende te behalen emissieafname vaststellen (tabel 4.3):

**Tabel 4.3**

Effecten van de maatregel.

	Grasland Zware klei	Grasland Lichte klei	Akkerbouw Lichte klei
Afsluiting P routes	75 %	70 %	65 %
Impact maatregel	11-70 %	25-85 %	10-100 %
Emissieafname	8-53 %	18-60 %	7-65 %

De veldproeven zijn alle acht uitgevoerd op kleigronden. De maatregel grijpt in de op afspoeling van water met fosfaten van het land naar de sloot. In kleigebieden is hierbij gebruik gemaakt van aanwezige of gegraven greppels. Daarmee wordt het afstromende water in banen geleid. Op zand- en veengronden is er wel sprake van afspoeling maar vindt dit niet plaats via greppels.<sup>3</sup> Voor deze gebieden zal een andere toepassingsvorm gezocht moeten worden. Hoe dit in de praktijk gaat werken en hoe groot de effecten hiervan zullen zijn, is onduidelijk. Hierdoor is er geen uitspraak te doen over de effecten van de maatregel op zand- en veengronden.

### 3.2.3

#### VERWACHTE WATERKWALITEITSVERBETERING IN NEDERLAND

Op basis van de hierboven beschreven huidige situatie en effect van de maatregel is gekeken naar de te verwachte waterkwaliteitsverbetering na toepassing van de maatregel.

*Waar grijpt de maatregel op in en hoeveel levert hij op?*

De afspoeling van water met fosfaten van landbouwgronden naar het oppervlaktewater vermindert bij toepassing van de maatregel. We weten dat via af- en uitspoeling van landbouwgronden een belasting van  $3,1 \cdot 10^6$  kg P per jaar in het oppervlaktewater komt.

Op kleigronden, waar de maatregel in de praktijk is toegepast levert dit een emissieafname op van 6,5 - 65% (tabel 4.3) waardoor de totale afspoeling van landbouwgronden in Nederland zal verminderen met  $6 \cdot 10^4$  tot  $6 \cdot 10^4$  kg P per jaar.

Hierbij is uitgegaan van ca 30% kleigronden in Nederland (zavelgronden zijn hierbij ook meegenomen) en een gelijke emissieverdeling over landbouwgronden in Nederland<sup>4</sup>.

*Wat betekent dit voor de waterkwaliteit en het behalen van het GEP?*

De totale belasting van het oppervlaktewater wordt verminderd met  $6 \cdot 10^4$  tot  $6 \cdot 10^4$  kg P per jaar. Om het effect in beeld te brengen, worden twee categorieën wateren bekeken. De grensoverschrijdende wateren, vooral ook de grote rivieren, die onder invloed staan van belasting vanuit het buitenland worden niet meegenomen.

<sup>3</sup> De volgende aannames gelden voor zware kleigronden (pm Frans Aarts):

- Zware kleigronden zijn 100% grasland (met misschien kleine uitzondering, maar lastig ploegen)
- Zware kleigronden bevatten nauwelijks drainage (in dichte natte grond nauwelijks uitspoeling, en in droge grond scheurvorming)
- Zware kleigronden hebben overwegend begreppeling (misschien met enkele uitzonderingen)

De volgende aannames gelden voor lichte (zavel)kleigronden (pm Frans Aarts):

- Lichte kleigronden worden gebruikt voor zowel akkerbouw als grasland
- Lichte kleigronden worden voor 50% gedraineerd
- Lichte kleigronden worden voor 50% begreppeld

De volgende aannames gelden voor zandgronden (pm Frans Aarts):

- Zandgronden worden voor 60% grasland, 20% mais, 20% andere akkerbouwgewassen gebruikt
- Zandgronden worden voor 25% gedraineerd (want 50% 'droge' zandgronden zonder drainage, en 50% 'natte' zandgronden waar wel gedraineerd wordt)

<sup>4</sup> Over het algemeen wordt aangenomen dat in kleigebieden meer fosfaten afspoelen via oppervlakkige afspoeling dan in zand- en veengebieden. Door het getal van heel Nederland te gebruiken geeft dit uitgangspunt waarschijnlijk een te lage belasting van afspoeling in kleigebieden.

De twee categorieën die we meenemen zijn:

1. Regionale wateren in een gemiddelde situatie: de landbouw is hier de bron van 50% van de fosfaatbelasting.
2. Regionale wateren in landbouwgebieden. Hier kan landbouw tot 100% van de fosfaatbelasting veroorzaken. Om de range van waterkwaliteitsverbetering aan te geven wordt uitgewerkt wat de maatregel betekent voor een gebied waar landbouw de enige bron van fosfaten is.

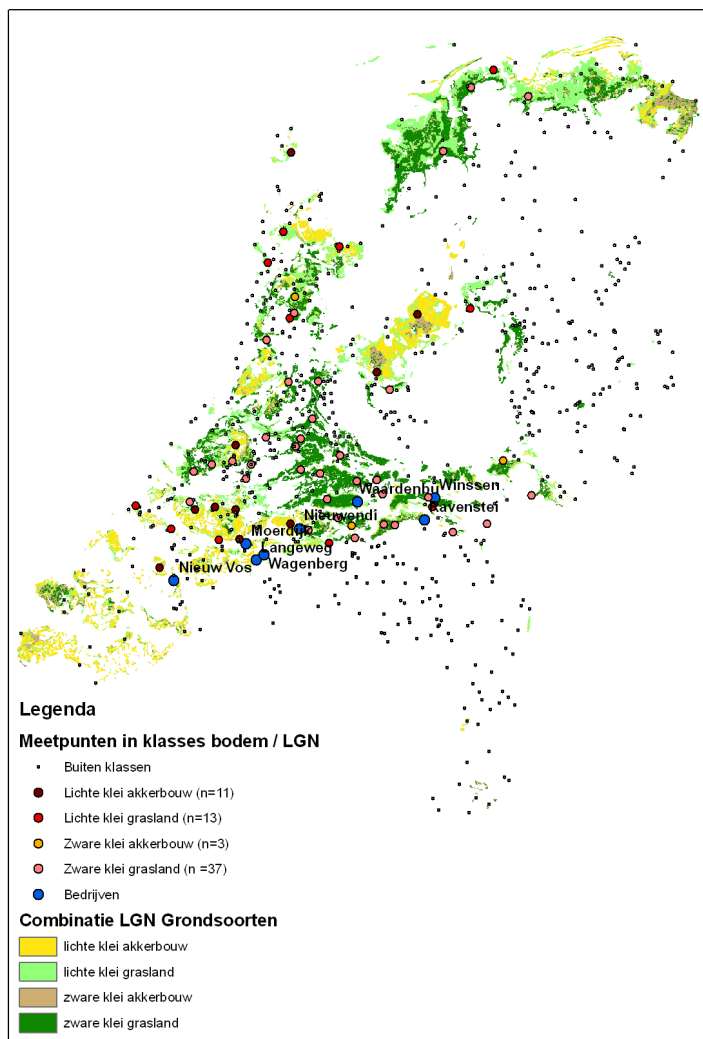
Voor de eerste categorie komt 50% van de fosfaat uit de landbouw. De maatregel beïnvloedt deze 50% van de totale P-belasting. Met een emissieafname van 6,5% tot 65 % geeft dit een verlaging van de fosfaatconcentratie in het oppervlaktewater van 3 tot 33 %. In de huidige toestand heeft het water een fosfaatconcentratie van 0,21 mg P/l. De genoemde vermindering in belasting resulteert voor deze wateren in een nieuwe concentratie van 0,14 tot 0,20 mg P/l.

Voor wateren in de tweede categorie kan de landbouw tot 100% van de fosfaatbelasting veroorzaken. De maatregel beïnvloedt de landbouwemissie met een emissieafname van 6,5% tot 65 %. Dit geeft dit een verlaging van de fosfaatconcentratie in het oppervlaktewater van 6,5 tot 65 %. In de huidige toestand is de fosfaatconcentratie 0,21 mg P/l. De genoemde vermindering in belasting resulteert voor deze wateren in een nieuwe concentratie van 0,07 tot 0,20 mg P/l.

Wat betekent dit dan voor het behalen van het GEP? Uitgaande van een GEP van 0,15 mg p/l kan de maatregel in landbouwgebieden (tweede categorie) zeker bijdragen aan het behalen van het GEP. In overige regionale wateren waar de invloed van de landbouw minder is, levert de maatregel een duidelijk effect op in de waterkwaliteit maar is de kans kleiner dat het GEP gehaald wordt. Uitgaande van landelijke cijfers zal het GEP in gebieden die voor 50% landbouwinvloed zijn niet gehaald worden. De verwachte waterkwaliteitsverbetering zoals hierboven beschreven is alleen van toepassing op de klei- en zavelgebieden in Nederland, omdat dit het type gebied is waar de maatregel toegepast kan worden. Om een beeld te krijgen wat dit dan voor Nederland betekent, zijn in figuur 3.5 de gebieden met zware en lichte klei weergegeven. Dit geeft een indicatie van het beïnvloedingsgebied van de maatregel.

**Afbeelding 3.5**

Kleigebieden in Nederland met de verdeling van de meetpunten voor het GEP over Nederland.



## HOOFDSTUK

## 4 Discussie

In dit hoofdstuk worden verschillende onderwerpen besproken. Deze discussiepunten zijn veelal van toepassing op het algemene vraagstuk van hoe opschaling van resultaten op een verantwoorde manier uitgevoerd kan worden.

#### *Effectiviteit van de maatregel*

De methodiek toegepast op de acht boerenlocaties is gebaseerd op de effectiviteit van de ijzerzakken die is gemeten tijdens de proeven. De effectiviteit verschilt per boerenlocatie. Daarom moet rekening worden gehouden met de omstandigheden op elk bedrijf. Dit ten aanzien van de proefopzet en de locatiespecifieke omstandigheden. De uitgevoerde proeven verschillen in de gebruikte proefopzet. Ze zijn allemaal opgezet als geforceerde veldproef. Echter, de proef bij Ravenstein is uitgevoerd met beklede bodem en leidingwater, waaraan fosfaat is toegevoegd. Op de andere zeven boerenlocaties is gebruik gemaakt van onbekte bodem en slootwater om een meer realistische situatie na te bootsen. Ook is er geëxperimenteerd met de hoeveelheid en type materiaal in de zakken. De verschillen in de proefopzet leiden tot verschillen in het rendement van de ijzerzakken. Ook worden door de tijd heen verschillende rendementen gemeten op een locatie. Gedurende de experimenten is inzicht gekregen in hoe de effectiviteit van de ijzerzak toeneemt. De ondergrens van het rendement kan verhoogd worden op basis van deze inzichten en kan nog verder toenemen door optimalisatie van de maatregel.

Daarnaast zal het rendement van de maatregel ijzerzakken onder verschillende omstandigheden anders zijn. De effectiviteit van de ijzerzakken is gemeten op boerenlocaties met lichte of zware klei- en zavelgronden. Er zijn geen proeven gedaan op zand- en veengronden. Hierdoor zijn geen uitspraken gedaan over de verwachte waterkwaliteitsverbetering op deze gronden. Aangezien kleigronden het meest afspoelingsgevoelig zijn, kan gesteld worden dat op zand- en veengronden het verwachte effect van de ijzerzakken op de verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater lager zal zijn. Bij het optreden van oppervlakkige afstroming kan de maatregel zeker ook gebruikt worden in deze gebieden. Per toegepaste ijzerzak zal dan een bepaalde emissieafname bereikt worden.

#### *Concentratie in afspoelend water*

Tijdens de veldproeven is een vaste concentratie fosfaat (7,6 mg P/l) in het afspoelend water gebruikt. De concentratie die is gebruikt is aan de hoge kant. In de praktijk zullen doorgaans lagere concentraties gemeten worden, wat het rendement kan beïnvloeden. Of dit uiteindelijk positief of negatief uitwerkt voor het rendement kan nog niet geconcludeerd worden. In de praktijk zal de afspoelingsconcentratie afhankelijk zijn van omstandigheden; voornamelijk de fosfaatverzadiging van landbouwgronden, de bemestingssoort en – hoeveelheid, en de neerslagintensiteit en –periode zijn van belang.

Verwacht wordt dat op locaties met hoge fosfaatverzadiging de afspoeling van fosfaat (zowel in oplossing als gebonden aan bodemdeeltjes) groter is vanwege een beperktere capaciteit om fosfaat te binden en een hoger P gehalte van deeltjes in oplossing. De mate en het type van bemesting kan van invloed zijn op de hoeveelheid en de vorm van P in het afspoelende water. In bodems met grote fosfaatbindingscapaciteit of hoge kalkgehalten kan het fosfaat makkelijker gebonden worden of neerslag. Omdat bij afspoeling van fosfaat het bodem/water contact beperkt is zal de invloed hiervan naar verwachting niet zo groot zijn. In bodems met een zeer goede structuur waren er wel aanwijzingen voor een verminderde afspoeling van fosfaat. In deze bodems is het bodem/water contact sterk toegenomen. Tenslotte leiden hevige buien met een hoge neerslagintensiteit gemakkelijk tot meer oppervlakkige afspoeling. Dit zal leiden tot een verhoogde fosfaatvrucht richting het oppervlaktewater. Of dit een concentratieverhoging tot gevolg heeft hangt af van het tijdstip van bemesting en de mate van verdunning. De neerslagperiode en het bemestingstijdstip hebben daarom invloed op de hoeveelheid oppervlakkige afspoeling.

#### *Invloed van bovenstrooms gebied*

Bij de gebruikte methode voor opschaling worden verschillende aannames gedaan. Een aanname die verder onderzocht moet worden is het effect van het bovenstroomse oppervlaktewater. Bij het bepalen van het effect van de maatregel op locatieniveau is er nu vanuit gegaan dat de maatregel ijzerzakken alleen toegepast wordt in het gebied tussen twee meetpunten. Hierdoor blijft de waterkwaliteit van het instromende water van bovenstrooms van dezelfde waterkwaliteit. Als bovenstrooms de maatregel ook wordt toegepast, wordt de waterkwaliteit bovenstrooms ook verbeterd waardoor het effect toeneemt (zie ook paragraaf 2.2.).

De landelijke berekening worden op een andere schaal gedaan. Hier wordt uitgegaan van toepassing van de maatregel in een heel stroomgebied en wordt het gemiddelde effect voor het gehele stroomgebied berekend.

Uiteindelijk kan de impact van een maatregel uitgerekend worden met een instrument als de KRW verkenner door een reductie van de landbouwemissies toe te passen. Het is dan wel van belang dat in een dergelijk instrument verschillende deelgebieden en verschillende landbouwemissieroutes onderscheiden kunnen worden.

#### *Retentie*

Bij de opschaling hebben we de aanname gedaan dat er geen netto retentie optreedt in de waterlopen. Deze aanname is gebruikt voor zowel de grotere oppervlaktewateren als voor de haarvaten. Op de lange termijn zal dit het geval zijn wanneer er geen netto bezinking of opwerveling plaatsvindt en er in het gebied niet gebaggerd wordt (waarbij het slib wordt afgevoerd). Op korte termijn kan retentie zeker wel een rol spelen en kan dit medebepalend zijn voor de impact van de maatregel op de concentraties benedenstrooms. Door de toepassing van de ijzerzakken wordt de fosfaatconcentratie in de haarvaten in eerste instantie kleiner. Hierdoor kan de retentie in de haarvaten afnemen. Wanneer de waterbodem veel fosfaten bevat (opgebouwd als gevolg van hogere belasting) kan de bodem gaan naleveren waardoor het effect van de maatregel niet (volledig) zichtbaar is. Wanneer een maatregel wordt genomen en de belasting verminderd, moet er een nieuw evenwicht ingesteld worden tussen water en waterbodem. Dit kan op korte termijn impact hebben. Op lange termijn zal zich een nieuw evenwicht instellen en zal het effect van de retentie niet meer duidelijk zichtbaar zijn in de fosfaatconcentraties in het oppervlaktewater.

#### *Gevarieerd gebied*

Het uitgangspunt dat alle gronden rond Ravenstein uit landbouw (grasland op zware klei) bestaan is niet representatief. Een preciezer beeld van een gebied ontstaat door bijvoorbeeld gebruik te maken van voedingsgebieden van KRW meetpunten en verschillende bodem/landgebruik combinaties in een gebied weer te geven. Vervolgens kan de gemiddelde emissieafname bepaald worden.

#### *Zand, veen en klei*

De veldproeven zijn uitgevoerd op kleigronden. Het is hierdoor nog onzeker wat de effecten kunnen zijn in zand- en veengebieden. De bijdrage van de afspoeling aan de belasting van het oppervlaktewater is anders in deze gebieden. Bij zandbodems is deze bijvoorbeeld sterk afhankelijk van de mate van fosfaatverzadiging in de bodem en de grondwaterstand. Ook is de maatregel van ijzerzakken nu in combinatie met greppels en/of plasvorming op het land toegepast. Deze situatie is karakteristiek voor kleigronden maar vinden we niet veel in de zand- en veengebieden. Bij het optreden van oppervlakkige afstroming kan de maatregel zeker ook gebruikt worden in zand- en veen gebieden. Per toegepaste ijzerzak kan dan een bepaalde emissieafname bereikt worden. Ook kan gezocht worden naar aanpassing van de maatregel zodat deze breder toegepast kan worden. (gebruik van de ijzerzakken of het ijzerhoudende materiaal voor duikers, in sleuven langs het land, in drains).

#### *Maatregel vs. opschaling*

Bij de opschaling is er sprake van onzekerheid. Deze komt deels door de reeks aannames die gedaan moeten worden. Echter, wanneer we deze aannames kunnen vervangen door waarheidsgetrouw inzicht, zal er nog steeds een grote mate van onzekerheid zijn. Deze komt voort uit de maatregel zelf. Het rendement zal verschillen in de ruimte en de tijd, waardoor er altijd een onzekerheidsmarge zal blijven bestaan. De bandbreedte in de resultaten van de veldproeven is erg groot, deze kan verkleind worden door de maatregel te optimaliseren.



# HOOFDSTUK 5 Conclusie en aanbevelingen

## 5.1 CONCLUSIE

Het opschalen van de effecten van maatregelen bleek complex. Ondanks dat was het wel mogelijk om een algemene methodiek te ontwikkelen. Hierbij wordt de emissie afname uitgerekend door het deel van de emissie waarop de maatregel ingrijpt te vermenigvuldigen met het rendement van de maatregel. Op acht boerenlocaties zijn proeven gedaan met gevarieerde proefopzetten. Deze proeven hebben een breed scala aan inzichten en resultaten opgeleverd. De gemeten concentraties op de proeflocaties laten een grote bandbreedte zien in de behaalde emissieafname bij toepassing van de maatregel ijzerzakken. Daarnaast zijn er nog vele factoren die de effecten van de maatregel op grotere schaal beïnvloeden en daarmee van belang zijn bij opschaling van de effecten:

- Wat zeggen de resultaten van acht proeflocaties over de rest van Nederland?
- Welke bronnen zijn er in het gebied?
- Waar wordt de maatregel toegepast?
- Welk resultaat wordt er op lange termijn gehaald met de toepassing van de ijzerzakken?

Door het maken van aannames werd het mogelijk om de methodiek toe te passen zodat een beeld geschetst wordt van de verwachte waterkwaliteitsverbetering bij opschaling.

Om het effect van de maatregel op de waterkwaliteit in beeld te brengen, worden twee categorieën wateren bekeken. De grensoverschrijdende wateren, vooral ook de grote rivieren, die onder invloed staan van belasting vanuit het buitenland worden niet meegenomen. De twee categorieën die we meenemen zijn: 1) regionale wateren in een gemiddelde situatie: de landbouw is hier de bron van 50% van de fosfaatbelasting, 2) regionale wateren in landbouwgebieden. Hier kan landbouw tot 100% van de fosfaatbelasting veroorzaken. Voor de eerste categorie levert de maatregel een verbetering op van een gemiddelde concentratie van 0,21 mg P/l. naar een nieuwe concentratie van 0,14 tot 0,20 mg P/l. Voor wateren in de tweede categorie resulteert het in een nieuwe concentratie van 0,07 tot 0,20 mg P/l.

Uitgaande van een GEP van 0,15 mg p/l kan de maatregel in landbouwgebieden zeker bijdragen in het behalen van het GEP. In overige regionale wateren waar de invloed van de landbouw minder is, levert de maatregel een duidelijk effect op in de waterkwaliteit maar is de kans kleiner dat het GEP gehaald wordt. Uitgaande van landelijke cijfers zal het GEP in gebieden met 50% landbouwinvloed water niet gehaald worden. De verwachte waterkwaliteitsverbetering is alleen van toepassing op de klei- en zavelgebieden in Nederland, omdat dit het gebied is waar de maatregel toegepast kan worden.

## 5.2

### AANBEVELINGEN

De te verwachte waterkwaliteitsverbetering loopt sterk uiteen, afhankelijk van de gehanteerde uitgangspunten. Om een betrouwbaardere inschatting te kunnen maken, moet de onzekerheden bij de opschaling teruggebracht worden.

De twee belangrijkste punten hierbij zijn:

#### *Rendement van de maatregel*

De resultaten van de verschillende proeven lopen sterk uiteen. Niet alleen zijn er verschillen tussen de locaties, ook de gemeten resultaten op één locatie verschillen vaak sterk. Bij de meeste proeven loopt het rendement snel af in de tijd, maar dit gebeurt niet in alle gevallen. Het is dan ook onduidelijk of geconcludeerd moet worden of het effect op termijn steeds verder af zal nemen. Dit is een belangrijk punt om verder te onderzoeken. In de Community of Practice hebben agrariërs aangegeven eens per jaar de ijzerzakken te willen vervangen. De effectiviteit moet dus over langere periode goed zijn. Wanneer zichtbaar gemaakt kan worden wanneer de ijzerzakken aan vervanging toe zijn kan het rendement van de maatregel ook toenemen.

De experimenten hebben inzicht gegeven in factoren die het rendement van de maatregel beïnvloeden. Er is echter nog meer inzicht nodig in deze factoren en in het rendement als functie van de tijd. Inzicht hierin kan het rendement verhogen en de bandbreedte van het rendement verkleinen.

Daarnaast zijn de veldproeven nu op klei uitgevoerd. Wanneer er ook mogelijkheden voor het toepassen van ijzerzakken op zand- en veengronden zijn, kan de fosfaatemissie nog verder afnemen. Er kan gekeken worden naar andere typen toepassen zoals ijzerzakken voor duikers, toepassing van het materiaal in sleuven of drainbuizen.

#### *Grootte van de impact van de maatregel*

Het effect van de maatregel op de waterkwaliteit is sterk afhankelijk van de bronnen in een gebied. De maatregel heeft alleen invloed op de afspoeling van boerenland, en zal dan ook vooral effectief zijn in landbouwgebieden. Om een goede inschatting van de impact van de maatregel te krijgen is een bronnenanalyse nodig op het gewenste schaalniveau. Een dergelijke bronnenanalyse kan uitgevoerd worden met de emissiemodule. Dit is een softwarepakket voor het uitvoeren van bronnenanalyses en berekeningen voor emissiescenario's.

Ook met de KRW-verkenner kunnen bronnen en effecten van maatregelen in een gebied in beeld gebracht worden. Door een emissiereductie toe te passen op de landbouwemissies in relevante gebieden zou de impact van de maatregel in beeld gebracht kunnen worden. Het is dan wel van belang dat verschillende typen gebieden, bijvoorbeeld gebieden gevoelig voor oppervlakkige afspoeling en ook verschillende landbouwemissieroutes (afspoeling, drainage, uitspoeling) te onderscheiden zijn.

De landbouwemissiegegevens in de KRW verkenner en in de emissiemodule zijn op dit moment erg globaal. Verbetering van deze emissiegegevens stelt ons in staat om de impact van maatregelen beter in te schatten.

In Bijlage 2 wordt een methode voorgesteld die gebruikt kan worden om de impact van een maatregel op de waterkwaliteit te berekenen en in beeld te brengen.

*Introductie van de maatregel*

Om een maatregel, zoals de maatregel ijzerzakken, vervolgens grootschalig te introduceren, zal ook aandacht besteedt moeten worden aan de promotie van de maatregel, de inpassing in regelingen en de introductie van de maatregel op het boerenbedrijf.

## Literatuur

- ARCADIS, 2008. Verslag bijeenkomst DOVE project. Projectnr. C01012.200022.
- Bolt, F.J.E. van der, E.M.P.P van Boekel, O.A. Clevering, W. van Dijk, I.E. Hoving, R.A.I. Kselik, J.J.M. de Klein, T.P. Leenders, V.G.M. lindehof, H.T.L. Mssop, H.M. Hulder, 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 landbouw en KRW; effect van voorgenomen en potentieel aanvullende maatregelen op de oppervlaktewaterkwaliteit voor nutriënten, Wageningen, Alterra-rapport 1687
- Twisk, L. van 2010. Kansen voor duurzaam nutriëntenbeheer in de landbouwsector- de opschaling van kansrijke innovatieve landbouwmaatregelen ter verbetering van de bodem- en waterkwaliteit. Stagerapport Wageningen University, land degradation and development Group.
- Weerd, H. van de, Torenbeek, R., 2007 Uitspoeling van meststoffen uit grasland.

## Website

MilieuCompendium

[www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/](http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/)

HelpdeskWater

[www.helpdeskwater.nl/monitoring](http://www.helpdeskwater.nl/monitoring)

## Persoonlijke mededelingen

Frans Aarts

Erik van Slobbe

# BIJLAGE 1 Boerenlocaties en berekende emissieafname

Plaats	Ravenstein	Winssen	Langeweg	Moerdijk	Wagenberg	Waardenburg	Nieuwendijk	Nieuw-Vossemeer
Bedrijfsvoering	Melkveebedrijf	Melkveebedrijf	Akkerbouwbedrijf	Melkveebedrijf	Akkerbouwbedrijf	Melkveebedrijf	Akkerbouwbedrijf	Akkerbouwbedrijf
Bodemsoort	Zware klei	Lichte klei	Lichte klei	Lichte klei op veen	Lichte klei	Zware klei	Lichte klei	Lichte klei
Landgebruik	Grasland	Grasland	Akkerbouw	Grasland	Akkerbouw	Grasland	Akkerbouw	Akkerbouw
Greppels	ja	ja	ja	nee	nee	ja	nee	nee
Type proef	Begreppeling	Plasvorming	Begreppeling	Plasvorming	Begreppeling	Plasvorming	Plasvorming	Plasvorming
Opzet proef	Geforceerd (plastic)	Vernat (NKG)	Greppel gebruikt	Vernat	Greppel gegraven	Vernat	Vernat + ijzerzand	Vernat + ijzerzand
Type meting	Uit tank-na ijzerzak	Uit tank-na ijzerzak	Voor zak - na zak	Uit tank-na ijzerzak	Voor zak - na zak	Uit tank-na ijzerzak	Voor zak - na zak	Voor zak - na zak
PROEF 1 Type zak	4 kg FerroSorb (2-4 mm)	4 kg FerroSorb (2-4 mm)	4 kg FerroSorb (2-4 mm)	8 kg FerroSorb (2-4 mm)	4 kg FerroSorb (2-4 mm)	8 kg FerroSorb (2-4 mm)	8 kg FerroSorb (2-4 mm)	8 kg FerroSorb (2-4 mm)
Hoog debiet	30 min	-	-	30 min	40 min	40 min	40 min	
Impact X (hoog debiet)	11	-	-	85 - 30	95 - 40 - 35	70	75 - 70	
Laag debiet	60 min	90 min	75 min	-	-	-	90 min	90 min
Impact X (laag debiet)	26	70 - 60 - 55	85 - 25 - 10	-	-	-	90 - 70 - 60	54 - 38
PROEF 2 Type zak	-	-	-	4 kg FerroSorb (2-4 mm)	8 kg FerroSorb (2-4 mm)	4 kg FerroSorb (2-4 mm)	8 kg IJzerzand	
Hoog debiet	-	-	-	30 min	40 min	25 min	20 min	
Impact X (hoog debiet)	-	-	-	75 - 55 - 60	100 - 40 - 50	55 - 60 - 55	70	
Laag debiet	-	-	-	-	-	-	-	
Impact X (laag debiet)	-	-	-	-	-	-	-	
PROEF 3 Type zak	-	-	-	4 kg FerroSorb (< 1 mm)	4 kg FerroSorb (< 1mm)	4 kg FerroSorb (< 1 mm)	8 kg FerroSorb+ijzerzand	
Hoog debiet	-	-	-	30 min	40 min	30 min		
Impact X (hoog debiet)	-	-	-	65 - 25	100 - 40 - 60 - 10	65 - 70 - 60		
Laag debiet	-	-	-	-	-	-	90 min	
Impact X (laag debiet)	-	-	-	-	-	-	85 - 70 - 90	

Plaats	Ravenstein	Winssen	Langeweg	Moerdijk	Wagenberg	Waardenburg	Nieuwendijk	Nieuw-Vossemeer
PROEF 4				3 zakken: 65 - 25	3 zakken: 80 - 50	3 zakken: 80 - 55		

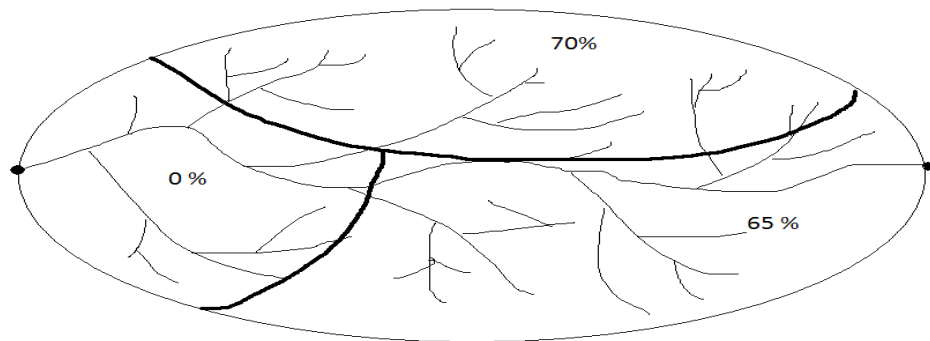
Plaats	Ravenstein	Winssen	Langeweg	Moerdijk	Wagenberg	Waardenburg	Nieuwendijk	Nieuw-Vossemeer
Bedrijfsvoering	Melkveebedrijf	Melkveebedrijf	Akkerbouwbedrijf	Melkveebedrijf	Akkerbouwbedrijf	Melkveebedrijf	Akkerbouwbedrijf	Akkerbouwbedrijf
Bodemsoort	Zware klei	Klei + zand	Lichte klei	Veen op klei	Klei + zand	Zware klei	Lichte klei	Lichte klei
Landgebruik	Grasland	Grasland	Akkerbouw	Grasland	Akkerbouw	Grasland	Akkerbouw	Akkerbouw
Greppels	ja	ja	ja	nee	nee	ja	nee	nee
Type proef	Begreppeling	Plasvorming	Begreppeling	Plasvorming	Begreppeling	Plasvorming	Plasvorming	Plasvorming
Opzet proef	Geforceerd (plastic)	Vernat (NKG)	Greppel gebruikt	Vernat	Greppel gegraven	Vernat	Vernat + ijzerzand	Vernat + ijzerzand
Type meting	Uit tank-na ijzerzak	Uit tank-na ijzerzak	Voor zak - na zak	Uit tank-na ijzerzak	Voor zak - na zak	Uit tank-na ijzerzak	Voor zak - na zak	Voor zak - na zak
Impact X % min	11	55	10	25	10	55	60	38
Impact X % max	26	70	85	85	100	70	90	54
Afsluiting P (10-75%)	75	70	65	70	65	75	65	65
Emissie-afname (%) min	8.3	38.5	6.5	17.5	6.5	41.3	39.0	24.0
Emissie-afname (%) max	19.5	49.0	55.3	59.5	65.0	52.5	58.5	35.0

## BIJLAGE 2

### Methode voor bepaling van de impact van een maatregel op het voedingsgebied van een meetpunt

Voedingsgebieden van de meetpunten kunnen worden gebruikt om te bepalen door welke bronnen en hoe deze meetpunten beïnvloedt worden. In de praktijk zal het weinig voorkomen dat de bron van de emissie geheel landbouw is en dat het gehele gebied bestaat uit bijvoorbeeld grasland op zware klei. De verschillende bodem/landgebruik combinaties met de bijbehorende reductiepercentages van de emissie bij het gebruik van ijzerzakken (of een andere maatregel) kan op kaart worden weergegeven. Eventueel kan een dergelijke kaart ook nog gecombineerd worden met andere eigenschappen. Wanneer van een KRW meetpunt het beïnvloedingsgebied bekend is kan vervolgens de gemiddelde emissiereductie bepaald worden voor dit punt. Het beïnvloedingsgebied kan bepaald worden door de stromingen van primaire, secundaire en tertiaire waterlopen in kaart te brengen bovenstrooms van een meetpunt. Tools als de KRW verkenner en de emissiemodule zijn ingericht op het doorrekenen van een dergelijk stromingsnetwerk. (afbeelding II.1).

**Afbeelding II.1:**  
Voedingsgebied van een meetpunt. Waterstroming vindt plaats van rechts naar links



In afbeelding II.1 is de emissieafname van elk gebied weergegeven bij het gebruik van ijzerzakken. Weergegeven wordt: urbaan gebied: 0%; zware klei – grasland: 75%; en lichte klei – akkerbouw: 65%. Vervolgens kan de emissieafname van de bodem/landgebruik combinaties gemiddeld worden; dit leidt in dit gebied tot een emissieafname van 45%. Vervolgens kan dan bepaald worden of de afname van de fosfaatconcentraties bij het gebruik van de ijzerzakken naar verwachting leidt tot het behalen van het GEP op meerdere locaties.

Voor polders en kanalen, waarin de stromingsrichting kan variëren in de tijd, zal deze benadering nog doorontwikkeld moeten worden.



## Colofon

# FOSFAAT AFSPOELING BOERENLAND DEELRAPPORT: OPSCHALING BOERENMAATREGELLEN IJZERZAKKEN

### **OPDRACHTGEVER:**

Innovatie KRW

### **STATUS:**

Definitief

### **AUTEUR:**

Mevrouw L. van Twist  
Mevrouw M. Bloemerts MSc  
Mevrouw dr. ir. H. van de Weerd  
Mevrouw dr. ir. H. van de Weerd

### **GECONTROLEERD DOOR:**

Mevrouw dr. ir. H. van de Weerd

### **VRIJGEGEVEN DOOR:**

Mevrouw dr. ir. H. van de Weerd

7 juni 2011  
075560274:0.5

ARCADIS NEDERLAND BV  
Het Rietveld 59a  
Postbus 673  
7300 AR Apeldoorn  
Tel 055 5815 999  
Fax 055 5815 599  
www.arcadis.nl  
Handelsregister 9036504

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.