



WAGENINGEN UR

For quality of life

Ex-ante evaluatie landbouw en KRW

Effect van voorgenomen en potentieel aanvullende maatregelen op de oppervlaktewaterkwaliteit voor nutriënten

F.J.E. van der Bolt, 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

Alterra-rapport 1687, ISSN 1566-7197



Ex-ante evaluatie landbouw en KRW

In opdracht van LNV, Directie Landbouw, in het kader van Mineralen en Milieu, thema KRW en maatregelen.

Projectcode [BO-05-004]

Ex-ante evaluatie landbouw en KRW

Effect van voorgenomen en potentieel aanvullende maatregelen op de oppervlaktewaterkwaliteit voor nutriënten

**F.J.E. van der Bolt
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**

Alterra-rapport 1687

Alterra, Wageningen, 2008

REFERAAT

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 landbouw en KRW; Effect van voorgenomen en potentieel aanvullende maatregelen op de oppervlaktewaterkwaliteit voor nutriënten*. Wageningen, Alterra-rapport 1687. 120 blz.; 22 fig.; 28 tab.; 25 ref.

Onderzocht is in hoeverre de implementatie van de KRW via het mestbeleid en via het regionale KRW-maatregelenpakket bijdraagt aan de realisatie van de beoogde concentraties nutriënten in het oppervlaktewater. Daarnaast is verkend of aanvullende maatregelen tot een bijdrage aan de realisatie van deze normen kunnen bijdragen. Daartoe zijn de milieueffecten van de maatregelen en zijn de directe en de directe kosten van maatregelen en maatregel pakketten berekend. Daarmee wordt een stap gezet in het kwantificeren van nutriëntenstromen om kosteneffectieve maatregelen te identificeren en selecteren voor Stroomgebiedbeheerplannen. Deze studie moet het inzicht in de relatie landgebruik, maatregelen en waterkwaliteit vergroten.

Trefwoorden: Europese Kaderrichtlijn Water, indirecte kosten, kosteneffectiviteit, landbouw, maatregelen, mestbeleid, nutriënten, oppervlaktewaterkwaliteit

ISSN 1566-7197

Dit rapport is digitaal beschikbaar via www.alterra.wur.nl. Een gedrukte versie van dit rapport, evenals van alle andere Alterra-rapporten, kunt u verkrijgen bij Uitgeverij Cereales te Wageningen (0317 46 66 66). Voor informatie over voorwaarden, prijzen en snelste bestelwijze zie www.boomblad.nl/rapportenservice

© 2008 Alterra
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland
Tel.: (0317) 480700; 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	17
1.1 Probleemstelling	17
1.2 Doelstelling	18
1.3 Werkwijze	18
1.3.1 Instrument	18
1.3.2 Samenwerking met de regionale waterbeheerders	19
1.3.3 Samenwerking met MNP	19
1.4 Afbakening	20
1.5 Leeswijzer	21
2 Referentie	23
2.1 Schatten waterkwaliteit	23
2.1.1 Instroom	24
2.1.2 Emissieregistratie	24
2.1.3 EMW2007	24
2.1.4 Inval	25
2.1.5 Retentie	25
2.1.6 Waterkwaliteitsmetingen	25
2.1.7 Afvoeren	27
2.1.8 Schaal van toepassing	27
2.1.9 Bronnen van onzekerheid	28
2.2 Gemeten waterkwaliteit in 2000	28
2.3 Plausibiliteittoets en correctiefactoren	32
2.4 Synthese	35
2.5 Discussie	35
3 Ingrepen en varianten	37
3.1 Realistische ambities	37
3.1.1 Mestbeleid	38
3.1.2 Regionale KRW-pakket 2007	38
3.2 PLUS-pakket (potentieel aanvullende maatregelen)	39
3.2.1 Maatregelen en ingrepen	40
3.2.2 Extra aanscherping gebruiksnormen (verdergaand mestbeleid)	41
3.2.3 Potentieel aanvullende ingrepen	42
3.2.4 Niet-uitgewerkte ingrepen	43
3.2.5 Deelvarianten	44
3.3 Discussie	45

4	Normen voor nutriënten	49
4.1	MTR	49
4.2	GEP	49
4.3	Natura 2000	52
4.4	Synthese	53
5	Effecten	55
5.1	Deelvarianten	55
5.1.1	Mestbeleid	55
5.1.2	Regionale KRW-pakket	57
5.1.3	Bedrijf	59
5.1.4	Perceel	61
5.1.5	Sloot	62
5.2	Varianten	63
5.2.1	Realistische ambities	63
5.2.2	PLUS-pakket	64
5.2.3	Synthese	65
5.3	Doelrealisatie van nutriëtnormen	67
5.4	Bijdrage aan Ospar	70
6	Kosten	73
6.1	Kosten voor de landbouw	73
6.2	Kosten van ingrepen	74
6.3	Kosten van het PLUS-pakket	76
7	Kosteneffectiviteit	77
7.1	Kosteneffectiviteit van ingrepen	77
7.2	Selectie van maatregelen	79
7.3	Kosteneffectiviteit van 'Realistische ambities'	81
7.4	Kosteneffectiviteit van 'PLUS-pakket'	81
7.4.1	Bedrijf	82
7.4.2	Perceel	82
7.4.3	Sloot	83
7.5	Synthese	84
7.6	Discussie	84
8	Conclusies	87
	Literatuur	91
<i>Bijlagen</i>		
1	Doelrealisatie GEP's in 2000	95
2	Potentiële aanvullende Ingrepen	103
3	Potentiële aanvullende Ingrepen die niet zijn uitgewerkt	107
4	Doelrealisatie GEP's in 2015	111

Woord vooraf

De ecologische waterkwaliteitsdoelstellingen van de KRW kunnen deels worden gerealiseerd door hydromorfologische maatregelen. Om de gewenste ecologische waterkwaliteit te bereiken moeten naar verwachting ook de nutriëntenvruchten en –concentraties in het oppervlaktewater worden verlaagd. Verkend is in hoeverre de implementatie van de KRW via het mestbeleid en via het regionale KRW-maatregelenpakket bijdraagt aan de realisatie van de beoogde concentraties nutriënten in het oppervlaktewater. Daarnaast is verkend of aanvullende maatregelen tot een bijdrage aan de realisatie van deze normen kunnen bijdragen. Daarmee wordt een stap gezet in het kwantificeren van nutriëntenstromen om kosteneffectieve maatregelen te identificeren en selecteren voor Stroomgebiedbeheerplannen. Gegeven het voorgeschreven tijdpad moeten nu de data- en kennisverzameling en de kennisoverdracht in gang worden gezet om de thans beschikbare kennis toepasbaar te kunnen maken op de door de waterbeheerders gewenste (meer gedetailleerde) schaal. Samenwerking tussen onderzoek en waterbeheerders is nodig om dat te bereiken.

De inhoudelijke onderbouwing van dit rapport, tevens de basis voor de verdere uitwerking met de regionale waterbeheerders, zal worden vastgelegd in twee achtergrondrapporten: *‘Plausibiliteit nutriëntenbalansen’* en *‘Potentieel aanvullende maatregelen om de nutriëntenbelasting op en –concentraties in het oppervlaktewater te reduceren; Effecten, kosten en kosteneffectiviteit’*

Om aansluiting bij de regionale uitwerking en het nationaal beleid te houden, om draagvlak te creëren en om de bestuurlijke bruikbaarheid te garanderen heeft een begeleidingscommissie de werkwijze en resultaten regelmatig aan een kritische toets onderworpen. In deze begeleidingscommissie hebben geparticipeerd:

LNV-Directie Landbouw	Peter van Boheemen (voorzitter)
LNV-Directie Kennis	Mark de Bode (secretaris)
LNV-Directie Landbouw	Maartje Oonk
LNV-Directie Platteland	Elze Hemke
LNV-Directie Regionale Zaken	Siep Groen
V&W, DG Water	Douwe Jonkers en Wilbert van Zeventer
VROM, Directie BWL	Renske van Tol
Regio Noord	Thomas Ietswaart
Regio Oost	Teun Spek
Regio West	Wim Twisk
Regio Zuid	Harry van Huet en Adrie Geerts

Samenvatting

Directie Landbouw van het ministerie van LNV wil actief bijdragen aan het opstellen en de evaluatie van voorstellen die voor de stroomgebiedbeheerplannen in het kader van de Kaderrichtlijn Water (KRW) worden opgesteld. Zij wil bijdragen aan de onderbouwing door zowel kennis te laten ontwikkelen als de beschikbare kennis met de regio te delen. Deze studie moet het inzicht in de relatie landgebruik, maatregelen en waterkwaliteit vergroten en vormt de basis voor een regelmatig terugkerende en steeds verder verbeterende studie tot het einde van het KRW-traject. Hierbij zal in samenspraak met de deelstroomgebieden steeds gericht worden gewerkt en zullen de inzichten uit ook andere projecten en daarbij opgedane kennis continu doorstromen. De resultaten worden na afronden van deze studie regiospecifiek met de waterbeheerders besproken als start voor een gezamenlijk vervolgentraject om de 2^e generatie stroomgebiedbeheerplannen betrouwbaarder en op een gedetailleerder schaalniveau te kunnen onderbouwen.

Dit project moet inzicht geven in:

1. De bijdrage van het mestbeleid, het regionale KRW-maatregelenpakket en een aanvullend pakket van maatregelen aan de realisatie van de KRW- en Natura 2000 nutriëtnormen.
2. De kosteneffectiviteit van potentieel aanvullende maatregelen in het landelijk gebied om de concentraties nutriënten in het oppervlaktewater verder te verlagen
3. Het mogelijk resterende gat ten opzichte van de normstellingen voor de nutriënten stikstof en fosfor.

De gevolgen van ingrepen op de nutriëntenstromen zijn in varianten bepaald. De volgende varianten, (deel)varianten en ingrepen zijn onderscheiden:

1. Realistische ambities (voorgenomen beleid)
 - a. Mestbeleid
 - b. KRW-maatregelenpakket
2. PLUS-pakket (potentieel aanvullende maatregelen)
 - a. Bedrijf ((voorjaarstoediening, vergroten mestopslag, bouwplanverandering, precisiebemesting, géén fosforkunstmest)
 - b. Perceel (uitmijnen, bufferstroken, samengestelde peilgestuurde drainage)
 - c. Sloot (helofytenfilter)

De effecten van de varianten worden bepaald voor de jaren 2015 en 2027 en worden vergeleken met het jaar 2000, het referentiejaar voor de KRW. De (deel)varianten zijn gestapeld doorgerekend waardoor de rekenvolgorde van invloed is op de bijdragen van de afzonderlijke varianten op de effectiviteit. De kosten en effectiviteit van het regionale KRW-pakket zijn door MNP geanalyseerd, aangevuld en voor gebruik in deze studie ter beschikking gesteld. De effecten van de potentieel aanvullende maatregelen (PLUS-pakket) zijn door WUR-experts geschat, in fact-sheets vastgelegd, per deelstroomgebied bepaald en aan MNP ter beschikking

gesteld. De in deze studie ontwikkelde methode voor de berekening van de indirecte kosten van de maatregelen is eveneens met MNP gedeeld.

Referentie

Vrijwel alle waterschappen (24 van de 26) hebben voor deze studie hun waterkwaliteitsmetingen in de in- en uitstroompunten van de 119 deelstroomgebieden ter beschikking gesteld. De resulterende dataset aan in- en uitstroompunten bestaat uit 471 meetpunten waarvan de gegevens door de waterschappen zijn aangeleverd en uit 49 punten waarvoor CIW-data zijn gebruikt. Met deze dataset zijn veranderingen in de tijd geanalyseerd, is de situatie voor het jaar 2000, het referentiejaar voor de KRW, bepaald en zijn de rekenresultaten getoetst.

De waterkwaliteitsmetingen in de in- en uitstroompunten van de 119 deelstroomgebieden hebben een tijdverloop van de medianen vergelijkbaar met de resultaten van Bakker en Plette (2007), in 2005 ligt ongeveer 70% van de waarnemingen van stikstof boven dan de MTR en voor fosfor nadert mediaan de MTR. De spreiding in de meetgegevens is groot. De waterkwaliteit in een specifiek jaar is een (toevallige) realisatie binnen een bandbreedte omdat de waterkwaliteit in voorafgaande en opvolgende jaren sterk kan veranderen door effecten in weer. Dit maakt voorspellen van (veranderingen in) de waterkwaliteit lastig.

In het referentiejaar 2000 voldoet het merendeel van de waarnemingen (70-75%) voor zowel stikstof als fosfor niet aan de MTR. Het aantal deelstroomgebieden waar in 2000 aan de GEP wordt voldaan is beperkt (25-30%), voor fosfor wordt in 2000 in 32 van de 119 deelgebieden de GEP gehaald en voor stikstof in 30 van de 119. Voor een aantal deelgebieden blijken de nutriëntenconcentraties in 2000 ruim boven de GEP-nutriëntennormen liggen. Maas en Schelde hebben de grootste opgave om de GEP-nutriëntennormen voor nutriënten te realiseren. De metingen vertonen een grote variatie, zowel binnen gebieden als binnen seizoenen.

Overzichttabel met effecten van de (deel)varianten

Deelvariant	Stikstof		Fosfor		Kosten
	Mton/jr.	Doelrealisatie	Mton/jr.	Doelrealisatie	Meuro/jr.
Referentie (2000)	68.7	30/119	4.32	32/119	
Mestbeleid	14.6		0.05		
Regionaal KRW-pakket	8.2		0.98		
Realistische ambities (2027)	22.8	49/119	1.02	40/119	
Bedrijf	3.4		0.14		145
Perceel	2.0		0.24		449
Sloot	5.5		0.73		180
Potentieel PLUS-pakket (2027)	10.9	69/119	1.11	65/119	774

Reductie in nutriëntenstromen

Met het voorgenomen beleid en aanvullende maatregelen lijkt, op basis van de ingeschatte maximale effectiviteit en bij toepassing op het maximaal daartoe geschikte areaal, in 2017 ten opzichte van 2000 een reductie van de stikstof- en

fosforstromen in het oppervlaktewater van ongeveer 50% haalbaar. Dit komt overeen met absolute reducties van 34 Mton stikstof en 2.1 Mton fosfor.

De stikstofstromen in het oppervlaktewater worden met name gereduceerd door het mestbeleid (21%). Ook het KRW-pakket levert een significante extra bijdrage (12%). De potentieel aanvullende maatregelen kunnen samen nog een aanzienlijke aanvullende bijdrage (16%) leveren. De effectgerichte maatregelen in de deelvariant 'Sloot' lijken daarbij de grootste effecten te kunnen bereiken. De bijdragen van de verschillende (deel)varianten variëren tussen de deelstroomgebieden.

De bijdrage van de (deel)varianten op de fosforstromen van het oppervlaktewater is anders dan voor stikstof. Het potentieel pluspakket lijkt de grootste effecten (26%) te kunnen hebben, het regionale KRW-pakket levert ook een grote bijdrage (23%). Het Mestbeleid draagt nationaal gezien bijna niets bij aan de verlaging van de fosforstromen (1%, stand still). Binnen het potentieel pluspakket lijken voor fosfor de effectgerichte ingrepen in de sloot het meest effectief gevolgd door maatregelen op het perceel. Het KRW-pakket heeft in de Maas, Rijn-Oost en Rijn-West de grootste bijdrage. Voor de vier overige deelstroomgebiedsdistricten lijkt de grootste bijdrage door de deelvariant 'Sloot' te kunnen worden gerealiseerd.

De verschillen in gerealiseerde effecten tussen 2015 en 2027 zijn gering, bronmaatregelen in de RWZI's hebben meteen effect en bronmaatregelen in de landbouw hebben voor stikstof snel effect, terwijl voor fosfor het langer duurt voordat de maximale effecten zijn bereikt als gevolg van de voorraad in de bodem ("bufferwerking").

'Realistische ambities'

Het voorgenomen beleid, bestaande uit Mestbeleid en het regionale KRW-pakket welke wordt aangeduid met "realistische ambities" realiseert vergeleken met het jaar 2000 (het referentiejaar voor de KRW) een aanzienlijke reductie in nutriëntenstromen in het oppervlaktewater. De berekende verandering in stikstofstromen bedraagt 23 Mton (33% van de referentie), de berekende verandering in fosforstromen is 1.0 Mton (24% van de referentie). Deze veranderingen in de nutriëntenstromen leiden tot bijbehorende veranderingen in nutriëntenconcentraties in de verschillende deelstroomgebieden.

Het mestbeleid leidt tot een aanzienlijke reductie (21%) van de stikstofstromen en resulteert in een 'stand still' voor de fosforstromen. Het mestbeleid resulteert in een afname van de totale landelijk aangewende hoeveelheid mest hetgeen leidt tot een herverdeling van dierlijke mest en tot minder gebruik van kunstmest. Met name de akkerbouw op kleigronden beschikte over enige ruimte om tot de gebruiksnormen op te vullen met aangevoerde mest. Indien dit daadwerkelijk de praktijk wordt is de verwachting dat, indien geen aanvullende maatregelen worden genomen, in deze gebieden de stikstof- en fosforuitspoeling en de resulterende stikstof- en fosforstromen zullen toenemen.

De maatregelpakketten van de regio's zijn zowel voor stikstof als fosfor effectief. Deze effecten worden met name gerealiseerd door verminderde uitstoot door RWZI's. De hydromorfologische maatregelen hebben een veel kleiner effect. De reductie door de regionale maatregelpakketten is voor stikstof kleiner dan door het mestbeleid wordt gerealiseerd, voor fosfor resulteert het regionale KRW-pakket in een vele malen hogere reductie dan het mestbeleid. Lokaal, in de waterlichamen waar deze maatregelen worden genomen, kunnen de relatieve effecten veel groter zijn.

'PLUS-pakket'

De gedefinieerde potentieel mogelijke aanvullende maatregelen (PLUS-pakket) lijken met een berekende verdere reductie van 16% respectievelijk 26% voor stikstof en fosfor perspectiefrijk. Het PLUS-pakket realiseert in 2027 een aanvullende reductie in de stikstofstromen van 10.9 Mton N, de berekende verandering in fosforstromen is 1.11 Mton P. De afname in fosforstromen is vergelijkbaar met het voorgenomen beleid ('Realistische ambities') wordt gerealiseerd. De deelvariant 'Sloot' draagt hier het meest aan bij. De deelvariant 'Perceel' heeft ook een relatief groot effect op de fosforstromen.

De geselecteerde maatregelen van de variant 'Bedrijf' hebben met name effect op stikstof (5%) en in mindere mate op fosfor (3%). Dit wordt veroorzaakt door de samenstelling van deze variant, de maatregelen zijn vooral gericht op stikstof. De maatregelen in 'Perceel' hebben voor stikstof een kleinere (3%) reductie tot gevolg dan 'Bedrijf' en voor fosfor juist een grotere (5%). 'Sloot' lijkt het meest perspectiefrijk, de emissies met stikstof nemen door de op uitmijnen van fosfor beheerde helofytenfilters met 8% af en de emissies van fosfor nemen af met 17%.

De gewasopname kan bij te rigoureuze invulling van de maatregelen afnemen waardoor het effect op het milieu suboptimaal wordt en de bedrijfsopbrengst terugloopt. Het definiëren van dergelijke maatregelen (bijv. géén fosforkunstmest, uitmijnen van fosfaat uit de bodem) vraagt maatwerk waarbij rekening wordt gehouden met gewas, bodem, waterhuishouding en specifieke lokale omstandigheden.

Nagegaan moet worden of de veronderstelde (hoge) effectiviteit van helofytenfilters in de praktijk haalbaar is met een minder gecontroleerde instroom en bij inpassing in het landbouwbedrijf. Ook de effecten van de andere maatregelen zijn echter lang niet altijd goed bekend waardoor een betere onderbouwing van de te bereiken effecten gewenst is voordat op grote schaal hierin wordt geïnvesteerd.

Kosten en kosteneffectiviteit van het PLUS-pakket

De totale kosten voor deelvariant bedrijf (145 Meuro/jaar) zijn veel lager dan de kosten voor deelvariant 'Perceel' (449 Meuro/jaar), die bij de gehanteerde invulling ook duurder blijkt dan deelvariant Sloot (180 Meuro/jaar). De deelvariant 'Bedrijf' is het meest kosteneffectief voor stikstof (27 euro/kg) en de deelvariant 'Sloot' (435 euro/kg) blijkt het meest kosteneffectief voor fosfor. De deelvariant 'Perceel' lijkt relatief ongunstig: Deze leidt tot hoge (extra) kosten bij een relatief lage reductie van de belasting van het oppervlaktewater en de concentraties in het oppervlaktewater.

Op basis van de kosteneffectiviteit kan voorzichtig worden afgeleid dat de deelvariant 'Perceel' relatief ongunstig is, voorzichtig omdat de kosten voor 'Perceel' worden overschat doordat de maatregelen op maximale arealen zijn genomen. 'Sloot' lijkt kosteneffectief te kunnen zijn voor fosfor en 'Bedrijf' vooral voor stikstof. Op basis van de berekende kosteneffectiviteiten kunnen nieuwe varianten worden opgesteld om een verbetering in kosteneffectiviteit te realiseren (en de doelen tegen lagere kosten te bereiken). Dit kan door regionaal maatwerk en door optimalisatie op regionaal niveau, de nationale effecten op de grond- en mestmarkt kunnen daarbij niet buiten beschouwing worden gelaten. Een maatregel die tegelijkertijd aan de realisatie van doelen van andere beleidsvelden kan bijdragen, wordt kosteneffectiever wanneer de effecten integraal worden beoordeeld.

Maatwerk bij de realisatie in de praktijk resulteert ook in verschillen in kosten. Dat betekent dat kosteneffectieve invullingen voor maatregelen gebiedsgedifferentieerd moeten worden bepaald. De afweging op basis van kosteneffectiviteit moet echter wel op nationaal niveau gebeuren omdat de indirecte kosten (via grondprijzen, mestprijzen en productprijzen) mede bepaald worden door de andere maatregelen in het gebied en door de maatregelen in de andere gebieden. De kosteneffectiviteit van maatregelen in het landbouwkundig gebruikte deel van Nederland moeten in samenhang (maatregelpakketten), en voor heel Nederland, worden bepaald.

Naast de kosten en de effectiviteit moet ook naar de benodigde aanpassingen in de bedrijfsvoering worden gekeken. Wanneer blijkt dat milieukundig kosteneffectieve maatregelen economisch niet inpasbaar zijn in de landbouwkundige bedrijfsvoering kan eventueel worden besloten tot lastenverdeling om de boeren in financiële zin te compenseren voor geleverde diensten. Dit is echter een politieke keuze. Aanvullend onderzoek is dan noodzakelijk om de geschikte instrumenten daarvoor te identificeren.

Doelrealisatie

In 2000 (het referentiejaar voor de KRW) zijn de verschillen in de mate van doelrealisatie tussen de 119 deelstroomgebieden op basis van meetgegevens groot. In de overzichtstabel zijn, naast de stikstof- en fosforstromen en de kosten, ook het aantal deelgebieden weergegeven die aan de GEP-norm voldoen.

Voorspellen van de doelrealisatie op het niveau van waterlichamen is lastig omdat de data en kennis over processen en patronen op dit schaalniveau ontbreken. De doelrealisatie is daarom op het niveau van 119 deelgebieden beschouwd. De voor 2015 en 2027 berekende concentraties zijn structureel lager dan in 2000, de GEP-normen worden in veel meer gebieden gerealiseerd. Met het huidige beleid worden de GEP-norm voor stikstof in 49 van de 119 gebieden bereikt en voor stikstof in 40 van de 119 gebieden. Met de aanvullende maatregelen wordt de GEP-norm voor stikstof in 69 gebieden gerealiseerd, de GEP-norm voor fosfor wordt in 65 van de 119 gebieden gerealiseerd.

Natura 2000

De door de waterschappen voorgestelde nutriëntennormen voor de GEP's kunnen voor een watertype sterk variëren en kunnen zowel boven als onder de MTR liggen. De doelen voor de Natura 2000-gebieden liggen onder de MTR en benaderen de GET's die voor deze gebieden zijn gedefinieerd. Realiseren van de Natura 2000-waterkwaliteitsnormen voor nutriënten vraagt dan ook een grotere inspanning dan de doelrealisatie van de GEP-nutriëntennormen. Voor de benedenstrooms gelegen Natura 2000 gebieden zijn de nutriëntennormen voor de GEP's nog niet allemaal bekend.

De doorwerking van de Natura 2000 normen in gebieden kan vanwege de zeer beperkte grootte van deze gebieden moeilijk op het schaalniveau van deze studie worden verkend. In bovenstrooms gelegen en makkelijk te isoleren Natura 2000 gebieden kunnen lokale maatregelen volstaan, in benedenstrooms gelegen Natura 2000 gebieden niet altijd.

OSPAR

Nederland moet na 2005 de emissie van stikstof naar de Noordzee met nog 8 tot 9 miljoen kg stikstof verlagen om in 2010 de in de Oslo-Parijs conventie (OSPAR) aangegane reductie ten opzichte van 1985 te realiseren. Voor fosfor is deze doelstelling anno 2005 al gerealiseerd.

Door 'Realistische ambities' neemt de belasting op de Noordzee tussen 2000 en 2015 af met 22.0 miljoen kg stikstof en 1.0 miljoen kg fosfor. Het ' PLUS-pakket' voegt daar nog 10.9 miljoen kg stikstof en 1.1 miljoen kg fosfor aan toe. De veranderingen tot 2010 zijn niet apart gekwantificeerd; de realisatie van de doelstelling van Ospar lijkt door het gevoerde mestbeleid binnen bereik te liggen. Met het regionale KRW-pakket en potentieel aanvullende maatregelen zullen de nutriëntenemissies naar de Noordzee verder afnemen dan voor OSPAR afgesproken. De totale vracht uit Nederland naar de Noordzee neemt door veranderingen in de bijdrage van Nederland met 32.9 miljoen kg stikstof en 2.1 miljoen kg fosfor.

De betrouwbaarheid van de resultaten

Bronnen, nutriëntenstofstromen, resulterende en gewenste concentraties zijn gekwantificeerd voor 119 deelstroomgebieden via een globale balansmethode. De stofstromen inclusief verdwijprocessen zijn sterk vereenvoudigd berekend voor deelgebieden met daarbinnen een hoofdsysteem (vaak de waterlichamen) en een regionaal watersysteem bestaand uit de kleinere waterlopen/sloten met het bijbehorende vanggebied waaruit het water afkomstig is. De gevolgde methode kent verschillende bronnen van onzekerheden. Omdat afwenteling tussen de deelgebieden wordt meegenomen, kunnen onzekerheden en fouten zich voortplanten.

Om inzicht te krijgen in de mate waarin de berekende concentraties op welk schaalniveau de meetgegevens benaderen zijn de berekende zomerhalfjaargemiddelde concentraties vergeleken met de gemeten concentraties. De afwijkingen zijn soms groot zijn en de verschillen tussen de deelgebieden zijn aanzienlijk. De bandbreedte neemt af naarmate grotere eenheden worden geanalyseerd (de verschillen middelen

uit). De rekenresultaten van de afzonderlijke gebieden zijn daarom met behulp van de metingen gecorrigeerd om de doelrealisatie te kunnen toetsen.

Experts hebben de effecten van de maatregelen ruimtelijk gedifferentieerd geschat omdat lokale omstandigheden de effecten van de maatregelen bepalen. De effecten zijn geaggregeerd tot het niveau van deelstroomgebieden wegens de onzekerheden in dezelfde kennisregels en resultaten. De effecten van met name de effectgerichte maatregelen zijn summier bekend, vooral de effecten van helofytenfilters zouden wel eens (te) hoog kunnen zijn geschat. Daarnaast konden niet alle maatregelen worden doorgerekend door gebrek aan gegevens en kennis. Om de meest geschikte maatregelen te kunnen selecteren en om eventueel een beroep te kunnen doen op disproportionaliteit moeten de onzekerheden in effecten en kosteneffectiviteit van maatregelen worden onderbouwd.

Niet bekend is hoe de bronnen van onzekerheden doorwerken op de resultaten en op de conclusies. Vooralsnog moeten de resultaten daarom met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd. Aanbevolen wordt om in een vervolg de bandbreedtes in de rekenresultaten te bepalen. Daartoe moeten beschikbare data worden verzameld, gecontroleerd en toegankelijk worden gemaakt en moeten ontbrekende data en kennis worden geïdentificeerd en verzameld.

Na een aarzelende start hebben bijna alle regionale waterbeheerders waterkwaliteitsgegevens aangeleverd. De gegevens zijn gecontroleerd en zijn waar nodig in overleg met de regionale waterbeheerders aangepast. Daarmee is een eerste stap gezet om de afstand tussen nationaal beleid en de regionale implementatie te verkleinen. De kwaliteit van de beschikbare data voor de deelgebieden blijkt niet altijd even goed te zijn en ook daardoor is het lastig betrouwbare uitspraken over verschillen tussen deelgebieden te doen. Tegelijkertijd moet juist gedetailleerder worden geanalyseerd om de tekortkomingen te identificeren en te kunnen verbeteren, en om het door de waterbeheerders gewenste schaalniveau voor implementatie van de KRW te bereiken. Een dergelijke uitwerking voor verdere detaillering kan alleen in nauwe samenwerking met de waterschappen worden gerealiseerd. Dit rapport en de achterliggende regionale resultaten moeten nu met de regionale waterbeheerders worden besproken om te identificeren waar de grootste verbeteringen mogelijk zijn en om af te spreken hoe deze verbeteringen de komende jaren gezamenlijk kunnen worden gerealiseerd, want deze studie was gericht op hoofdlijnen. Voorgesteld wordt in 2008 en 2009 deze meer gedetailleerde werkwijze in een beperkt aantal proefdeelgebieden te ontwikkelen.

Resumé

Terugdringen van de nutriëntenstromen in het oppervlaktewater blijkt een moeilijke opgave. Na uitvoering van alle mogelijke varianten (mestbeleid, regionale KRW-pakket en potentiële aanvullende maatregelen) lijken de GEP-nutriëntenormen nog niet overal te zullen worden gerealiseerd. Aanvullende maatregelen in de landbouw hebben zeker potentie maar lijken alleen onvoldoende effect te zullen hebben. Om de nutriëntenormen voor de GEP's te halen en de volledige realisatie van de ecologische doelen dichterbij te brengen zullen alle mogelijke maatregelen voor alle

bronnen moeten worden genomen. Voor de landbouw betreft dit zowel brongerichte maatregelen om de mest beter te benutten als effectgerichte maatregelen om de snelle afstroming naar het oppervlaktewater te reduceren of om de natuurlijke zuivering in de boerensloten te benutten. Of dergelijke maatregelen inpasbaar zijn in de in de bedrijfsvoering (zijn ze haalbaar), en of deze betaalbaar zijn en hoe we dat financieren moet aanvullend worden verkend. Naast een Goede Landbouw Praktijk kunnen ook groen-blauwe diensten worden beschouwd, veel effectgerichte maatregelen hebben namelijk ook positieve effecten op biodiversiteit/natuur en landschap/recreatie.

1 Inleiding

De Kaderrichtlijn Water (2000/60/EC; KRW) heeft als belangrijkste doel de kwaliteit van watersystemen te beschermen en waar nodig te verbeteren. Dat gebeurt onder andere door puntlozingen en diffuse belastingen terug te dringen of te beëindigen, het ecologisch functioneren van wateren te verbeteren en door duurzaam watergebruik te bevorderen. Voor de implementatie van de KRW worden stroomgebiedbeheerplannen (SGBP) opgesteld. Daartoe zijn waterlichamen vastgesteld, zijn watertypen toegekend, zijn de ecologische doelen voor natuurlijke wateren geformuleerd (Boers et al., 2006), is de huidige toestand vastgelegd, is een monitoringsprogramma opgesteld, worden de ecologische doelen voor sterk veranderde en kunstmatige wateren gedefinieerd, worden (no-regret) maatregelen voor het SGBP geselecteerd en worden de eerste stroomgebiedbeheerplannen opgesteld.

1.1 Probleemstelling

De implementatie van de KRW in Nederland is de verantwoordelijkheid van het ministerie van Verkeer en Waterstaat. De uitvoering is grotendeels de verantwoordelijkheid van de regionale overheden in de 7 KRW-deelstroomgebieden; Rijkswaterstaat is aan zet voor de rijkswateren. De regionale overheden achten het nodig om de nutriënten in het oppervlaktewater te reduceren en hebben daartoe een aantal extra maatregelen in het Stroomgebiedbeheerplan (SGBP) opgenomen. De waterbeheerders vrezen dat het mestbeleid niet op tijd tot de voor de ecologische waterkwaliteit gewenste concentraties nutriënten (en zware metalen) in het oppervlaktewater zal leiden. Naast de mogelijk positieve effecten van hydro-morfologische inrichtings- en beheermaatregelen in de grotere waterlopen, worden door de regionale waterbeheerders daarom extra maatregelen op perceels- en bedrijfsniveau noodzakelijk geacht.

Directie Landbouw van het ministerie van LNV wil actief bijdragen aan het opstellen en de evaluatie van voorstellen voor de stroomgebiedbeheerplannen en wil bijdragen aan de onderbouwing door zowel kennis te laten ontwikkelen als beschikbare kennis met de regio delen. Daartoe wil de Directie Landbouw regelmatig:

1. De effecten van het huidig (voorgenomen) mestbeleid op de waterkwaliteit ten aanzien van nutriënten state of the art op nationaal en regionaal niveau in beeld brengen en afzetten tegen de KRW doelstellingen incl. de gevolgen voor Natura 2000.
2. De bijdrage van mogelijke aanvullende maatregelen aan de waterkwaliteit en de bijbehorende kosten verkennen.
3. Kunnen beantwoorden welke maatregelen waar (kosten)effectief zijn.

Directie Landbouw heeft daartoe Alterra / WUR gevraagd een eerste verkennende berekening en analyse uit te voeren op basis van momenteel beschikbare kennis om haar inzicht in de relatie landgebruik, maatregelen en waterkwaliteit te vergroten. De

exercitie in 2007 en 2008 moet de basis vormen voor een regelmatig terugkerende en steeds verder verbeterende studie tot het einde van het KRW-traject. Daartoe zal in samenspraak met de deelgebieden steeds gericht worden gewerkt en zullen de kennis en inzichten uit andere projecten continu doorstromen.

1.2 Doelstelling

Dit project moet inzicht geven in:

1. De bijdrage van het mestbeleid aan de realisatie van de KRW- en Natura 2000-doelen/normen.
2. De kosteneffectiviteit van potentieel aanvullende maatregelen in het landelijk gebied om de concentraties nutriënten in het oppervlaktewater verder te verlagen na uitvoering van mestbeleid en het regionale KRW-pakket.
3. Het mogelijk resterende gat ten opzichte van de normstellingen voor de nutriënten stikstof en fosfor.

1.3 Werkwijze

Om stroomgebiedbeheerplannen op te stellen moeten maatregelen worden geselecteerd. Om maatregelen te kunnen selecteren moet de kosteneffectiviteit van de potentiële maatregelen bekend zijn en moet bekend zijn of maatregelen genomen moeten worden om de oppervlaktewaterkwaliteitsnormen te bereiken. Daarvoor moeten bronnen, stofstromen, resulterende en gewenste concentraties bekend zijn.

1.3.1 Instrument

Op het nationaal schaalniveau waarop deze studie betrekking heeft, is een globale balansmethode een geschikte methode om inzicht te krijgen hoe de waterkwaliteitsnormstellingen voor nutriënten via stroomgebiedbeheerplannen zijn te realiseren. De bijdrage van de verschillende bronnen wordt ontleend aan beschikbare databestanden op nationaal/regionaal niveau. De stofstromen inclusief verdwijnplassen worden sterk vereenvoudigd gekwantificeerd voor deelgebieden met daarbinnen een hoofdsysteem (vaak de waterlichamen) en een regionaal watersysteem bestaand uit de kleinere waterlopen/sloten met het bijbehorende vanggebied van waar het water afkomstig is. De resultaten voor de huidige situatie worden vergeleken met waterkwaliteitsmetingen om de bruikbaarheid van de methode te bepalen en de schaal van presenteren van resultaten te onderbouwen. Pas daarna kunnen de effecten op de waterkwaliteit van de (door experts op nationaal niveau ingeschatte gevolgen van) ingrepen op de nutriëntenstromen in varianten worden bepaald. De effecten van de varianten ten opzichte van de referentie worden verkend voor zowel 2015 als 2027. Ook worden de afstanden tot de verschillende waterkwaliteitsnormen geschat ("resterende opgave").

De gehanteerde werkwijze om water- en stofbalansen voor gebieden op te stellen en de stofstromen naar en de concentraties in het oppervlaktewater te schatten is gebaseerd op Aquarein (Van der Bolt et al 2003) en is vergelijkbaar met FLOWPATH (De Klein 2007), de Waterplanner (Kragt, 2007) en de KRW-Verkenner (2008, www.krwwerken.nl). Afsproken is de resultaten met de resultaten van de Waterplanner te vergelijken. Op advies van de begeleidingscommissie is afgezien van gebruik van de KRW-Verkenner.

1.3.2 Samenwerking met de regionale waterbeheerders

Om de resultaten van deze studie in het implementatieproces te kunnen gebruiken is het noodzakelijk aan te sluiten bij de uitvoering binnen de deelstroomgebieden. Betrekken van de deelgebieden, en zo goed (en op dit moment ook zo simpel) mogelijk aansluiten op het implementatietraject is noodzakelijk. Om dit technisch inpasbaar te maken is een gefaseerde aanpak gevolgd:

1. In overleg met de begeleidingscommissie is de werkwijze op hoofdlijnen vastgelegd.
2. Deze werkwijze is technisch vormgegeven, data zijn verzameld, kennis over effecten van potentieel aanvullende maatregelen is ontwikkeld en/of toegankelijk gemaakt, en de varianten zijn doorgerekend.
3. De resultaten worden op hoofdlijnen op het geschikte schaalniveau in dit rapport beschreven
4. De resultaten worden na afronden van deze studie regio specifiek met de waterbeheerders besproken als start voor een gezamenlijk vervolgt traject om de 2^e generatie stroomgebiedbeheerplannen betrouwbaarder en op een gedetailleerder schaalniveau te kunnen onderbouwen. Mogelijk sluit onderzoek dat op dit moment in de deelgebieden wordt uitgevoerd aan bij dit onderzoek en vice versa.

1.3.3 Samenwerking met MNP

Na de start van dit project heeft V&W/DGW het Milieu en Natuur Planbureau (MNP) gevraagd een 'Ex-ante evaluatie KRW' uit te voeren. Accent van deze evaluatie ligt op de effecten van het regionale KRW-pakket zoals in 2007 door de regionale waterbeheerders zijn geformuleerd en op de ecologische effecten die hierdoor worden bereikt. Omdat beide studies complementair zijn is afgesproken samen te werken. Verschillende keren is over de invulling en afstemming gesproken. Beide studies hebben hun eigen doelen, daardoor kunnen ook uitgangspunten en keuzes verschillen. MNP heeft de kosten en effecten van het regionale KRW-pakket 2007 consistent en compleet gemaakt, geanalyseerd, aangevuld en gerapporteerd (MNP 2008) en voor deze studie ter beschikking geteld. De beschrijvingen en effecten van de potentieel aanvullende (mest)maatregelen in het landelijk gebied en methoden voor effectiviteit- en kostenberekening van deze studie zijn met MNP gedeeld.

1.4 Afbakening

- De studie is landsdekkend waarbij het schaalniveau van uitwerking zal aansluiten op de regionale uitwerking voor zover kennis en methoden dit verantwoord toelaten. Dat impliceert dat de 7 KRW-deelstroomgebieden de basis vormen voor een meer gedetailleerde gebiedsindeling.
- De studie is gebaseerd op de schematisering van Nederland conform EMW 2007 (uitgevoerd met STONE) met de bijbehorende beperkingen voor regionale toepassingen.
- De waterhuishouding (Van Bakel et al. 2007) is voor deze studie niet aangepast; effecten van WB21-maatregelen op de waterhuishouding zijn niet meegenomen. Ook is geen rekening gehouden met klimaatverandering, zeespiegelrijzing of bodemdaling.
- De waterkwaliteit van het grondwater wordt niet nader bestudeerd aangezien dit het belangrijkste onderdeel vormde van de EMW 2007 (MNP 2007; Willems et al., 2008), de ontwikkelingen in grondwaterkwaliteit zoals voorspeld in de EMW werken door in de resultaten in de oppervlaktewaterkwaliteit in deze studie.
- Om een goede ecologische toestand, of een goed ecologisch potentieel te kunnen realiseren moet aan een hele serie voorwaarden worden voldaan. Deze studie blijft in eerste instantie beperkt tot de waterkwaliteit ten aanzien van nutriënten. Zware metalen zullen in een volgende versie worden meegenomen. Gewasbeschermingsmiddelen vormen een specifieke stofgroep waarvoor in een apart LNV onderzoekprogramma wordt verkend wat milieueffecten zijn en welke maatregelen bijdragen aan verkleinen van de milieueffecten.
- Deze verkenning focust op de oppervlaktewaterdoelstellingen voor zoete systemen. De in het proces van de implementatie vastgelegde indeling in waterlichamen, de toegekende watertypen en de aan de watertypen toegekende normen voor GET/GEP –nutriëntenconcentraties worden als uitgangspunt genomen.
- De betekenis van de uitkomsten voor de belasting op de zoute systemen wordt indicatief beschouwd door de effecten op de Noordzee rechtstreeks uit de som van de vrachten uit de afzonderlijke deelstroomgebieden te bepalen. De gevolgen voor de zoute en brakke overgangswateren zijn niet beschouwd.
- De kosten worden bepaald voor bedrijfstypen binnen de landbouwdeelgebieden. Binnen de landbouwdeelgebieden worden de bedrijfstypes niet verder ruimtelijk toegekend.
- De concentraties en vrachten worden berekend als meerjarig jaar- en zomergemiddelde. Verdere detaillering in de tijd is momenteel niet aan de orde.
- Het accent ligt op de diffuse belasting van het oppervlaktewater vanuit landbouwgronden in relatie tot de bijdrage van overige (punt)bronnen. De kwaliteit van instromend water uit het buitenland wordt meegenomen.
- De evaluatie van maatregelen (binnen de varianten) vindt plaats op basis van kosteneffectiviteit. Het landbouwareaal en de landbouwproductiviteit mogen afnemen.
- De varianten beschrijven de gevolgen in 2015 en 2027.

- Referentiejaar voor de implementatie KRW is conform de implementatie het jaar 2000.
- De bijdrage van de bronnen in het landelijk gebied (bemesting, bodemvoorraad, afbraak veen, kwel) wordt in de studie "Haalbaarheid concentratieniveaus" geschat en niet in deze ex-ante evaluatie.
- Uit het buitenland afkomstig water voldoet in 2015 aan de eisen van de KRW. Verondersteld is dat het buitenland zijn KRW verplichtingen realiseert zodat gefocust kan worden op de bijdragen van de maatregelen in Nederland.
- In deze studie zullen in 2007, in tegenstelling tot Aquarein (2003), niet de neveneffecten ten aanzien van natuur, landschap, recreatie, visserij en andere beleidsterreinen worden bepaald.
- De meest recente informatie ten aanzien van bijdrage bronnen is gebruikt, namelijk de Emissieregistratie (Emissieregistratie versie 2005, www.Emissieregistratie.nl) en uitkomsten van de ex ante evaluatie van de meststoffenwet (EMW 2007) met STONE (MNP 2007; Willems et al., 2008) en regionale informatie van de waterschappen over de kwaliteit van het instromende grensoverschrijdende oppervlaktewaterwater

1.5 Leeswijzer

Dit rapport is grofweg in 5 onderdelen te splitsen:

1. In hoofdstuk 2 worden de uitgangssituatie in 2000 en de toetsing aan waterkwaliteitsmetingen kort beschreven. Een uitgebreidere beschrijving is voorzien in een later te verschijnen achtergrondrapport.
2. Definities en uitwerking van ingrepen en varianten staan in hoofdstuk 3. Ook hiervoor zal een aparte achtergrondrapportage worden geschreven. De nagestreefde normen voor de concentraties van nutriënten in oppervlaktewater staan in hoofdstuk 4.
3. De berekende effecten, kosten en kosteneffectiviteit worden respectievelijk gepresenteerd en geanalyseerd in de hoofdstukken 5, 6 en 7. De discussie over de resultaten en het gebruik van de resultaten en data worden ook in deze hoofdstukken beschreven.
4. De conclusies zijn beschreven in hoofdstuk 8.
5. De samenvatting van deze studie is te vinden vóór deze inleiding.

2 Referentie

De referentie is conform de implementatie van de KRW gedefinieerd als de toestand in het jaar 2000. Het jaar 2000 blijkt qua uitspoeling van nutriëntenvrachten naar het oppervlaktewater een nagenoeg 'gemiddeld' gedrag te hebben en kan daardoor als referentie worden gebruikt. De rekenresultaten voor het jaar 2000 worden 'getoetst' aan metingen op de uitstroompunten van de gebieden die door de waterbeheerders zijn aangeleverd. De verhouding gemeten/berekend geeft een indruk van de mate waarin de werkelijkheid wordt beschreven, daarbij zijn er verschillende mogelijke foutenbronnen die elkaar kunnen versterken dan wel tegenwerken. De verhouding gemeten/berekend kan worden gebruikt als een correctiefactor wanneer wordt verondersteld dat de relatieve veranderingen door de berekeningen goed worden bepaald.

2.1 Schatten waterkwaliteit

De bronnen van de nutriëntenstromen in het oppervlaktewater worden gekwantificeerd met bestaande bestanden: de berekende uitspoeling uit het landelijk gebied, inclusief atmosferische depositie op het land, van EMW 2007 (Q_{emw}), de overige bronnen (industrie, stedelijk gebied, atmosferische depositie op water, scheepvaart en overige bronnen) uit de Emissieregistratie versie 2005 ($Q_{Emissieregistratie}$) en de door de waterschappen aangeleverde data over instroom (buitenland, inlaten) uit bovenstroomse gebieden ($Q_{bovenstrooms}$). Ook kan organisch materiaal (bladeren, maaisel) rechtstreeks in de waterlopen vallen (Q_{org}). Vrachten worden omgerekend naar concentraties met behulp van de totale waterafvoeren (Q_{water}) van de afzonderlijke gebieden zoals berekend met de STONE hydrologie (Van Bakel et al 2007), dit omdat de regionale waterafvoeren niet systematisch bemeten worden op die locaties waar ook de waterkwaliteit wordt gemeten. Met retenties voor sloten (R_{sloot}) en waterlichamen ($R_{waterlichaam}$) worden de resulterende concentraties ($C_{nutr, uit}$) en bijbehorende nutriëntenvrachten ($Q_{nutr, uit}$) in het oppervlaktewater in de uitstroompunten van de deelgebieden bepaald. Deze berekeningen worden geschreven als:

$$Q_{nutr, uit} = (1 - R_{waterlichaam}) * \{Q_{bovenstrooms} + Q_{Emissieregistratie} + (1 - R_{sloot}) * (Q_{EMW2007} + Q_{org})\}$$

en

$$C_{nutr, uit} = Q_{nutr, uit} / Q_{water}$$

De berekeningen vragen om veel gegevens afkomstig van verschillende beheerders. Zowel ruimtelijk als temporeel is de resolutie in afzonderlijke gegevens beperkt waardoor rekening moet worden gehouden met onzekerheden/fouten in de bijdrage van de afzonderlijke bronnen die doorwerken in de resultaten.

2.1.1 Instroom

De instroom uit bovenstroomse delen van het stroomgebied is vaak niet goed bekend. De instroom uit het buitenland wordt veelal geschat met behulp van metingen, deze zijn echter zelden continu debietproportioneel waardoor de vrachten niet gemeten zijn maar moeten worden benaderd met de gemeten momentane concentraties en debieten. Datzelfde geldt voor ingelaten water uit rivieren, kanalen en boezemsystemen. Wanneer de ingelaten hoeveelheden niet bekend zijn wordt het lastig om de instromende vrachten te benaderen. Wanneer water wordt ingelaten om vochttekorten aan te vullen kunnen deze via berekeningen worden geschat, wanneer wordt doorgespoeld is dat veel moeilijker. Wanneer de instroom wordt bepaald via berekeningen met modellen dan wordt een gecumuleerde fout van alle bovenstroomse gebieden doorgegeven.

2.1.2 Emissieregistratie

De Emissieregistratie is een database waarin de emissies naar bodem, water en lucht van veel beleidsrelevante stoffen per emissiebron zijn vastgelegd om (inter)nationale rapportageverplichtingen te kunnen nakomen. De Emissieregistratie omvat gegevens van puntbronnen (bijv. afvalwaterlozingen RWZI's en industrie) en diffuse bronnen (bijv. verkeer, landbouw) voor de periode van 1990 tot en met 2005. De belasting van het oppervlaktewater bestaat uit de som van de emissies. De emissies van de verschillende bronnen in de Emissieregistratie zijn geclusterd tot 5 groepen: de effluënten van RWZI's, overige effluënten puntbronnen, atmosferische depositie rechtstreeks op het oppervlaktewater, uit- en afspoeling van bodems en overige landbouwemissies. De aanvoer van vervuiling via rivieren uit het buitenland is niet opgenomen in de Emissieregistratie. De emissie van uit- en afspoeling van bodems wordt geschat door berekeningen met STONE. Voor deze studie is gebruik gemaakt van de meest recente Emissieregistratie versie 2005. Door MNP zijn hierin aanpassingen gemaakt (Cleij 2008) die integraal zijn overgenomen.

2.1.3 EMW2007

De werking van de Meststoffenwet per 1 januari 2006 is recent geëvalueerd (MNP 2007). Daartoe is de periode voor 2006 met het toen geldende mestbeleid de bemesting van de bodem zo goed mogelijk meegenomen. Om de toekomstige effecten te verkennen (periode 2006 – 2027) is gerekend met varianten van aanscherping van gebruiksnormen. De met STONE (Wolf et al., 2003) berekende belastingen van het oppervlaktewater (Willems et al., 2008) zijn de resultante van de bronnen atmosferische depositie (op het land), (kunst)mestgiften, verandering in bodemvoorraad en kwel in zowel landbouwgebied als natuurgebied (Van der Bolt, 2007). De periode 1986 tot en met 2006 is gerekend met de gemeten neerslag en de referentie gewasverdamping, en daarom kunnen de resultaten voor deze periode worden gebruikt om de in deze studie berekende vrachten om te rekenen naar

concentraties in de uitstroompunten van de deelgebieden deze uiteindelijk te toetsen aan de beschikbare gemeten waterkwaliteitsgegevens.

2.1.4 Inval

De rechtstreekse belasting van waterlopen met organisch materiaal door bladval en/of maaien van slootkanten is een bron die niet is meegenomen omdat gegevens hierover vooralsnog ontbreken. De bijdrage van deze bron kan lokaal belangrijk zijn, in waterlopen die in natuurgebieden ontspringen is dit met achtergrondbelasting en atmosferische depositie de enige bron. Hoe groot de bijdrage van deze bron is in stroomgebieden met begroeiing van bomen en struiken langs de waterlopen wordt verkend (Schoumans et al. 2008)).

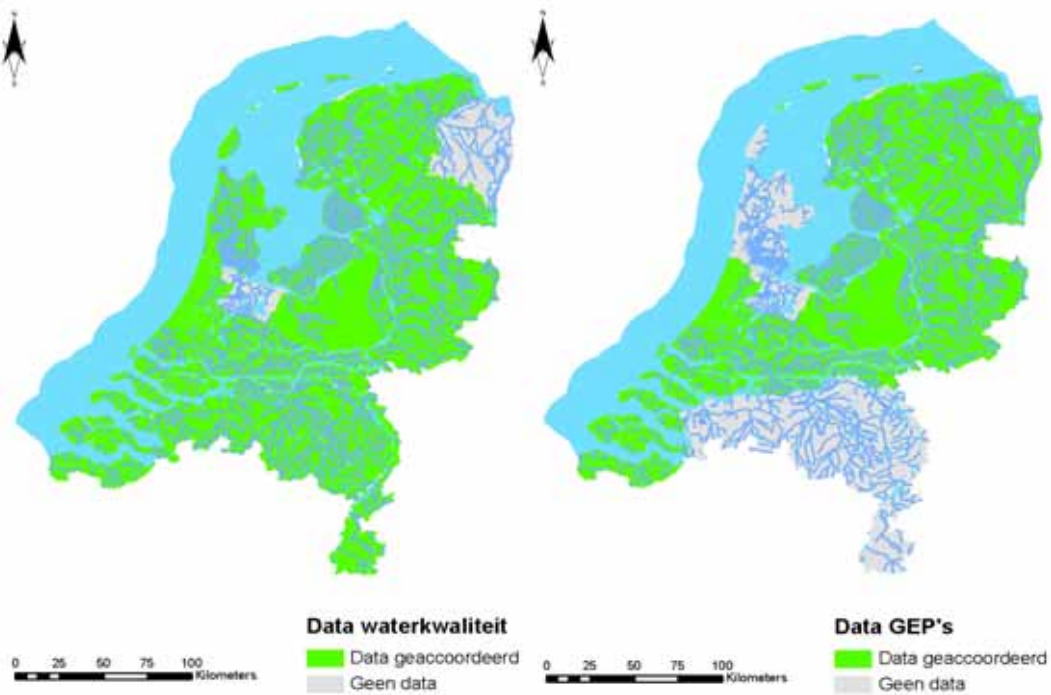
2.1.5 Retentie

Het is op dit moment nog niet mogelijk om gebiedspecifieke retenties af te leiden met schaalafhankelijke rekenregels die op alle schaalniveaus tot dezelfde nutriëntenbalansen leiden (interne consistentie). De Klein (2007) heeft voor de 18 WB21-gebieden de retenties geschat en heeft de resulterende nutriëntenbalansen geverifieerd. Voor deze studie is hierop verder gebouwd en zijn binnen de 18 WB21-gebieden gebiedspecifieke retenties bepaald voor het ontwateringsstelsel/de sloten en voor het hoofdstelsel/de waterlichamen waarbij de totale retentie gelijk is aan de door De Klein bepaalde retentie voor de gebieden.

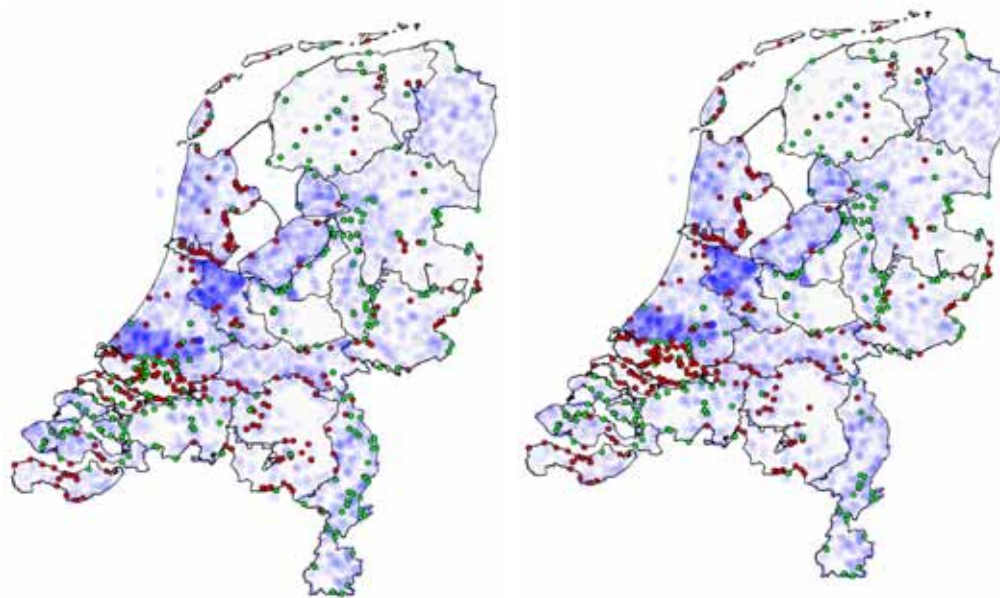
2.1.6 Waterkwaliteitsmetingen

Omdat de CIW- en Limno- gegevensbestanden niet landsdekkend zijn en omdat verantwoord gebruik niet eenvoudig is gebleken, zijn aanvullende metingen verzameld. Voor deze studie is geen gebruik gemaakt van de Limno-database omdat de frequentie en de periode van de waarnemingen tussen de meetpunten nogal kan verschillen en omdat de kwaliteit van de data niet eenduidig is.

Vrijwel alle waterschappen (Figuur 1) hebben voor deze studie hun waterkwaliteitsmetingen in de in- en uitstroompunten van de deelgebieden voor zover beschikbaar ter beschikking gesteld. Deze gegevens zijn gecontroleerd en waar nodig in overleg met de beheerders gecorrigeerd / aangepast en in een database opgenomen. De resulterende dataset aan in- en uitstroompunten bestaat uit 49 punten waarvoor CIW-data zijn gebruikt en uit 471 meetpunten waarvan de gegevens door de waterschappen zijn aangeleverd. De locaties van deze meetpunten zijn bekend waarmee het bijbehorende vanggebied met eigenschappen (zoals bodem, helling en grondgebruik) en de bronnen in de afzonderlijke vanggebieden bekend zijn. Daarmee zijn verdergaande analysemogelijkheden gecreëerd. De dekking en de intensiteit van de metingen varieert vooralsnog sterk tussen de gebieden (Figuur 2).



Figuur 1 De door de waterschappen (december 2007) geleverde en na verwerking gecontroleerde waterkwaliteitsdata en GEP's.



Figuur 2 Meetpunten oppervlaktewaterkwaliteit voor stikstof (links) en fosfor (rechts) in de database. De intensiteit van de kleuren neemt toe als de dichtheid van meetpunten groter is.

2.1.7 Afvoeren

Om de omrekening van vrachten naar concentraties en vice versa uit te kunnen voeren moeten de afgevoerde waterhoeveelheden bekend zijn. Deze kunnen worden benaderd door de met de hydrologie-STONE voor de EMW2007 berekende afvoeren. Voor het doel van deze studie is een toets per deelgebied gewenst om in de toekomst de stap naar schattingen op het niveau van waterlichamen te kunnen maken. Daarom is de waterschappen ook gevraagd de gemeten afvoeren in de in- en uitstroompunten van de deelgebieden aan te leveren. Een aantal waterschappen hebben de afvoergegevens voor hun meetpunten ter beschikking gesteld. Deze data bleken niet zonder meer bruikbaar: sommige waterschappen vermelden nadrukkelijk dat de geleverde afvoercijfers niet zijn gecontroleerd, en het ene waterschap leverde dagelijkse metingen en andere waterschappen halfjaarlijkse of jaarlijkse waarden. Daarmee bleek een toetsing van de STONE-hydrologie op deelgebiedniveau in het tijdbestek van deze studie niet mogelijk. Voor een goede schatting van de oppervlaktewaterkwaliteit en de effecten van maatregelen op de oppervlakte-waterkwaliteit is structurele beschikbaarheid en onderhoud van waterkwaliteitsmetingen en afvoeren noodzakelijk.

2.1.8 Schaal van toepassing

Omdat deze studie een regionale uitwerking betreft voor heel Nederland en omdat met de beschikbare kennis en gegevens een uitwerking op een veel gedetailleerder niveau (aansluitend bij de implementatie van de KRW) momenteel niet mogelijk is, is in overleg met de opdrachtgever, de begeleidingscommissie en de regionale waterbeheerders, gekozen voor een onderverdeling in 119 waterhuishoudkundige deelgebieden op basis van hydrologische grenzen ('deel-deelstroomgebieden'). Een verdere detaillering in gebiedsgrootte zal de komende jaren in samenwerking met de waterbeheerders wel kunnen worden gerealiseerd zodra meer gegevens beschikbaar komen, lopende onderzoeksprojecten resultaten opleveren en wanneer onderzoek naar potentiële maatregelen waarvoor de kennis nog ontbreekt wordt gestart.

Indelingen in deelgebieden moeten op elk schaalniveau consistent zijn met de begrenzing van de 7 KRW-deelstroomgebieden (en liefst ook met de 18 WB21-gebieden).

Afwenteling tussen de deelgebieden wordt meegenomen, onzekerheden en fouten kunnen zich daardoor voortplanten (of uitdempen). Omdat verschillende bronnen van onzekerheid worden gecombineerd is het gewenst inzicht te krijgen in de mate waarin de berekende concentraties op welk schaalniveau de meetgegevens benaderen. Dit wordt gerapporteerd in een nog te schrijven achtergrondrapport. De resultaten van de toetsing (par. 2.3) bepalen op welk schaalniveau de resultaten kunnen worden gepresenteerd. Voor deze studie worden de resultaten voor de 18 en de 7 deelstroomgebieden gepresenteerd.

2.1.9 Bronnen van onzekerheid

Om de effecten van maatregelen te kunnen kwantificeren is het belangrijk inzicht te hebben in de (ruimtelijke verdeling van) kwaliteit van de rekenresultaten. Factoren die onzekerheden veroorzaken zijn:

- De kwaliteit en de nauwkeurigheid van de metingen, zowel waterkwaliteit als waterafvoeren
- De kwaliteit, de nauwkeurigheid en de representativiteit van de dataverzameling die achter de schattingen van verschillende emissiebronnen (Emissieregistratie en EMW2007) zitten.
- De retentie die nog in het oppervlaktewater optreedt.
- Randvoorwaarden, aannames en methoden waarmee de effecten worden verkend.
- De (ruimte- als tijd)schaal van toepassing van methoden en data.

De werkwijze om de concentraties in het oppervlaktewater in de uitstroompunten te schatten

$$C_{uit} = (1 - R_{waterlichaam}) * (Q_{bovenstroms} + Q_{ERC} + (1 - R_{sloot}) * Q_{stone}) / Q_{water}$$

kent dan ook evenveel bronnen van onzekerheden als invoergegevens. Wanneer de berekende waterkwaliteit wordt vergeleken met de gemeten waterkwaliteit

$$F = C_{uit\ berekend} / C_{uit\ gemeten} \text{ of } F_R = (C_{uit\ berekend} - C_{uit\ gemeten}) / C_{uit\ gemeten}$$

wordt met de metingen nog een bron van onzekerheid toegevoegd. In totaal zijn voor deze benadering 7 bronnen van onzekerheden te onderscheiden. Wanneer bij de vergelijking gemeten met berekend de fractie 1 is en het relatieve residu 0 is, zijn de berekende concentraties exact gelijk aan de gemeten concentraties, dat betekent echter nog niet zonder meer dat de berekeningen de werkelijkheid exact beschrijven, omdat de onzekerheden in de uitkomst blijven bestaan en mogelijke foutieve schattingen (Emissieregistratie, aanvoer bovenstroms, emissies het landelijk gebied, retenties, waterafvoer) elkaar kunnen compenseren.

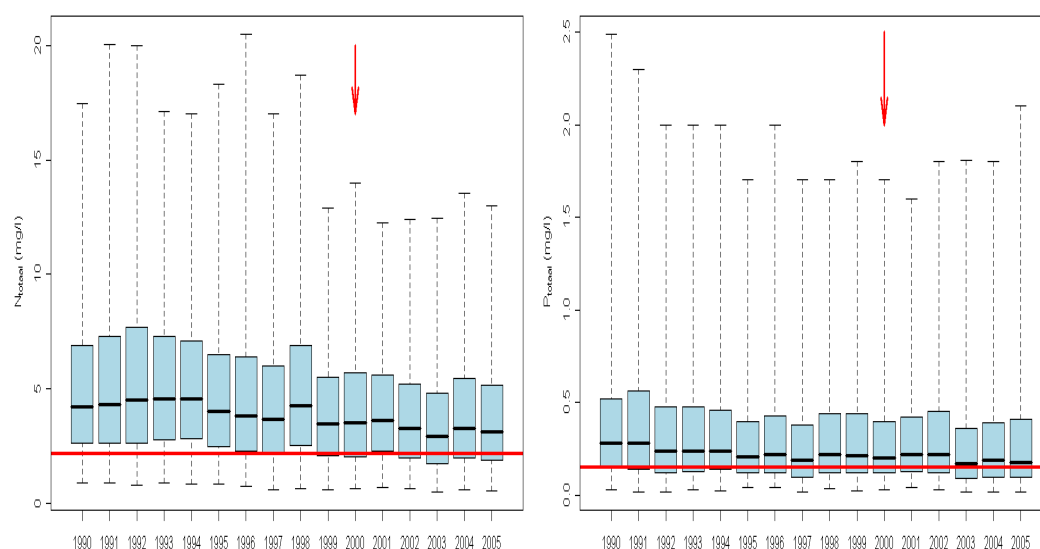
2.2 Gemeten waterkwaliteit in 2000

Ontwikkeling in de tijd

Bakker en Plette (2007) hebben de ontwikkeling van de jaargemiddelden van de maandmediane stikstof-en fosforconcentraties tussen 1986 en 2005 in dominant door landbouw beïnvloed regionaal oppervlaktewater gepresenteerd. Er is een verandering te zijn opgetreden waarbij de stikstofconcentraties afnemen van 5 mg/l in 1990 naar 3 mg/l in 2005 en waarbij de fosforconcentraties afnemen van 0.3 mg/l naar bijna 0.15 mg/l (de MTR voor fosfor).

De door de waterbeheerders voor deze studie geleverde waterkwaliteitsgegevens zijn voor dezelfde periode beschikbaar en zijn via 95-% databereik (de zogenoemde haardraden), de 25 en 75% percentielen (de rechthoeken) en de mediane waarde

(donker streepje) in Figuur 3 gekarakteriseerd. Er heeft géén voorselectie op landbouwbeïnvloeding plaatsgevonden. De verandering in de medianen is vergelijkbaar met de resultaten van Bakker en Plette (2007), zei het dat de gemeten concentraties van stikstof begin jaren 90 in deze studie lager zijn. Essentieel is dat de spreiding in gemeten concentraties nu ook zichtbaar is gemaakt. Daaruit blijkt dat zo'n 70% van de waarnemingen van stikstof in 2005 boven de MTR-waarde ligt en dat voor fosfor de mediaan de MTR nadert i.e. dat iets meer dan 50% van de metingen een concentratie boven de MTR heeft. De spreiding is groot. Voor stikstof lijkt de spreiding in 1999 structureel af te nemen (dit zou kunnen worden veroorzaakt door de introductie van MINAS in 1998), voor fosfor komen regelmatig concentraties groter dan 10 keer de MTR voor. De oorzaken van mogelijk structurele veranderingen in de gemeten oppervlaktewaterkwaliteit in deze periode zijn nog niet geïdentificeerd (denk aan verdere sanering puntbronnen, aanscherping mestbeleid, maar ook aan veranderingen in het aantal meetpunten en waarnemingen). Mede daardoor is niet bekend of verwacht mag worden dat de waargenomen verandering doorzet of dat een ondergrens is/wordt bereikt.



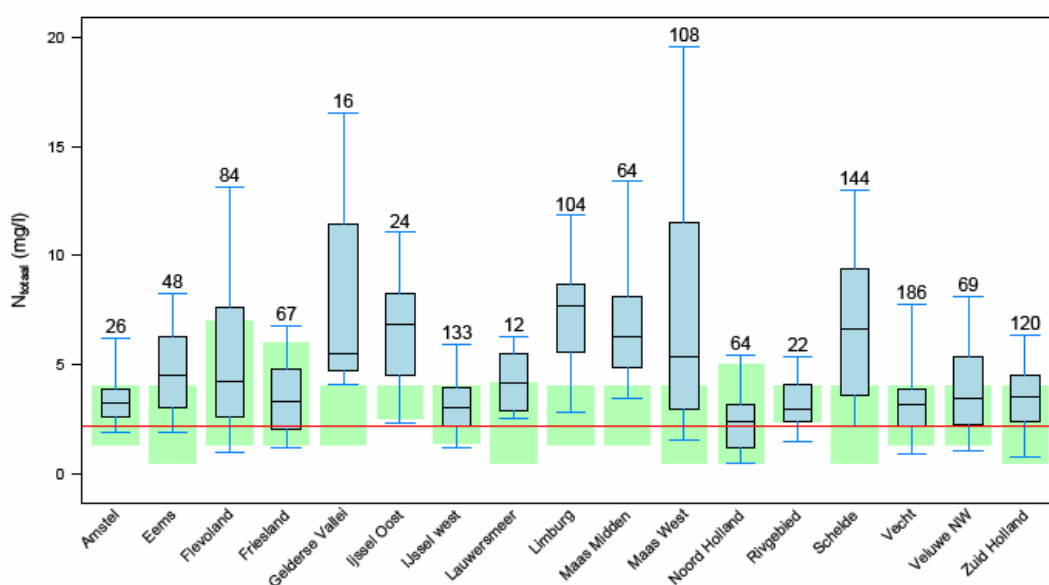
Figuur 3 De in de uitstroompunten van de deelgebieden gemeten jaargemiddelde concentraties De rode peil boven in de figuur geeft het referentiejaar 2000 aan (voor legenda zie tekst).

In de resultaten zijn de effecten van verschillen in weer (droog/nat, warm/koud) zichtbaar, zowel in medianen als in de bandbreedtes van de percentielen. Dat maakt voorspellen van de waterkwaliteit in de jaren 2015 en 2027 a priori lastig. In feite moeten de onzekerheden in resultaten als gevolg van de onzekerheden in onder andere het weer zichtbaar worden gemaakt. Om de huidige waterkwaliteit te bepalen kan wel naar een specifiek jaar worden gekeken waarbij moet worden bedacht dat ook dit een (toevallige) realisatie binnen een bandbreedte is en dat de waterkwaliteit in voorafgaande en opvolgende jaren sterk kan veranderen (Figuur 3).

In het referentiejaar 2000 (het jaar waarin de KRW is vastgesteld) voldoet het merendeel van de waarnemingen (70-75%) voor zowel stikstof als fosfor niet aan de MTR en ligt de mediaan van de waarnemingen boven de MTR.

Ruimtelijke patronen

Probleem bij het toetsen van het al of niet realiseren van de nutriëntennormen is de discrepantie in schaalniveau waarop de instrumenten en data beschikbaar zijn en kunnen worden toegepast versus het door de waterbeheerders gewenste schaalniveau om in aanvulling op het mestbeleid maatregelen te kunnen onderbouwen. Toetsen van de doelrealisatie voor de waterlichamen in een ex-ante evaluatie is technisch mogelijk maar is inhoudelijk nog niet zinvol. In deze studie is daarom gerekend voor 119 deelgebieden waaraan een 'representatieve' (benedenstroomse) GEP is toegekend. Binnen de gebieden kunnen meer GEP's voorkomen zodat een bandbreedte aan GEP's bestaat binnen het deelgebied. Om de doelrealisatie te bepalen zijn de rekenresultaten binnen de deelgebieden als bandbreedtes gepresenteerd op basis van de GEP's binnen de gebieden. Dezelfde bewerking is ook uitgevoerd voor de 7 en de 18 gebieden.

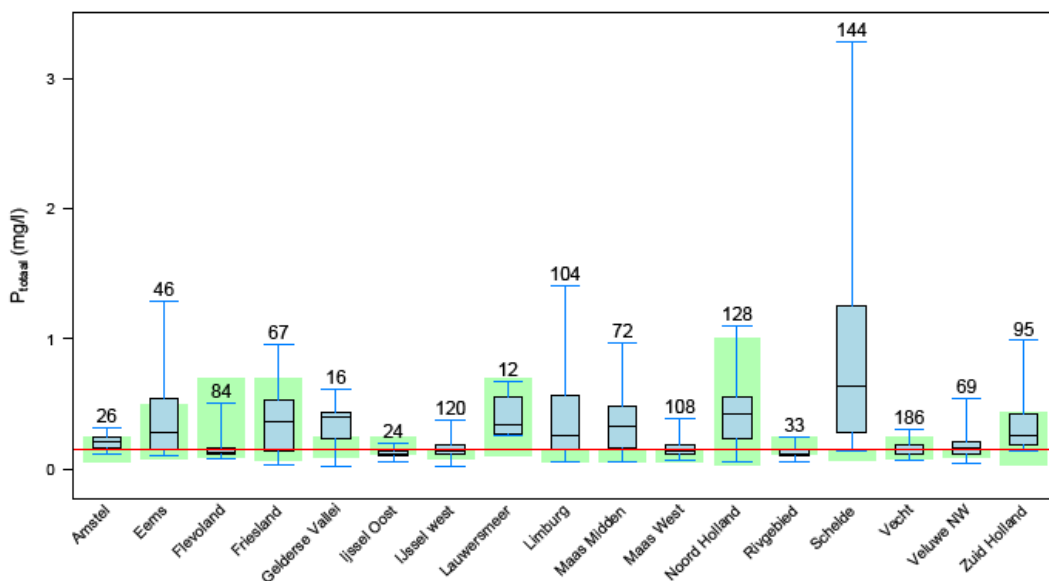


Figuur 4 De stikstofnormen van de GEP's (groene balk) en de in 2000 gemeten stikstofconcentraties in de uitstroompunten van de 18 WB21-gebieden (aantal waarnemingen boven de verdelingen, de Waddeneilanden ontbreken omdat hiervoor geen meetgegevens beschikbaar waren).

De in 2000 gemeten stikstofconcentraties corresponderen voor de gebieden in het deelstroomgebied de Rijn qua orde grootte redelijk met de daar bepaalde GEP's (Figuur 4). Alleen voor de Gelderse Vallei en IJssel-Oost liggen de gemeten concentraties boven het doelbereik van de GEP's. Datzelfde geldt voor de Schelde, Eems en de Maas (Maas-West, Maas-Midden en Limburg). Voor de gebieden waardoor geen GEP is aangeleverd zijn de default GEP's gebruikt.

Voor fosfor bestaat een vergelijkbaar beeld (Figuur 5). De gemeten fosforconcentratie in de uitstroompunten liggen over het algemeen binnen de bandbreedte van de aangeleverde GEP's die binnen het deelstroomgebied zijn vastgesteld. Ook voor fosfor lijkt de opgave voor de Schelde, en de Maas groter vergeleken met de andere deelstroomgebieden (voor de Schelde is getoetst aan de referentie!). De

fosforconcentraties in de Eems (Eems en Lauwersmeer) vallen, in tegenstelling tot stikstof, wel binnen de range aan GEP's voor deze gebieden.



Figuur 5 De fosfornormen van de GEP's (groene balk) en de in 2000 gemeten fosforconcentraties in de uitstroompunten van de 18 WB21-gebieden (aantal waarnemingen boven de verdelingen verdelingen, de Waddeneilanden ontbreken omdat hiervoor geen meetgegevens beschikbaar waren).

Deze toets vindt plaats op een globaal schaalniveau (de uitstroompunten van de deelgebieden) aan een range aan GEP's en doet dan ook geen recht aan de verschillen in gemeten concentraties en doelen binnen de gebieden. Het is daarom gewenst (noodzakelijk) ook op meer gedetailleerde schaal te toetsen aan de werkelijke GEP's. Dat is echter alleen zinvol wanneer dat in samenspraak met de waterbeheerders gebeurt omdat meer inzicht nodig is in de lokale bijdrage van de bronnen, waterafvoeren en retenties. Dit is voorzien als vervolg op deze verkenning. De indicatieve resultaten voor de 119 deelgebieden zijn als voorzet voor bespreking met de waterbeheerders opgenomen in bijlage 1.

Omdat voor de 119 gebieden een representatieve GEP is vastgesteld kan de doelrealisatie ten opzichte van de representatieve GEP worden bepaald. Voor een aantal deelgebieden blijken de berekende jaargemiddelde nutriëntconcentraties in 2000 ruim boven de GEP-nutriëntennormen liggen (>3x GEP). Dit geldt met name voor de Schelde, Oost-Brabant en delen van Noord-Nederland (bijlage 1). Voor de meeste gebieden liggen de gemiddelde jaarconcentratie tussen 1x en 2x de GEP. Het aantal deelstroomgebieden waar in 2000 aan de GEP wordt voldaan is beperkt. Voor fosfor wordt in 2000 in meer deelgebieden de GEP gehaald dan voor stikstof.

Deze toetsing van de doelrealisatie gebeurt op de schaal van 119 deelgebieden met een geselecteerde representatieve nutriëntennorm in de uitstroompunten van de gebieden en houdt nadrukkelijk geen rekening met verschillen in doelen en/of concentraties binnen de deelgebieden. Deze toetsing is daardoor indicatief en kan

niet zonder meer worden gebruikt om op niveau van waterlichamen uitspraken te doen over de doelrealisatie in 2015.



Figuur 6 Gemeten versus berekende zomerhalfjaargemiddelde stikstofconcentraties op drie schaalniveaus

2.3 Plausibiliteitstoets en correctiefactoren

In subparagraaf 2.1.7 is uitgelegd dat in de gevolgde benadering 7 bronnen van onzekerheid bestaan. Daardoor is het niet mogelijk om eenduidig aan te tonen dat de methode tot goede resultaten leidt. Wel kan worden nagegaan of de rekenresultaten plausibel zijn. Daartoe zijn de berekende en (beschikbare) gemeten concentraties in de uitstroompunten voor de jaren 1985 tot en met 2005 met elkaar vergeleken. Omdat de verschillende bronnen van onzekerheden betrekking hebben op verschillende schalen heeft deze toetsing voor 3 schematiseringen met verschillend detail plaatsgevonden: de 7 KRW-deelstroomgebieden, de 18 WB21-deelgebieden en de 119 in deze studie onderscheiden deelstroomgebieden.



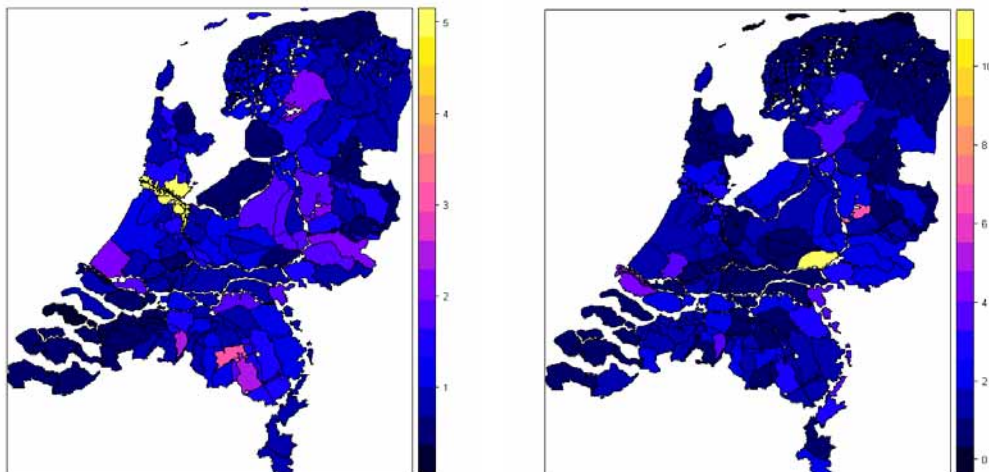
Figuur 7 Gemeten versus berekende zomerhalfjaargemiddelde fosforconcentraties op drie schaalniveaus.

Uit de resultaten blijkt dat de verschillen tussen de deelgebieden die zijn onderscheiden aanzienlijk kunnen zijn. Soms komen de orde van grootte en het gedrag overeen met de meetwaarden (punten van de verschillende jaren/zomerhalfjaren op de 1:1 lijn), soms gaat het gedrag goed maar wijkt de grootte af (op afstand evenwijdig aan de 1:1 lijn), soms wijkt het gedrag af (andere helling dan de 1:1 lijn), soms zijn uitschieters zichtbaar. De bandbreedte ten opzichte van de 1:1 lijn neemt zichtbaar af naarmate grotere eenheden (van 119 naar 18 naar 7 deelstroomgebieden) worden geanalyseerd (de verschillen middelen uit).

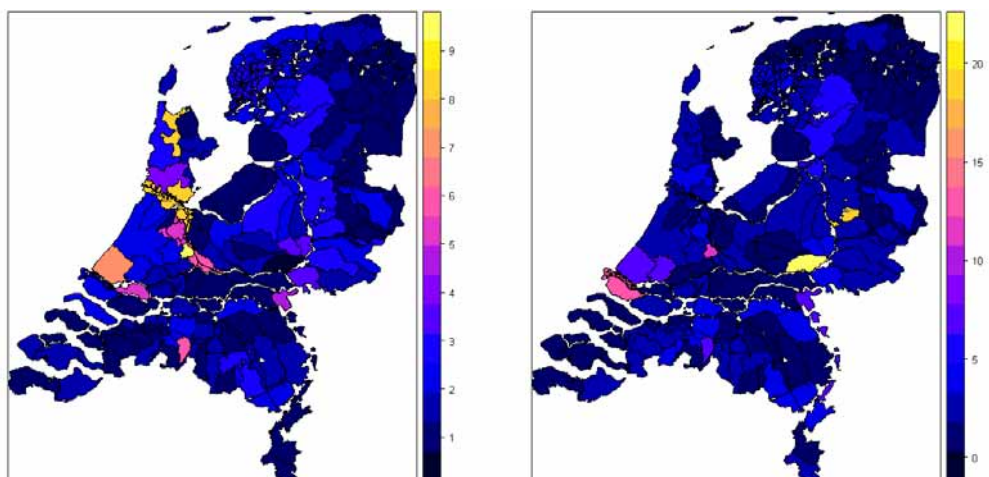
De gemiddelde verschillen tussen de gemeten en de berekende concentraties als gevolg van de verschillen in de kwaliteit van de datasets kunnen per gebied worden berekend en kunnen worden toegepast om de rekenresultaten van de afzonderlijke gebieden te corrigeren. Daardoor ontstaat een beeld van de door betreffende maatregelen te realiseren waterkwaliteit waaraan de mate van doelrealisatie kan worden getoetst. Het is belangrijk inzichtelijk te maken welke data beschikbaar zijn en welke werkwijze wordt gevolgd, daarom moet een dergelijke correctiefactor pas worden bepaald wanneer alle bekende en te schatten parameters en processen zijn meegenomen. Voor deze studie is de correctiefactor per deelgebied berekend als:

$$F = C_{uit\ berekend} / C_{uit\ gemeten}$$

Een kaart van de correctiefactoren laat zien of er systematische fouten zijn in bepaalde delen van Nederland (Figuur 8 en Figuur 9). Let op, de legenda's van deze kaarten zijn niet gelijk! Verder moet duidelijk zijn dat voor gebieden waarvoor géén meetgegevens beschikbaar zijn geen plausibiliteitstoets en/of correcties mogelijk zijn.



Figuur 8 Verdeling correctiefactoren voor stikstof (rechts) en fosfor (links) voor de jaargemiddelde concentraties



Figuur 9 Verdeling correctiefactoren voor stikstof (rechts) en fosfor (links) voor de zomerhalfjaargemiddelde concentraties.

De correctiefactoren voor stikstof en fosfor zijn in enkele gebieden extreem (groot of klein): de metingen en berekeningen liggen ver uit elkaar. Dit wijst erop dat de beschikbare data en kennis niet overal even goed zijn. De extreme waarden zijn voor fosfor groter dan voor stikstof: de beschikbare data en kennis leiden tot grotere onzekerheden voor fosfor dan voor stikstof. Ook zijn de extreme waarden groter in de zomerperiode dan jaargemiddeld: de beschikbare data en kennis kunnen verschillen in gedrag voor deelperioden nog niet voldoende beschrijven. Om de oorzaken van deze verschillen te achterhalen en de data en kennis te verzamelen om de correctiefactoren te minimaliseren is een gebiedsgerichte aanpak nodig. Het ligt voor de hand om deze samen met de regionale waterbeheerders uit te voeren.

2.4 Synthese

Vrijwel alle waterschappen hebben voor deze studie hun waterkwaliteitsmetingen in de in- en uitstroompunten van de deelgebieden ter beschikking gesteld. De resulterende dataset aan in- en uitstroompunten bestaat uit 471 meetpunten waarvan de gegevens door de waterschappen zijn aangeleverd en uit 49 punten waarvoor CIW-data zijn gebruikt, daarmee zijn verdergaande analysemogelijkheden gecreëerd.

De verandering in de medianen is vergelijkbaar met de resultaten van Bakker en Plette (2007), zo'n 70% van de waarnemingen van stikstof in 2005 is groter dan de MTR en voor fosfor nadert mediaan de MTR, de spreiding is groot. De waterkwaliteit in een specifiek jaar is een (toevallige) realisatie binnen een bandbreedte omdat de waterkwaliteit in voorafgaande en opvolgende jaren sterk kan veranderen door effecten in weer. Dat maakt voorspellen van de waterkwaliteit a priori lastig, in feite moeten de onzekerheden in resultaten zichtbaar worden gemaakt. In het referentiejaar 2000 voldoet het merendeel van de waarnemingen (70-75%) voor zowel stikstof als fosfor niet aan de MTR.

De in 2000 gemeten stikstofconcentraties corresponderen voor de gebieden in het deelstroomgebied de Rijn qua orde grootte redelijk met de daar bepaalde GEP's, voor de Gelderse Vallei en IJssel-Oost liggen de gemeten concentraties boven het doelbereik van de GEP's. Datzelfde geldt voor de Schelde, Eems en de Maas. Voor de gebieden waardoor geen GEP is aangeleverd zijn de default GEP's gebruikt. Voor fosfor bestaat een vergelijkbaar beeld. De fosforconcentraties in de Eems vallen, in tegenstelling tot stikstof, wel binnen de range aan GEP's voor deze gebieden. Voor een aantal deelgebieden blijken de berekende jaargemiddelde nutriëntenconcentraties in 2000 ruim boven de GEP-nutriëntenormen liggen (>3x GEP). Het aantal deelstroomgebieden waar in 2000 aan de GEP wordt voldaan is beperkt. Voor fosfor wordt in 2000 in meer deelgebieden de GEP gehaald dan voor stikstof.

2.5 Discussie

Samenwerking regionale waterbeheerders

Na een aarzelende start hebben bijna alle regionale waterbeheerders data aangeleverd waardoor de database bijna landsdekkend is (figuur 1). De dataverwerking is teruggekoppeld, is door de regionale waterbeheerders gecontroleerd en is waar nodig in overleg aangepast. Daarmee is een eerste stap gezet om de afstand tussen nationaal beleid en de regionale implementatie te verkleinen. Tegelijkertijd zijn nog veel aanvullingen en verbeteringen in de data mogelijk, zo is uit deze analyse gebleken. Dit rapport en de achterliggende regionale resultaten moeten nu met de regionale waterbeheerders verder worden besproken om te identificeren waar de grootste verbeteringen mogelijk zijn en om af te spreken in hoeverre deze verbeteringen de komende jaren gezamenlijk kunnen worden gerealiseerd, teneinde een kwalitatief goede en gecontroleerde dataset te verkrijgen.

Betrouwbaarheid

De verschillen tussen waargenomen concentraties en geschatte concentraties wordt door een groot aantal factoren bepaald, zoals:

- schaal waarop de analyse plaatsvindt;
- temporele en (gerichte) ruimtelijke verdeling van de bijdrage van RWZI's, overstorten, ongerioleerde lozingen, rechtstreekse depositie op het oppervlakte water, zoals deze zijn geschat en zijn opgenomen in de Emissieregistratie database
- onzekerheden in de berekende nutriëntenemissies uit het landelijk gebied;
- onbekende waterafvoeren en inlaten van nutriëntenstromen;
- retentie in greppels, sloten, waterlopen, beken, rivieren die binnen het stroomgebied optreedt;
- twee) wekelijkse bemonstering van de concentraties door veel waterschappen in plaats van debietproportioneel bepaling van de vrachten van nutriëntenafvoeren, waardoor de meetgegevens incompleetheid zijn en grote onzekerheden in de jaarvrachten of zomergemiddelde vrachten/concentraties zitten;
- processen en patronen die niet in ogenschouw worden genomen.

Gebruik van correctiefactoren maakt het mogelijk om de berekende effecten van maatregelen te vertalen naar een schatting van de te bereiken concentraties waarvoor de doelrealisatie kan worden getoetst. Alle bovengenoemde factoren leiden ook tot onzekerheden in de rekenresultaten. In een vervolg moet worden geprobeerd deze onzekerheden te kwantificeren en zichtbaar te maken als een bandbreedte van waarschijnlijke uitkomsten. Daarmee kunnen ook de fouten in het toetsen van de doelrealisatie worden berekend.

Bij de berekeningen voor deze studie is gebleken dat een nadere analyse van de bemestingsniveaus van met name de akker- en tuinbouwgewassen in STONE noodzakelijk is, aangezien de hoogte van de bemestingsniveaus waarmee in STONE is gerekend sterk varieert binnen Nederland en aanzienlijk kan afwijken van gebruiksnormen en bemestingsadviezen. Dit stemt niet overeen met de landbouwpraktijk. De oorzaak voor de verschillende niveaus in de EMW 2007 blijkt gelegen in het gebruik van andere instrumenten en/of andere uitgangspunten (MAMBO), schematiseringen en data voor de periode voor 2006 en de periode vanaf 2006. Het is gewenst de consistentie en transparantie van de resultaten van de EMW te vergroten door de mestverdeling voor één schematisering met één methode en realistische randvoorwaarden te berekenen. Hierdoor zal de interpretatie van en het inzicht in de werking van het mestbeleid voor de Akker- en Tuinbouwgewassen verbeteren waardoor waarschijnlijk ook de concentraties in het oppervlaktewater beter worden benaderd.

Het kritisch nalopen van de beschikbare data, kennis en methoden om de betrouwbaarheid te vergroten is gewenst voor alle bronnen van onzekerheden en kan het beste gebeuren door ook gebruik te maken van de (kennis en gegevens van het beheersgebied van de) regionale waterbeheerders.

3 Ingrepen en varianten

Twee varianten zijn beschouwd om inzicht te geven in de kosteneffectiviteit van potentieel aanvullende maatregelen:

1. *Realistische ambities*, de effecten van gerealiseerd en voorgenomen beleid. De variant realistische ambities gebruikt de variant 'N-gebruiksnormen 2009 - 20% voor de Akker- en Tuinbouwgewassen en evenwichtsbemesting voor fosfor' uit de EMW 2007 als best beschikbare benadering voor het mestbeleid zoals dat thans is geformuleerd (LNV, 2007) en de Emissieregistratie versie 2005 waarin de plannen van de waterschappen ten aanzien van de puntbronnen zoals opgenomen in het regionale KRW-pakket zijn verwerkt (MNP, 2008 in prep.). Om de bijdragen van mestbeleid en regionale KRW-maatregelpakketten te kunnen vergelijken wordt deze variant in twee deelstappen doorgerekend: 'Mestbeleid' en 'Mestbeleid gecombineerd met het 'regionale KRW-pakket 2007' verder 'KRW-pakket' genoemd.
2. *PLUS-pakket*, potentieel aanvullende (mest)maatregelen in het landelijk gebied. Deze variant is gelijk aan de voorgaande variant waarbij ook een pakket potentiële aanvullende maatregelen gericht op verlaging van de nutriëntenstromen in het oppervlaktewater wordt meegenomen. Om te onderzoeken of maatregelen verschillen in kosteneffectiviteit zijn deze in drie deelvarianten doorgerekend voor drie maatregelenpakketten, te weten: 'Bedrijf', 'Perceel' en 'Sloot'

De berekeningen voor deze varianten kwantificeren de effecten van beleid en aanvullende maatregelen. Ze leiden tot 'pragmatisch te bereiken doelen' per gebied. De resultaten worden vergeleken met de referentie (verbetert de waterkwaliteit ten aanzien van nutriënten na 2000?) en met de voor de ecologische doelen afgeleide normen voor concentraties in het oppervlaktewater (worden de bij de GEP's horende nutriëntenormen gerealiseerd?).

Door de begeleidingscommissie zijn de begrippen doelen en normen vastgelegd. (Ecologische) Doelen worden regionaal vastgesteld en worden als uitkomst van een lang proces gekwantificeerd in concrete getalsmatige normen (voor bijv. chemische waterkwaliteit). Doelen zijn het resultaat van een beleidsproces, normen zijn de technische uitwerking daarvan. Deze terminologie wordt hier strikt gehanteerd.

3.1 Realistische ambities

Naast de in de KRW geformuleerde ecologische methode voor het afleiden van de Goede ecologische Toestand (GET) en Goede Ecologische Potentieel (GEP) is vanwege de in veel Europese landen geconstateerde grote afstand tussen de huidige toestand en de ecologische doelen ruimte gecreëerd voor een pragmatische

benadering. Daarbij wordt uitgegaan van de toestand die met een maatschappelijk aanvaardbare inspanning redelijkerwijs kan worden gehaald. Binnen de gecreëerde ruimte moet een invulling worden gezocht en gemotiveerd die voor de EU acceptabel zal zijn.

Het landelijk KRW-beleid is in 2004 door het kabinet vastgesteld (V&W 2004) en wordt voor nutriënten in de landbouw via het Mestbeleid gereguleerd. Daarnaast worden bij de implementatie door de deelgebieden aanvullende maatregelen in de Stroomgebiedbeheerplannen opgenomen die de waterkwaliteit positief beïnvloeden.

3.1.1 Mestbeleid

Het landelijk mestbeleid is er op gericht dat op basis van de normen 2009 op korte termijn daarna grotendeels voldaan wordt aan de nitraatnormstelling in het grondwater; in 2015 wordt evenwichtsbemesting ten aanzien van fosfor nagestreefd. In 2006 is de nieuwe mestwetgeving op basis van gebruiksnormen van toepassing geworden. Aanvullend zijn de definitieve gebruiksnormen voor Akker- en Tuinbouwgewassen op zand- en lössgronden voor 2008 en 2009 woensdag 30 januari 2008 gepubliceerd in de Wijziging Uitvoeringsregeling Meststoffenwet. De stikstofgebruiksnormen worden vanaf 2009 gekort met 10% ten opzichte van de norm van 2006 (alle gewassen). Voor fosfor wordt vanaf 2015 evenwichtsbemesting ingevoerd waarbij rekening is gehouden met 'onvermijdbare verliezen' van 5 kg P₂O₅ per ha.

Ten tijde van de ex ante evaluatie van het mestbeleid (MNP, 2007) was het voorgenomen mestbeleid nog niet helemaal ingevuld en zijn rekenvarianten van gebruiksnormen doorgerekend. De variant 'aanscherpen gebruiksnormen voor de Akker- en Tuinbouwgewassen met 20% ten opzichte van 2006 en de realisatie van evenwichtsbemesting in 2015' uit de EMW 2007 benadert deze vastgestelde gebruiksnormen voor 2008 en 2009 het meest en is daarom in deze studie gebruikt om het mestbeleid te beschrijven. Verwacht wordt dat de verschillen in milieubelasting voor de doorgerekende variant en de daadwerkelijk vastgestelde aanscherping d.d. 3 dec. 2007 (LNV 2007) te verwaarlozen zijn omdat de verschillen tussen de voor de EMW2007 doorgerekende varianten klein zijn voor wat betreft de nutriëntenstromen in het oppervlaktewater. Deze aanname kan worden geverifieerd zodra een variant met het vastgestelde mestbeleid wordt gedefinieerd en doorgerekend.

3.1.2 Regionale KRW-pakket 2007

Eind 2007 zijn het regionale KRW-pakket voor de implementatie van de KRW door de deelstroomgebieden aan V&W geleverd. V&W heeft gevraagd in de maatregelenlijst vooral ook de in het kader van ander beleid (zoals WB21) vanaf 2000 al gerealiseerde of nog te realiseren maatregelen die de ecologische waterkwaliteit positief beïnvloeden op te nemen. De door de deelgebieden voor de implementatie van de KRW in de Stroomgebiedbeheerplan op te nemen maatregelen hebben in

belangrijke mate betrekking op inrichting en beheer van hoofdwaterlopen en aanpassingen in waterketen (riolering, RWZI's, industriële lozingen). De effecten van dit regionale KRW-pakket en de bijbehorende kosten zijn door de deelgebieden bepaald en zijn waar nodig door MNP (2008 in prep.) aangevuld. De resulterende effecten en kosten zijn zonder verdere controles of beoordelingen in deze studie gebruikt. Daarbij zijn alleen de maatregelen in de A-watergangen verwerkt omdat de rijkswateren in deze studie niet zijn meegenomen.

3.2 PLUS-pakket (potentieel aanvullende maatregelen)

In deze studie zijn de effecten en kosten van potentieel aanvullende maatregelen in het stroomgebied verkend. Dit zijn maatregelen die mogelijk aanvullend op het aangekondigde generieke mestbeleid en het regionale KRW-pakket in de landbouw kunnen worden genomen.

Als aanzet voor de mogelijk additionele maatregelen heeft LNV een lijst maatregelen opgesteld die in de begeleidingscommissie is besproken en welke vervolgens zijn aangevuld en aangepast. Ook zijn prioriteiten gesteld welke maatregelen bij voorkeur worden meegenomen. Daarna is door experts beoordeeld of deze maatregelen effect zullen hebben, of de lijst volledig is en of en hoe de effecten van deze maatregelen kunnen worden geschat. Omdat verschillende maatregelen sterk op elkaar leken zijn de maatregelen geclusterd naar ingrepen. Een ingreep is een verzameling van maatregelen die op eenzelfde wijze op eenzelfde plek in de stofstromen ingrijpen en derhalve een soortgelijke werking hebben. Om een realistisch beeld te krijgen van de mogelijke werking is één maatregel binnen een ingreep als representatief verondersteld en verder uitgewerkt. Daarbij is zoveel mogelijk aangesloten op de door LNV en de begeleidingscommissie genoemde maatregelen. Met de ingrepen zijn drie subvarianten samengesteld die tezamen de variant PLUS-pakket vormen. Deze subvarianten hebben betrekking op de 'plek' in het landbouwbedrijf waar deze plaatsvinden:

1. *Bedrijf*, (brongerichte) maatregelen ten aanzien van de bemesting
2. *Perceel*, (bron- en effectgerichte) beheer- en inrichtingsmaatregelen op het perceel
3. *Sloot*, (effectgerichte) maatregelen in de sloot i.e. het lokale watersysteem

Binnen de eerste deelvariant is een verandering in het landbouwkundig gebruik (o.a. hoogte of het moment van bemesting) als maatregel meegenomen. Functiegerichte maatregelen, dat wil zeggen maatregelen die betrekking hebben op aanpassingen in de ruimtelijke inrichting (functieverandering) zijn niet in beschouwing genomen.

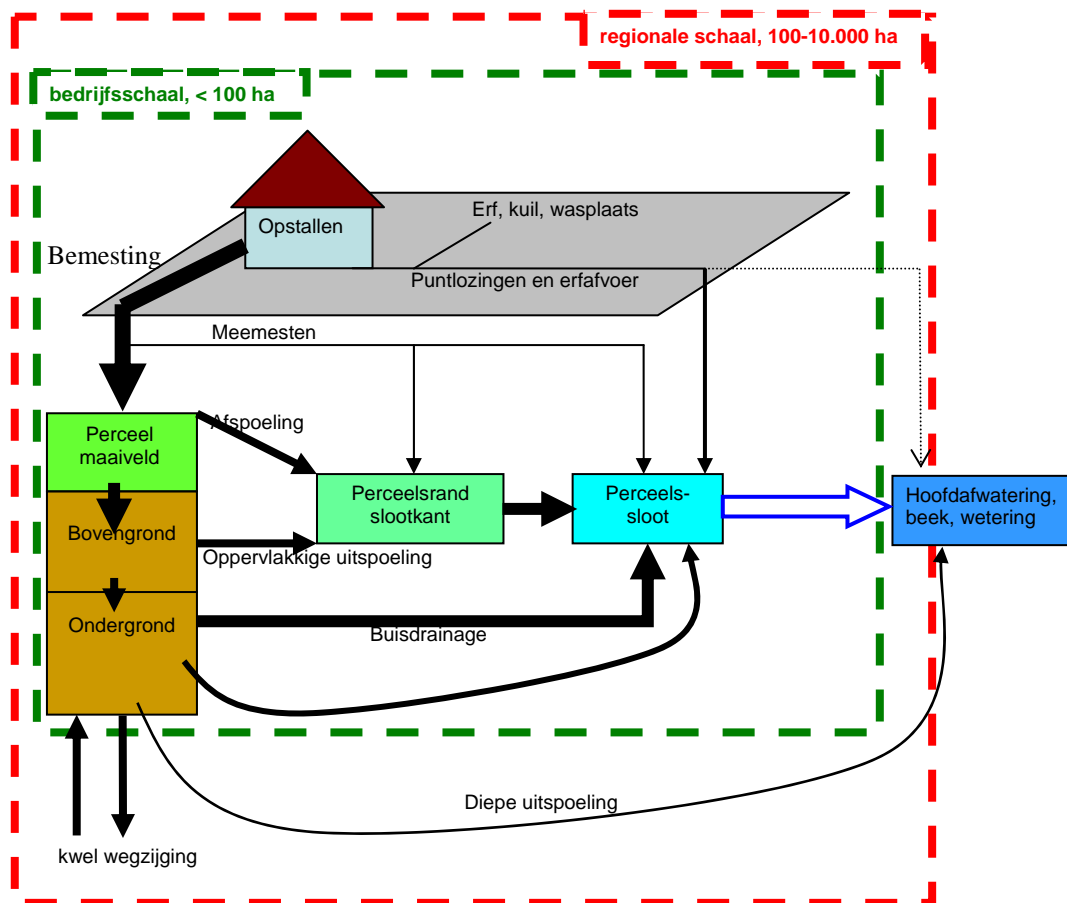
Maatregelen in de eerste twee deelvarianten, 'Bedrijf' en 'Perceel', proberen de nutriëntenbelasting op het oppervlaktewatersysteem te verkleinen. De effectgerichte maatregelen in 'Sloot' proberen de nutriëntenstromen (en -concentraties) te verlagen door de nutriënten in het oppervlaktewatersysteem vast te leggen of te verwijderen.

Verondersteld is dat dit type maatregelen in sloten niet of nauwelijks voorkomt in het regionale KRW-pakket van de waterbeheerders en dat mogelijke overlap geen grote effecten op de resultaten hebben.

In Aquarein (Van der Bolt et al 2003) is geconstateerd dat de effecten van de meeste niet op de mestgift gerichte maatregelen niet goed bekend zijn. Onderzoek naar de effecten van een aantal maatregelen is pas later opgestart. Dat maakt dat weinig aanvullende gegevens en kennis beschikbaar zijn en dat de effecten van maatregelen nog steeds alleen globaal kunnen worden ingeschat. Daarvoor is gebruik gemaakt van de database die is opgezet om de effecten van maatregelen in het landelijk gebied structureel te inventariseren en onderbouwen (Van der Bolt en van Os 2006; van Os et al., 2007) Geprobeerd is waar mogelijk de effecten van maatregelen regiospecifiek te schatten. Wanneer meer gegevens beschikbaar komen en meer kennis wordt gegenereerd kunnen de effecten beter worden bepaald en kunnen de maatregelen verantwoord worden geselecteerd (waar welke maatregel) en ontworpen (maatwerk).

3.2.1 Maatregelen en ingrepen

Bij de inventarisatie van mogelijke maatregelen is met gebruik van de database (Van der Bolt en van Os 2006; van Os et al., 2007) en de inventarisatie van LTO (2007) een lijst samengesteld van ongeveer 120 maatregelen. Deze maatregelen zijn geclusterd tot ingrepen, waarbij maatregelen met een overeenkomstige werking in hetzelfde deelsysteem (Figuur 10) tot dezelfde ingreep behoren. Vervolgens zijn van de verschillende ingrepen factsheets geschreven en op basis daarvan is gekeken of de kennis beschikbaar is om de effecten van de ingreep te berekenen en/of in kennisregels vast te leggen.



Figuur 10 Schematische weergave van de transportroutes binnen het bedrijf en de interactie met het regionale watersysteem.

3.2.2 Extra aanscherping gebruiksnormen (verdergaand mestbeleid)

Van veel gewassen zijn de Nederlandse stikstofgebruiksnormen hoger vergeleken met de ons omringende landen. Deze verschillen zijn in belangrijke mate toe te schrijven aan hogere gewasopbrengsten. De Europese Commissie stelt echter kritische kanttekeningen bij de relatief hoge Nederlandse waarden. Dit geldt nog het meest voor de zandgronden waar het nitraatgehalte in het grondwater de 50 mg nitraatnorm op veel plaatsen overschrijdt. Het is niet ondenkbaar dat voor een aantal gewassen op zand de stikstofgebruiksnormen zullen moeten worden aangescherpt. LNV heeft daarop anticiperend voorgesteld om een generiek aanscherping van de gebruiksnormen door te rekenen om te verkennen welke effecten dit heeft.

De ingrepen die de agrariërs in hun bedrijfsvoering zullen nemen wanneer de gebruiksnormen generiek worden aangescherpt zijn o.a. verhogen van de werkingscoëfficiënt van stikstof bij het gebruik van dierlijke mest, verhogen van de efficiency van het gebruik van kunstmest, en verlagen van het gebruik van fosforkunstmest. Deze ingrepen zijn eveneens geselecteerd (zie paragraaf 3.2.3), meenemen van een 'Extra aanscherping gebruiksnormen' zou dan ook tot een overschatting van de te halen verbeteringen in de oppervlaktewaterkwaliteit leiden. In

overleg met de opdrachtgever en de begeleidingscommissie is besloten om 'Extra aanscherping gebruiksnormen' niet als zodanig generiek te definiëren maar om de ingrepen die betrekking hebben op de mestgift als een deelvariant van het PLUS-pakket door te rekenen. Daarmee wordt een indruk gekregen welke milieuwinst nog via bemesting kan worden gerealiseerd en kan worden nagegaan welke daling in mestgiften (zowel kunstmest als dierlijke mest) deze milieuwinst veroorzaken.

3.2.3 Potentieel aanvullende ingrepen

Uiteindelijk zijn voor 6 ingrepen (waarvan 'Verhogen efficiency (kunst)mest' bestaat uit meer maatregelen) factsheets geschreven waarin is aangegeven wat het verwachte effect is en onder welke omstandigheden de ingreep toegepast kan worden (Tabel 1).

Tabel 1 Overzicht ingrepen en bijbehorende maatregelen

<i>Ingreep</i>	<i>Maatregel</i>	<i>Toepassingsgebied</i>	<i>Aangrijpingspunt</i>	<i>Effect op</i>
Géén fosforkunstmest	idem	Totaal landbouwareaal	kunstmest	P
Verhogen efficiency (kunst)mest	Voorjaarstoediening	Akkerbouw kleigronden	kunstmest	N
	Vergroten mestopslagcapaciteit	Grasland Alle grondsoorten m.u.v. löss	kunstmest	N (P)
	Precisiebemesting	Akkerbouw + maïs Alle grondsoorten	kunstmest	N
	Bouwplan aanpassen	Akkerbouw Alle grondsoorten	kunstmest	N (P)
Bodemsanering	Uitmijnen	Totaal landbouwareaal	(Kunst)mest	P (N)
Ontwatering	Samengestelde peilgestuurde drainage	Niet gedraineerde natte zandgronden	belasting van opp. water	N + P
Randenbeheer	Bufferstroken	Alle grondsoorten Niet gedraineerd	belasting van opp. water	N + P
Slootbeheer	Helofytenfilters	Natte zand en veen- gronden (Gt < VI) Alle kleigronden	concentraties in opp. water	N + P

Dit pakket van potentieel aanvullende ingrepen is systematisch volgens een strakke methodiek opgezet maar is tegelijkertijd zeker niet volledig. Op dit moment kunnen alleen voor de ingrepen uit dit pakket de effecten onderbouwd regionaal gedifferentieerd worden onderbouwd en ook daarbij bestaan nog de nodige mitsen en maren. In Bijlage 2 zijn de ingrepen in Tabel 1 beknopt toegelicht.

3.2.4 Niet-uitgewerkte ingrepen

Niet voor alle ingrepen zijn de effecten bepaald (Tabel 2, Bijlage 3). Van sommige ingrepen worden geen milieueffecten verwacht, andere ingrepen worden al grootschalig in de praktijk toegepast waardoor er nog maar weinig of geen winst is te halen. Voor weer andere ingrepen ontbreken de data en kennis c.q. de tijd om mogelijk beschikbare data te verzamelen en te analyseren om voor deze studie kennisregels af te leiden.

Tabel 2 Overzicht ingrepen die zijn afgefallen

<i>Ingreep</i>	<i>Maatregel</i>	<i>Reden van afvallen</i>	<i>Effect op</i>	<i>Potentie</i>
Verhogen efficiency (kunst)mest	Bedrijfsspecifieke excretie	Geen milieueffect	N	
	Minimalisatie stikstof- en fosforoverschot	Niet (meer) haalbaar	N + P	
	Teeltmaatregelen	Wordt al toegepast	N + P	
	Vanggewassen	Technische uitwerking (nog) niet mogelijk	N	ja
	Gewasresten afvoeren	Technische uitwerking (nog) niet mogelijk	N	ja
Beweidingssysteem	Niet beweiden	Wordt al toegepast	N + P	
Nieuwe bedrijfssystemen	Gemengde bedrijven	Geen milieueffect bij opvulling tot normen	N + P	
Lokale bronsanering	Erfafspoeling reduceren	Onvoldoende kennis / Technische uitwerking (nog) niet mogelijk	N + P	ja
Ontwatering	Samengestelde peilgestuurde drainage op klei Onderwaterdrains met opgezette slootpeilen op veen Blokkeren maaiveldafvoer	Onvoldoende kennis	N+P	ja
Bodemmaatregelen	Egaliseren Niet kerende grondbewerking Rijen- en beddenteelt	Onvoldoende kennis	N+P	ja
Slootrandenbeheer	Natuurvriendelijke oevers Drinkbakken plaatsen Maaisel afvoeren	Onvoldoende kennis	N + P	ja
Slootbeheer	Baggeren Verdiepen Natte bufferstrook	Onvoldoende kennis	N + P	ja

De maatregelen die niet zijn uitgewerkt omdat de data en kennis ontbreken of omdat de technische uitwerking op korte termijn niet mogelijk bleek, blijven potentieel aanvullende maatregelen. Dit is aangegeven in de kolom 'potentie'. De overige voorgestelde maatregelen hebben geen milieueffect of worden al toegepast waardoor

deze niet leiden tot een verdere verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit. De ingrepen en maatregelen in Tabel 2 en de motivatie om deze niet uit te werken zijn in kort aanhangsel 1 beknopt toegelicht.

3.2.5 Deelvarianten

De potentieel aanvullende ingrepen zijn doorgerekend als variant 'PLUS-pakket'. Daarbinnen zijn de deelvarianten 'Bedrijf', 'Perceel' en 'Sloot' onderscheiden om na te gaan of ingrepen in de verschillende deelsystemen vergelijkbare effecten hebben of dat preferente ingrepen in bepaalde deelsystemen kunnen worden gezocht.

Tabel 3 Varianten, deelvarianten, ingrepen en maatregelen.

<i>Variant</i>	<i>Deelvariant</i>	<i>Ingrep</i>	<i>Maatregel</i>
Realistische ambities	Mestbeleid		
	KRW-pakket		
PLUS-pakket	Bedrijf	Géén fosforkunstmest	idem
		Verhogen efficiency (kunst)mest	Voorjaarstoediening Vergroten mestopslagcapaciteit Precisiebemesting Bouwplan aanpassen
	Perceel	Bodemsanering Ontwatering	Uitmijnen Samengestelde peilgestuurde drainage Bufferstroken
		Randenbeheer	
Sloot	Slootbeheer	Helofytenfilters	

Bedrijf

Deze deelvariant is doorgerekend om een indruk te krijgen welke milieuwinst nog via aanpassingen in de bemesting kan worden gerealiseerd. De deelvariant 'Bedrijf' is samengesteld uit de ingrepen 'Géén fosforkunstmest' en 'Verhogen efficiency (kunst)mest'. Laatstgenoemde is samengesteld uit de maatregelen 'Voorjaarstoediening in de akkerbouw', 'Vergroten mestopslag in de melkveehouderij', 'Precisiebemesting' en 'Bouwplan aanpassen'. De maatregelen 'Bedrijfsspecifieke excretie', 'Minimalisatie stikstofoverschot', 'Teeltmaatregelen', 'Vanggewassen', en 'Gewasresten afvoeren' passen ook in deze ingreep maar zijn vanwege eerder genoemde redenen niet in deze studie uitgewerkt.

Perceel

De ingrepen die betrekking hebben op het beheer en onderhoud van het perceel (meer specifiek het maaiveld, de bodem en de waterhuishouding) zijn gecombineerd als deelvariant 'Perceel' doorgerekend. Deze deelvariant omvat de ingrepen 'Bodemsanering', 'Ontwatering' en 'Randenbeheer'.

Sloot

In Nederland liggen ruim 306.000 km waterlopen. Daarvan zijn 72.00 km in beheer van de waterschappen (regionale wateren) en V&W (rijkswateren). De overige waterlopen 234.000 km (76% van de totale lengte aan waterlopen) wordt beheerd door de grondeigenaren of gebruikers. Hierbij moet worden gedacht aan gemeentes in stedelijk gebied, en aan natuurbeherende organisaties en agrariërs in het landelijk gebied. De laatste beheren het grootse deel van deze kleinere waterlopen i.e. sloten in het landelijk gebied. Deze kleinere waterlopen hebben als belangrijkste functie ontwateren. Door de grote lengte en het grote watervolume van deze ondiepe waterlopen hebben deze waterlopen ook de potentie om nutriënten af te vangen en vast te houden zodat de vrachten en concentraties naar de regionale watersystemen kunnen worden verlaagd. Deze deelvariant is opgebouwd uit 'Slootrandenbeheer' en 'Slootbeheer'. Voor deze studie is alleen de ingreep 'Slootbeheer' gekwantificeerd via de maatregel (al dan niet slootbegeleidende) helofytenfilters.

De effecten van deze drie deelvarianten van PLUS-pakket op de waterkwaliteit van het oppervlaktewater worden gestapeld verkend, dat wil zeggen dat de effecten van de deelvariant 'Perceel' worden bepaald aanvullend op 'Bedrijf' en dat 'Sloot' aanvullend is op 'Perceel'. De bijdragen van de deelvarianten worden bepaald als de verschillen tussen de deelvarianten. De volgorde van verkennen bepaalt gedeeltelijk de effecten en daarmee ook de kosteneffectiviteit van de deelvarianten. Verwacht wordt dat de effecten hiervan beperkt zijn.

3.3 Discussie

Ingrepen en maatregelen

- In deze studie is een eerste verkenning naar een gebiedspecifieke invulling voor de maatregelen uitgevoerd. Inrichting en onderhoud bepalen de effecten van de maatregelen net als de locatie waarop de maatregelen worden genomen.
- De effecten en kosten en dus de kosteneffectiviteit zijn bepaald voor de in deze studie onderscheiden stroomgebieden, niet vergeten moet worden dat de kosteneffectiviteit ook binnen deze gebieden verschilt en afhankelijk is van lokale omstandigheden.
- Het is noodzakelijk maatregelen eenduidig te definiëren om spraakverwarring te voorkomen. De werking kan daarbij een helder criterium vormen. Een natte bufferstrook is bijvoorbeeld niet hetzelfde als een (slootbegeleidend) helofytenfilter omdat een natte bufferstrook uit de bodem uittredend water filtert door vastlegging in de bodem bij de overgang van anaerobie naar aerobie en omdat een helofytenfilter nutriënten uit het oppervlaktewater filtert door biologische vastlegging en bezinking. De effecten van natte bufferstroken en helofytenfilters zijn dan ook anders. Op dezelfde manier kan worden gedefinieerd dat een droge bufferstrook niet hetzelfde is als een mestvrije zone omdat een droge bufferstrook snelle afvoer afvangt en in een groter effect resulteert.

- Nog niet alle mogelijke aanvullende ingrepen zijn doorgerekend als gevolg van o.a. kennislacunes, om ook deze maatregelen te kunnen meewegen is aanvullend onderzoek nodig.

Maatwerk

Veel maatregelen vragen om maatwerk ten aanzien van uitvoering in de praktijk, zowel ten aanzien van het ontwerp (inrichting) als de locaties waar deze wordt toegepast. Dit betekent dat uiteindelijk lokaal de effectiviteit, kosten en kosteneffectiviteit zullen veranderen afhankelijk van de invulling van de verschillende maatregelen.

Daar waar een ingreep géén effect heeft is deze in deze verkenning ook niet genomen: het toepassingsgebied van de maatregelen is begrensd om onevenredig hoge kosten en een zeer lage kosteneffectiviteit te vermijden. Daarmee wordt een eerste schatting gegeven van de te bereiken effecten voor het maximale areaal waar de ingrepen effect hebben als startpunt voor de selectie van de kosteneffectieve maatregelen. In een volgende stap kunnen op basis van de kosten en kosteneffectiviteit en (bestuurlijk) draagvlak keuzes worden gemaakt waar welke maatregelen worden genomen, welke arealen en kosten daar bij horen en welke effecten dit oplevert.

Het areaal waarop een maatregel wordt genomen mag niet a priori worden gelimiteerd wanneer de kosteneffectiviteit wordt gebruikt om maatregelen te selecteren. Voor twee ingrepen zijn noodgedwongen aannames gemaakt die de kosten en de kosteneffectiviteit beïnvloeden: zowel voor 'Randenbeheer' als voor 'Slootbeheer' is het areaal landbouwgrond dat voor de ingreep wordt gebruikt begrensd om de effecten en de kosten te kunnen kwantificeren (het oppervlak bepaalt het effect mee).

Bedrijf

De effecten van de afzonderlijke maatregelen op de mestgiften zijn door experts geschat en vervolgens zijn met het STONE-instrumentarium de milieueffecten berekend. Het effect van de maatregelen wordt voor een groot deel bereikt door een hogere werking van de (kunst)mest, waardoor de mestgift kan worden verlaagd. Het implementeren van maatregelen op dit schaalniveau is met het STONE-instrumentarium nog niet eerder uitgevoerd. De effecten van deze maatregelen op de gewasopname, bodemvoorraad en uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater zijn dus ook niet eerder onderzocht. Koppelen met MEBOT (Schreuder et al. 2008) en verzamelen van meetgegevens om te toetsen kunnen de resultaten verbeteren en/of onderbouwen.

Uitmijnen

Voor uitmijnen zijn een aantal berekeningen uitgevoerd om het bemestingsniveau te schatten waarbij de gewasopbrengst niet veranderd en dus uitmijnen uiteindelijk (over een langere periode) het grootste effect heeft; deze is vastgesteld op 60% van de fosforbehoefte van het gewas. Bij de implementatie van uitmijnen zijn we er van uitgegaan deze reductie wordt gerealiseerd door géén fosforkunstmest te geven en de

hoeveelheid dierlijke mest aanvullend te reduceren. Uitmijnen is een tijdelijk maatregel omdat uiteindelijk de fosfaatvoorraad van de bodem zal dalen en de verliezen naar het milieu weer beperkt zullen zijn. Indien de voor het gewas beschikbare fosfaatvoorraad in de bodem te ver daalt zal ook de gewasopname dalen waardoor de effectiviteit van deze maatregel verminderd en het fosfaatoverschot op het perceel weer toeneemt. Uitmijnen moet in de praktijk dan ook als tijdelijke maatregel worden beschouwd en dient op basis van urgentie in de regio worden geïmplementeerd (maatwerk).

Randenbeheer

Het effect van randenbeheer bestaat uit het niet mesten van de rand en een additioneel effect door het afvangen van de uit- en afspoeling van nutriënten. Het bemestingseffect wordt deel te niet gedaan wanneer de rand als landbouwkundig areaal meetelt voor de mestwetgeving: de mest die anders op de rand terecht zou komen wordt dan immers elders op het perceel (of bedrijf) aangewend. In dat geval zijn de kosten relatief laag maar zal ook het milieueffect kleiner zijn, het milieueffect is voor deze situatie niet makkelijk te schatten. Een andere mogelijkheid is dat de perceelsrand niet meetelt voor de mestwetgeving, in dat geval zijn de milieueffecten groter (en te bepalen) maar zijn de kosten hoog omdat het mestoverschot toeneemt. Voor deze studie is uitgegaan van deze laatste invulling. De effecten van bufferstroken zijn onderwerp van studie, de afgeleide relaties hebben nog een grote onzekerheid.

Helofytenfilters

De effecten van de helofytenfilters hebben een hoge mate van onzekerheid en gaan uit van maximaal te behalen rendementen:

- De rekenregels zijn gebaseerd op buitenlandse metingen naar oppervlakte-waterzuivering van in landbouw beïnvloed oppervlaktewater en zijn niet aangelegd op en beheerd door boerenbedrijven.
- De aanvoer van stikstof en fosfor zal onregelmatiger zijn waardoor de effectiviteit van de maatregelen sterk afneemt. Stikstof zal vooral gedurende het uitspoelingseizoen uitspoelen en fosfor vooral in (extreem) natte perioden met hoge grondwaterstanden en neerslag.
- In het buitenland zijn geen experimenten uitgevoerd met intensief beheer van helofytenfilters t.b.v. fosforverwijdering. De gehanteerde rekenregels zijn afgeleid uit gegevens van niet-fosforverzadigde helofytenfilters en de afvoer van fosfor door maaien van riet. De onzekerheden in deze rekenregels zijn daardoor vooralsnog groot.
- Voor niet intensief beheerde helofytenfilters is een jaarlijkse fosforverwijdering van 30 kg/ha een maximum. Vooral in de zomer kan nalevering optreden door optreden van anaerobie en/of mineralisatie van organische stof, andersom is natuurlijk de fosforopname door helofyten in het zomerseizoen erg hoog.

Conclusies ten aanzien van de helofytenfilters moeten derhalve voorzichtig worden geformuleerd.

Helofytenfilters vormen een mogelijke oplossingsrichting, voor het optimaliseren van de fosforverwijdering en voor de realisatie op bedrijfsniveau is meer onderzoek

nodig. Voor de realisatie is maatwerk nodig. Voor stikstof zou deze maatregel ook kunnen worden gebruikt om het grotere oppervlaktewater (A-watergangen) te zuiveren, dit vraagt om afspraken tussen boeren en waterbeheerders. Voor fosfor zou een gebiedsdiagnose op moeten worden gesteld om tot een goede inrichting en beheer van de helofytenfilters te komen; wanneer bijvoorbeeld veel pieken in de afspoeling voorkomen, zou je hier op willen kunnen anticiperen om alleen deze pieken door de helofytenfilters te leiden.

4 Normen voor nutriënten

De KRW streeft naar een goede chemische- en ecologische waterkwaliteit. De waterkwaliteit voor nutriënten is één van de factoren die het wel/niet bereiken van een goede ecologische toestand bepalen. De regionale waterbeheerders wijzen waterlichamen aan, kennen watertypes toe aan de waterlichamen en kennen (GET/GEP-)nutriëtnormen toe aan de waterlichamen dan wel watertypes om realisatie van de ecologische doelen na te streven.

De bijdrage van de varianten aan de realisatie van de doelen wordt aan drie ambitieniveaus getoetst:

- MTR (eerdere waterkwaliteitsnormen)
- GEP (voorgestelde KRW-waterkwaliteitsnormen)
- Natura 2000 (specifiek op natuurdoelen gerichte waterkwaliteitsnormen)

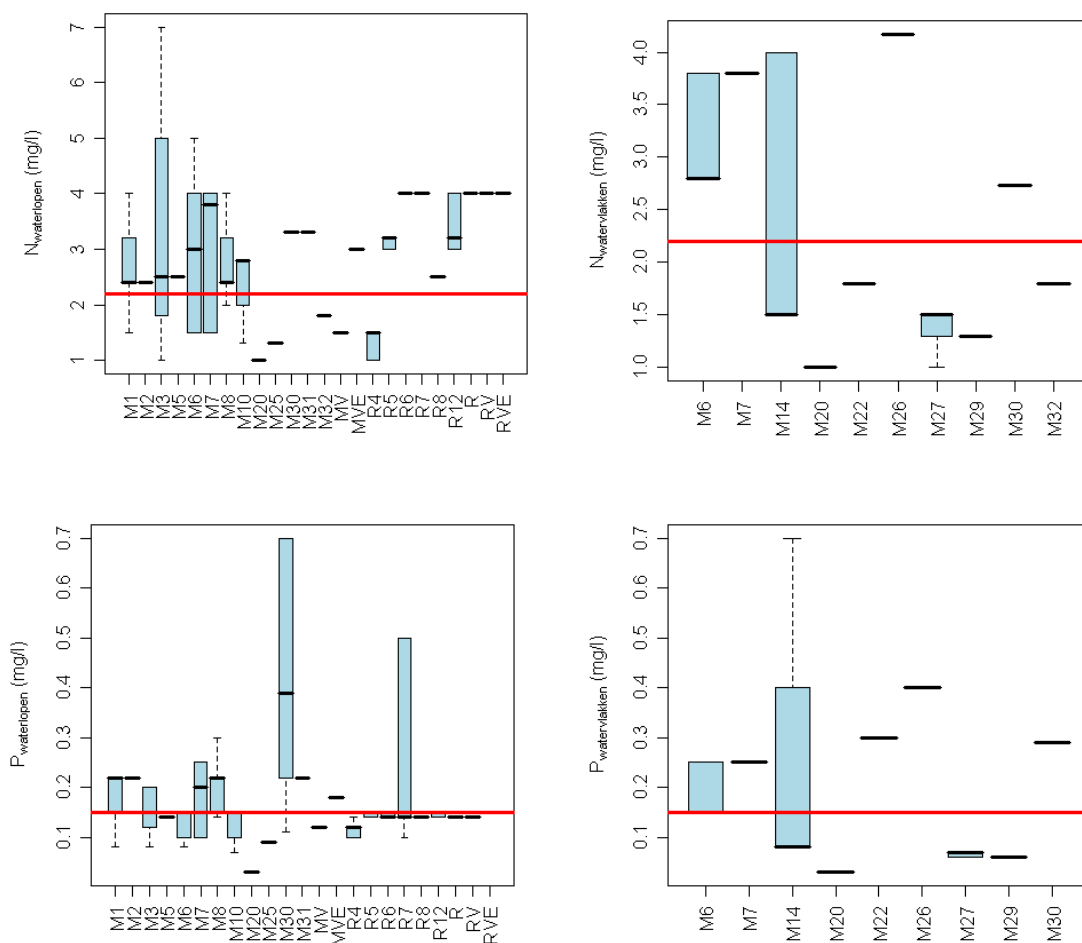
Voor de uitvoering van de studie is het nog van belang te kiezen of een doelstelling geldt voor een heel gebied/waterlichaam (i.e. moet gelden voor een instroompunt), gemiddeld in een waterlichaam moet worden gerealiseerd of benedenstrooms (uitstroompunten) moet zijn bereikt.

4.1 MTR

De MTR-normen voor stikstof en fosfor gelden voor heel Nederland en zijn dus niet regionaal gedifferentieerd. Dat maakt landsdekkend vergelijken van effecten van maatregelen makkelijker, maar de relatie met de gewenste ecologische waterkwaliteit is niet helder: de MTR is gebaseerd op gegevens van en kennis over stagnante eutrofiëringgevoelige wateren i.e. ondiepe plassen. Gebruik van de MTR is daarom inmiddels bestuurlijk losgelaten.

4.2 GEP

De Goede Ecologische Potentieel (GEP) is recent door de meeste deelgebieden vastgesteld. Voor deze studie zijn (december 2007) de waterlichamen, watertypen en MEP/GEP-nutriëtnormen door de waterbeheerders beschikbaar gesteld (Figuur 1). Voor de gebieden die geen GEP hebben aangeleverd zijn de default GEP-nutriëtnormen (Pot et al. 2005) gebruikt. De in Nederland aan de waterlichamen toegekende GEP's (Figuur 11) vertonen grote variatie. Om de verdeling te bepalen zijn de GEP's voor de R-typen gewogen naar lengte en voor de M-typen naar oppervlakte of lengte (laatste wanneer polderwateren als M-type zijn geclassificeerd). Daardoor worden de veel voorkomende nutriëtnormen dominantier dan de zelden voorkomende nutriëtnormen (de rechthoeken worden kleiner en de mediaan wordt beter benaderd maar de totale range aan waarden blijft intact).



Figuur 11 Nutriëntennormen voor stikstof en fosfor voor de watertypen.

De voor sommige watertypen grote ranges worden in belangrijke mate veroorzaakt doordat de waterschappen ieder afzonderlijk de GEP's hebben bepaald. Hierdoor bestaan ook binnen de deelstroomgebieden verschillen in nutriëntennormen voor dezelfde watertypen. Een enkel waterschap heeft de GEP's niet per watertype maar per waterlichaam toegekend. Ook dit veroorzaakt de range aan nutriëntennormen.

De medianen van de door de waterbeheerders voorgestelde nutriëntennormen voor de GEP's van de watertypen voor R-typen en polderwateren zijn voor sommige watertypen hoger dan de MTR en voor andere watertypen juist lager. Dit geldt zowel voor stikstof als fosfor. De M-typen die zijn gebruikt om polderwater te karakteriseren hebben voor de zoete systemen (soms grote) ranges. Voor de brakke polderwateren zijn de normen eenduidig, uitgezonderd M30 die voor fosfor een zeer grote range heeft. Waterschap Zeeuwse Eilanden en Waterschap Zeeuws Vlaanderen hebben voor fosfor geen GEP toegekend voor M30 en M31 omdat zij motiveert dat fosfor voor de brakke wateren niet relevant is. Voor de R-typen zijn de normen redelijk eenduidig, R12 voor stikstof en R7 voor fosfor wijken af. Behalve voor R4 liggen de GEP's van de R-typen voor stikstof ver boven de MTR en voor fosfor vlak onder de MTR.

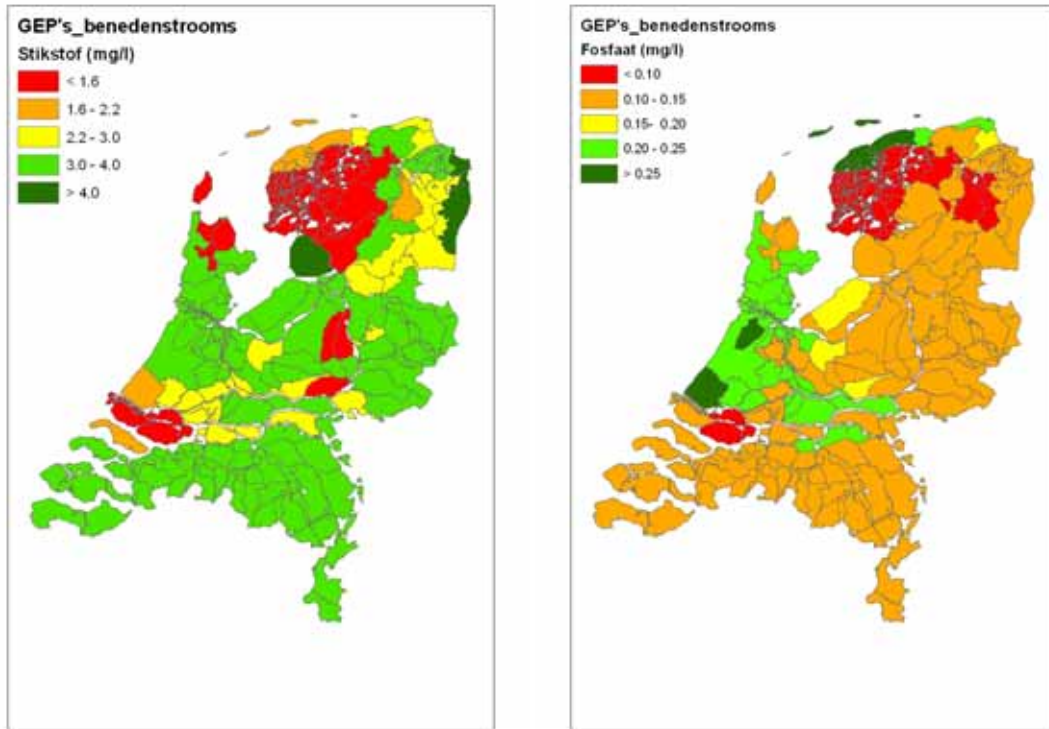
Voor de meren zijn de nutriëntennormen redelijk eenduidig. Alleen voor M14, M6 en in mindere mate M27 bestaan verschillen. De toegekende GEP-nutriëntennormen zijn zowel hoger als lager dan de MTR.

Per waterlichaam zijn, op basis van het bijbehorende watertypen, de na te streven nutriëntenconcentraties door de regionale waterbeheerders vastgelegd. Daarmee zijn kaarten met oppervlaktewaternormen voor nutriënten gemaakt op basis waarvan de toekenning van de normen aan de in deze studie onderscheiden deelstroomgebieden is gemaakt. De gehanteerde indeling in gebieden (met daarbinnen onderscheid in hoofdsysteem en haarvaten/vanggebied) is grover dan de indeling in waterlichamen. Hoe de vertaling van waterlichamen naar de gebiedsindeling voor deze nationale verkenning te maken vraagt daarom extra aandacht. Criteria voor toekenning kunnen zijn:

1. Het meest bijzondere waterlichaam/type.
2. Het waterlichaam/type met de laagste normen voor nutriënten.
3. Het meest voorkomende (gewogen naar lengte (R-typen) of oppervlaktes (M-typen) dan wel volumes (R- en M-typen)) watertype of de meest voorkomende nutriëntennorm.
4. Het benedenstroomse watertype binnen het deelgebied om rekening te houden met interne afwenteling (wetende dat de nutriëntennormen voor benedenstroomse normen meestal lager zijn dan die van bovenstroomse waterlichamen).
5. Het watertype benedenstrooms van het deelgebied waarop wordt afgewaterd om rekening te houden met externe afwenteling.
6. Combinaties van bovenstaande criteria

In overleg met de begeleidingscommissie is besloten het criterium van de meest benedenstroomse normstelling binnen het deelgebied (4) te gebruiken.

De toegekende GEP's blijken voor stikstof in grote delen van Nederland boven de MTR te liggen, in Friesland en de Zuid-Hollandse Eilanden komen lagere GEP's voor stikstof voor (Figuur 12). Voor fosfor zijn de toegekende GEP's veelal lager dan de MTR met uitzondering van kleigebieden. Opnieuw komen in Friesland en de Zuid-Hollandse Eilanden lagere GEP's voor. Bij dit beeld moet worden bedacht dat voor Noord-Holland en voor Maas de default GEP-nutriëntennormen voor stikstof en fosfor zijn toegekend, voor de Schelde zijn alleen voor fosfor de default GEP_waarden toegekend. De verschillen in GEP's tussen de gebieden worden veroorzaakt door verschillen in watertype en door de ranges aan GEP's voor de watertypen (Figuur 11).



Figuur 12 De toegekende GEP-nutriëtnormen per deelgebied.

4.3 Natura 2000

Door LNV-DN zijn voor de realisatie van Natura 2000 concept nutriëtnormen voor de natuurdoelen voorgesteld. Deze nutriëtnormen zijn de absolute ondergrens voor de betreffende habitattypen voor de situatie dat er vrijwel geen enkele externe milieubelasting meer zou zijn. De bovengrenzen van de bijbehorende nutriëtnormen liggen dus “iets” hoger. De gevolgen van deze (veeisender) normen in stroomgebieden zijn eerder op gedetailleerd niveau inzichtelijk gemaakt waarbij rekening is gehouden met afwenteling (Leenders et al. 2005). Natuurgebieden met uitsluitend grondwaterafhankelijke natuur en/ of bovenstrooms gelegen natuurgebieden zijn voor de vraag van deze studie niet relevant. Alleen de normstellingen van de Natura 2000 gebieden waarvan de oppervlaktewaterkwaliteit wordt beïnvloed door het bovenstrooms gelegen regionale oppervlaktewatersysteem zijn (gegeven het huidige schaalniveau) aan de deelgebieden toegekend. Deze Natura 2000 gebieden liggen benedenstrooms in de deelgebieden of vormen de rechtsreeks ontvangende wateren voor de betreffende deelgebieden. Op deze manier resteren 16 deelgebieden waarvoor Natura 2000 gebieden relevant kunnen zijn. Voor 10 van de voor deze Natura 2000 gebieden relevante oppervlaktewateren zijn nog geen nutriëtnormen bepaald, daardoor resteren (voor de gehanteerde gebiedsgrootte) 6 gebieden waar een Natura 2000 gebied de normstelling voor het gebied kan bepalen. De schematisering van deze studie sluit niet aan bij de grootte en het voorkomen van de Natura 2000-gebieden. Veel Natura 2000 gebieden met oppervlaktewaterafhankelijke natuurdoelen liggen niet benedenstrooms in de deelgebieden,

wanneer meer deelgebieden worden onderscheiden zullen meer Natura 2000 gebieden kunnen worden toegekend.

Tabel 4 De toegekende Natura 2000-waterkwaliteitsnormen voor nutriënten per deelgebied.

Deelstroomgebied	GEP_N	GEP_P	Natura 2000_gebied	N_norm	P_norm
Beerze	4	0.15	Kampina en Oisterwijkse Vennen Vlijmens Ven, Moerputten en	0.4	0.04
Beneden Dommel	4	0.15	Bossche Broek	0.4	0.04
Graafsche en Oeffeltse Raam	4	0.15	Oeffelter Meent	0.4	0.04
Lauwersmeer	2.9	0.22	Lauwersmeer	1.5	0.1
Reusel	4	0.15	Kampina en Oisterwijkse Vennen	0.4	0.04
Schermerboezem-Zuid	3.2	0.22	Polder Westzaan	1	0.08

Voor deze 6 gebieden waarvoor op dit schaalniveau Natura 2000 gebieden relevant zijn blijkt de Natura 2000 normstelling veeleisender dan de nutriëtnormen voor de GEP in het betreffende waterlichaam (Tabel 4). De nutriëtnormen voor de natuurdoelen van de Natura 2000-gebieden blijken voor deze gebieden ruwweg een factor 3 tot 10 lager dan de GEP-nutriëtnormen voor deze gebieden. De Natura 2000 nutriëtnormen lijken meer overeen te komen met nutriëtnormen behorende bij een GET (STOWA 2007, RIZA 2007). Wanneer de voor de overige relevante Natura-2000 gebieden nutriëtnormen behorende bij de GET worden vastgesteld zal dit gevolgen hebben voor de opgave in het vanggebied (Leenders et al. 2005). Natura 2000 gebieden zijn via de bijbehorende nutriëntendoelen sterk sturend voor de implementatie van de KRW.

4.4 Synthese

De stikstofnormen voor de GEP's zijn in grote delen van Nederland hoger dan de MTR, de fosfornormen zijn daarentegen in grote delen van Nederland lager dan de MTR.

De Natura 2000 normen zijn lager dan de GEP's, voor stikstof een factor 2 tot 10 en voor fosfor een factor 2 tot 4. Doelrealisatie van de Natura 2000 normen vraagt een grotere inspanning dan de doelrealisatie van de GEP-nutriëtnormen. De doorwerking van de Natura 2000 normen in gebieden kan vanwege de zeer beperkte grootte van deze gebieden moeilijk op het schaalniveau van deze studie worden verkend. In bovenstrooms gelegen en makkelijk te isoleren Natura 2000 gebieden kunnen lokale maatregelen volstaan, in benedenstrooms gelegen Natura 2000 gebieden niet altijd. Voor niet alle benedenstrooms gelegen Natura 2000 gebieden zijn de nutriëtnormen voor de GEP's bekend.

5 Effecten

Met de berekende effecten van de (deel)varianten moet inzicht worden verkregen in de vermindering van de nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater door:

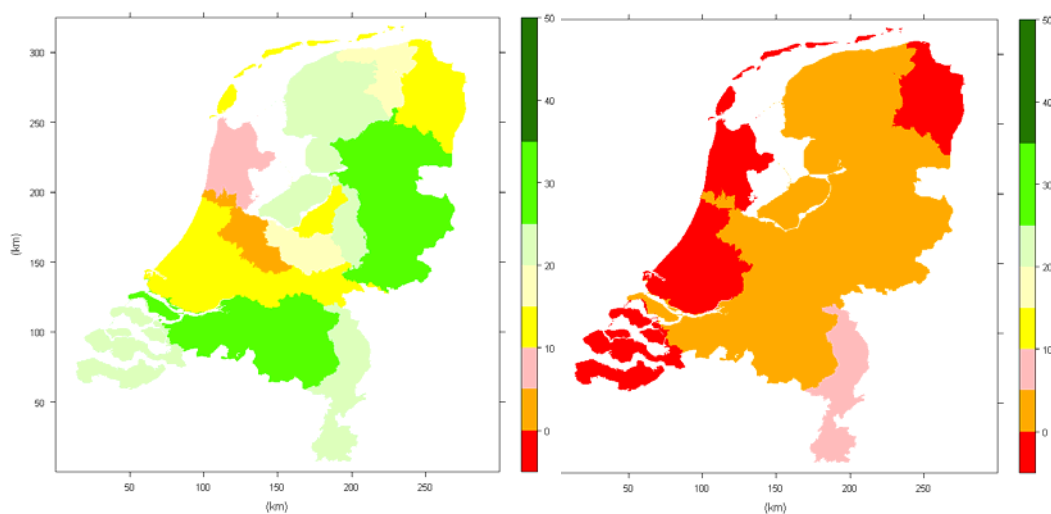
1. het voorgenomen beleid 'Realistische ambities' bestaande uit a) het 'Mestbeleid' en b) het regionale 'KRW-pakket'
2. mogelijk aanvullende ingrepen 'PLUS-pakket' waarbij de ingrepen zijn geclusterd naar de deelvarianten 'Bedrijf', 'Perceel' en 'Sloot'.

Als referentie voor de nutriëntenstromen in het oppervlaktewater is het referentiejaar voor de KRW (2000) genomen (hoofdstuk 2). De effecten van de (deel)varianten zijn gepresenteerd als de te verwachten verandering in de voor de implementatie van de KRW relevante jaren 2015 en 2027 ten opzichte van 2000. De deelvarianten zijn gestapeld doorgerekend. De resultaten voor de deelvarianten worden echter in paragraaf 5.1 gepresenteerd als de extra toegevoegde effecten ten opzichte van de voorafgaande deelvariant, voor de beide varianten worden de cumulatieve effecten in paragraaf 5.2 geanalyseerd.

5.1 Deelvarianten

5.1.1 Mestbeleid

Het Mestbeleid resulteert (ten opzichte van 2000 als referentiejaar voor de KRW) in een relatief grote afname van de stikstofemissies in de zandgebieden met intensieve landbouw (Figuur 13). In de kleigebieden zijn de veranderingen kleiner. Voor fosfor is de reductie beperkt door de grote voorraad in de bodem en voor een aantal (akkerbouw op veelal klei)gebieden blijkt deze zelfs (beperkt) negatief te zijn: de fosforstromen in het oppervlaktewater nemen in deze gebieden nog toe.



Figuur 13 Afname van de stikstof- en fosforstromen in het oppervlaktewater door 'Mestbeleid' in 2015 voor de 18 deelgebieden ten opzichte van de referentie 2000.

De toename in de kleigebieden is een berekend gevolg van de steeds verdere aanscherping van de gebruiksnormen. In de zandgebieden kan minder mest worden geplaatst, terwijl in de kleigebieden met veel akkerbouw en in de Veenkoloniën er ruimte is om op te vullen tot de norm waardoor meer dierlijke mest afgezet zal gaan worden in de kleigebieden. De deelvariant 'Mestbeleid' resulteert niet alleen in een afname van de stikstofstromen in het oppervlaktewater en evenwicht of een geringe afname voor de fosforstromen in het oppervlaktewater, maar ook in een herverdeling van de (dierlijke) mestgiften over Nederland waardoor regionaal de effecten van het 'Mestbeleid' verschillend uitwerken. Op korte termijn kan dit in een aantal gebieden in Nederland in een toename van de fosforemissie naar het oppervlaktewater leiden. Of deze voor de EMW 2007 berekende herverdeling daadwerkelijk tussen 2000 en 2009 is optreden is onzeker, niet zeker is of de mesttransporten ook daadwerkelijk zijn uitgevoerd en ook zijn er voor deze periode artefacten in de berekening van de mestverdeling in STONE geconstateerd (paragraaf 2.4).

Het 'Mestbeleid' leidt ook tot forse reducties in de stikstofstromen in het oppervlaktewater. Voor Nederland worden in 2015 en 2027 reducties van 20 en 21% berekend (Tabel 5). De reducties in de zandgebieden liggen hoger, de reducties in Rijn-West en de Eems zijn veel lager maar zijn nog steeds aanzienlijk. De relatief grotere afname van de stikstofemissies wordt gerealiseerd door de sterkere verlaging van de stikstof-gebruiksnormen op zand in de periode 2000-2015 t.o.v. klei.

Tabel 5 Afname van de stikstofstromen uit de 7 deelstroomgebieden via het oppervlaktewater ten opzichte van de referentie 2000.

Deelstroomgebied	2000			2015		2027	
	Mton	Mton	%	Mton	%	Mton	%
Maas	15.7	4.3	27	4.5	29	4.5	29
Eems	3.6	0.4	11	0.4	12	0.4	12
Rijn-Noord	7.5	1.6	21	1.6	21	1.6	21
Rijn-Midden	6.5	1.5	22	1.5	23	1.5	23
Schelde	3.1	0.7	22	0.8	26	0.8	26
Rijn-Oost	13.4	3.8	29	4.0	30	4.0	30
Rijn-West	18.8	1.6	8.8	1.7	9.1	1.7	9.1
Nederland	68.7	13.9	20	14.6	21	14.6	21

Tabel 6 Afname van de fosforstromen uit de 7 deelstroomgebieden via het oppervlaktewater ten opzichte van de referentie 2000.

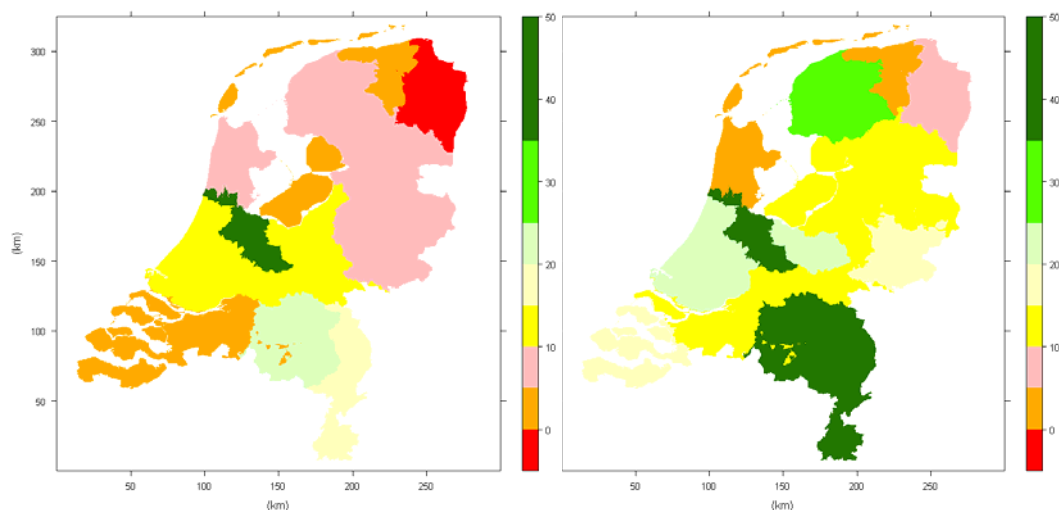
Deelstroomgebied	2000			2015		2027	
	Kton	Mton	%	Mton	%	Mton	%
Maas	0.88	0.03	3.8	0.04	4.8	0.04	4.8
Eems	0.19	-0.01	-2.9	-0.01	-3.4	-0.01	-3.4
Rijn-Noord	0.49	0.01	1.0	0.01	1.2	0.01	1.2
Rijn-Midden	0.32	0.01	2.5	0.01	3.1	0.01	3.1
Schelde	0.21	0.00	-0.2	0.00	-0.4	0.00	-0.4
Rijn-Oost	0.61	0.01	1.7	0.02	2.9	0.02	2.9
Rijn-West	1.62	-0.01	-0.6	-0.02	-1.4	-0.02	-1.4
Nederland	4.32	0.04	1.0	0.05	1.1	0.05	1.1

De fosforstromen in het oppervlaktewater veranderen door het 'Mestbeleid' nauwelijks (Tabel 6). Dit wordt veroorzaakt doordat tot 2015 nog steeds sprake is van een hogere fosfaatgebruiksnorm dan gemiddeld wordt afgevoerd via de oogst. In de deelstroomgebieden met veel kleigronden nemen de fosforstromen in het oppervlaktewater nog toe. Deze berekende toename is groot voor de Eems en deze toename is een rechtstreeks gevolg van de ten behoeve van de EMW2007 met MAMBO voor dit gebied berekende toename van de bemesting ten opzichte van 2000.

De effecten van het 'Mestbeleid' voor de nutriëntenstromen in het oppervlaktewater (voornamelijk stikstof) worden voor het grootste deel in 2015 al bereikt. In de periode 2015 tot 2027 treedt voor Nederland als geheel nog maar een beperkte verdergaande reductie op. Voor de gebieden Eems, Schelde en Rijn-West nemen de fosforstromen nog verder toe. Deze verdergaande veranderingen voor fosfor (het doorgerekende mestbeleid veranderd na 2015 niet) zijn het gevolg van na-ijleffecten als gevolg van de bufferende werking van de bodemvoorraad. Het duurt even voordat de bodemvoorraad in evenwicht is met de veranderde input in het landbouwkundig bedrijfssysteem.

5.1.2 Regionale KRW-pakket

Het regionale 'KRW-pakket' is door MNP consistent gemaakt, aangevuld en geanalyseerd (MNP 2008). De maatregelen in dit pakket hebben betrekking op de RWZI's en hydromorfologische ingrepen. De regionale maatregelen leiden tot aanzienlijke veranderingen in de nutriëntenstromen in het oppervlaktewater. Deze veranderingen worden met name gerealiseerd door verminderde uitstoot door RWZI's, de hydromorfologische maatregelen hebben een veel kleiner effect. Voor veel gebieden zijn veranderingen zichtbaar ten opzichte van 2000 (Figuur 14).



Figuur 14 Afname van de stikstof- en fosforstromen in het oppervlaktewater door het regionale KRW-pakket aanvullend op 'Mestbeleid' in 2015 voor de 18 deelgebieden ten opzichte van de referentie 2000.

Voor stikstof worden met het regionale 'KRW-pakket' in grote delen van Nederland reducties van de stikstofstromen in het oppervlaktewater gerealiseerd. In het deelgebied de Eems wordt een geringe toename van de stikstofstromen berekend. De negatieve waarde wordt veroorzaakt doordat bij de invoering van het KRW-pakket een toename van 13% wordt berekend voor de Drentse Aa. De afname van de stikstofstromen naar het oppervlaktewater in de overige gebieden is niet groot genoeg om dit artefact te compenseren.

Ook voor fosfor zijn de verschillen in effecten binnen Nederland groot en variëren van een beperkte afname van de fosforstromen in het oppervlaktewater tot aanzienlijke reducties hierin. De effectiviteit van de regionale maatregelenpakketten is sterk verschillend. De reducties van de fosforstromen door het regionale 'KRW-pakket' zijn groter dan de reducties van de stikstofstromen, de in de regionale pakketten opgenomen maatregelen zijn met name gericht op fosfor.

Tabel 8 bevestigt dat het regionale 'KRW-pakket' voor fosfor tot hogere reducties leidt dan voor stikstof (Tabel 7). Met name voor de Maas worden aanzienlijke reducties in de fosforstromen gerealiseerd via het regionale 'KRW-pakket'.

Tabel 7 Afname van de stikstofstromen uit de 7 deelstroomgebieden door het regionale 'KRW-pakket' aanvullend op 'Mestbeleid' ten opzichte van de referentie 2000.

Deelstroomgebied	2000		2015		2027	
	Mton		Mton	%	Mton	%
Maas	15.7		2.7	17	2.7	17
Eems	3.6		0.0	-1.1	0.0	-1.1
Rijn-Noord	7.5		0.6	8.3	0.6	8.3
Rijn-Midden	6.5		0.4	6.4	0.4	6.4
Schelde	3.1		0.0	0.7	0.0	0.7
Rijn-Oost	13.4		1.0	7.8	1.0	7.8
Rijn-West	18.8		3.4	18	3.4	18
Nederland	68.7		8.2	12.0	8.2	12.0

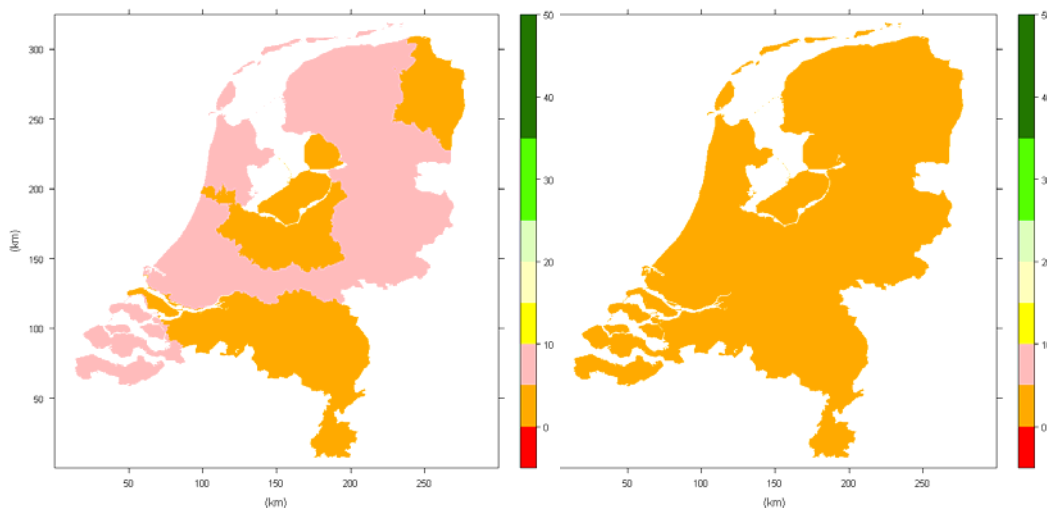
Tabel 8 Afname van de fosforstromen uit de 7 deelstroomgebieden door het regionale 'KRW-pakket' aanvullend op 'Mestbeleid' ten opzichte van de referentie 2000.

Deelstroomgebied	2000		2015		2027	
	Mton		Mton	%	Mton	%
Maas	0.88		0.36	41	0.36	41
Eems	0.19		0.01	7.6	0.01	7.6
Rijn-Noord	0.49		0.09	19	0.09	19
Rijn-Midden	0.32		0.05	16	0.05	16
Schelde	0.21		0.03	17	0.03	17
Rijn-Oost	0.61		0.09	15	0.09	15
Rijn-West	1.62		0.33	21	0.33	21
Nederland	4.32		0.98	23	0.98	23

De verschillen tussen 2015 en 2030 zijn gering omdat verondersteld is dat alle nu in het 'KRW-pakket' opgenomen maatregelen voor 2015 worden geïmplementeerd en omdat de effecten van de bronmaatregelen (RWZI's) momentaan optreden. Ook de effecten van hydromorfologische maatregelen zullen snel zichtbaar zijn wanneer landbouwgrond uit productie wordt genomen, op welke termijn in de praktijk de veranderingen in retentieprocessen zullen doorwerken is moeilijker aan te geven.

5.1.3 Bedrijf

Zowel voor stikstof als voor fosfor worden complementair op 'Mestbeleid' en 'KRW-pakket' verdere reducties in de nutriëntenstromen in het oppervlaktewater gerealiseerd via de potentieel aanvullende ingrepen in de deelvariant 'Bedrijf' (Figuur 15).



Figuur 15 Afname van de stikstof- en fosforstromen in het oppervlaktewater door de deelvariant 'Bedrijf' aanvullend op 'regionale KRW-pakket' in 2015 voor de 18 deelgebieden ten opzichte van de referentie 2000.

De effectiviteit van de deelvariant 'Bedrijf' op de stikstofstromen in het oppervlaktewater in Figuur 15 zijn groter dan voor de fosforstromen. Ook zijn er voor stikstof regionale verschillen zichtbaar, terwijl voor fosfor de verschillen klein zijn (Tabel 9 en Tabel 10) Dit wordt veroorzaakt doordat:

- Verschillende ingrepen binnen deze deelvariant op stikstof zijn gericht zijn en maar één op fosfor.
- De fosforstromen in het oppervlaktewater in belangrijke mate mede wordt veroorzaakt door de bodemvoorraad welke geleidelijk en weinig veranderd door de toegepaste ingrepen.

Voor stikstof is in de kleigebieden met akkerbouw (Zuidwest Nederland) en voor de melkveehouderij in Nederland (o.a. Friesland, rivierengebied en Noord- en Zuid-Holland) een groter effect zichtbaar. De grotere effecten voor deze gebieden worden verklaard door het toepassingsgebied van de individuele maatregelen binnen de deelvariant 'Bedrijf'. 'Vergroten van de mestopslagcapaciteit' is alleen toegepast op melkveebedrijven (omdat deze ingreep voornamelijk effect heeft op veehouderij-bedrijven) en heeft een groot effect op de veengronden in Friesland. Voorjaars-toediening op akkerbouw heeft juist het grootste effect in deelgebied de Schelde.

De absolute afname van de stikstofstromen (Tabel 9) is ruim een factor 2 lager dan de bijdrage van het regionale KRW-pakket (Tabel 7). Voor fosfor (Tabel 10) is de bijdrage van 'Bedrijf' veel kleiner dan het regionale 'KRW-pakket' (Tabel 8), maar

groter dan voor het 'Mestbeleid' (Tabel 6). Dit wordt veroorzaakt doordat alleen de fosforkunstmestgift achterwege is gelaten en er m.u.v. akkerbouw op klei verhoudingsgewijs niet zo veel fosforkunstmest wordt gebruikt.

Tabel 9 Afname van de stikstofstromen uit de 7 deelstroomgebieden via het oppervlaktewater door de deelvariant 'Bedrijf' aanvullend op regionale 'KRW-pakket' ten opzichte van de referentie 2000.

Deelstroomgebied	2000	2015	%	2027	%
	Mton	Mton		Mton	
Maas	15.7	0.5	3.4	0.52	3.3
Eems	3.6	0.2	4.7	0.2	5.2
Rijn-Noord	7.5	0.6	7.7	0.6	7.7
Rijn-Midden	6.5	0.3	4.8	0.3	4.3
Schelde	3.1	0.2	6.6	0.2	6.2
Rijn-Oost	13.4	0.8	5.7	0.8	5.7
Rijn-West	18.8	0.9	4.8	0.9	5.0
Nederland	68.7	3.5	5.0	3.4	5.0

Tabel 10 Afname van de fosforstromen uit de 7 deelstroomgebieden via het oppervlaktewater door de deelvariant 'Bedrijf' aanvullend op regionale 'KRW-pakket' ten opzichte van de referentie 2000.

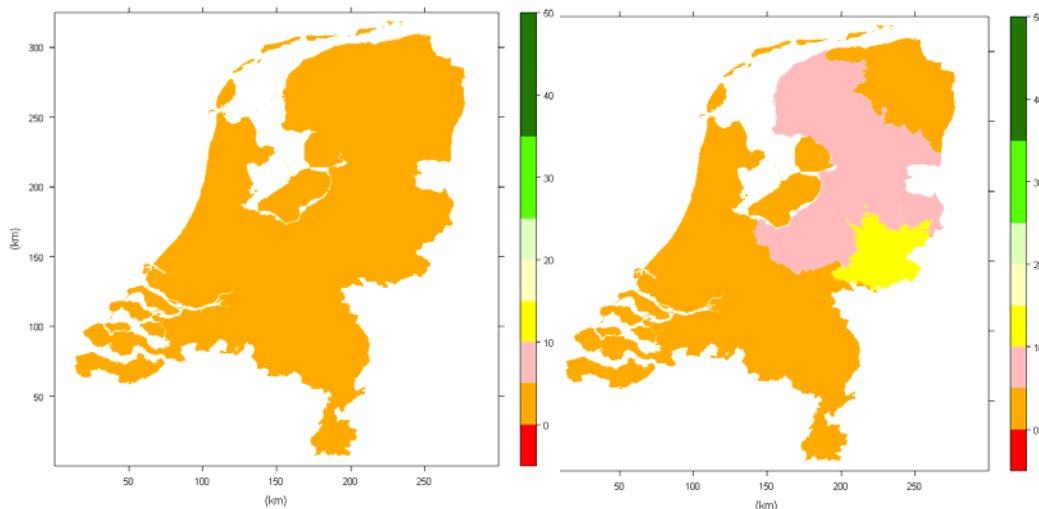
Deelstroomgebied	2000	2015	%	2027	%
	Mton	Mton		Mton	
Maas	0.88	0.00	0.4	0.01	0.9
Eems	0.19	0.00	1.0	0.00	2.0
Rijn-Noord	0.49	0.01	2.3	0.02	4.2
Rijn-Midden	0.32	0.01	1.9	0.01	3.4
Schelde	0.21	0.00	0.3	0.00	0.4
Rijn-Oost	0.61	0.01	1.6	0.02	3.0
Rijn-West	1.62	0.03	2.1	0.08	4.9
Nederland	4.32	0.07	1.6	0.14	3.3

Voor Nederland worden in 2015 beperkte reducties gerealiseerd waarbij de reductie voor stikstof (5.0%) ruim 3 keer zo groot is als de bereikte reductie voor fosfor (1.6%).

Voor fosfor wordt een verdergaande verbetering berekend na 2015 (Tabel 10). Deze bijdrage is voor fosfor relatief groot. Voor stikstof zijn de verschillen beperkt. Dit correspondeert met het beeld dat ingrepen binnen een paar jaar effect hebben op stikstof en dat langere periode nodig is om de maximale effecten voor fosfor te realiseren.

5.1.4 Perceel

De additionele ingrepen van de deelvariant 'Perceel' resulteren in een verdergaande afname van de nutriëntenstromen in het oppervlaktewater (Figuur 16).



Figuur 16 Afname van de stikstof- en fosforstromen in het oppervlaktewater door de deelvariant 'Perceel' aanvullend op 'Bedrijf' in 2015 voor de 18 deelgebieden ten opzichte van de referentie 2000.

De reducties voor stikstof zijn kleiner dan voor 'Bedrijf' maar zijn voor fosfor groter dan 'Bedrijf' (Tabel 11 en Tabel 12). De deelvariant 'Perceel', die bestaat uit de ingrepen bodemsanering, randenbeheer en ontwatering, heeft het grootste effect op de fosforstromen in het oppervlaktewater voor de zandgronden, met name in Oost-Nederland. Dat de effecten het grootst zijn op zandgronden wordt veroorzaakt doordat de ingrepen niet overal zijn toegepast. De ingreep randenbeheer is toegepast op niet gedraineerde gronden, ontwatering is toegepast op niet gedraineerde natte zandgronden, en bodemsanering is toegepast op alle landbouwgronden (Bijlage 2).

Dat de effecten voor stikstof beperkt zijn komt vooral omdat de maatregel uitmijnen gericht is op de toegepaste fosforhoeveelheden en niet op de stikstofgiften (de gewasproductie kan daardoor gelijk blijven). Ook zijn de ingrepen ontwatering en randenbeheer effectiever voor fosfor dan voor stikstof.

Tabel 11 Afname van de stikstofstromen uit de 7 deelstroomgebieden via het oppervlaktewater door de deelvariant 'Perceel' aanvullend op 'Bedrijf' ten opzichte van de referentie 2000.

Deelstroomgebied	2000	2015		2027	
	Mton	Mton	%	Mton	%
Maas	15.7	0.5	3.1	0.6	3.7
Eems	3.6	0.1	2.6	0.1	2.9
Rijn-Noord	7.5	0.2	2.8	0.3	3.4
Rijn-Midden	6.5	0.2	2.5	0.2	2.9
Schelde	3.1	0.0	0.9	0.0	0.7
Rijn-Oost	13.4	0.6	4.3	0.7	5.1
Rijn-West	18.8	0.2	1.1	0.2	1.2
Nederland	68.7	1.8	2.6	2.0	3.0

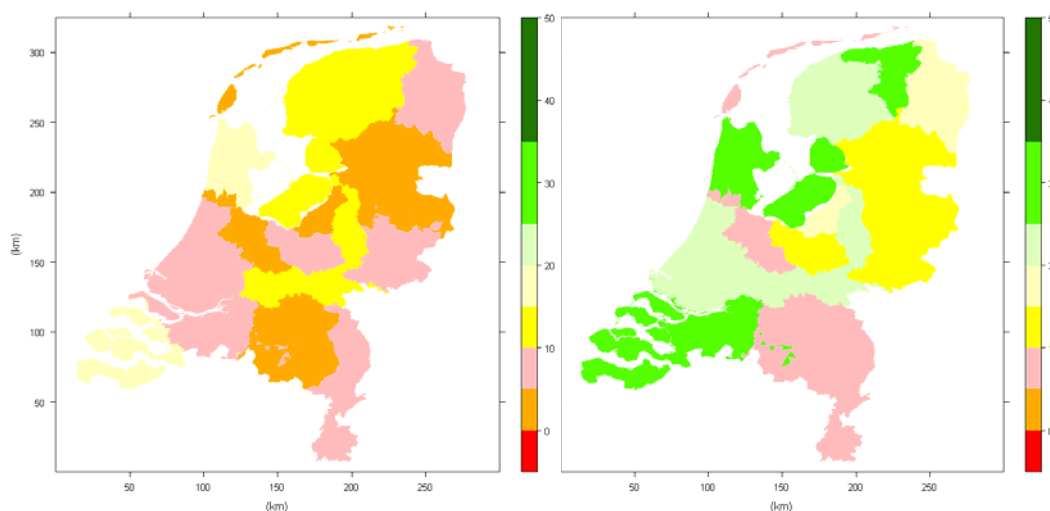
Tabel 12 Afname van de fosforstromen uit de 7 deelstroomgebieden via het oppervlaktewater door de deelvariant 'Perceel' aanvullend op 'Bedrijf' ten opzichte van de referentie 2000.

Deelstroomgebied	2000	2015	%	2027	%
	Mton	Mton		Mton	
Maas	0.88	0.04	4.4	0.04	5.0
Eems	0.19	0.01	3.8	0.01	4.7
Rijn-Noord	0.49	0.02	4.7	0.03	5.4
Rijn-Midden	0.32	0.02	6.1	0.02	7.4
Schelde	0.21	0.00	0.2	0.00	0.2
Rijn-Oost	0.61	0.05	8.1	0.06	9.4
Rijn-West	1.62	0.05	3.1	0.08	5.1
Nederland	4.32	0.19	4.4	0.24	5.6

Voor het stroomgebied van de Schelde, dat in belangrijke mate bestaat uit gedraineerde kleigronden, worden weinig ingrepen toegepast waardoor logischerwijs ook de berekende veranderingen in dit gebied beperkt zijn.

5.1.5 Sloot

Uit Figuur 17 blijkt dat de deelvariant 'Sloot' een duidelijke bijdrage levert aan de verdere reductie van de stikstof en fosforstromen in het oppervlaktewater.



Figuur 17 Afname van de stikstof- en fosforstromen in het oppervlaktewater door de deelvariant 'Sloot' aanvullend op 'Perceel' in 2015 voor de 18 deelgebieden ten opzichte van de referentie 2000.

Met name de nutriëntenstromen in het oppervlaktewater in gebieden met kleigronden nemen flink af. Voor de zandgronden is de afname kleiner. De deelvariant 'Sloot' omvat maar 1 ingreep, namelijk helofytenfilters met op uitmijnen van fosfor gericht beheer. In deze studie zijn helofytenfilters toegepast op natte zand- en veengronden en op alle kleigronden. Dit verklaart de verschillen in effectiviteit tussen de verschillende gebieden. Voor fosfor zijn er duidelijk regionale verschillen zichtbaar. Dit komt mede doordat de effectiviteit van helofytenfilters

afhankelijk is van de fosforstromen in het oppervlaktewater en daarmee van de benodigde vorm van beheer.

Tabel 13 Afname van de stikstofstromen uit de 7 deelstroomgebieden via het oppervlaktewater door de deelvariant 'Sloot' aanvullend op 'Perceel' ten opzichte van de referentie 2000.

Deelstroomgebied	2000	2015	2027		
	Mton	Mton	%	Mton	%
Maas	15.7	0.8	5.2	0.8	5.0
Eems	3.6	0.3	8.8	0.3	8.6
Rijn-Noord	7.5	0.8	11	0.8	11
Rijn-Midden	6.5	0.6	10	0.6	10
Schelde	3.1	0.5	16	0.5	15
Rijn-Oost	13.4	0.8	5.8	0.8	5.6
Rijn-West	18.8	1.7	9.3	1.7	9.1
Nederland	68.7	5.6	8.2	5.5	8.0

Tabel 14 Afname van de fosforstromen uit de 7 deelstroomgebieden via het oppervlaktewater door de deelvariant 'Sloot' aanvullend op 'Perceel' ten opzichte van de referentie 2000.

Deelstroomgebied	2000	2015	2027		
	Mton	Mton	%	Mton	%
Maas	0.88	0.09	10	0.08	9.3
Eems	0.19	0.04	19	0.03	18
Rijn-Noord	0.49	0.11	23	0.10	21
Rijn-Midden	0.32	0.07	21	0.06	20
Schelde	0.21	0.07	32	0.07	32
Rijn-Oost	0.61	0.09	15	0.08	13
Rijn-West	1.62	0.34	21	0.30	18
Nederland	4.32	0.80	19	0.73	17

De deelvariant 'Sloot' resulteert in aanzienlijke reducties in de nutriëntenstromen in het oppervlaktewater. Dit geldt met name voor de fosforstromen. De afname van de fosforstromen in het oppervlaktewater varieert tussen de 9% voor de Maas en 32% voor de Schelde. Voor zowel stikstof als voor fosfor is de afname voor deelstroomgebieden met relatief veel kleigronden groter dan voor deelstroomgebieden met relatief veel zandgronden.

5.2 Varianten

5.2.1 Realistische ambities

Het voorgenomen beleid ('Mestbeleid' en het regionale 'KRW-pakket') resulteert in aanzienlijke reducties van de nutriëntenstromen ten opzichte van het referentiejaar voor de KRW (2000). Voor stikstof wordt voor Nederland (Tabel 15) een gemiddelde reductie van ruim 22 Mton (32-33% van de referentie) berekend, voor fosfor een reductie van ruim 1 Mton (24% van de referentie). De reductie in stikstofstromen wordt in belangrijke mate gerealiseerd door het 'Mestbeleid'.

Tabel 15 Totale reductie in stikstof- en fosforstromen (Mton) naar de rijkswateren voor Realistische ambities.

Deelvariant	Stikstof		fosfor	
	2015	2027	2015	2027
Mestbeleid	13.9	14.6	0.04	0.05
Regionaal pakket	8.2	8.2	0.98	0.98
Realistische ambities	22.1	22.8	1.02	1.03

Het 'Mestbeleid' leidt in 2015 tot fosfaatevenwichtsbemesting, waardoor de fosfaat-toestand van de bodem nagenoeg niet wijzigt en daardoor nauwelijks tot een afname in de fosforstromen resulteert. Regionaal verschillen deze effecten. Het 'Mestbeleid' leidt tot een verschuiving van de mestafzet binnen Nederland waardoor minder mest in de zandgebieden met intensieve veehouderij wordt benut en meer dierlijke mest in de akkerbouw op klei wordt aangewend (EMW 2007). Vooral voor fosfor werken deze verschillen in mestgift door, waardoor de effecten van aanscherping van de gebruiksnormen in de kleigebieden relatief klein zijn, lokaal worden zelfs (tijdelijke) toenames berekend.

Het regionale KRW-pakket leidt tot een reductie van de stikstofstromen en van de fosforstromen, met name omdat fosforemissies vanuit de RWZI's verder teruggedrongen worden. De samenstelling van de regionale maatregelpakketten is sterk verschillend binnen de deelstroomgebieden, daarom bestaan ook grote verschillen in de effecten die deze pakketten opleveren.

5.2.2 PLUS-pakket

Voor het pakket met de potentieel aanvullende maatregelen wordt (Tabel 16) een verdere reductie in stikstof- en fosforstromen van respectievelijk ruim 10 Mton (16% van de referentie) respectievelijk en ruim 1 Mton (25% van de referentie) berekend aanvullend op het voorgenomen beleid ('Mestbeleid' en regionale 'KRW-pakket').

Tabel 16 Totale reductie in stikstof- en fosforstromen (Mton) naar de rijkswateren voor het 'PLUS-pakket'.

Deelvariant	Stikstof		fosfor	
	2015	2027	2015	2027
Bedrijf	3.5	3.4	0.07	0.14
Perceel	1.8	2.0	0.19	0.24
Sloot	5.6	5.5	0.80	0.73
PLUS-pakket	10.9	10.9	1.06	1.11

De deelvariant 'Bedrijf' omvat voornamelijk ingrepen die gericht zijn op het verhogen van de efficiëntie van de stikstof-(kunst)mest en heeft daardoor vooral effect op de stikstofstromen in het oppervlaktewater. De reducties variëren tussen de 0% en 10%, waarbij de grootste reductie in de kleigebieden worden bereikt. Voor fosfor zijn de effecten en de regionale verschillen beperkt (0-5%) omdat de fosforvoorraad in de bodem de uitspoeling in belangrijke mate bepaalt en de veranderingen in de voorraad voor deze deelvariant beperkt zijn. De deelvariant 'Bedrijf' realiseert de grootste reductie voor de stikstofemissie op klei (door de

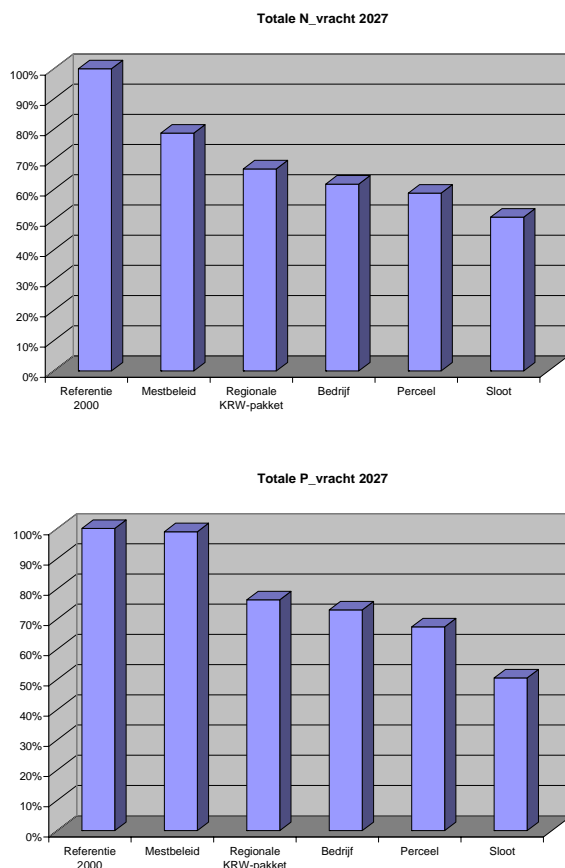
verschuiving van mest van najaar naar voorjaar) en voor melkveebedrijven (omdat 'vergroten mestopslagcapaciteit' een significante bijdrage levert).

Zowel voor stikstof als voor fosfor leiden de ingrepen binnen de deelvariant 'Perceel' (bodemsanering, randenbeheer en ontwatering) tot een verdergaande verbetering, waarbij de procentuele effecten voor fosfor groter zijn dan voor stikstof. Voor stikstof zijn de effecten van 'Perceel' kleiner dan 'bedrijf'. Voor fosfor geldt het tegenovergestelde. De ingrepen binnen de deelvariant 'Perceel' hebben voor fosfor het grootste effect in Oost-Nederland (zandgronden). De reductie van de nutriëntenstromen in het oppervlaktewater in de kleigebieden (Schelde, Flevoland en Noord-Nederland) is kleiner.

De (effectgerichte) ingreep (fosfor)uitmijnen met helofytenfilters in de deelvariant 'Sloot' heeft een groter effect op de nutriëntenstromen in het oppervlaktewater dan de ingrepen in de deelvarianten 'Bedrijf' en 'Sloot' (Tabel 16). Dit wordt veroorzaakt omdat we een maximale effectiviteit hebben verondersteld door het helofytenfilter keurig te laten onderhouden. Niet bekend is of dergelijk hoge effecten daadwerkelijk via intensief beheer in de landbouwbedrijven kunnen worden gerealiseerd. De mogelijkheden voor en effecten van inpassing van helofytenfilters in de bedrijfsvoering moeten nog door experimentele proefopzetten worden onderbouwd waarbij de kennis over beheer en onderhoud zal moeten worden gedeeld.

5.2.3 Synthese

Met potentiële ingrepen aanvullend op het voorgenomen beleid ('Realistische ambities') lijkt op basis van de ingeschatte effectiviteit en bij toepassing op het maximaal daartoe geschikte areaal ten opzichte van 2000 een reductie van de nutriëntenstromen in het oppervlaktewater haalbaar van 50% voor zowel stikstof als voor fosfor (Figuur 18). Dit komt overeen met absolute reducties van 34 Mton stikstof en 2.1 Mton fosfor.



Figuur 18 Procentuele afname van de nutriëntenvrachten voor de (deel)varianten in 2027.

Het Mestbeleid levert de grootste reductie op de stikstofstromen in het oppervlaktewater (Figuur 18, Tabel 17). Ook de bijdrage van de het KRW-pakket levert een significante bijdrage. De potentieel aanvullende maatregelen kunnen samen nog een aanzienlijke bijdrage leveren. De effectgerichte maatregelen in 'Sloot' lijken daarbij de grootste effecten te kunnen bereiken. De bijdragen van de verschillende (deel)varianten variëren tussen de deelstroomgebieden.

Tabel 17 Relatieve afname van de stikstofstromen naar en in het oppervlaktewater per deelvariant voor stikstof in 2027

Deelstroomgebied	Mestbeleid	KRW- maatregel	Bedrijf	Perceel	Sloot
	%	%	%	%	%
Maas	29	17	3.3	3.7	5.0
Eems	12	-1.1	5.2	2.9	8.6
Rijn-Noord	21	8.3	7.7	3.4	11
Rijn-Midden	23	6.4	4.3	2.9	10
Schelde	26	0.7	6.2	0.7	15
Rijn-Oost	30	7.8	5.7	5.1	5.6
Rijn-West	9.1	18	5.0	1.2	9.1
Nederland	21	12.0	5.0	3.0	8.0

Tabel 18 Relatieve afname van de fosforstromen naar en in het oppervlaktewater per deelvariant voor fosfor

Deelstroomgebied	Mestbeleid	KRW- maatregel	Bedrijf	Perceel	Sloot
	%	%	%	%	%
Maas	4.8	41	0.9	5.0	9.3
Eems	-3.4	7.6	2.0	4.7	18
Rijn-Noord	1.2	19	4.2	5.4	21
Rijn-Midden	3.1	16	3.4	7.4	20
Schelde	-0.4	17	0.4	0.2	32
Rijn-Oost	2.9	15	3.0	9.4	13
Rijn-West	-1.4	21	4.9	5.1	18
Nederland	1.1	23	3.3	5.6	17

De bijdrage van de (deel)varianten op de fosforstromen van het oppervlaktewater (Tabel 18) en de verdeling tussen de deelstroomgebieden is anders dan voor stikstof. Het Mestbeleid draagt nationaal gezien bijna niets bij aan de verlaging van de fosforstromen. Het KRW-pakket heeft in de Maas, Rijn-Oost en Rijn-West de grootste bijdrage. Voor de andere deelstroomgebieden lijkt de grootste bijdrage door de deelvariant 'Sloot' te kunnen worden gerealiseerd.

De veronderstelde (regionaal gedifferentieerde) effectiviteit van de verschillende aanvullende ingrepen en de realisatie overal waar een ingreep redelijkerwijs effect kan hebben bepalen het resultaat van het 'PLUS-pakket'. De effecten van de ingrepen zijn door experts geschat en zijn niet constant maar zijn afhankelijk van:

1. Tijd; denk aan seizoen- en jaareffecten door verschillen in temperatuur en neerslag maar ook aan bufferende werking van bodem en bodemvoorraad.
2. Ruimte; de bronnen binnen de gebieden verschillen, de transportroutes en omzettingsprocessen variëren als gevolg van verschillen in (gebied)eigenschappen en daardoor varieert ook de resulterende oppervlaktewaterkwaliteit.
3. Interactie; ingrepen en maatregelen kunnen elkaar versterken, tegenwerken of uitsluiten.
4. Volgorde, dezelfde ingreep heeft een ander effect wanneer die als eerste of als laatste binnen een deelvariant wordt gerealiseerd (of doorgerekend).

Deze verschillende bronnen van onzekerheden leiden tot onzekerheden in de rekenresultaten. Deze onzekerheden zijn niet bekend en dus is ook niet duidelijk hoe deze doorwerken op de resultaten en op de conclusies. Vooralsnog moeten de resultaten daarom met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd. Het is dan ook aan te bevelen om in een vervolg de bandbreedtes in rekenresultaten te bepalen. Dan kunnen ook de onzekerheden in de doelrealisatie worden berekend.

5.3 Doelrealisatie van nutriëtnormen

De vraag is in hoeverre de varianten bijdragen aan de realisatie van de nutriëtnormen om daarmee de voorwaarden te scheppen voor ecologisch herstel c.q. het bereiken van een goede ecologische waterkwaliteit. Deze doelrealisatie is op dezelfde wijze getoetst als voor de metingen in 2000 (paragraaf 2.2).

Fout! Objecten kunnen niet worden gemaakt door veldcodes te bewerken. *Figuur 19 De doelrealisatie voor de stikstofnormen van de GEP's in 2015 berekend in de uitstroompunten van de 18 deelstroomgebieden*

Fout! Objecten kunnen niet worden gemaakt door veldcodes te bewerken. *Figuur 20 De doelrealisatie voor de fosfornormen van de GEP's in 2015 berekend in de uitstroompunten van de 18 deelstroomgebieden*

De berekende stikstof- en fosforconcentraties in de uitstroompunten van de deelgebieden worden per decade (18x) berekend. In Figuur 19 staan de berekende stikstofconcentraties voor 2015 weergegeven na invoering van het 'PLUS-pakket', boven op 'Realistische ambities'. De berekende stikstofconcentraties vallen voor de meeste deelstroomgebieden binnen de range van GEP waarden. Alleen voor de deelstroomgebieden Maas-West, Gelderse Vallei, Schelde en de Waddeneilanden worden ook hogere concentraties berekend waarbij voor de Schelde en Waddeneilanden meer dan 50% van de berekende stikstofconcentraties boven de maximale GEP waarden liggen. Voor de helft van de deelstroomgebieden liggen de mediaanwaarden van de in de uitstroompunten van de deelgebieden berekende stikstofconcentraties boven de MTR (rode lijn in de figuren).

Ook de berekende fosforconcentraties (Figuur 20) in de uitstroompunten zijn over het algemeen lager dan de maximale GEP-nutriëtnormen. Voor het stroomgebied van de Schelde zijn de default waarden voor de GEP gebruikt om te kunnen toetsen (deelstroomgebied de Schelde acht geen GEP-nutriëtnormen voor fosfor van toepassing voor haar brakke wateren). Deze default GEP waarde voor fosfor blijkt in het deelstroomgebied de Schelde te worden overschreden. 6 van de 18 deelstroomgebieden hebben een mediaanwaarde van de in de uitstroompunten van de deelgebieden berekende fosforconcentraties boven de MTR.

Omdat alleen voor de 119 gebieden een representatieve GEP is toegekend kan de doelrealisatie ten opzichte van deze GEP worden bepaald (Bijlage 4). Hierbij moet worden opgemerkt dat er verschillen kunnen bestaan in de resultaten tussen de 19 en 119 gebieden omdat de correctiefactoren kunnen verschillen. Voor de 19 gebieden is een gemiddelde correctiefactor afgeleid voor de bijbehorende deelgebieden. Dit wordt duidelijk zichtbaar wanneer voor enkele van de 119 gebieden geen metingen beschikbaar zijn, de metingen voor de deelgebieden worden gebruikt voor het toekennen van een correctiefactor aan het hele gebied.

In Tabel 19 zijn voor de 18 WB21-gebieden het aantal deelgebieden aangegeven waar in 2015 tijdens het zomerhalfjaar wordt voldaan aan de GEP-norm voor stikstof en fosfor. Ook is het totale aantal deelgebieden in een WB21-gebied weergegeven.

Tabel 19. Aantal deelstroomgebieden in de WB21-gebieden die in 2000 en 2015 aan de GEP-normen voldoen

WB-21-gebied	Aantal deelstroomgebieden	Stikstof		Fosfor	
		2000	2015	2000	2015
Amstel	7	3	3	1	4
Eems	9	2	3	0	0
Flevoland	2	1	1	2	2
Friesland	6	0	3	2	4

Gelderse Vallei	8	5	6	1	7
IJssel Oost	7	4	7	6	7
IJssel west	4	2	4	3	4
Lauwersmeer	5	1	3	0	3
Limburg	6	0	4	3	4
Maas Midden	14	1	12	4	9
Maas West	10	2	4	4	5
Noord Holland	7	2	3	0	1
Rivierengebied	5	1	1	1	1
Schelde	6	0	0	0	1
Vecht	10	3	8	3	5
Veluwe NW	1	1	1	0	1
Waddeneilanden	2	0	1	1	1
Zuid Holland	10	2	5	1	5
Totaal	119	30	69	32	64

De berekende concentraties in 2015 zijn structureel lager dan in 2000. De GEP-norm voor stikstof wordt in 2015 in 69 gebieden (67%) gerealiseerd, de GEP-norm voor fosfor wordt in 64 gebieden (63%) gerealiseerd. De grootste toename in het aantal deelstroomgebieden die voldoen aan de GEP-norm voor stikstof is zichtbaar in Maas-Midden, Vecht en Limburg, voor fosfor wordt de grootste toename voor de Gelderse Vallei, Maas-Midden en in Zuid-Holland berekend. Er zijn echter ook WB21-gebieden waar er geen toename van het aantal deelgebieden plaatsvindt dat aan de stikstof- of fosfor-norm voldoet (Schelde en het Rivierengebied). Dit wil niet zeggen dat de nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater voor deze deelstroomgebieden niet zijn afgenomen, alleen zijn deze niet zover afgenomen dat de nutriëntenorm wordt bereikt.

Toetsen aan de nutriëntenormen vindt plaats op het globale schaalniveau van de 18 WB21-gebieden. Dit doet geen recht aan de verschillen in berekende concentraties en doelen binnen deze gebieden. Om naar kleinere gebieden te gaan moet de betrouwbaarheid van de resultaten toenemen. Dit dient in onderlinge samenspraak met de waterbeheerders te gebeuren, zodat optimaal gebruikt wordt van elkaars expertise

5.4 Bijdrage aan Oskar

Nederland heeft zich in de Oslo-Parijs conventie (OSPAR) verplicht tot, ten opzichte van 1985, een reductie van de uit Nederland afkomstige nutriëntenemissie naar de Noordzee in 2010. Voor fosfor is deze doelstelling ondertussen gerealiseerd, voor stikstof resulteert nog een opgave van 8 tot 9 miljoen kg N.

De Klein (2007) heeft de grootte en de herkomst van de vrachten stikstof en fosfor naar de Noordzee voor de periode 1995-2000 geanalyseerd. Naast de in deze studie meegenomen bronnen binnen Nederland is de import door rivieren als bron onderscheiden. In deze laatste bronterm zullen wijzigingen optreden door de ingrepen binnen de varianten. Hierdoor zal ook de export op de Noordzee afnemen (Tabel 20). Verondersteld wordt dat de import via de rivieren niet afneemt, hiervoor zijn geen varianten of scenario's gedefinieerd.

Tabel 20 Stikstof en fosforbalansen van het oppervlaktewater in Nederland (miljoen kg/jr.)

	Stikstof				Fosfor			
	2000	Referentie	2015	PLUS-pakket	2000	Referentie	2015	PLUS-pakket
Import rivieren	272.5	272.5	272.5	272.5	14.4	14.4	14.4	14.4
Bijdrage Nederland	59.5	68.7*	46.7*	35.8*	4.8	4.3*	3.3*	2.2*
Export Noordzee	332	341.2	319.2	308.3	19.2	18.7	17.7	16.6

* retentie in de rijkswateren niet meegenomen

Uit de stikstof- en fosforvrachten blijkt dat verschillen zijn berekend voor de 'Bijdrage Nederland' volgens De Klein en de stikstof- en fosforvrachten berekend in deze studie. Dit wordt mede veroorzaakt doordat in deze studie recentere versies van de Emissieregistratie en de EMW/STONE zijn gebruikt.

Door 'Realistische ambities' neemt de belasting op de Noordzee tussen 2000 en 2015 af met 22.0 miljoen kg stikstof en 1.0 miljoen kg fosfor. Het ' PLUS-pakket' voegt daar nog 10.9 miljoen kg stikstof en 1.1 miljoen kg fosfor aan toe zodat de totale vracht naar de Noordzee door veranderingen in de bijdrage van Nederland met 32.9 miljoen kg stikstof en 2.1 miljoen kg fosfor afneemt. De veranderingen tot 2010 zijn niet apart gekwantificeerd; de realisatie van de doelstelling van Ospar lijkt binnen bereik te liggen.

Ten opzichte van 2000 halveert de bijdrage van Nederland aan de belasting van de Noordzee, wanneer de bijdrage uit het buitenland niet veranderd leidt dat tot een totale reductie in de nutriëntenstromen naar de Noordzee van ruim 10% voor zowel stikstof als fosfor. De varianten dragen in relatieve zin minder bij aan verminderen van de totale nutriëntenstromen naar de Noordzee dan aan verminderen van de nutriëntenstromen in de regionale wateren.

6 Kosten

In deze studie zijn de kosten van de onderscheiden ingrepen voor de landbouw berekend. Het betreft de directe en indirecte kosten (onder andere als gevolg van veranderingen op de mestmarkt) voor landbouwbedrijven. Gevolgen voor andere schakels in de agro-industriële keten zijn niet meegenomen. Ook de directe baten van ingrepen voor bijvoorbeeld landschap en natuur zijn niet bepaald, evenmin als de kosten en baten van de doelen van de KRW (bijvoorbeeld baten van ecologische kwaliteit en een mogelijke prijsstijging van aan water gelegen huizen). Zie Reinhard et al. (2007) voor de in de MKBA voor de KRW onderscheiden categorieën kosten en baten. De hier ontwikkelde methoden voor bepalen van de landbouwkundige kosten en baten worden gebruikt voor de ex ante evaluatie van de KRW (MNP, 2008).

6.1 Kosten voor de landbouw

De volgende kosten voor de landbouw kunnen worden onderscheiden:

1. Investeringskosten
2. Jaarlijkse kosten: onderhoud en beheer
3. Grondverwerving
4. Inkomensveranderingen
5. Aanpassingskosten

Deze verschillende kosten worden achtereenvolgens kort toegelicht:

Investeringskosten

De investeringen bestaan uit de uitgaven voor aanleg van een ingreep (bouw, aanleg en voorbereiding, inclusief niet jaarlijks vernieuwen en onderhoud). Investeringskosten zijn bijvoorbeeld van belang voor helofytenfilters, peilgestuurde drainagesystemen en bufferstroken. De levensduur van een investering is meegenomen in het onderzoek door na afloop van de levensduur van een investering de investering opnieuw te doen. Het onderhoud met tijdsintervallen groter dan 1 jaar is meegenomen bij de investeringen. Dit speelt vooral bij de helofytenfilters. Er is geen rekening gehouden met de verandering in kosten van bestaande investeringen die hun nut verliezen door bijvoorbeeld de veranderingen in het bouwplan waarbij een deel van de aardappelen wordt vervangen door wintertarwe. De investeringen zijn omgerekend naar kosten per jaar (totale kosten van de investeringen gedeeld door de levensduur van de investering).

Jaarlijkse kosten

Dit zijn kosten voor het beheer en onderhoud van de ingreep. Voorbeelden van beheerskosten zijn de kosten voor het maaien en uitbaggeren van een helofytenfilter en het maaien en afvoeren bij bufferstroken. De hoogte van jaarlijkse onderhoudskosten zijn per ingreep vastgesteld door experts. De onderhoudskosten zijn

omgerekend naar investeringskosten per jaar. Ook extra kosten van precisiebemesting (bemonsteringen, toediening) vallen onder jaarlijkse kosten.

Grondverwerving

Uitgangspunt in deze studie is dat de gronden in eigendom blijven van de landbouw. Er zijn derhalve géén kosten voor grondverwerving in rekening gebracht.

Inkomensveranderingen in de landbouw

De inkomensveranderingen van landbouwactiviteiten bestaan uit veranderingen in opbrengsten en kosten in een regio. Voorbeelden zijn het verlies in opbrengsten voor areaal dat gebruikt wordt voor een ingreep zoals bij helofytenfilters en bufferstroken. Door de aanleg van bufferstroken hoeft er minder arbeid verricht te worden voor de teelt van landbouwgewassen omdat het landbouwareaal door de aanleg van bufferstroken afneemt, maar de aanleg en het beheer van grasbufferstroken kosten juist arbeidstijd (Clevering et al., 2006). Ook kunnen de opbrengsten afnemen doordat niet meer naar behoefte kan worden bemest of door de veranderingen in het teeltplan in de akkerbouw. Ook veranderingen op de mestmarkt hebben invloed op het inkomen via de kosten voor mestafzet (veehouderij) en vergoedingen voor acceptatie (akkerbouw).

Aanpassingskosten

Dit zijn kosten die bedrijven maken om maatregelen in te passen in de bedrijfsvoering. Zo kan door de aanleg van bufferstroken de omvang van het landbouwbedrijf suboptimaal worden (het areaal is te klein voor de aanwezige hoeveelheid kapitaal en arbeid van het bedrijf). Aanpassingskosten van bedrijven zijn in deze studie niet gekwantificeerd. Verondersteld is dat bedrijven de investeringen kunnen financieren en rendabel blijven.

De kosten zijn in deze studie berekend uit drie componenten: (1) de omvang van de investering, (2) de onderhoudskosten, en (3) inkomensverlies in de landbouw.

6.2 Kosten van ingrepen

Per ingreep zijn de milieueffecten, landbouwkundige effecten en de directe kosten bepaald (zie hoofdstuk ingrepen) om de indirecte kosten te kunnen berekenen. De indirecte kosten worden zo concreet mogelijk gemodelleerd met het Dutch Regionalised Agricultural Model (DRAM, Helming 2005), zie Tabel 21. DRAM modelleert onder andere de markten van dierlijke mest en veevoer. Een vermindering van de hoeveelheid dierlijke mest die per hectare mag worden uitgereden zal bijvoorbeeld leiden tot een toename van het mestoverschot een stijging van de kosten van mestafzet en continuïteitsproblemen voor intensieve veehouderij-bedrijven. In de studie van Reinhard en Helming (2007) is het gebruik van DRAM voor beperking van de mestaanwending beschreven. Voor deze toepassing van DRAM is een indeling van Nederland in 66 gebieden gebruikt. Deze gebieden zijn afgestemd op de 119 gebieden. DRAM is geschikt voor analyses op het schaalniveau waarop het nu is toegepast

De onderscheiden ingrepen (hoofdstuk 3) zijn in DRAM gedefinieerd (Tabel 21). Deze ingrepen zijn gecombineerd doorgerekend in de vorm van drie deelvarianten (Bedrijf, Perceel en Sloot). Hierbij zijn (binnen 1 deelvariant) eerst die maatregelen doorgerekend waarbij grond aan de landbouw wordt onttrokken en daarna de andere maatregelen.

Tabel 21 Overzicht ingrepen en implementatie maatregelen in DRAM

Ingrep	Maatregel	Toepassingsgebied	Implementatie
Geen fosforkunstmest	idem	Totaal landbouw areaal	Kosten per kg fosfor en de totale input van fosfor kunstmest zijn bepaald met DRAM
Verhogen efficiency (kunst)mest	Voorjaarstoediening	Akkerbouw kleigrond	Door het toedienen van dierlijke mest in het voorjaar, wordt de dierlijke mest beter benut (hogere werkingscoëfficiënt).
	Vergroten mestopslagcapaciteit	Grasland Alle grondsoorten m.u.v. löss	Door het toedienen van dierlijke mest in het voorjaar, wordt de dierlijke mest beter benut (hogere werkingscoëfficiënt)
	Precisiebemesting	Akkerbouw + maïs Alle grondsoorten	Een efficiëntere aanwending van kunstmest is doorgerekend
	Bouwplan aanpassen	Akkerbouw Alle grondsoorten	Met behulp van DRAM zijn de kosten van de aanpassing bepaald op regionaal niveau en doorgerekend. In deze studie wordt er vanuit gegaan dat 25% van het areaal aardappelen wordt vervangen door wintertarwe.
Bodemsanering	Uitmijnen	Totaal landbouwareaal	Kosten per kg fosfor en de totale input van fosfor kunstmest zijn bepaald met DRAM
Ontwatering	Samengestelde peilgestuurde drainage	Zandgrond Niet gedraineerd Gt-klasse < VI	Er is ingeschat dat de opbrengsten niet veranderen.
Randenbeheer	Bufferstroken	Alle grondsoorten Niet gedraineerd	De randen zijn aan de beschikbare landbouwgrond onttrokken.
Slootbeheer	Helofytenfilters	Alle grondsoorten Gt-klasse < VI, m.u.v. klei	De oppervlakte van de filters zijn aan de beschikbare landbouwgrond onttrokken.

De kosten zijn berekend voor de variant PLUS-pakket en de daarbinnen onderscheiden deelvarianten 'Bedrijf', 'Perceel' en 'Sloot'. De kosten van de deelvarianten zijn berekend ten opzichte van de variant "Realistische ambities". Voor deze laatste is de toekomstige structuur van de landbouw bepaald op basis van veronderstelde autonome ontwikkelingen (onder andere autonome onttrekking van grond aan de landbouw, productiviteitsstijging) en het mestbeleid 2007 (zie hoofdstuk ingrepen).

6.3 Kosten van het PLUS-pakket

Tabel 22 geeft de berekende kosten van de deelvarianten weer. De in deze tabel weergegeven kosten zijn gestapeld berekend. Dit betekent dat de deelvariant 'Perceel' ook de ingrepen van deelvariant 'Bedrijf' omvat; de deelvariant 'Sloot' is opgebouwd uit de deelvarianten 'Bedrijf' en 'Perceel' plus de additionele ingrepen voor de deelvariant 'Sloot'. Hierdoor, en omdat het totale pakket maatregelen de indirecte kosten bepaald, is het niet mogelijk om de kosten van de deelvarianten met elkaar te vergelijken: wanneer de deelvariant 'Perceel' separaat wordt uitgevoerd zullen de dan berekende kosten afwijken van de nu berekende extra kosten (marginale kosten) voor deelvariant 'Perceel' ten opzichte van de deelvariant 'Bedrijf'.

Voor de deelvariant 'Bedrijf' bedraagt het aandeel van het inkomensverlies ongeveer een derde. Bij pakket 'Perceel' vormt het inkomensverlies ongeveer 55% van de totale kosten. Wanneer de ingrepen op het niveau van pakket 'Sloot' erbij komen zakt het aandeel van het inkomensverlies in de totale berekende kosten naar ongeveer 46%.

De kosten zijn voor de zeven deelstroomgebieden weergegeven. Verschillen tussen gebieden ontstaan door verschillen in kosten van maatregelen, maar ook door verschillen in intensiteit van een maatregel tussen de stroomgebieden en de omvang van de stroomgebieden

Tabel 22 Totale jaarlijkse kosten van het PLUS-pakket (Meuro/jaar)

Stroomgebied	Bedrijf	Perceel	Sloot
Maas	21	143	166
Eems	6	24	39
Rijn-Noord	33	102	132
Rijn-Midden	17	58	75
Schelde	2	0.1	15
Rijn-Oost	26	165	190
Rijn-West	39	102	157
Nederland	145	594	774

De kosten voor deelvariant 'Bedrijf' zijn veel lager dan de kosten voor deelvariant 'Perceel', die vervolgens weer goedkoper is dan deelvariant 'Sloot'. De deelvariant 'Sloot' bestaat alleen uit de ingreep helofytenfilters die duur is. De deelvariant 'Perceel' is voor de Schelde goedkoper dan de deelvariant "Bedrijf". Dit komt omdat de ingrepen randenbeheer en ontwatering nagenoeg niet in de Schelde worden aangelegd, terwijl in de overige gebieden (voornamelijk de zandgronden) de ingrepen in deelvariant "Perceel" op grote schaal worden toegepast. Als gevolg van de ingreep bodemsanering (uitmijnen) neemt het mestoverschot toe en wordt er meer mest naar de Schelde getransporteerd (dit zijn opbrengsten). Akkerbouwers in deze regio hebben hierdoor en door de berekende stijging van de mestprijs in de deelvariant 'Perceel' baten.

7 Kosteneffectiviteit

De kosteneffectiviteit is door de EU benoemd als het selectiecriteria om maatregelen te selecteren (en de doelen van de KRW tegen de laagste kosten te kunnen halen). Aan de hand van de effecten van de maatregelen (reductie van kg stikstof en fosfor) en de bijbehorende kosten, kunnen de kosten per eenheid reductie worden berekend als de kosten die moeten worden gemaakt om een reductie van de oppervlaktewaterstromen in 1 kg stikstof (of fosfor) te realiseren:

$$\text{Kosten per eenheid reductie} = \frac{\text{Kosten}}{\text{Reductie oppervlaktewaterbelasting}}$$

Maatregelen met lage kosten per eenheid reductie (per eenheid stikstof of P) zijn kosteneffectiever dan maatregelen met hoge kosten per eenheid reductie. De berekende kosten per eenheid reductie (op basis van de beschikbare kennis) geven een indicatie voor de selectie en prioritering van maatregelen.

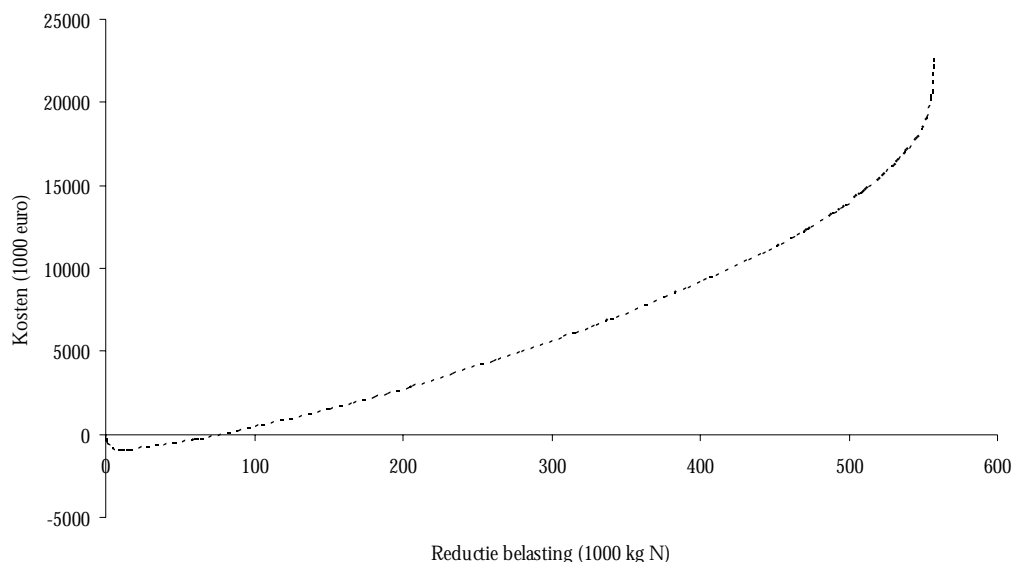
7.1 Kosteneffectiviteit van ingrepen

Kosteneffectiviteit is een hulpmiddel om ingrepen te selecteren. Ingrenen met een lage kosteneffectiviteit zullen afvallen (deze hebben hoge kosten per eenheid reductie). Ingrenen met een hoge kosteneffectiviteit (lage kosten per eenheid reductie) zijn het overwegen waard om op te nemen in een SGBP.

Een belangrijke kanttekening bij de gepresenteerde kosten per eenheid reductie is dat voor de kosten van ingrepen of deelvarianten geen onderscheid gemaakt kan worden in hoeverre deze betrekking hebben op de emissiereductie van stikstof of fosfor. Voor de berekening van de kosten per eenheid reductie van de stikstof- en fosforstromen maken we gebruik van de totale kosten van een pakket. De werkelijke kosteneffectiviteiten van specifiek stikstof of fosfor zal gunstiger uitpakken (maar kan niet worden bepaald).

Als de deelgebieden worden geordend op basis van de kosteneffectiviteit van een ingreep dan ontstaat een kosteneffectiviteitscurve zoals weergegeven in Figuur 21. Aan de hand van deze curve kan worden vastgesteld, tegen welke kosten welk doel te bereiken is. De curve representeert één (pakket van) ingrepen en het eindpunt van de curve reflecteert de totale kosten en de totale emissiereducties van een ingreep of (deel)variant voor heel Nederland bij een specifiek doel: of de reductie in stikstofstromen of de reductie in fosforstromen. Wanneer in een deelgebied op basis van de berekende kosten per eenheid reductie zou worden besloten een ingreep op een andere wijze of op een ander areaal uit te voeren, dan beïnvloedt dat het verloop van de kosteneffectiviteitscurve voor alle ingrepen in alle deelgebieden omdat ondermeer veranderende markteffecten tussen de deelgebieden optreden. De baten die deelgebieden bijvoorbeeld ontleen aan randenbeheer hangen nauw samen met

de kosten die in andere deelgebieden worden gemaakt. Als bijvoorbeeld door randenbeheer het mestoverschot in Nederland stijgt, stijgen ook de afzetkosten per m³ mest. Gebieden die mest accepteren ontvangen dan meer geld voor de aanwending van dierlijke mest. Als randenbeheer bijvoorbeeld minder wordt ingezet in gebieden waar het veel kosten met zich meebrengt (de mestoverschotgebieden) dan zal het dus ook consequenties hebben voor gebieden die mest accepteren. De kosteneffectiviteitscurve moet dan opnieuw worden gemaakt.



Figuur 21 Kosteneffectiviteitscurve voor stikstof in de deelvariant 'Bedrijf'

Als voorbeeld is de kosteneffectiviteitscurve voor stikstof gegeven voor de deelvariant 'Bedrijf'. De figuur geeft de getotaliseerde kosten (y-as) voor de gecumuleerde reductie in nutriëntenbelasting (x-as) voor alle deelgebieden. Het 'eindpunt' geeft daarmee de totale kosten bij de gerealiseerde reductie in stikstofstromen in het oppervlaktewater voor Nederland (voor de betreffende invulling van de variant). De curve is opgebouwd door eerst de deelgebieden met de beste kosteneffectiviteit op de X-as weer te geven. Bij een verdere reductie stijgen de totale kosten exponentieel (de kosten per kg reductie nemen steeds sterker toe). Verminderingen boven de 500.000 kg stikstof blijken voor deze ingreep relatief duur.

De kosteneffectiviteit is voor alle deelgebieden berekend op basis van de in deze studie aangenomen intensiteit (omvang) en invulling van de ingrepen. Aangezien de kosteneffectiviteit afneemt bij een toename van de omvang van de ingreep (de meest kosteneffectieve gebieden staan immers helemaal links in de figuur), zal bij een andere intensiteit (of invulling) de kosteneffectiviteit ook veranderen. Als er bijvoorbeeld meer bufferstroken worden aangelegd dan nu gedefinieerd, dan zal de kosteneffectiviteit van de additionele bufferstroken lager zijn (de kosten per eenheid reductie zijn groter) dan die welke nu in deze studie zijn doorgerekend (we veronderstellen dat de bufferstroken op de meest gunstige locaties worden aangelegd). Als start voor een afweging van maatregelen is de kosteneffectiviteit gebaseerd op de volledige implementatie van een maatregel (i.e. de implementatie in

alle deelgebieden op alle locaties waar de maatregel effect heeft). Deze eerste stap is in deze studie uitgewerkt als aanzet voor iteratieve vervolgstappen dan wel een optimalisatie op basis van de resultaten van de eerste stap. De vervolgstappen en optimalisatie zijn in deze studie niet uitgewerkt

Figuur 21 laat zien dat bij een maximaal effect een supermaximale prijs wordt berekend; helemaal aan de rechterkant van de curve stijgt de effectiviteit niet of nauwelijks maar de totale kosten blijven stijgen. Dat impliceert dat de totale berekende kosten en kosteneffectiviteit in deze eerste stap te hoog zijn berekend omdat in een deel van het areaal de maatregelen nauwelijks effect hebben en dus niets toevoegen. Aanpassen van het areaal waarop maatregelen worden gerealiseerd leidt zoals hierboven al uitgelegd echter direct tot een andere curve, het is daarom niet correct om bijv. op basis van Figuur 21 te bepalen dat de kosten bij het maximale effect 20.000.000 euro bedragen.

7.2 Selectie van maatregelen

De kosten per eenheid reductie zijn berekend op basis van de in deze studie doorgerekende intensiteit van de ingrepen. De kosteneffectiviteit van een ingreep kan worden vergeleken tussen de gebieden, waarbij kan worden vastgesteld in welke deelgebieden een ingreep het meest kosteneffectief kan zijn. Ook kan binnen één gebied de kosteneffectiviteit van verschillende ingrepen worden vergeleken om vast te stellen welke ingrepen het eerst moeten worden gerealiseerd om de KRW-nutriëntennormen tegen de laagste kosten te bereiken. Tabel 23 illustreert hoe dat voor de nu doorgerekende ingrepen zou uitpakken. De keuze voor een ingreep, het areaal van toepassen en de volgorde van implementatie van de ingrepen zullen zoals eerder uitgelegd door (mest)markteffecten de kosten en daarmee de kosteneffectiviteit van de ingreep beïnvloeden, ook in andere deelgebieden.

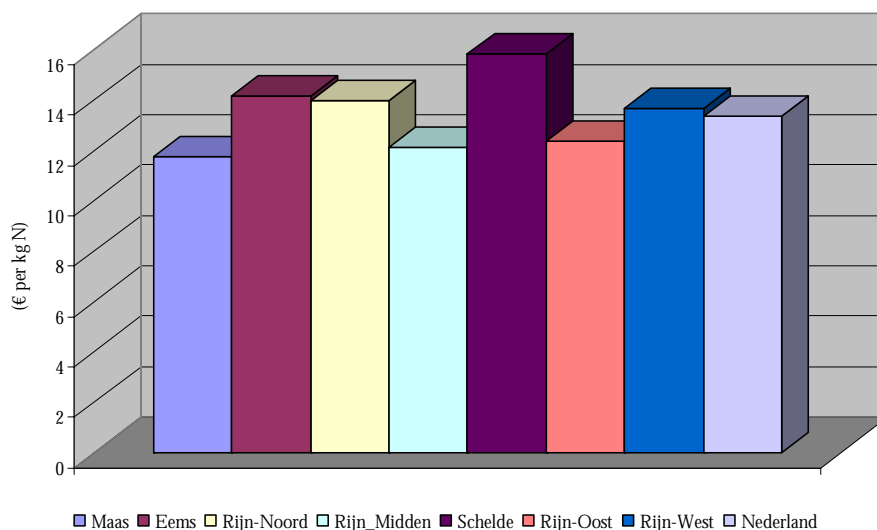
Tabel 23 Rangorde van maatregelen binnen een gebied naar kosteneffectiviteit stikstof

	Maas	Eems	Rijn-Noord	Rijn_Midden	Schelde	Rijn-Oost	Rijn-West	Nederland
Voorjaarstoediening akkerbouw	1	1	1	1	1	1	1	1
Helofytenfilters	2	2	2	2	2	2	2	2
Randenbeheer	3	4	3	4	4	3	4	3
Vergroten mestopslag	4	3	4	3	3	4	3	4
Ontwatering van percelen	5	5	6	5	6	7	6	5
Bouwplan aanpassing	6	7	7	6	5	5	5	6
Uitmijnen	7	6	8	7	8	6	7	7
Precisiebemesting	8	8	5	8	7	8	8	8

Bovenstaande tabel illustreert dat voor een selectie van maatregelen de kosteneffectiviteit per gebied kan verschillen, maar deze verschillen blijken voor de beschouwde maatregelen klein. Speciaal voor deze tabel zijn de maatregelen afzonderlijk doorgerekend, de kosteneffectiviteit van het uitvoeren van alleen de

individuele maatregelen is zo bepaald. Maatregelen die in het ene deelgebied niet kosteneffectief zijn kunnen dit in andere deelgebieden wel zijn (Tabel 23). De berekende kosteneffectiviteit is afhankelijk van de volgorde en de combinaties waarin de ingrepen zijn doorgerekend. Op basis van de tabel kunnen dan ook niet direct conclusies worden getrokken. Als markteffecten een rol spelen aan de kostenkant (bijvoorbeeld de mestmarkt), dan kan de optimale inzet van een maatregel niet rechtstreeks met de kosteneffectiviteitscurve worden bepaald. Als namelijk in de gebieden waar de maatregel relatief duur is (bijvoorbeeld de gebieden met een groot mestoverschot) de maatregel niet wordt genomen, heeft dit meteen consequenties voor de gebieden waar de maatregel goedkoop is (of zelfs baten oplevert).

Om een SGBP op te stellen is dan ook een iteratief proces nodig, waarbij op basis van de berekende kosteneffectiviteit van een initieel pakket een alternatief maatregelpakket kan worden voorgesteld (waarbij kostenineffectieve maatregelen worden vervangen door kosteneffectievere). In een tweede iteratieslag worden de effecten en kosten van het nieuwe pakket berekend. Waarna op basis van de nieuwe kosteneffectiviteit weer aanpassingen kunnen worden aangebracht.



Figuur 22 Kosten per eenheid reductie voor helofytenfilters per deelstroomgebied.

Een analyse op een lager aggregatieniveau, i.e. dat de kosteneffectiviteit van één maatregel tussen gebieden wordt vergeleken, geeft enig inzicht (de kosteneffectiviteit wordt immers mede bepaald door andere maatregelen) in de verschillen in kosteneffectiviteit tussen deelstroomgebieden. Figuur 22 illustreert dit voor helofytenfilters. Bij de helofytenfilters die om de 6 jaar worden gebaggerd is Maas, Rijn-Midden en Rijn-Oost zijn de deelstroomgebieden waar deze maatregel kosteneffectiever is dan voor de andere gebieden, voor de Schelde blijkt deze maatregel vergeleken met de andere gebieden het minst kosteneffectief, dat betekent overigens niet dat dit voor de Schelde geen kosteneffectieve maatregel zou kunnen zijn.

Het is belangrijk dat de kosteneffectiviteit van maatregelen en onzekerheden kunnen worden onderbouwd om te kunnen verklaren waarom nutriëtnormen waar niet worden gehaald en om eventueel een beroep te kunnen doen op disproportionaliteit.

7.3 Kosteneffectiviteit van 'Realistische ambities'

In 'Werking van de meststoffenwet 2006' (MNP 2007) is een kostenraming gegeven voor de kosten van het voorgenomen mestbeleid. Deze kostenraming wijkt op enkele essentiële punten af van de kostenberekening in deze studie, de resultaten van beide studies zijn daardoor niet te vergelijken. MNP 2007 heeft de huidige landbouwstructuur als referentiepunt. In deze studie zijn de verwachte landbouwstructuur en landbouwprijzen in 2015 als referentie gebruikt. MNP 2007 geeft aan dat door veranderingen van vraag en aanbod op de mestmarkt de afzetkosten van mest zullen stijgen maar berekent deze kosten niet. In dit rapport zijn deze kosten wel berekend ten opzichte van de referentiesituatie 2015. In dit project zijn de kosten op sector-niveau gemodelleerd, zodat nationale ontwikkelingen goed worden weergegeven. In deze studie wordt uitgegaan van de evenwichtsituatie na invoering van het stringentere beleid.

De kosten van het regionale KRW-pakket zijn door MNP (2008) compleet en consistent gemaakt. De totale kosten zijn door het MNP bepaald op 275 Meuro/jaar voor maatregelen die bijdragen aan de reductie van nutriëntenstromen. Dit resulteert in berekende reducties voor de nutriëntenvrachten van 0.8 Mkg/jaar voor fosfor en 2.3 Mkg/jaar voor stikstof. Het MNP heeft anders dan deze studie niet gekeken naar het onderscheid tussen het Mestbeleid enerzijds en het Regionale maatregelenpakket anderzijds, maar naar het verschil tussen voorgenomen beleid (Mestbeleid plus een deel van het regionale KRW-pakket) en extra regionale maatregelen (ander deel van het KRW-pakket). De reducties in nutriëntenvrachten kunnen dus alleen worden vergeleken voor Realistische ambities. Ook daar zitten echter verschillen in, omdat Alterra vergelijkt met het referentiejaar 2000 en het MNP voor de periode 2000-2005. Absolute afname in vrachten kunnen niet 1 op 1 vergeleken worden, omdat de vrachten in het de uitgangssituatie ook al verschillen. Daardoor kunnen ook de kosten en kosteneffectiviteit niet worden vergeleken.

7.4 Kosteneffectiviteit van 'PLUS-pakket'

Deze variant is opgesteld om van een pakket potentiële aanvullende maatregelen de verschillen in kosteneffectiviteit te kunnen onderzoeken. Voor dit doel zijn drie deelvarianten doorgerekend: 'Bedrijf', 'Perceel' en 'Sloot'.

7.4.1 Bedrijf

Tabel 24 geeft de kosten per eenheid reductie van de deelvariant 'Bedrijf' weer.

Tabel 24 Kosten per eenheid reductie (in € per kg) voor de deelvariant Bedrijf.

Stroomgebied	N	P
Maas	25	1711
Eems	12	454
Rijn-Noord	35	546
Rijn_Midden	39	959
Schelde	7	750
Rijn-Oost	26	692
Rijn-West	32	427
Nederland	27	615

De kosteneffectiviteit voor stikstof is relatief groot in de Eems en de Schelde (Tabel 24). Dit zijn akkerbouwgebieden waar nog afzetruimte voor mest is waardoor hogere inkomsten kunnen ontstaan door een stijging van de prijs van mest. Als gevolg van deze terugkoppeling ontstaan in deze gebieden baten waardoor de kosteneffectiviteit van 'Bedrijf' hoog is.

7.4.2 Perceel

De deelvariant 'Bedrijf' wordt aangevuld met een drietal ingrepen: ontwatering, bodemsanering en randenbeheer. Dit zijn ingrepen op perceelsniveau. Deze ingrepen worden relatief veel ingezet in Rijn Oost en Maas (Tabel 25). Dit zijn gebieden waar al een mestoverschot bestaat en deze ingrepen zullen de druk op de mestmarkt direct vergroten.

Tabel 25 Kosten per eenheid reductie (in € per kg) voor de deelvariant Perceel.

Stroomgebied	N	P
Maas	80	1637
Eems	37	776
Rijn-Noord	74	891
Rijn_Midden	79	995
Schelde	0	26
Rijn-Oost	87	1226
Rijn-West	62	500
Nederland	70	937

De kosteneffectiviteit van de ingrepen neemt voor stikstof in de meeste gebieden af ten opzichte van de deelvariant bedrijf (Tabel 25, de kosten per eenheid reductie nemen toe). In de Schelde leidt dit tot een kosteneffectief pakket met een lage waarde voor kosten per eenheid reductie (de kosten zijn laag in verhouding tot de baten van het plaatsen van meer mest). Voor fosfor neemt de kosteneffectiviteit door dit pakket af voor alle deelstroomgebieden behalve de Schelde en de Maas.

Investerings- en onderhoudsvormen een belangrijker deel van de totale kosten. Bij de keuze van maatregelen op basis van kosteneffectiviteit is het belangrijk om voor ogen te houden of stikstof dan wel fosfor moet worden gereduceerd. De eventuele synergie bij gelijktijdige uitvoering van verschillende maatregelen is niet door-gerekend, omdat deze informatie niet voorhanden was. Bij de stapeling van maatregelen is natuurlijk wel meegenomen dat het mestoverschot door een additionele maatregel additioneel toeneemt en dat de kosten van mest zullen toenemen.

7.4.3 Sloot

Naast ingrepen op bedrijfs- en perceelsniveau kunnen ook ingrepen in de sloten genomen worden. Daarom is een derde deelvariant 'Sloot' doorgerekend waarbij helofytenfilters worden toegevoegd aan het ingrepenpakket. In een helofytenfilter stroomt water over een waterbodembodem door een begroeiing van riet. In Tabel 26 zijn de resultaten van de deelvariant 'Sloot' gegeven.

Tabel 26 Kosten per eenheid reductie (in € per kg) voor de deelvariant Sloot.

Stroomgebied	N	P
Maas	55	751
Eems	28	329
Rijn-Noord	49	453
Rijn_Midden	42	447
Schelde	15	168
Rijn-Oost	63	734
Rijn-West	38	248
Nederland	45	435

De kosteneffectiviteit voor fosfor wordt gunstiger ten opzichte van de deelvariant 'Bedrijf' (behalve voor Rijn-Oost) en de deelvariant 'Bedrijf' + 'Perceel' (behalve voor Schelde). De samenstelling van de deelvariant heeft invloed op de kosteneffectiviteit. De ingreep lijkt minder effectief voor stikstof ten opzichte van fosfor. De helofytenfilters hebben een grote investerings- en onderhoudscomponent.

7.5 Synthese

In dit hoofdstuk is de kosteneffectiviteit van verschillende deelvarianten onderzocht. Vanuit verschillende invalshoeken is naar kosteneffectiviteit gekeken. Op de eerste plaats is gekeken naar verschillen in kosteneffectiviteit tussen deelgebieden, ingrepen, en deelvarianten (Tabel 27).

Tabel 27 Kosten, effecten en kosteneffectiviteit voor het 'PLUS-pakket'.

Deelvariant	Totale kosten	Extra kosten	Totale reductie van de belasting		Extra reductie van de belasting		Kosten per reductie belasting	
			N	P	N	P	N	P
	(mln euro)	(mln kg)		(mln kg)		€ per kg		
Bedrijf	145		5,32	0,23			27	615
Perceel	594	449	8,47	0,63	3,15	0,40	70	937
Sloot	774	180	17,69	1,88	9,21	1,24	45	435

De totale reducties van de nutriëntenstromen in het oppervlaktewater in Tabel 27 zijn de gemiddelde reducties voor de periode 2016-2030 en niet zoals in hoofdstuk 5 de reducties voor de zichtjaren 2015 en 2027. De 'Extra kosten' zijn bepaald als de verschillen tussen 'Perceel' en 'Bedrijf' en tussen 'Sloot' en 'Perceel'. Daarnaast heeft de reductie van de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater uitsluitend betrekking op de uit- en afspoeling berekend met het STONE-instrumentarium en niet op de nutriëntenbelastingen van de verschillende bronnen uit de Emissie-registratie.

In het algemeen blijkt deelvariant 'Bedrijf' meest kosteneffectief voor stikstof en deelvariant 'Sloot' meest kosteneffectief voor fosfor. Op basis van Tabel 27 kan voorzichtig worden afgeleid dat de deelvariant 'Perceel' relatief ongunstig lijkt: deze leidt tot hoge (extra) kosten bij een relatief lage reductie van de belasting hetgeen gereflecteerd wordt in lage kosteneffectiviteit voor zowel stikstof als fosfor. De deelvariant 'Sloot' is juist gunstig voor de reductie van de stikstof- en fosforbelasting (zelfs hoogste kosteneffectiviteit voor P). Voor de reductie van de stikstofbelasting van het oppervlaktewater heeft de deelvariant 'Bedrijf' de hoogste kosteneffectiviteit. De effectrelaties en de invulling waar maatregelen worden genomen beïnvloeden deze resultaten in sterke mate, vooral voor de varianten 'Perceel' en 'Bedrijf' zijn de onzekerheden nog groot.

Op basis van de resultaten in Tabel 27 kan niet onmiddellijk de optimale variant worden bepaald. Wel kan op basis van deze resultaten een nieuwe variant worden opgesteld, waarvan de effecten en kosten weer moeten worden bepaald om na te gaan of de verwachte verbetering in kosteneffectiviteit wordt gerealiseerd.

7.6 Discussie

Interactie

Ingrepen die naast elkaar worden uitgevoerd kunnen elkaar beïnvloeden wat betreft hun effecten en kosten. Bij een wijziging in effecten en/of kosten heeft een

dergelijke interactie een directe invloed op de kosteneffectiviteit van een ingreep. Dellink en van der Woerd (1997) onderscheiden de volgende 3 vormen van interactie:

- Exclusiviteit. Indien maatregel A wordt genomen kan maatregel B niet meer worden toegepast
- Volgtijdigheid. Het effect van een genomen maatregel is afhankelijk van reeds eerder genomen maatregelen. In dat geval is de volgorde van de genomen maatregelen belangrijk voor de bepaling van het overall effect van de ingreep. In de deelvarianten beïnvloedt de volgorde van implementatie van maatregelen de uiteindelijke kosten van een ingreep.
- Interactie. Het effect van twee of meer ingrepen is groter of kleiner dan wanneer de ingrepen naast elkaar worden toegepast.

Met exclusiviteit is in deze studie rekening gehouden. Interactie is moeilijk te kwantificeren en vereist dat de effecten van de afzonderlijke maatregelen en de manier waarop ze elkaar beïnvloeden gekend zijn. Volgtijdigheid is zowel van toepassing op de effecten als op de kosten. De absolute effecten van effectgerichte maatregelen worden bepaald door de nutriëntenstromen en hangen daardoor af van bronmaatregelen; de kosteneffectiviteit van helofytenfilters is anders met of zonder maatregelen uit de varianten 'Bedrijf' en/of 'Perceel'. Maatregelen die de mestmarkt en of de grondprijs beïnvloeden bepalen zo elkaars kosten. De kosteneffectiviteit is afhankelijk van de volgorde en de combinaties waarin de ingrepen zijn doorgerekend.

Kosteneffectiviteit

Nu worden 2 verschillende kosteneffectiviteiten berekend voor stikstof en voor fosfor. Dit kan de afweging en selectie van ingrepen bemoeilijken. (Analoog aan CO₂-equivalenten) Samenvoegen tot nutriëntenequivalenten is een optie. Een andere oplossing is om één van beide nutriënten maatgevend te maken in de afweging. Het ligt voor de hand dat dit voor veel deelgebieden fosfor wordt omdat fosfor in de zoete wateren als limiterend wordt beschouwd. Tegelijkertijd wordt daarmee de bijdrage aan de reductie van de vrachten naar de Noordzee verwaarloosd, en voor de zoute wateren is stikstof juist limiterend. Beter is daarom om via een nutriëntenequivalent te wegen naar de afstand tot doelrealisatie voor zowel stikstof als fosfor omdat daarmee de realisatie van beide doelen wordt nagestreefd.

Kosten en lasten

De verdeling van de lasten is een afzonderlijk vraagstuk, dat een politieke of bestuurlijke keuze vereist. Als de kosten voor landbouwbedrijven te groot blijken te zijn, kan verdeling van de lasten ervoor zorgen dat eventuele voor de implementatie van de KRW kosteneffectieve maatregelen toch door de landbouwbedrijven worden uitgevoerd. De landbouwbedrijven worden dan gecompenseerd voor de kosten die ze voor KRW-maatregelen maken zodat de KRW tegen de laagste maatschappelijke kosten kan worden gerealiseerd.

Synergie met andere beleidsdoelen

Ingrepen kunnen voor meer beleidsdoelen relevant zijn omdat ze (on)gewenste effecten hebben. Dat biedt de mogelijkheid om synergie te zoeken met andere beleidsvelden/milieudoelen:

- het vergroten van het waterbergend vermogen (WB21)
- het vergroten van de natuurlijke zuiveringskracht van oppervlaktewater
- het beperken van de emissies van bestrijdingsmiddelen naar oppervlaktewater
- het opwekken van energie uit reststromen
- het stimuleren/meer gebruik maken van agrobiodiversiteit
- het realiseren van robuuste verbindingzones ecologie/natuur
- het realiseren van recreatieve mogelijkheden (wandelpaden, mountainbike- en fietspaden)

Wanneer meer doelen in beschouwing worden genomen moet de maatstaf voor kosteneffectiviteit ook worden uitgebreid; of het doelbereik van de andere doelen moet als baten (in euro's) worden verrekend met de kosten van de ingreep. Een ingreep die aan meer doelen kan bijdragen is 'kosteneffectiever' dan een even dure ingreep die tegen dezelfde kosten en in gelijke mate aan alleen het KRW-doel bijdraagt (randenbeheer kan bijv. positieve effecten hebben op de biodiversiteit). Omgekeerd wordt een maatregel die de realisatie van andere beleidsdoelen belemmert zo beschouwd minder kosteneffectief (peilgestuurde drainage kan bijv. conflicteren met WB21-doelen).

8 Conclusies

Terugdringen van de nutriëntenstromen in het oppervlaktewater blijkt een moeilijke opgave. Na uitvoering van alle mogelijke varianten (mestbeleid, regionale KRW-pakket en potentiële aanvullende maatregelen) lijken de GEP-nutriëtennormen nog niet overal te zullen worden gerealiseerd. Aanvullende maatregelen in de landbouw hebben zeker potentie maar lijken alleen onvoldoende effect te zullen hebben. Om de nutriëtennormen voor de GEP's te halen en de volledige realisatie van de ecologische doelen dichterbij te brengen zullen alle mogelijke maatregelen voor alle bronnen moeten worden genomen. Voor de landbouw betreft dit zowel brongerichte maatregelen om de mest beter te benutten als effectgerichte maatregelen om de snelle afstroming naar het oppervlaktewater te reduceren en om de natuurlijke zuivering in de boerensloten te benutten. Of dergelijke maatregelen inpasbaar zijn in de in de bedrijfsvoering (zijn ze haalbaar), of dat betaalbaar is en hoe we dat financieren, moet worden verkend. Naast een Goede Landbouw Praktijk moeten ook groen-blauwe diensten worden beschouwd, veel effectgerichte maatregelen hebben ook positieve effecten op biodiversiteit/natuur en landschap/recreatie.

Referentie

De waterkwaliteitsmetingen in de in- en uitstroompunten van de 119 deelstroomgebieden hebben een tijdverloop van de medianen vergelijkbaar met de resultaten van Bakker en Plette (2007), in 2005 is zo'n 70% van de waarnemingen van stikstof groter dan de MTR en voor fosfor nadert mediaan de MTR. De spreiding in de meetgegevens is groot. In het referentiejaar 2000 voldoet het merendeel van de waarnemingen (70-75%) voor zowel stikstof als fosfor niet aan de MTR.

Reductie in nutriëntenstromen

Met het voorgenomen beleid en aanvullende maatregelen lijkt, op basis van de ingeschatte maximale effectiviteit en bij toepassing op het maximaal daartoe geschikte areaal, ten opzichte van 2000 een reductie van de stikstof- en fosforstromen in het oppervlaktewater van ongeveer 50% haalbaar.

- Het voorgenomen beleid resulteert in een aanzienlijke verbetering van de nutriëntenstromen in het oppervlaktewater.
 - o Het mestbeleid leidt in 2015 tot een aanzienlijke reductie (20%) van de stikstofstromen en resulteert in een 'stand still' voor de fosforstromen.
 - o De maatregelpakketten van de regio's zijn zowel voor stikstof als fosfor effectief. Deze effecten worden met name gerealiseerd door verminderde uitstoot door RWZI's.
- De aanvullende maatregelen lijken met een berekende verdere reductie van 10 respectievelijk 20% voor stikstof en fosfor perspectiefrijk.
 - o De geselecteerde maatregelen van de variant 'Bedrijf' hebben met name effect op stikstof en in mindere mate op fosfor. Dit wordt veroorzaakt door de samenstelling van deze variant, de maatregelen zijn vooral gericht op stikstof.

- De maatregelen in 'Perceel' hebben voor stikstof een kleinere (3%) reductie tot gevolg dan 'Bedrijf' en voor fosfor juist een grotere (5%).
- 'Sloot' lijkt het meest perspectiefrijk, de emissies met stikstof nemen door de op uitmijnen van fosfor beheerde helofytenfilters met 8% af en de emissies van fosfor nemen af met 18%.

De verschillen in gerealiseerde effecten tussen 2015 en 2027 zijn gering, bronmaatregelen in de RWZI's hebben meteen effect en bronmaatregelen in de landbouw zeker hebben voor stikstof snel effect, voor fosfor duurt het langer voordat de maximale effecten zijn bereikt als gevolg van de voorraad in de bodem.

- De stikstofstromen in het oppervlaktewater worden met name gereduceerd door het mestbeleid (21%). Ook het KRW-pakket levert een significante bijdrage (16%). De potentieel aanvullende maatregelen kunnen samen nog een aanzienlijke bijdrage (12%) leveren.
- Het potentieel pluspakket lijkt de grootste effecten (26%) te kunnen hebben, het regionaal maatregelpakket levert ook een grote bijdrage (23%). Het Mestbeleid draagt nationaal gezien bijna niets bij aan de verlaging van de fosforstromen (1%, stand still). Binnen het potentieel pluspakket lijken voor fosfor de effectgerichte ingrepen in de sloot het meest effectief gevolgd door maatregelen op het perceel.

Kosten en kosteneffectiviteit

- De kosten voor deelvariant bedrijf (145 Meuro/jaar) zijn veel lager dan de kosten voor deelvariant 'Perceel' (449 Meuro/jaar), die bij de gehanteerde invulling ook duurder blijkt dan deelvariant Sloot (180 Meuro/jaar).
- De kosten van de variant 'Perceel' worden overschat omdat de maatregelen op maximale arealen zijn genomen.
- De deelvariant 'Bedrijf' is het meest kosteneffectief voor stikstof (27 euro/kg) en de deelvariant 'Sloot' (435 euro/kg) blijkt het meest kosteneffectief voor fosfor. De deelvariant 'Perceel' lijkt relatief ongunstig: deze leidt tot hoge (extra) kosten bij een relatief lage reductie van de belasting. Op basis van de kosteneffectiviteit kan voorzichtig worden afgeleid dat de deelvariant 'Perceel' relatief ongunstig is, voorzichtig omdat de kosten voor 'Perceel' worden overschat omdat de maatregelen op maximale arealen zijn genomen. 'Sloot' lijkt kosteneffectief te kunnen zijn voor fosfor en 'Bedrijf' vooral voor stikstof.
- De kosteneffectiviteit van maatregelen in het landbouwkundig gebruikte deel van Nederland moeten in samenhang (maatregelpakketten) en voor heel Nederland worden bepaald.

Tabel 28 Overzicht van de reducties in de nutriëntenstromen, de doelrealisatie en de kosten voor de (deel)varianten.

Deelvariant	Stikstof		Fosfor		Kosten
	Mton/jr.	Doelrealisatie	Mton/jr.	Doelrealisatie	Meuro/jr.
Referentie (2000)	68.7	30/119	4.32	32/119	
Mestbeleid	14.6		0.05		
Regionaal KRW-pakket	8.2		0.98		
Realistische ambities (2027)	22.8	49/119	1.02	40/119	
Bedrijf	3.4		0.14		145
Perceel	2.0		0.24		449
Sloot	5.5		0.73		180
Potentieel PLUS-pakket (2027)	10.9	69/119	1.11	65/119	774

Doelrealisatie

De voor 2015 en 2027 berekende concentraties zijn structureel lager dan in 2000, de GEP-normen worden in veel meer gebieden gerealiseerd. Met het huidige beleid worden de GEP-norm voor stikstof in 49 van de 119 gebieden bereikt en voor stikstof in 40 van de 119 gebieden. Met de aanvullende maatregelen wordt de GEP-norm voor stikstof wordt in 69 gebieden gerealiseerd, de GEP-norm voor fosfor wordt in 64 van de 119 gebieden gerealiseerd.

Natura 2000

De nutriëntenormen voor de GEP's kunnen voor een watertype sterk variëren en kunnen zowel boven als onder de MTR liggen. De doelen voor de Natura 2000-gebieden liggen onder de MTR en benaderen de GET. Realiseren van de Natura 2000-waterkwaliteitsnormen voor nutriënten vraagt dan ook een grotere inspanning dan de doelrealisatie van de GEP-nutriëntenormen. Voor de benedenstrooms gelegen Natura 2000 gebieden zijn de nutriëntenormen voor de GEP's nog niet allemaal bekend.

OSPAR

De realisatie van de doelstelling van Oskar lijkt door het gevoerde mestbeleid binnen bereik te liggen. Met het regionale KRW-pakket en potentieel aanvullende maatregelen zullen de nutriëntenemissies naar de Noordzee verder afnemen dan afgesproken voor OSPAR. De totale vracht uit Nederland naar de Noordzee neemt door veranderingen in de bijdrage van Nederland met 32.9 miljoen kg stikstof en 2.1 miljoen kg fosfor.

Betrouwbaarheid van de resultaten

De effecten van met name de effectgerichte maatregelen zijn summier bekend, vooral de effecten van helofytenfilters zouden wel eens (te) hoog kunnen zijn geschat. Daarnaast konden niet alle maatregelen worden doorgerekend door gebrek aan gegevens en kennis. Om de meest geschikte maatregelen te kunnen selecteren en om eventueel een beroep te kunnen doen op disproportionaliteit moeten de onzekerheden in effecten en kosteneffectiviteit van maatregelen worden onderbouwd.

Niet bekend is hoe de bronnen van onzekerheden doorwerken op de resultaten en op de conclusies. Vooralsnog moeten de resultaten daarom met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd. Aanbevolen wordt om in een vervolg de bandbreedtes in de rekenresultaten te bepalen. Daartoe moeten beschikbare data toegankelijk worden verzameld, gecontroleerd en toegankelijk gemaakt en moeten ontbrekende data en kennis worden geïdentificeerd en verzameld.

Dit rapport en de achterliggende regionale resultaten moeten nu met de regionale waterbeheerders worden besproken om te identificeren waar de grootste verbeteringen mogelijk zijn en om af te spreken hoe deze verbeteringen de komende jaren gezamenlijk kunnen worden gerealiseerd, want deze studie was gericht op hoofdlijnen. Voorgesteld wordt in 2008 en 2009 deze meer gedetailleerde werkwijze in een beperkt aantal proefdeelgebieden te ontwikkelen.

Literatuur

- Bakel, P.J.T. van; Kroon, T.; Kroes, J.G.; Hoogewoud, J.; Pastoors, R.; Massop, H.T.L.; Walvoort, D.J.J. (2007). *Reparatie Hydrologie voor STONE 2.1. : beschrijving reparatie-acties, analyse resultaten en beoordeling plausibiliteit*. Wageningen : Alterra, (WOT studies 81)
- Bakel, P.J.T. van, E.M.P.M. van Boekel, G.J. Noij, 2008. *Modelonderzoek naar effecten van conventionele en peilgestuurde drainage op de hydrologie en nutriëntenbelasting*. Alterra rapport 1647, 96p.
- Bakker, D.W. en A.C.C. Plette, 2007. *Mest en oppervlaktewater. Een terugblik van 1985 tot 2006. Deelrapport ten behoeve van de Evaluatie Meststoffenwet 2007*. RWS-WS 2007.002. RIZA, Lelystad.
- 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, 152 p. (in Dutch).
- Bolt, F.J.E. van der, D. Leenders, D. Boels, J. Boesten, L. Bonten, R. Merkelbach, P. Römken & O. Schoumans 2005. *Scenariostudie KRW-grondwater*. Wageningen, Alterra rapport 1210.
- Bolt, F.J.E. van der & E.A. van Os, 2006. *KIS maatregelen in het landelijk gebied*. In: Leenders, T.P. en C. Kwakernaak, 2006. 20 Puzzelstukjes voor de KRW. Een bloemlezing uit het onderzoek van Wageningen UR voor de Europese Kaderrichtlijn Water. Alterra rapport 1403, 68p. (in Dutch).
- Bolt, F.J.E. van der., H.P. Oosterom, R.F.A. Hendriks & P. Groenendijk Bronnen van nutriënten in het landelijk gebied. De bijdrage van landbouw aan oppervlaktewaterkwaliteit in perspectief. Wageningen, Alterra rapport 1483.
- Cleij, P., 2008. *De Waterplanner ERC-2005 database*. Bilthoven, MNP. MNP werkdocument in prep.
- Helming, J.F.M., 2005. *A model of Dutch agriculture based on Positive Mathematical Programming with regional and environmental applications*. PhD Thesis, Wageningen University, the Netherlands.
- Kragt, F.J., F.W. van Gaalen en P. Cleij, 2007. *Waterplanner basisrapport*. MNP werkdocument, Bilthoven.

- Klein, J.J.M. de, 2007. *Analyse van de grootte en de herkomst van de vrachten stikstof en fosfor, via het oppervlaktewater, op het Nederlandse deel van de Noordzee*. Wageningen, Alterra-rapport 1417
- Leenders, T.P, F.J.E. van der Bolt en E. Westein, 2005. *Natuurbeleid, de KaderRichtlijn Water en Landbouw*. Wageningen. Alterra rapport 1341.
- LNV, 2007. Brief aan de Tweede Kamer dd. 3 dec 2007 aangaande het mestbeleid. DL/2007/3314,
- LTO, 2007. *Kaderrichtlijn water in de agrarische bedrijfsvoering*. LTO Nederland, Unie van Waterschappen, 39p.
- Luesink, H.H., L.J. Mokveld, M.W. Hoogeveen en J.N. Bosma, 2007. *Monitoring mestmarkt 2006 'Modelmatige werkelijkheid', 'Beleefde wekelijkheid' en Verificatie* Den Haag, LEI. Rapport in voorbereiding.
- MNP 2007. *Werking van de meststoffenwet 2006*. Milieu- en Natuurplanbureau (MNP), Bilthoven. MNP-publicatienummer 500124001.
- MNP 2008. *Kwaliteit voor later. Ex ante evaluatie Kader Richtlijn Water*. Milieu- en Natuurplanbureau (MNP), Bilthoven. MNP-publicatienummer 500140001 in prep.
- Os, E.A. van, I.G.A.M. Noij, F.J.E. van der Bolt, W. de Winter, 2007. Poster: *Effect of source and hydrological measures on reducing the load of N and P to surface water*. IPW5 symposium Silkeborg Denmark.
- Reinhard, S.; Helming, J.F.M. (2007). *Modeling economic consequences of WFD, scaling farm response to regional and national impacts*. In: International Workshop on Integrated River Basin Modeling and the eUWater Framework Directive, 17-18 November, 2005, Amsterdam, The Netherlands
- Rietra, R., C. Van Beek en J. Harmsen 2008. *Uitspoeling van stikstof en fosfaat na toediening van slootbagger op veengrond. Een verkennende laboratorium studie*. Wageningen. Alterra rapport in prep.
- Schoumans, O.F., P. Groenendijk, L. Renaud en F.J.E. van der Bolt, 2008. *Nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. Vergelijking tussen landbouw- en natuurgebieden*. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport in prep.
- Schreuder, R., W. van Dijk, P. van Asperen, J. de Boer en J.R. van der Schoot, 2008. *MEBOT 1.01. Beschrijving van Milieu- en bedrijfsmodel voor de open teelten*. Lelystad, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving B.V. PPO nr. 373,
- Willems, W.J. et. al., 2008. *Prognose milieugevolgen van het nieuwe mestbeleid. Achtergrondrapportage Evaluatie Meststoffenwet 2007*. Milieu- en Natuurplanbureau (MNP), Bilthoven. MNP-publicatienummer 500124001.

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

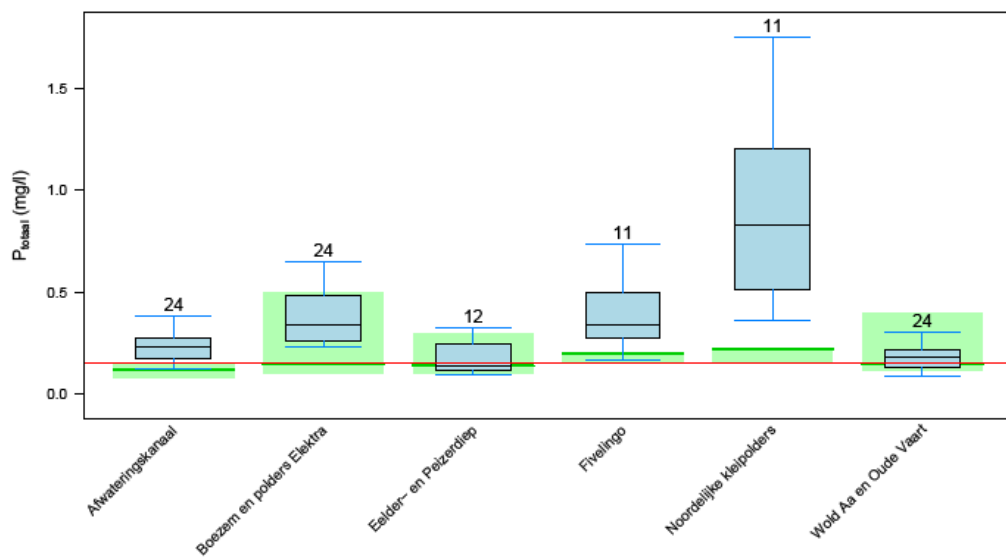
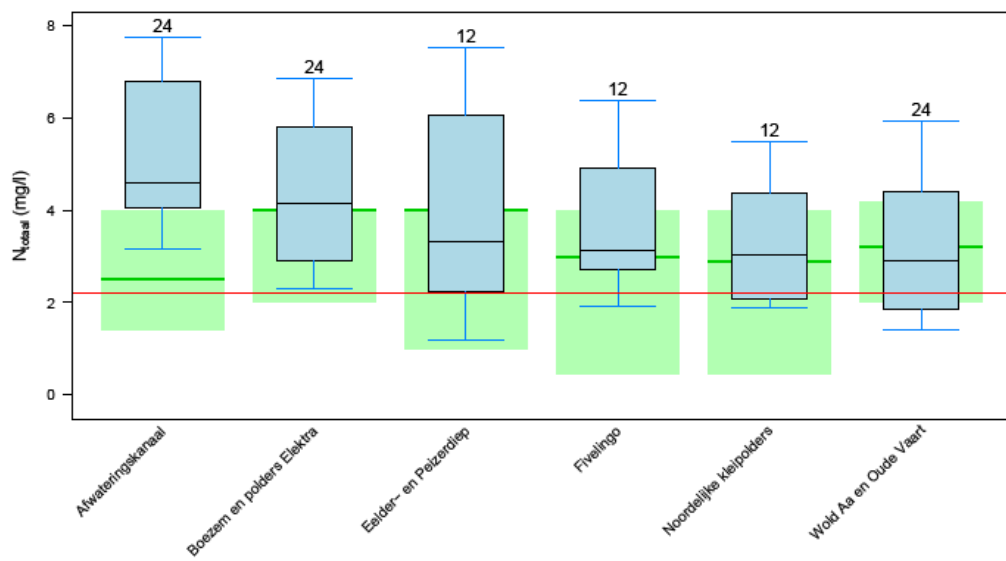
V&W 2004. *Pragmatische Implementatie Europese Kaderrichtlijn Water in Nederland. Van beelden naar betekenis*.

Bijlage 1 Doelrealisatie GEP's in 2000

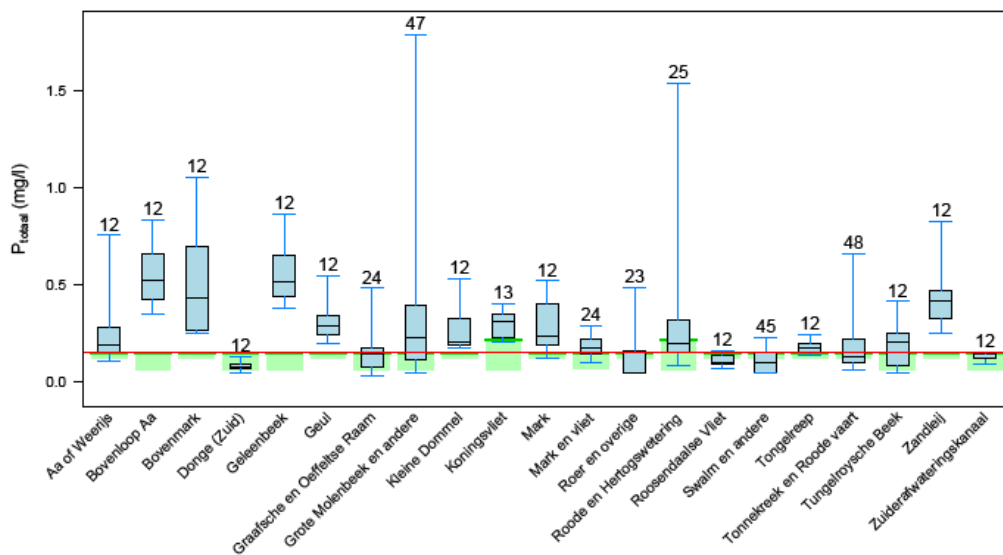
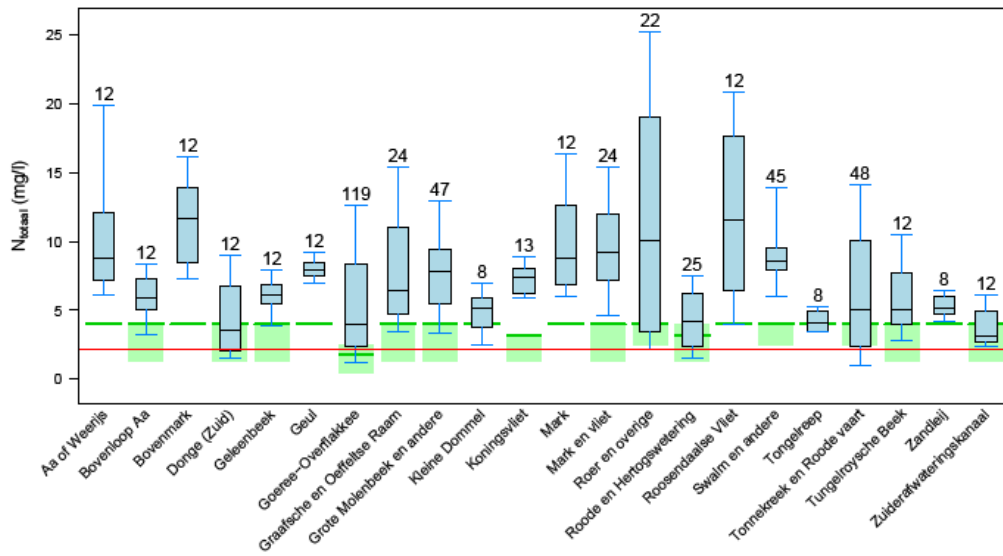
In de figuren wordt de range aan nutriëtnormen voor de GEP's binnen een gebied weergegeven door een lichtgroen blok, de donkergroene lijn daarbinnen is de geselecteerde norm. De MTR is weergegeven met de rode doorlopende lijn.

50% van de metingen ligt binnen het grijsblauwe blok, de mediaan (de middelste waarneming) wordt weergegeven door het zwarte streepje in dit blok en de range voor 95% van de waarnemingen is weergegeven door de lichtblauwe strepen. Het minimum en maximum i.e. de totale range zijn niet weergegeven omdat deze de totale range fors kunnen vergroten waardoor de figuur minder goed leesbaar wordt.

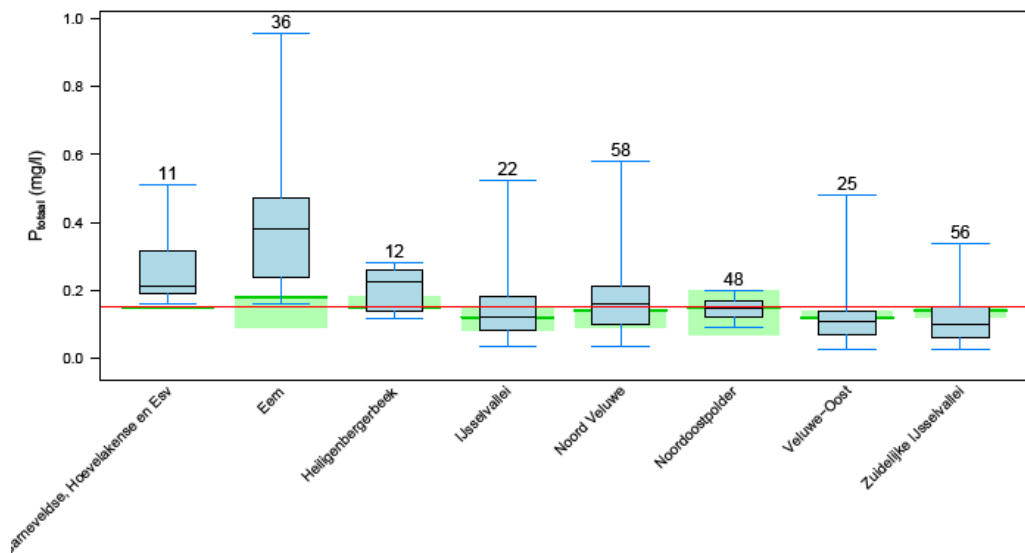
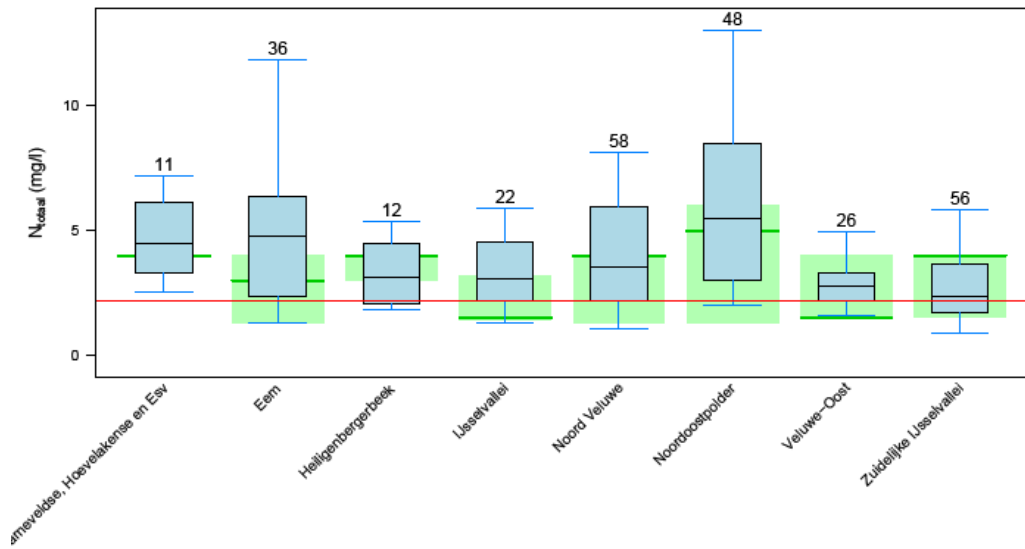
Boven ranges aan metingen voor de deelgebieden staat het aantal waarnemingen in de uitstroompunten in 2000 waar de figuren op zijn gebaseerd; bij één uitstroompunt zal het aantal waarnemingen meestal 12 zijn, meer waarnemingen (veelvoud van 12) duiden op meer uitstroompunten voor het betreffende deelgebied.



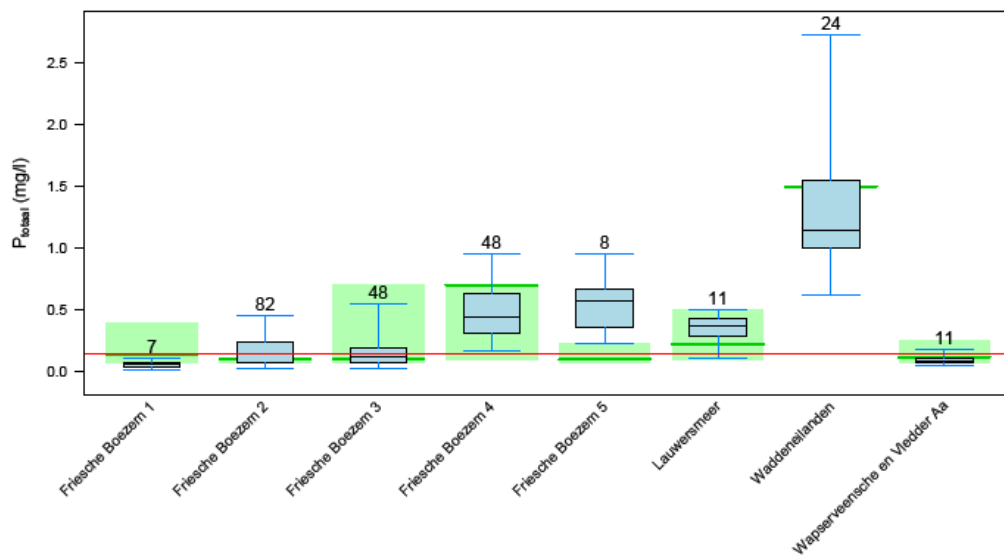
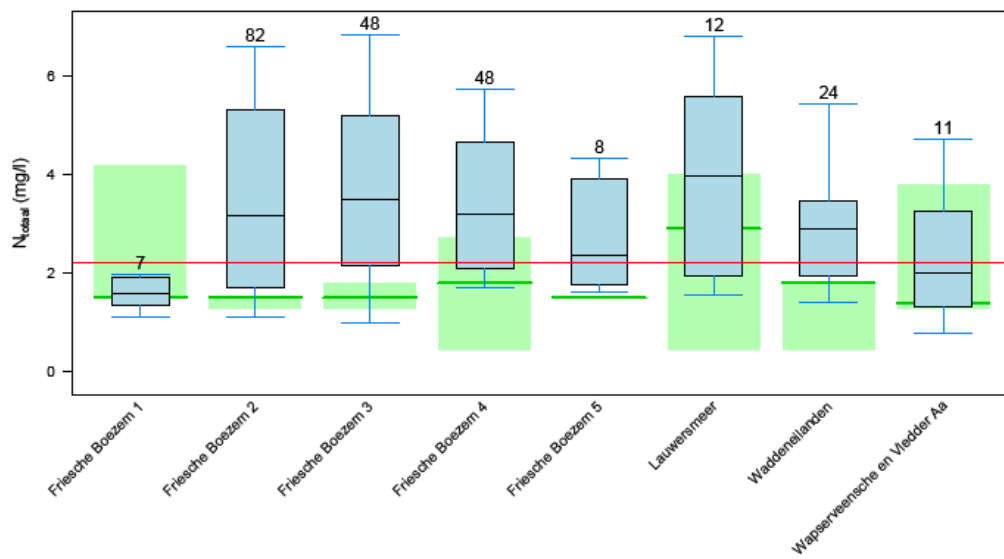
Doelrealisatie voor stikstof en fosfor in 2000 voor deelstroomgebied Eems



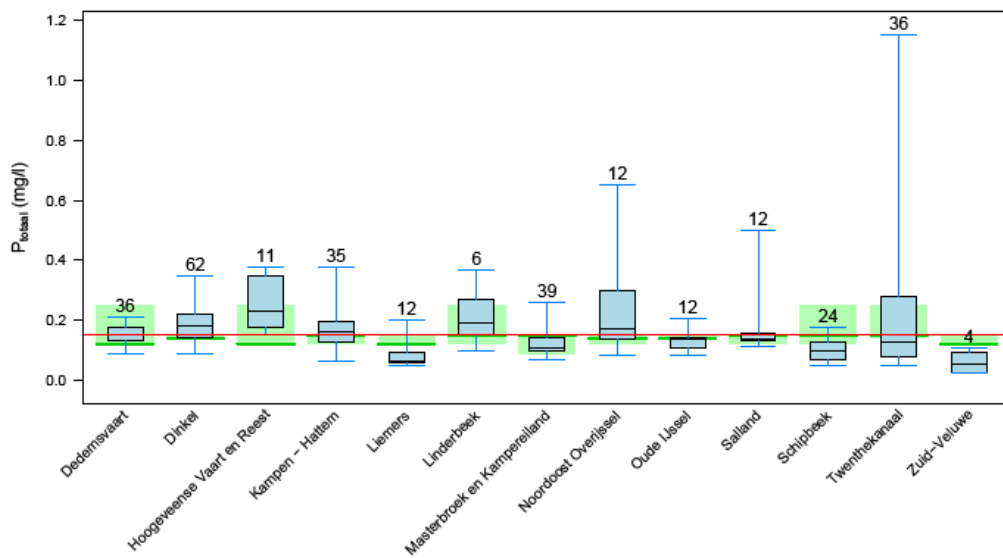
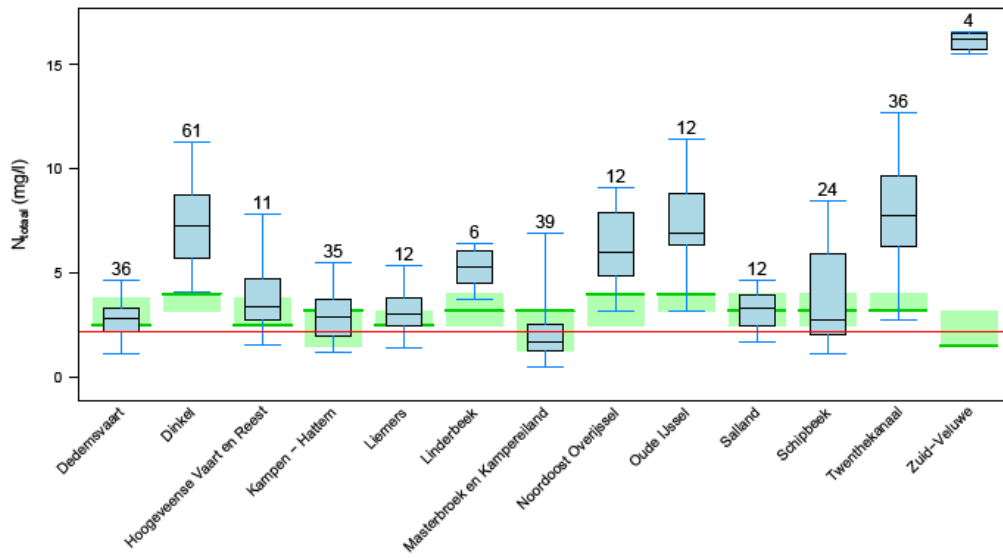
Doelrealisatie voor stikstof en fosfor in 2000 voor deelstroomgebied Maas (voor het hele beheersgebied zijn default GEP's toegekend).



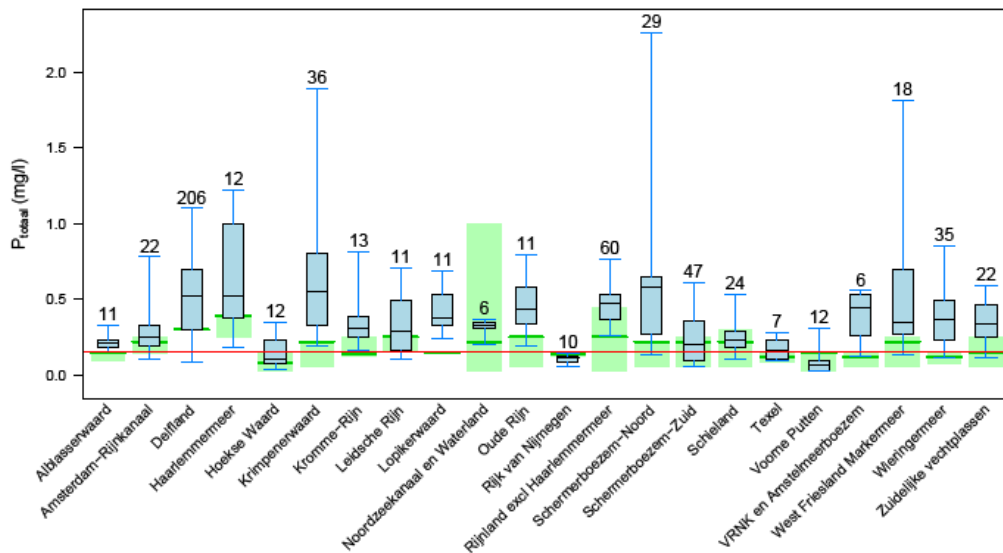
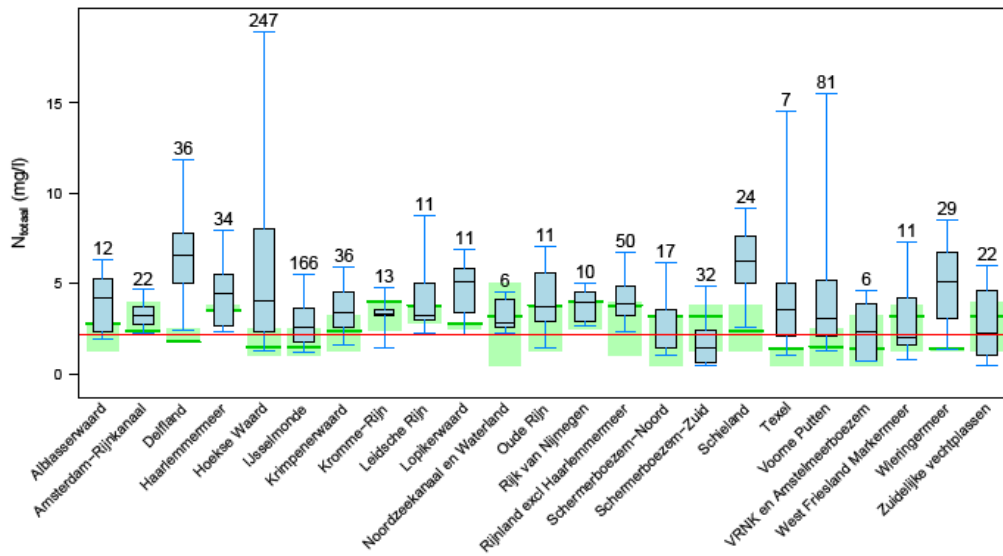
Doelrealisatie voor stikstof en fosfor in 2000 voor deelstroomgebied Rijn-midden



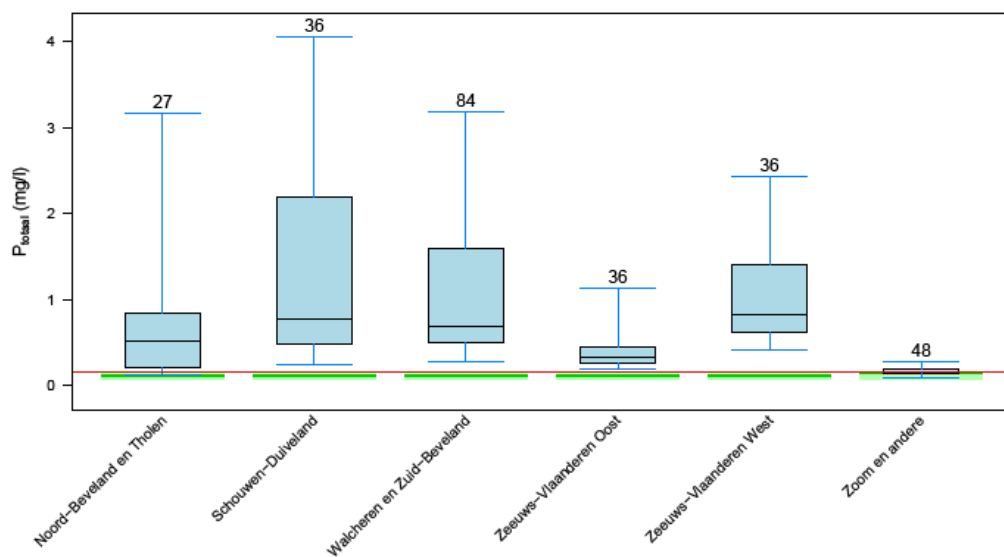
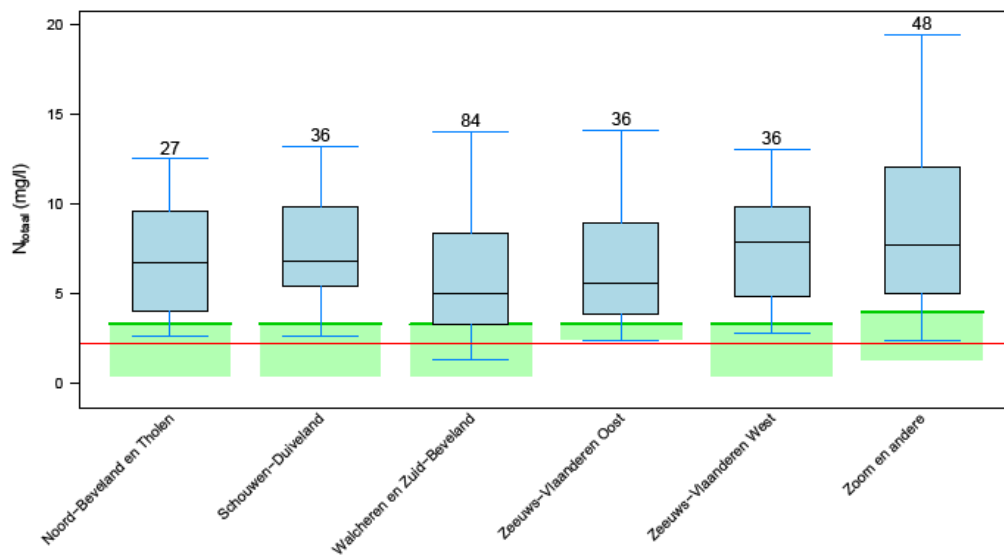
Doelrealisatie voor stikstof en fosfor in 2000 voor deelstroomgebied Rijn-noord



Doelrealisatie voor stikstof en fosfor in 2000 voor deelstroomgebied Rijn-oost



Doelrealisatie voor stikstof en fosfor in 2000 voor deelstroomgebied Rijn-west (voor de gebieden boven het Noordzee kanaal zijn default GEP's toegekend).



Doelrealisatie voor stikstof en fosfor in 2000 voor deelstroomgebied Schelde (voor de GEP's voor fosfor zijn default GEP's gehanteerd).

Bijlage 2 Potentiële aanvullende Ingrepen

‘Géén fosforkunstmest’

De voorraad fosfor in de bodem neemt niet af door evenwichtsbemesting. De effecten van mestbeleid op de uitspoeling van fosfor worden daardoor gedempt. Door géén fosforkunstmest te gebruiken wordt de hoeveelheid fosfor in de bodem aangesproken om de gewasgroei op peil te houden. Voorwaarde is dat er voldoende stikstof wordt gegeven om de gewasgroei mogelijk te maken en er geen substitutie plaatsvindt door dierlijke mest. Dat laatste is uitgangspunt geweest bij de berekeningen. Geen kunstmest geven is aantrekkelijk wanneer de gewasopbrengst gelijk kan blijven omdat kosten worden bespaard en een milieueffect wordt bereikt. Dit zal vooral het geval zijn bij hogere fosfaattoestanden van de bodem en/of bij bouwplannen met een laag aandeel fosfaatbehoeftige gewassen (Van Dijk et al., 2007). Verwacht wordt dat door het generieke mestbeleid (aanscherping van de fosforgebruiksnorm tot evenwichtsbemesting) het kunstmestgebruik op zandgrond al zal afnemen. In de huidige praktijk wordt de meeste fosforkunstmest vooral gebruikt bij de akkerbouw op klei, omdat daar het dierlijke mestgebruik (in verband met risico's op structuurbedrijf bij voorjaarstoediening) lager is dan op zandgrond. In dat geval kan het achterwege laten van kunstmestbemesting vooral bij lagere fosfaattoestanden leiden tot een suboptimale fosforvoorziening met opbrengst-derving als gevolg.

‘Verhoging efficiency (kunst)mest’

Bij deze ingreep wordt een hogere stikstof- en fosfaatbenutting nagestreefd. Dit kan in de eerste plaats worden bereikt via een hogere efficiency van toegediende meststoffen. Daarnaast hangt de benutting af van de gewassen die worden geteeld, waardoor ook verandering van het bouwplan een aangrijpingspunt vormt voor verhoging van de benutting.

Binnen de ingreep verhoging stikstofwerking kunstmest en dierlijke mest worden in deze studie 4 maatregelen meegenomen die naast elkaar en/of tegelijkertijd kunnen worden uitgevoerd:

Voorjaarstoediening (akkerbouw klei/löss)

Op klei en lössgrond wordt op akkerbouwbedrijven de dierlijke mest doorgaans (deels) in de nazomer/herfst toegediend vanwege de risico's van structuurschade bij (vroeg) voorjaarstoediening. In dat geval blijft de stikstofwerking doorgaans beperkt tot circa 20%. Verschuiving van de mestgiften naar het voorjaar geeft een verhoging van de bemestende waarde van de stikstof in dierlijke mest (afhankelijk van mestsoort en toedieningwijze is een werking mogelijk van 55-70%) doordat het toedieningstijdstip beter aansluit op de opname van het gewas. Door het toedienen van dierlijke mest in het voorjaar, wordt de dierlijke mest beter benut (hogere werkingscoëfficiënt) waardoor minder stikstofkunstmest nodig is en waardoor de stikstofverliezen naar het milieu zullen afnemen. Verschuiving van toedieningstijdstip van nazomer/herfst naar voorjaar wordt deels al afgedwongen door het generieke mestbeleid via verbod op toediening van drijfmest na 15 september in 2009 en een

verhoging van de wettelijke stikstofwerkingscoëfficiënt (van 30% in 2006 naar 60% in 2009). Een toediening in de nazomer (voor 15 september) blijft echter nog steeds mogelijk. In deze studie wordt daarom uitgegaan van een variant waarbij alle mest in het voorjaar wordt toegediend. Bij het generieke mestbeleid is ervan uitgegaan dat de helft in de nazomer en de helft in het voorjaar wordt toegediend. In deze studie wordt uitgegaan van een variant waarbij alle mest in het voorjaar wordt toegediend (maximaal rendement) en dientengevolge de kunstmestgiften zijn verlaagd. Doordat het niveau van de dierlijke mestgift gelijk blijft, heeft de maatregel geen effect op het fosfaatoverschot.

Op zandgronden wordt dierlijke mest al standaard in het voorjaar toegepast, zodat op die grondsoort nauwelijks winst te boeken valt. Bovendien is in het generieke mestbeleid de wettelijke stikstofwerkingscoëfficiënt voor op het bedrijf aangevoerde drijfmest op zand- en lössgrond in 2008 al verhoogd van 60 naar 65%.

Vergroten van de mestopslagcapaciteit

Deze ingreep is alleen van toepassing op melkveebedrijven. Wettelijk moet voor toepassing van drijfmest een stikstofwerking van 60% worden ingerekend. De werkingsgraad van dierlijke mest is daarmee echter nog steeds aan de lage kant vergeleken met kunstmest. Koplopermelkveebedrijven laten zien dat 80% werking nu reeds mogelijk is. Door het vergroten van de mestopslag hoeft er geen mest te worden uitgereden in het najaar en vroege voorjaar (onder natte omstandigheden) en kan er ook meer mest vlak voor het begin van het groeiseizoen worden uitgereden. Dit resulteert in een betere benutting van de dierlijke mest, waardoor er gekort kan worden op de gift stikstofkunstmest. Het vergroten van de mestopslag heeft weinig tot geen effect op het fosfaatoverschot.

Precisiebemesting

De maatregel bestaat uit het verhogen van de benutting van nutriënten uit toegediende kunstmeststoffen door een betere temporele en/of ruimtelijke afstemming van aanbod en opname van nutriënten (geleide bemesting). Precisiebemesting omvat een scala aan maatregelen zoals: 1) Timing (biomassasystemen, vooral N), 2) Plaatsing (o.a. rijenbemesting), 3) Plaats specifieke bemesting (o.b.v. plaats specifieke metingen en toediening, GPS) en 4) Alternatieve meststoffen (bijvoorbeeld vloeibare ammoniumhoudende meststoffen). Door precisiebemesting is het naar verwachting mogelijk om voor stikstof een efficiencyverhoging te behalen van 10%. Dit betekent dat de kunstmestgift met 10% verlaagd kan worden zonder achteruitgang van opbrengst en kwaliteit. Omdat bij maïs in de huidige praktijk de kunstmest al als rijenbemesting wordt toegediend wordt al met precisiebemesting gewerkt waardoor voor maïs geen grote winst meer is te boeken via deze ingreep. 'Precisiebemesting' is alleen toegepast op akkerbouw. Bij de akker- en tuinbouwgewassen op zand/löss is het overigens de vraag of een aanvullende vermindering van de kunstmestbemesting via precisiebemesting aanvullend op de reductie van de gebruiksnormen conform het mestbeleid gepaard blijft gaan met behoud van opbrengst.

Bouwplan aanpassen

Veranderingen in het bouwplan kunnen leiden tot een verbetering van de nutriëntenbenutting door het gewas. De nutriëntenbelasting naar het milieu kan worden gereduceerd door (een gedeelte van) uitspoelinggevoelige gewassen (o.a. consumptie- en zetmeelaardappelen) te vervangen door gewassen met een betere nutriëntenbenutting (o.a. wintertarwe). Door de efficiëntere stikstofbenutting door het gewas daalt het nutriëntenoverschot. Het effect hangt af van het areaal uitspoelinggevoelige gewassen dat vervangen wordt en het teeltgebied. In deze studie wordt er vanuit gegaan dat 25% van het areaal aardappelen wordt vervangen door wintertarwe. Het bouwplan wordt doorgaans bepaald door de markt, vervanging van een gewas zal gevolgen kunnen hebben voor het marktaanbod en voor de toeleverende en afnemende bedrijven. Daarom is gekozen voor vervanging van maximaal 25% van het aardappelareaal. Grootschaliger vervanging is weinig reëel. Gekozen is voor de vervanging van een deel van de aardappelen omdat dit gewas uitspoelinggevoelig is en bovendien een groot areaal in een gebied inneemt. Het vervangen van een uitspoelinggevoelig groentegewas kan op perceelsniveau wel effect hebben maar door het relatief geringe areaal zal het effect op gebiedsniveau gering zijn. Door deze verandering van het bouwplan kunnen ook een lichte stijging van de fosforafvoer en een daling van het fosforoverschot worden verwacht.

'Bodemsanering'

Het verlagen van de uit- en afspoeling van fosfor naar het oppervlaktewater kan o.a. worden gereduceerd door het verlagen van de fosfortoestand van de bodem. Het verlagen van de fosfortoestand kan op meerdere manieren bereikt worden. Binnen de ingreep bodemsanering is de maatregel uitmijnen uitgewerkt. Bij uitmijnen wordt minder tot geen dierlijke mest op het perceel uitgereden, voor deze studie is berekend dat met 60% van de gewasbehoefte aan fosfor een evenwichtssituatie wordt bereikt waarbij de gewasopname nog net maximaal is en waarbij dus op langere termijn beschouwd ook maximaal wordt uitgemijnd. Er moet aanvullend stikstofkunstmest worden gegeven om er voor te zorgen dat de gewasgroei niet wordt gereduceerd door een stikstoftekort als gevolg van het achterwegen laten van dierlijke mest waardoor productieverlies optreedt en dientengevolge de fosforopname vrijwel evenredig terugloopt. Op deze manier wordt fosfaat uit de bodem maximaal onttrokken. De maatregel uitmijnen wordt op alle landbouwgronden toegepast.

Deze maatregel wordt in deze studie op alle gronden toegepast. Op veen wordt in de praktijk al uitgemijnd (de dierlijke mestgiftten zijn lager omdat rekening wordt gehouden met de mineralisatie van het veen). De kleigronden hebben over het algemeen een lagere fosfaatverzadigingsgraad dan de zandgronden (Schoumans, 2004) mede omdat deze veelal gedraineerd worden (lagere grondwaterstanden). De grootste effecten worden daarom verwacht voor de natte zandgronden. Voor deze ingreep zijn berekeningen uitgevoerd waarbij de dierlijke mestgift 80%, 60% en 0% van de huidige dierlijke mestgift bedraagt om te verkennen bij welk niveau de gewasopname ongeveer gelijk blijft, dat bleek bij 60% te zijn.

'Ontwatering'

Het aanleggen van drainage is een veelgebruikt middel om de agrohydrologische omstandigheden van een perceel te verbeteren. 'Samengestelde peilgestuurde drainagesystemen' kunnen bijdragen aan een lagere stikstof en fosforbelasting naar het oppervlaktewater (Van Bakel e al. 2007). Hierbij wordt de buisdrainage verdiept aangelegd en aangesloten op een verzameldrain die uitmondt in een put waarin de ontwateringbasis kan worden geregeld (Schoumans en Kruijne, 1995). Met deze vorm van drainage wordt het water uit diepere lagen uit het perceel afgevoerd, waardoor meer gebruikt gemaakt wordt van de bufferende werking van de bodem (langere stroombanen). Doordat het water ook langer wordt vastgehouden treedt er ook minder snelle ondiepe stikstofuitspoeling op. Met name in het latere voorjaar en zomer (mei t/m september) wordt een hogere grondwaterstand opgezet. Samengestelde drainage stelt de boer in staat het grondwaterniveau perceelsgewijs te regelen en lager in te stellen op momenten dat hij met zware machines het perceel op moet (zaaien, poten en oogsten).

'Randenbeheer'

Randenbeheer grijpt aan op de oppervlakkige afvoerroutes van een perceel naar de sloot en is gericht op het reduceren van oppervlakkige vrachten ("runoff" en "interflow"). Een van de maatregelen die genomen kan worden is het aanleggen van bufferstroken. Een bufferstrook bestaat uit een bemestingvrije rand van 5m langs waterlopen, waardoor oppervlakkige afvoer van een perceel naar een sloot wordt gereduceerd. De effectiviteit van bufferstroken is afhankelijk van landgebruik, ondergrond/bodem en helling. Bufferstroken worden alleen toegepast op niet gedraineerde gronden. De bufferstroken worden aangelegd langs alle waterlopen in landbouwgebied, zijn maximaal 5 meter breed en beslaan maximaal 5% van het perceel.

'Slootbeheer'

Naast ingrepen op bedrijfs- en perceelsniveau kunnen ook maatregelen in de sloten genomen worden, waaronder het aanleggen van helofytenfilters. In een vloeiveld stroomt water over de waterbodem door een begroeiing van helofyten (riet). Deze helofytenfilters kunnen beekbegeleidend worden aangelegd of als zuiveringsmoeras. Een beekbegeleidend helofytenfilter is echter niet hetzelfde als een natte bufferstrook (moerasbufferstrook) omdat de werking anders is, een beekbegeleidend helofytenfilter is een gescheiden parallelle waterloop met helofyten die na verloop van tijd weer op de hoofdwaterloop loost. Zuiveringsmoerassen kunnen aan het eind van een kavelsloot worden aangelegd, maar ook aan het eind van een peilvak/afwaterings-eenheid. In polders zou ook het ingelaten water door een zuiveringsmoeras kunnen worden geleid. De inrichting, beheer, werking en kosten van deze verschillende vormen van maatwerk zijn echter nog zeer onzeker.

Helofytenfilters kunnen niet overal in Nederland worden toegepast. Het wel of niet aanleggen van helofytenfilters is o.a. afhankelijk van de grondsoort en waterhuishouding. Het beheer van de helofytenfilters is aangepast op de fosforbelasting van de filters.

Bijlage 3 Potentiële aanvullende Ingrepen die niet zijn uitgewerkt

Bedrijfsspecifieke excretie

Met de bedrijfsspecifieke excretie kunnen melkveehouders de mestproductie baseren op de werkelijke voor hun bedrijf geldende stikstof- en fosfaatexcretie in plaats van de berekende excretie op basis van forfaitaire waarden. Door de voerefficiëntie voor stikstof en fosfor te verhogen worden de nutriëntengehaltes in de mest lager. Een lagere werkelijke excretie dan de berekende forfaitaire excretie betekent dat er meer mest op het eigen bedrijf geplaatst kan worden. Hierdoor kunnen kosten voor mestafzet bespaard worden of ontstaat ruimte om mest aan te voeren, wat geld oplevert. Er wordt alleen een milieuwinst gerealiseerd wanneer de extra ruimte niet wordt opgevuld tot de wettelijke toegestane gebruiksnorm. Het gebruik maken van bedrijfsspecifieke excretie stimuleert veehouders weliswaar om efficiënter met mineralen om te gaan, maar levert niet per definitie milieuwinst op. Wanneer wordt opgevuld tot de gebruiksnormen dan meent het mestoverschot af maar zullen de verliezen naar het milieu niet veranderen.

'Minimaliseren stikstofoverschot'

Door afschaffing van de MINAS-wetgeving en de invoering van de mestgebruiksnormen hebben veehouders niet meer vanzelfsprekend het bedrijfsoverschot in beeld. Vanuit het oogpunt van het benutten van nutriënten verdient sturing op stikstof- en fosforoverschot aanbeveling, wat kan leiden tot een lagere belasting van het milieu. Door instrumenten ter beschikking te stellen, kennis over te dragen en deze manier van werken te promoten is dit een serieus te overwegen maatregel. Het herintroduceren van verliesnormen (MINAS) is echter bestuurlijk en politiek niet haalbaar en niet gewenst en is daarom niet uitgewerkt.

Teeltmaatregelen

Dit zijn maatregelen (anders dan bemesting) waarmee de nutriëntenverliezen mogelijk kunnen worden beperkt, zoals rassenkeuze, grondbewerking (beperking grondbewerking, egaliseren, verbetering bodemstructuur) en beregening. Omdat dergelijke maatregelen doorgaans deel uitmaken van de goede landbouwpraktijk, lastig zijn te kwantificeren en moeilijk technisch zijn uit te werken zijn ze in deze studie niet meegenomen.

Vanggewassen

Het telen van vanggewassen wordt in de praktijk op melkveebedrijven al op grote schaal toegepast via de wettelijke verplichting na maïs op zand- en lössgrond, waardoor deze ingreep op deze bedrijven niets toevoegt aan de bestaande situatie. Op akkerbouwbedrijven zijn de toepassingsmogelijkheden vaak beperkt door de relatief late oogst van veel uitspoelingsgevoelige gewassen (o.a. aardappelen en groenten). Hierdoor kunnen vanggewassen zich niet optimaal ontwikkelen en is het effect in de huidige situatie op de uitspoeling van nutriënten beperkt. Om vanggewassen effectiever te laten zijn moeten deze eerder worden gezaaid. Dat impliceert dat het hoofdgewas eerder moet worden geoogst. Dit kan worden gerealiseerd door gebruik van andere rassen en/of over te stappen op andere teelten.

Er is dan feitelijk sprake van een aanpassing van het bouwplan waarin vanggewassen een volwaardige rol spelen. Een dergelijke aanpassing in het bouwplan is niet op korte termijn te realiseren.

Gewasresten afvoeren

De ingreep bestaat uit het afvoeren van bovengrondse stikstofrijke gewasresten. Door het afvoeren van deze gewasresten wordt het stikstofoverschot op perceelsschaal verlaagd. De gewasresten kunnen 1) volledig van het bedrijf worden afgevoerd, 2) hergebruikt worden binnen het bedrijf door de gewasresten in de herfst van het land af te voeren, (op het bedrijf) te composteren en vervolgens in het daaropvolgende groeiseizoen weer op het land terug te brengen (recyclen) of 3) als co-vergistingmateriaal toevoegen aan een mestvergistinginstallatie. Voor de berekening van de kosten is het essentieel dat bekend is hoe de gewasresten worden verwerkt en wat de kosten zijn. Op dit moment vindt onderzoek plaats naar de mogelijkheden voor hergebruik van de gewasresten. Het aantal vrijheidsgraden en onzekerheden in effectiviteit en kosten is op dit moment echter te groot om deze maatregel uit te kunnen werken.

Niet beweiden

'Niet beweiden' houdt in dat het vee de gehele zomerperiode op stal blijft. In plaats daarvan wordt vers gras gevoerd (zomerstalvoeding) of geconserveerd ruwvoer ("summerfeeding"). Bij beweiden komt de feces en urine onregelmatig op het land terecht, waardoor nutriënten niet efficiënt benut worden en vooral het stikstofverlies relatief groot is door uitspoeling, afspoeling en gasvormige verliezen (N_2 en N_2O). Door het weidemanagement te verbeteren kunnen de verliezen wel verminderd worden. Hierbij kan gedacht worden aan het verlagen van de beweidingintensiteit (minder overlap van urineplekken), eerder opstallen in het najaar en meer bijvoeren (excretieverlaging). Opstallen levert echter niet uitsluitend milieuvoordelen op maar ook nadelen omdat meer stikstof verloren gaat door ammoniakemissie en omdat het oogsten van gras en het uitrijden van mest energie vraagt (afwenteling). Bovendien kunnen ook bij het uitrijden van drijfmest extra verliezen ontstaan wanneer onder relatief natte omstandigheden mest wordt uitgereden. Door schaalvergroting is beweiding steeds minder vanzelfsprekend geworden, ondanks dat met beweiding gemiddeld een beter bedrijfsresultaat behaald wordt dan met opstallen. Veel veehouders kiezen echter voor opstallen, omdat dit veel zorgen rondom de planning van het graslandgebruik wegneemt, waardoor de bedrijfsvoering vereenvoudigt. Daarbij brengt de kavelstructuur bij het groter worden van de bedrijven sneller beperkingen met zich mee (bijvoorbeeld grote loopafstanden of een te kleine huiskavel) en houden steeds meer boeren door het gebruik van een automatisch melksysteem (melkrobot) melkvee op stal. Opstallen is dus een maatregel die door de autonome ontwikkelingen al wordt uitgevoerd.

Gemengde bedrijven

Het grootschalig (her)introduceren van gemengde bedrijven maakt dat de mestproductie binnen het eigen bedrijf wordt afgezet. De totale veedichtheid en daarmee de mestproductie zullen echter hierdoor niet afnemen en opnieuw kan

worden opgevuld tot de gebruiksnormen. Deze ingreep zal daarom geen milieueffect hebben.

Erf-afspoeling reduceren

Afspoeling van de erfverharding, vrijkomend vocht uit kuilgras en kuilmais, en afspoeling van looppaden en ligplekken van melkvee kunnen lokaal tot rechtstreekse belasting op de sloten leiden. Of dit gebeurt is in belangrijke mate afhankelijk van de bedrijfsvoering. De indruk bestaat dat de verschillen groot zijn. Waar deze uit- en afspoeling plaatsvindt, welke belasting deze waar veroorzaakt en welke effecten via welke maatregelen zijn te halen is niet voldoende bekend om de effectiviteit van deze maatregel op nationale schaal te kwantificeren.

Samengestelde peilgestuurde drainage op veen en klei

De effecten van samengestelde drainage zijn recent verkend voor natte zandgronden (Van Bakel et al. 2008). Op veen worden proeven gedaan naar het effect van onderwaterdrains in combinatie met het opzetten van slootpeilen. Deze resultaten kunnen niet worden toegepast op of geëxtrapoleerd worden naar kleigebieden.

Natuurvriendelijke oevers

Van natuurvriendelijke oevers mogen positieve ecologische effecten worden verwacht. Effecten op de nutriëntenhuishouding van deze maatregel hebben overlap met maatregelen als mestvrije zones, maaisel afvoeren, natte bufferstroken, beekbegeleidende zuiveringsmoerassen e.d. en zijn met de huidige kennis niet afzonderlijk te kwantificeren. Natuurvriendelijke oevers zou kunnen worden gezien als een (inrichting)variant van (sloot)randenbeheer.

Drinkbakken plaatsen

Door het plaatsen van drinkbakken langs de sloten in veenweidegebieden, worden de slootranden niet door het vee vertrapt, waardoor er minder bagger als gevolg van afkalven in de sloten terechtkomt en dus ook minder stikstof en fosfor. De effecten van deze maatregel kunnen echter op dit moment niet worden gekwantificeerd/ te **weinig kennis**.

(Sloot)Maaisel afvoeren

Bij deze maatregel blijft het maaisel van de slootkanten niet liggen en wordt het slootmaaisel niet op het talud of de insteek gedeponed, maar worden beide als gewasresten afgevoerd of ondergewerkt in het perceel (telt niet mee voor de gebruiksnorm). Deze maatregel is interessant voor zowel stikstof als fosfor en zal vooral de eerste jaren effectief zijn. Op dit moment **ontbreekt** echter de **kennis** t.a.v. de processen in de sloottaluds om deze maatregel mee te kunnen nemen.

Baggeren

Bij baggeren wordt een deel van de onderwaterbodem verwijderd en op de slootkant geplaatst of over het perceel verspreid. Baggeren heeft (door verdiepen) een positief effect op de ecologie, mogelijk neemt ook de nalevering uit de waterbodem af. Indien bagger op de slootkant wordt geplaatst, kan verwacht worden dat stikstof en fosfor teruglekken naar het oppervlaktewater. Niet bekend is of opbrengen van bagger op

het land leidt tot mobilisatie van in de bagger aanwezige nutriënten (en zware metalen). Ook voor deze ingreep is er op dit moment te weinig kennis in optredende processen, waardoor het effect niet goed kan worden gekwantificeerd. Onderzoek hiernaar is recent door LNV opgestart (Rietra, Van Beek en Harmsen 2008). Geheel afvoeren van bagger, opslag en verwerken lijkt te duur.

Verdiepen

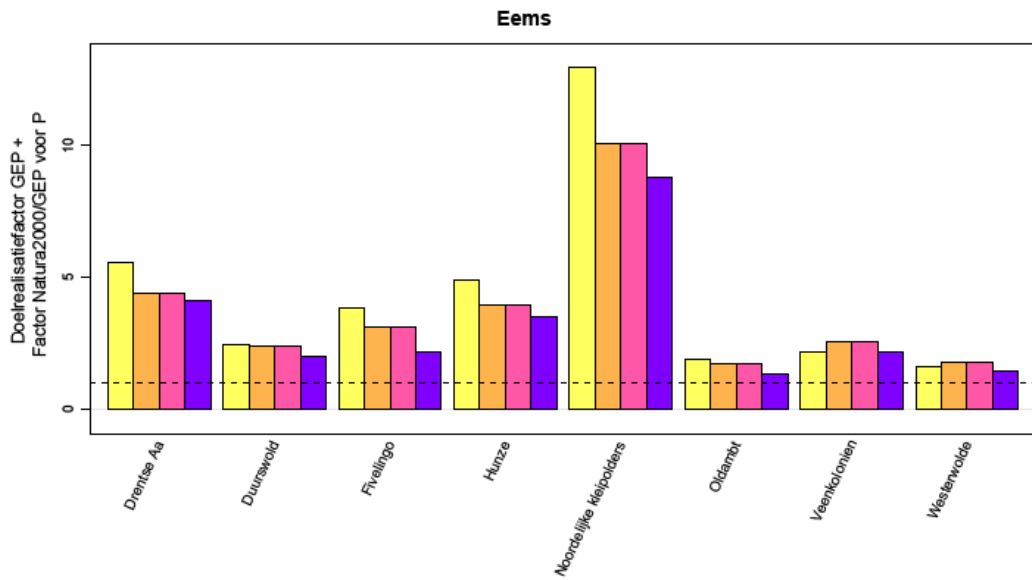
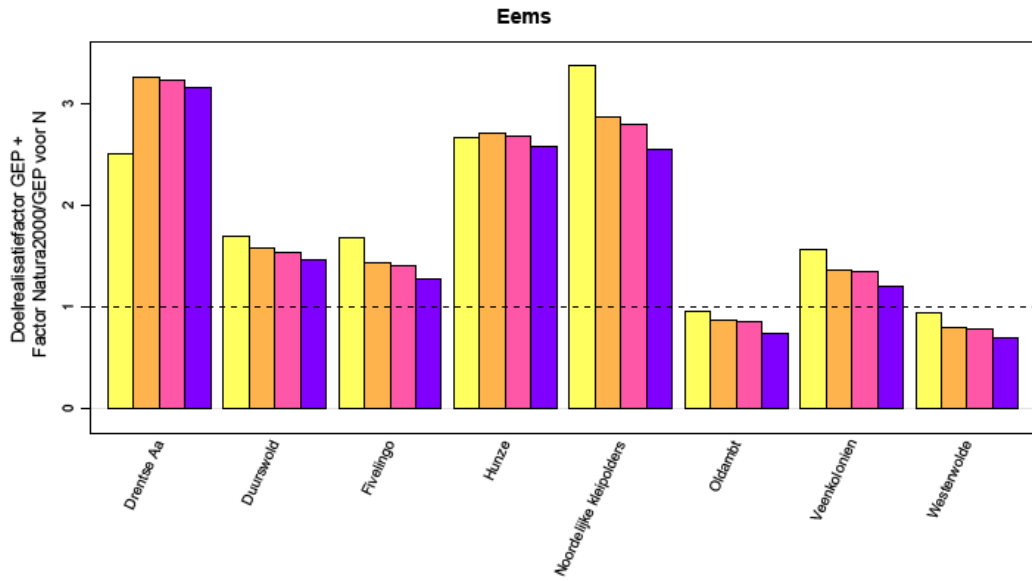
Verdiepen van de sloten leidt tot wijzigingen in lichtinval en temperatuur in het water en kan een positief effect hebben op de ecologische toestand. Het verdiepen van sloten leidt voor zover bekend niet of nauwelijks tot veranderingen in de nutriëntenconcentraties. Of de vrachten veranderen is niet goed onderzocht/bekend. De effecten van verdiepen van sloten op de nutriëntenhuishouding is met de huidige kennis niet te kwantificeren.

Bijlage 4 Doelrealisatie GEP's in 2015

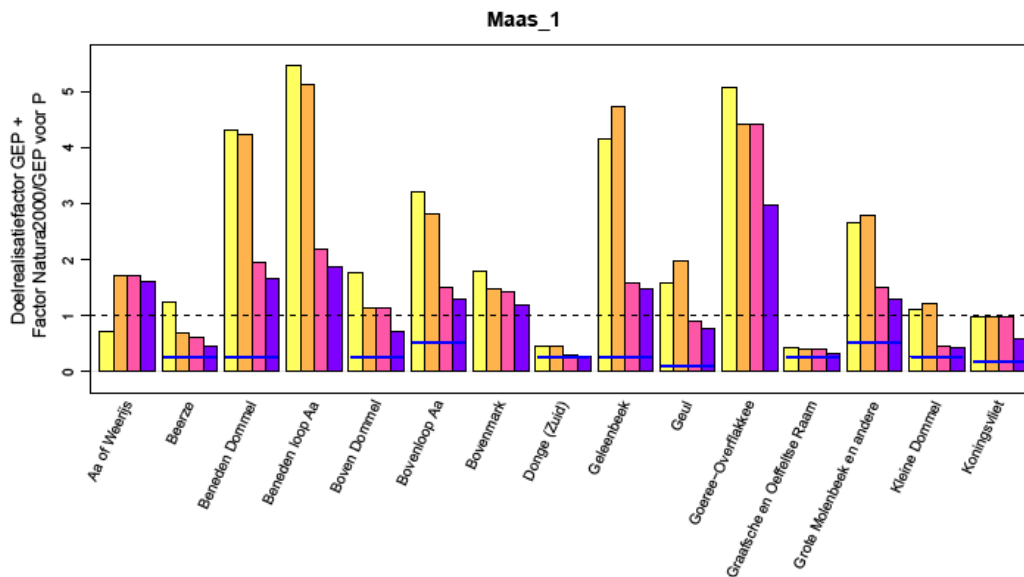
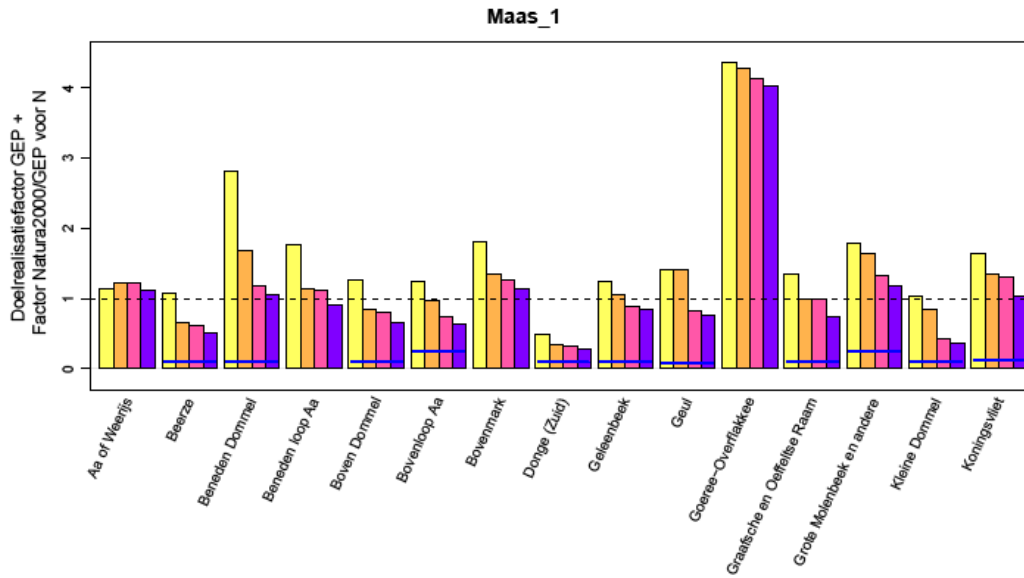
In de figuren wordt de doelrealisatie voor de referentie en de varianten als afstand tot de GEP-nutriëntenorm in een deelgebied weergegeven via staafdiagrammen. De GEP-nutriëntenorm is daardoor voor alle gebieden gelijk aan de factor 1. Zijn de staven in de figuren groter dan 1 dan is de GEP-nutriëntenorm niet gehaald, zijn de staven kleiner dan 1 dan is de doelstelling gerealiseerd.

De Natura 2000 normstelling voor nutriënten is voor alle gebieden met een oppervlaktewaterdoelstelling (dus ook de binnen een stroomgebied gelegen Natura 2000 gebieden) als factor tot de GEP-nutriëntenorm in een deelgebied weergegeven met blauwe doorlopende lijnen.

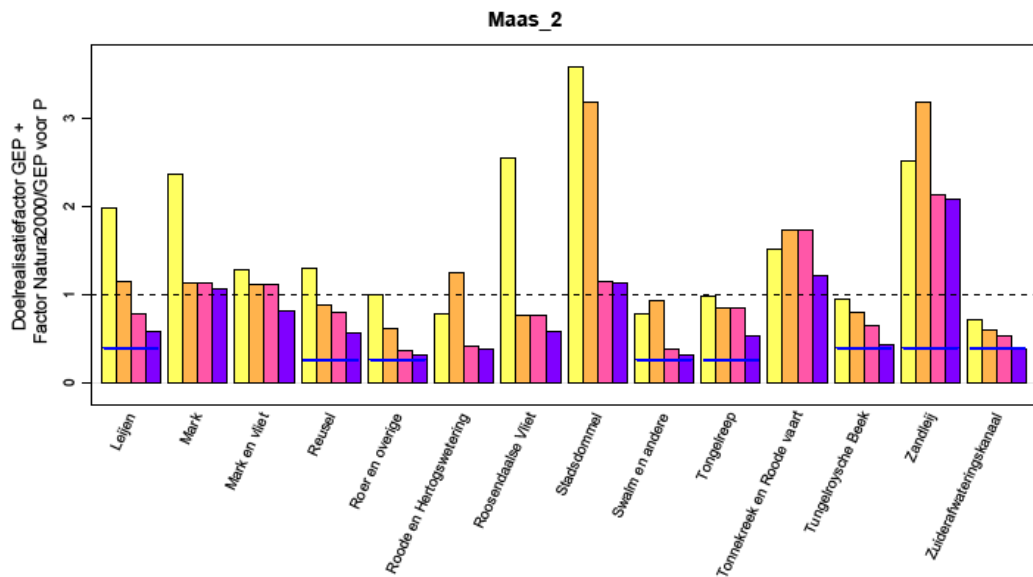
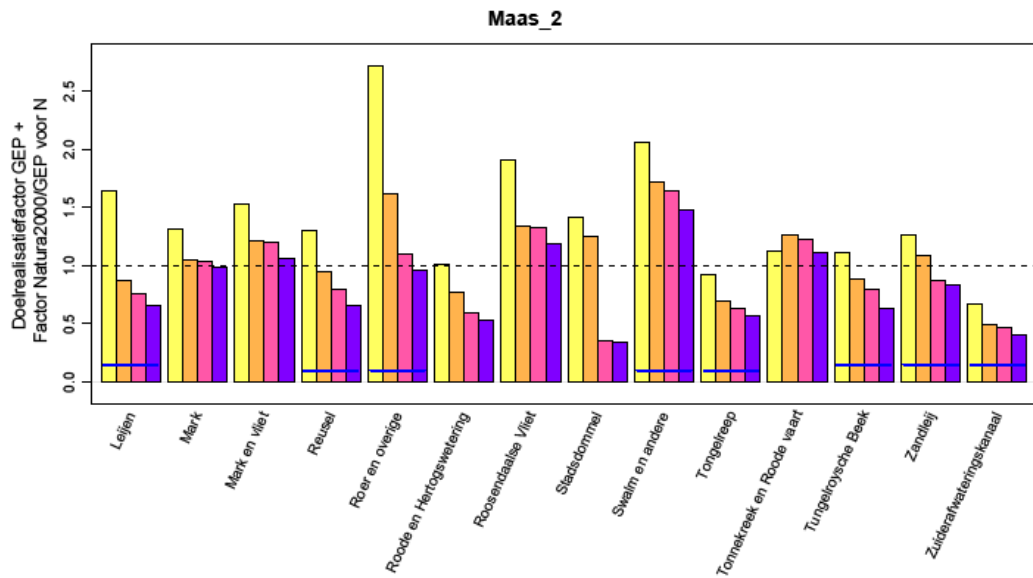
Legenda staven van links naar rechts: 'Referentie 2000', 'Mestbeleid', 'KRW-pakket', 'PLUS-pakket'



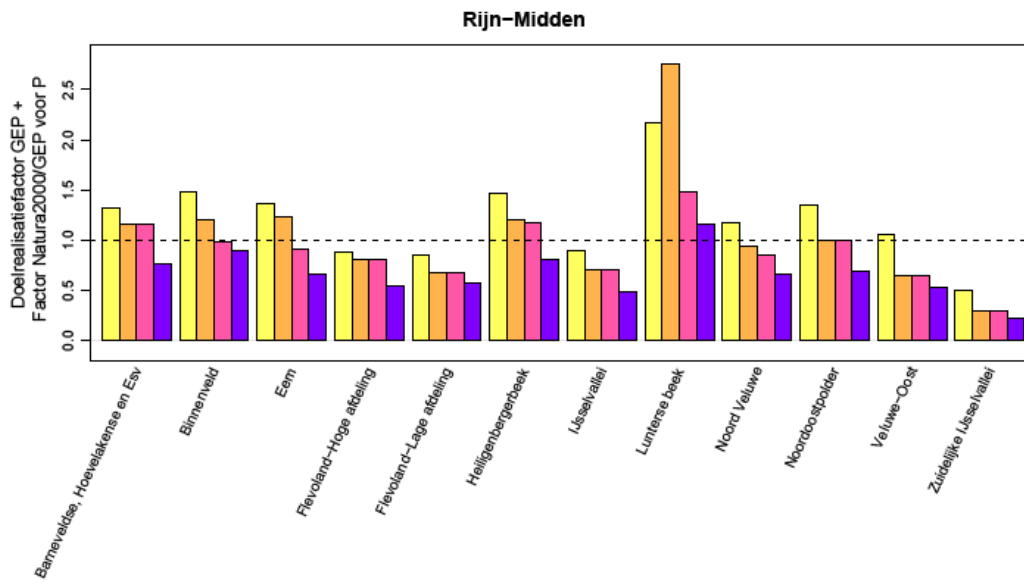
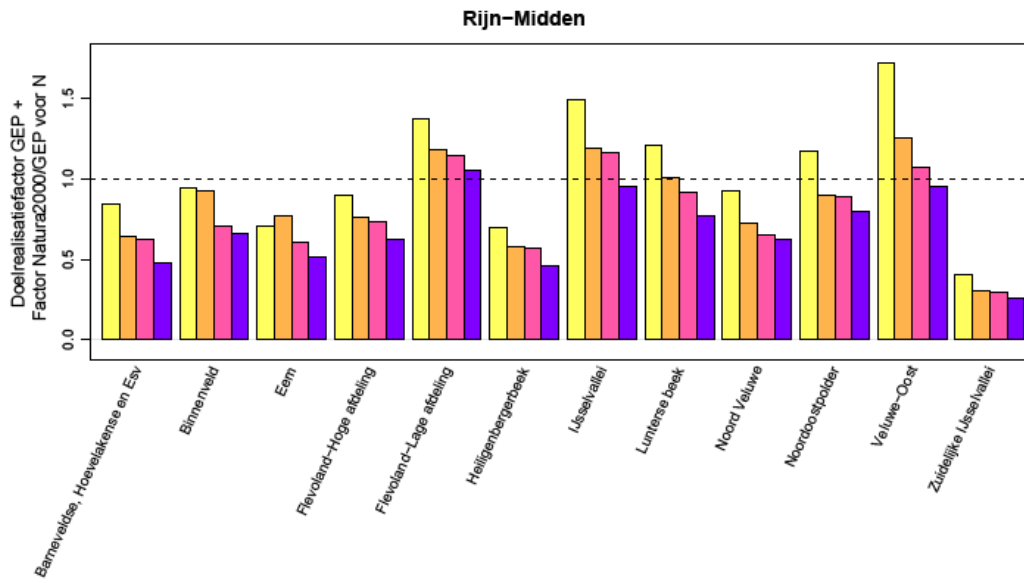
Doelrealisatie zomerhalfjaar voor stikstof en fosfor in 2015 voor deelstroomgebied Eems.



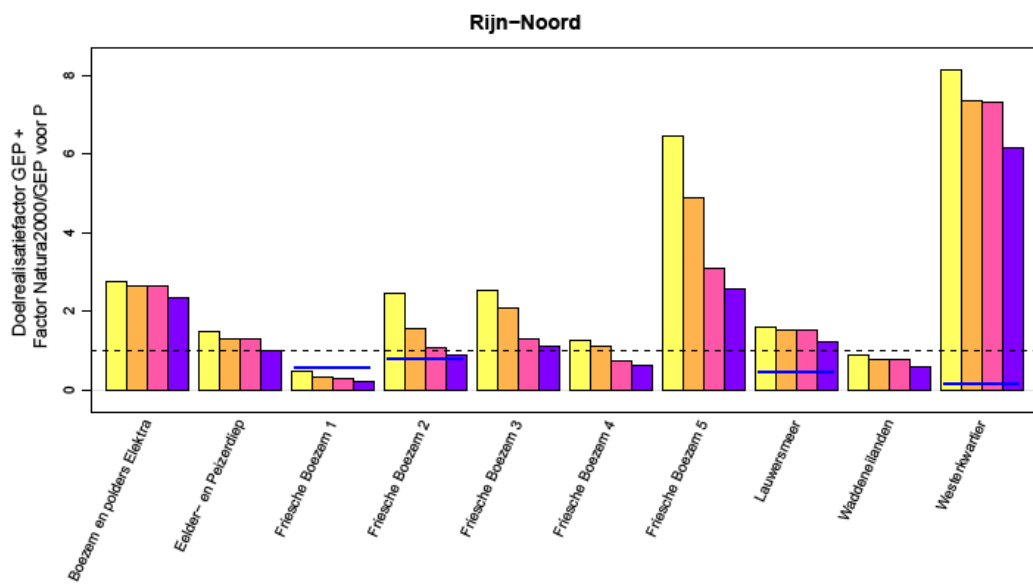
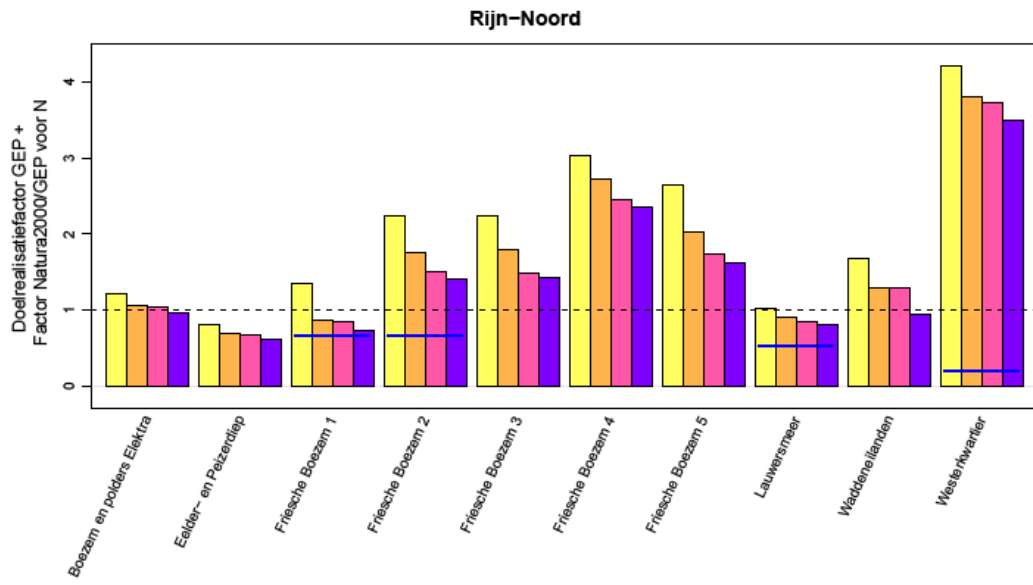
Doelrealisatie zomerhalfjaar voor stikstof en fosfor in 2015 voor deelstroomgebied Maas (voor het hele beheersgebied zijn default GEP's toegekend). 1e figuur.



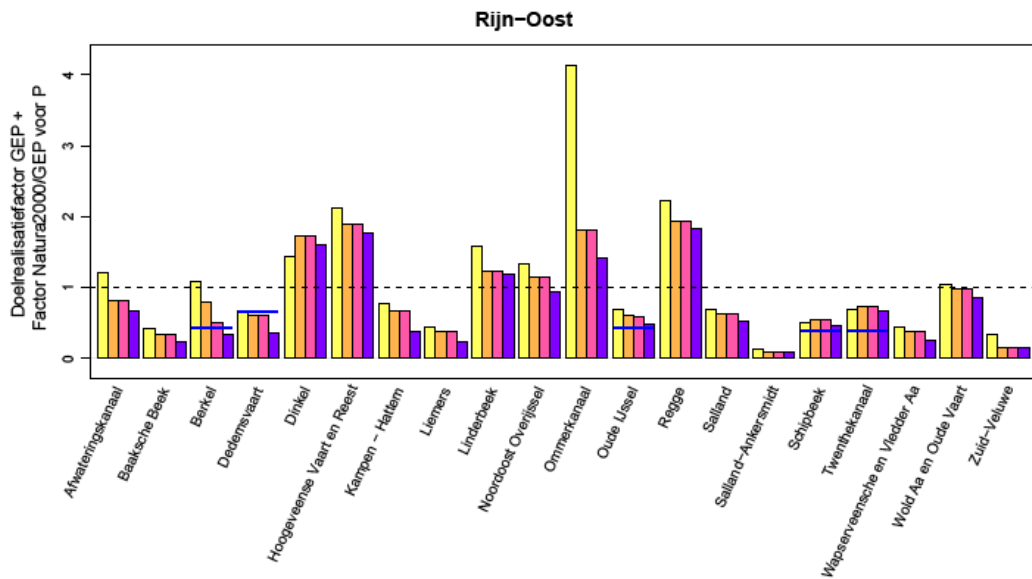
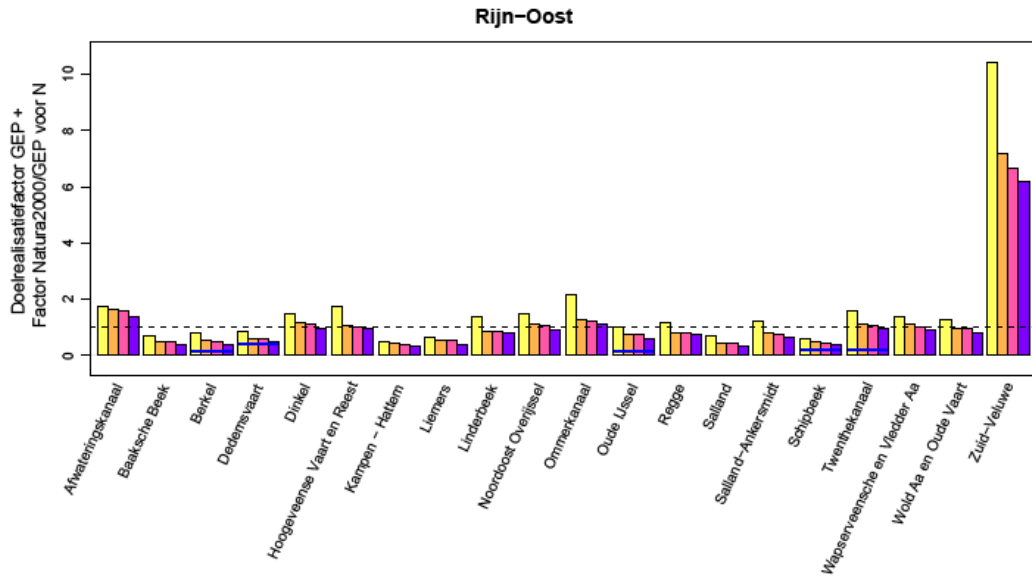
Doelrealisatie zomerhalfjaar voor stikstof en fosfor in 2015 voor deelstroomgebied Maas (voor het hele beheersgebied zijn default GEP's toegekend). 2e figuur



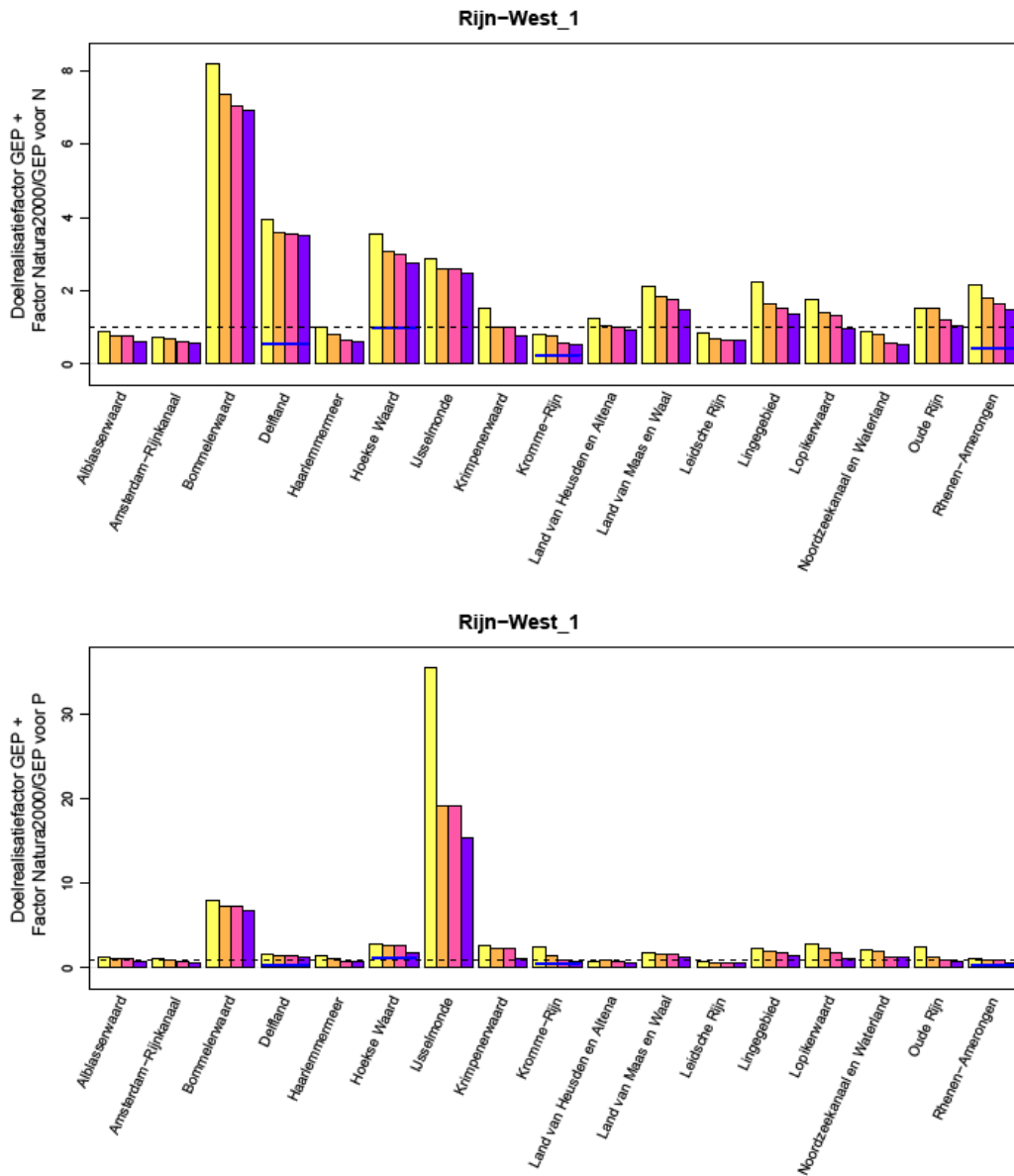
Doelrealisatie zomerhalffjaar voor stikstof en fosfor in 2015 voor deelstroomgebied Rijn-midden



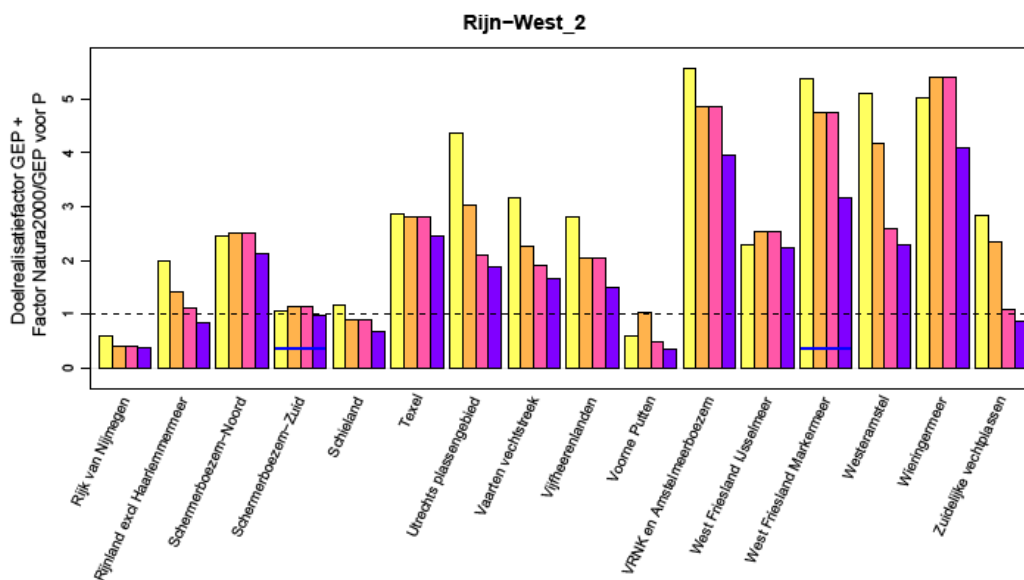
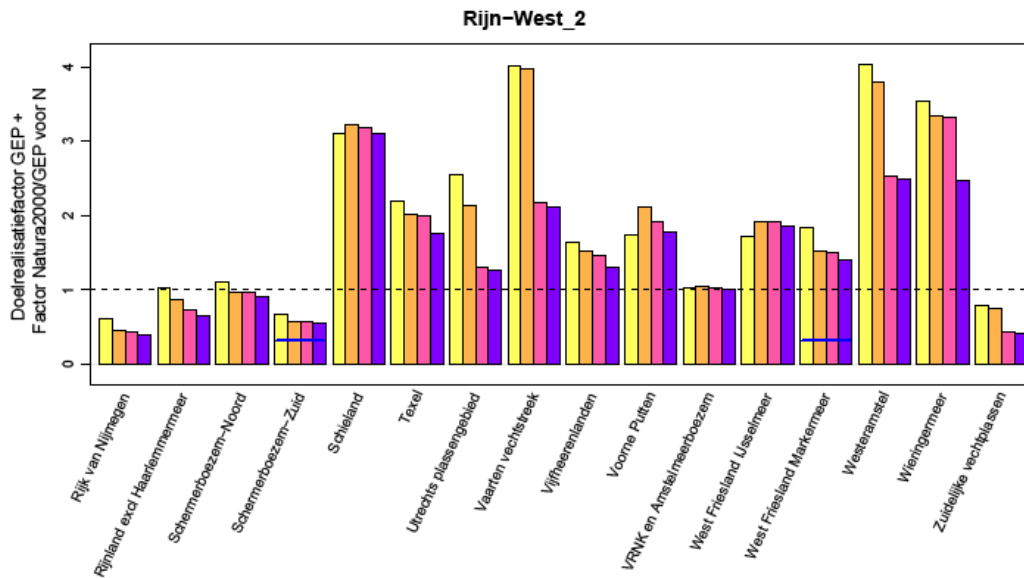
Doelrealisatie zomerhalfjaar voor stikstof en fosfor in 2015 voor deelstroomgebied Rijn-noord



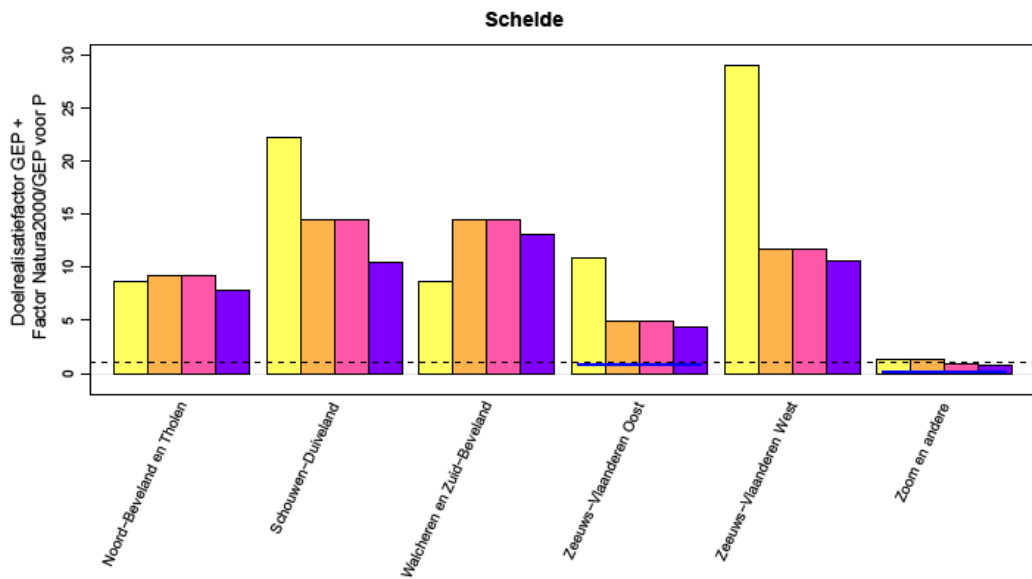
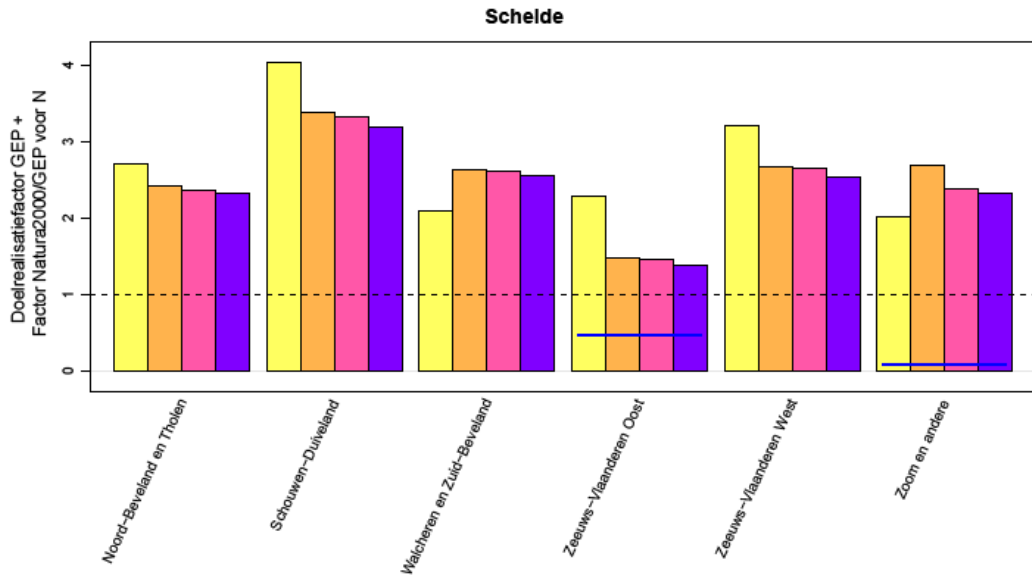
Doelrealisatie zomerhaljaar voor stikstof en fosfor in 2015 voor deelstroomgebied Rijn-oost



Doelrealisatie zomerhalfjaar voor stikstof en fosfor in 2015 voor deelstroomgebied Rijn-west (voor de gebieden boven het Noordzee kanaal zijn default GEP-s toegekend). 1e figuur.



Doelrealisatie zomerhalfjaar voor stikstof en fosfor in 2015 voor deelstroomgebied Rijn-west (voor de gebieden boven het Noordzee kanaal zijn default GEP-s toegekend). 2e figuur.



Doelrealisatie zomerhalfjaar voor stikstof en fosfor in 2015 voor deelstroomgebied Schelde (voor de GEP's voor fosfor zijn default GEP's gehanteerd).