



MONITORING STROOMGEBIEDEN EEN TUSSENRAPPORT

MEERJARIG MONITORINGSPROGRAMMA NAAR DE UIT- EN
AFSPOELING VAN NUTRIËNTEN VANUIT LANDBOUWGRONDEN
IN STROOMGEBIEDEN EN POLDERS

MONITORING STROOMGEBIEDEN EEN TUSSENRAPPORT

MEERJARIG MONITORINGSPROGRAMMA NAAR DE UIT- EN
AFSPOELING VAN NUTRIËNTEN VANUIT LANDBOUWGRONDEN
IN STROOMGEBIEDEN EN POLDERS FEBRUARI 2010

Inhoud

Voorwoord	3		
1 Monitoring Stroomgebieden in het kort	4		
1.1 Waarom een tussenrapport?	4		
1.2 Het project in het kort	5		
1.2.1 Het doel	5		
1.2.2 De achtergrond	5		
1.2.3 De werkwijze	5		
1.3 Vier pilotgebieden	6		
1.4 De projectfasen	8		
1.4.1 De stand van zaken	8		
2 Hoe is de waterkwaliteit?	9		
2.1 Meten in het oppervlaktewater	9		
2.2 Extra meetpunten	9		
2.3 De waterkwaliteit	10		
2.4 Meer informatie uit de meetresultaten	11		
2.4.1 Fluctuaties in de tijd	11		
2.4.2 Verschillen tussen de delen van het stroomgebied	13		
3 Herkomst van de nutriënten	21		
3.1 Herkomst stikstof en fosfor	21		
3.2 De bronnen op nationale schaal	21		
3.2.1 Landbouw als bron	22		
3.3 Bronnenanalyse op stroomgebiedsniveau	23		
3.3.1 De bronnen op een rij	25		
3.4 Van meten naar berekenen	27		
3.4.1 Validatie	27		
3.4.2 Modelleren van het oppervlaktewatersysteem	28		
3.4.3 Naar het kwantificeren van de effecten van het mestbeleid	29		
4 Van mest naar oppervlaktewater	31		
4.1 Routes en processen in het landsysteem	31		
4.1.2 Data-analyse neerslag en nutriëntenconcentratie	34		
4.2 Routes en processen in het oppervlaktewatersysteem	37		
4.2.1 Retentie	38		
4.2.2 Processen per stroomgebied	38		
5 De effecten van het mestbeleid	41		
5.1 Het mestbeleid	41		
5.2 Het mestgebruik	42		
5.2.1 Mestgebruik per stroomgebied	43		
5.3 De effecten van het mestbeleid	45		
6 Monitoren van het mestbeleid	49		
6.1 Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid	49		
6.2 Meten	49		
6.3 De rol van de landbouw	50		
6.4 De inzet van modellen	50		
6.5 Monitoring Stroomgebieden? Meer dan meten!	51		
6.6 Blauwdruk Monitoring	52		
6.6.1 Meten of modelleren	53		
7 Evaluatie	55		
7.1 De kennisvragen op een rij	55		
7.2 Vervolg	58		
8 Literatuurlijst	60		
Colofon	68		

Voorwoord

Het voorliggende rapport is geen eindrapport, maar een tussenrapport. Sinds 2003 is er hard gewerkt aan het project Monitoring Stroomgebieden. Dit heeft geresulteerd in maar liefst vier klappers met in elke klapper zestien rapporten. Daarnaast zijn er nog tien rapporten in voorbereiding. Al met al de hoogste tijd om de balans van al deze onderzoeksresultaten op te maken.

Het project Monitoring Stroomgebieden wordt in opdracht van de Ministeries LNV, V&W en VROM uitgevoerd. Daarnaast spelen de betrokken waterbeheerders een belangrijke rol. Doordat we de afgelopen jaren zo intensief met de pilotgebieden zijn bezig geweest is er een goede band met deze waterbeheerders ontstaan. Sinds dit jaar is Deltares ook mede-opdrachtnemer van het project. Dit zorgt voor een extra impuls in dit onderzoek.

De afgelopen jaren hebben we gemerkt dat de belangstelling voor het project Monitoring Stroomgebieden toenam. Het beantwoorden van aanvullende beleidsvragen met onderzoeksresultaten werd steeds urgenter. De Commissie-Spiertz had dit in 2000 al voorzien. Zij sprak: “Ook in het kader van toekomstige wetgeving (Europese Kaderrichtlijn Water, ammoniakbeleid en natuurbeleid) is onderzoek op regionaal en stroomgebied-niveau essentieel.” Hierdoor ontstond er spanning op de uitvoering van het project, maar het is ook prettig te merken dat we onderzoek uitvoeren dat ertoe doet.

Zoals ik hiervoor al schetste, gaat het hier om een tussenrapport. In dit tussenrapport wordt de stand van zaken over de kennis die in het kader van dit project is opgedaan beschreven. De - soms nieuwe - kennisvragen die door de stuurgroep Monitoring Stroomgebieden zijn opgesteld, dienen hierbij als leidraad. In dit tussenrapport wordt dus beschreven waar we na zes jaar Monitoring Stroomgebieden staan bij de beantwoording van deze kennisvragen. Dit is een eerste aanzet - na vervolg van het project - voor een mooi eindrapport.

Dorothee van Tol - Leenders

Projectleider Monitoring Stroomgebieden

Alterra, onderdeel van Wageningen UR



Monitoring Stroomgebieden in het kort

1.1 Waarom een tussenrapport?

Waardevolle resultaten

Het project Monitoring Stroomgebieden is in 2003 opgestart als tien- tot vijftienjarig project om het effect van het in 1984 ingevoerde mestbeleid te kunnen vaststellen. Inmiddels is zes jaar onderzoek gedaan waarin veel kennis is opgedaan die ook op dit moment al zeer waardevol is voor beleidmakers, waterbeheerders en landbouwers. Dit rapport zet die nieuwe kennis en inzichten op een rij.

Daarnaast heeft de overheid continu een grote behoefte aan antwoorden op beleidsvragen voor het ontwikkelen, evalueren en aanpassen van het beleid. Voor acht actuele kennisvragen op het gebied van mestbeleid en oppervlaktewaterkwaliteit wordt in dit rapport weergegeven welke antwoorden kunnen worden gegeven met de kennis die in dit onderzoeksproject is opgedaan, of in de nabije toekomst nog wordt opgedaan.

1.2 Het project in het kort

1.2.1. Het doel

Het leggen van de relatie mest-oppervlaktewater

Het project Monitoring Stroomgebieden is opgezet met twee doelen:

1. Het kwantificeren van het effect van het mestbeleid op de oppervlaktewaterkwaliteit op stroomgebiedsniveau
2. Het afleiden van een blauwdruk waarmee in andere stroomgebieden de effecten van het mestbeleid kunnen worden gemonitord

1.2.2. De achtergrond

Onvoldoende gegevens

Sinds de intensivering van de landbouw in de jaren '50 is het oppervlaktewater meer en meer belast geraakt met nutriënten en voedingsstoffen. Om de kwaliteit van drinkwater en zwemwater te waarborgen en natuurlijke ecosystemen te beschermen, zijn Europese doelen vastgesteld voor oppervlaktewater. Dat betekent in de praktijk dat de nutriëntenconcentratie in het water moet worden teruggebracht. Om dat te bereiken is – onder meer – in 1984 een mestbeleid ingevoerd. In het project Monitoring Stroomgebieden wordt nagegaan of dat mestbeleid effectief is.

Dit project is niet het eerste dat een relatie probeert te leggen tussen het mestbeleid en de oppervlaktewaterkwaliteit. Uit vele landelijke pogingen die daartoe al zijn gedaan, bleek keer op keer dat er onvoldoende gegevens en niet de juiste methodes voorhanden zijn om de effecten van het mestbeleid op het oppervlaktewater aan te tonen. Om voor eens en voor altijd alle ontbrekende kennis daartoe op te doen, is in november 2002 – op advies van de Commissie-Spiertz II, onderschreven door de ministeries LNV, VROM en V&W – besloten een intensief onderzoek op te zetten op stroomgebiedsniveau, waarin het land- en oppervlaktewatersysteem met de daarin spelende processen tot in detail wordt uitgeplozen. Die kennis is nodig om een betrouwbaar model en een monitoringsysteem te kunnen bouwen waarmee de effecten van het mestbeleid zijn vast te stellen, te volgen en te voorspellen.

1.2.3. De werkwijze

Gewoon even meten?

Het lijkt eenvoudig, het vaststellen van het effect van het mestbeleid op de oppervlaktewaterkwaliteit. Dit zou je moeten kunnen doen door de waterkwaliteit te meten voor en na de invoering van een mestbeleid en vast te stellen of daartussen een verband is. Maar zo eenvoudig is het niet. Bij constatering van een verandering in de waterkwaliteit is niet wetenschappelijk aangetoond dat het mestbeleid daarvan de oorzaak is. Daarvoor moet eerst worden uitgesloten dat er andere effecten meespelen. In de eerste plaats kunnen er basale omstandigheden veranderd zijn, zoals het aantal hectares landbouwgrond dat van invloed is op het water of de hoeveelheid regenval en inlaatwater. Maar ook kunnen allerlei processen een rol spelen in de verandering van nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater, zoals omzettingsprocessen in het water of in de bodem. Het is daarom belangrijk te weten waar de nutriënten die vastgesteld worden precies vandaan komen en wat er onderweg mee gebeurt. Welk deel van de opgebrachte mest komt in het oppervlaktewater terecht? Hoeveel van de nutriënten blijven in de bodem achter en onder welke omstandigheden spoelen nutriënten uit? En welke invloed heeft de watervegetatie eigenlijk op het gehalte nutriënten in het oppervlaktewater?

Evenzo geldt: als er géén verandering in de waterkwaliteit wordt gevonden, kan dan worden gesteld dat het mestbeleid geen effect heeft gehad op het oppervlaktewater? Want op welke plaats moet gemeten worden om dat eventuele effect vast te stellen? Is één meetpunt voldoende? En hoe vaak moet er gemeten worden, om toeval uit te sluiten bijvoorbeeld?

Hoewel er in Nederland veel in het water gemeten wordt, is het duidelijk dat daarmee niet een-twee-drie het effect van het mestgebruik – en daarmee het mestbeleid – is vast te stellen.

Om dat wel te kunnen doen, is kennis nodig van het oppervlaktewatersysteem; van de bronnen en routes van de nutriënten, van de omzettingsprocessen in het oppervlaktewatersysteem en in de bodem. Als in een gebied die processen benoemd én gekwantificeerd zijn, is het mogelijk om daaruit de invloed van het mestbeleid op de oppervlaktewaterkwaliteit te destilleren.

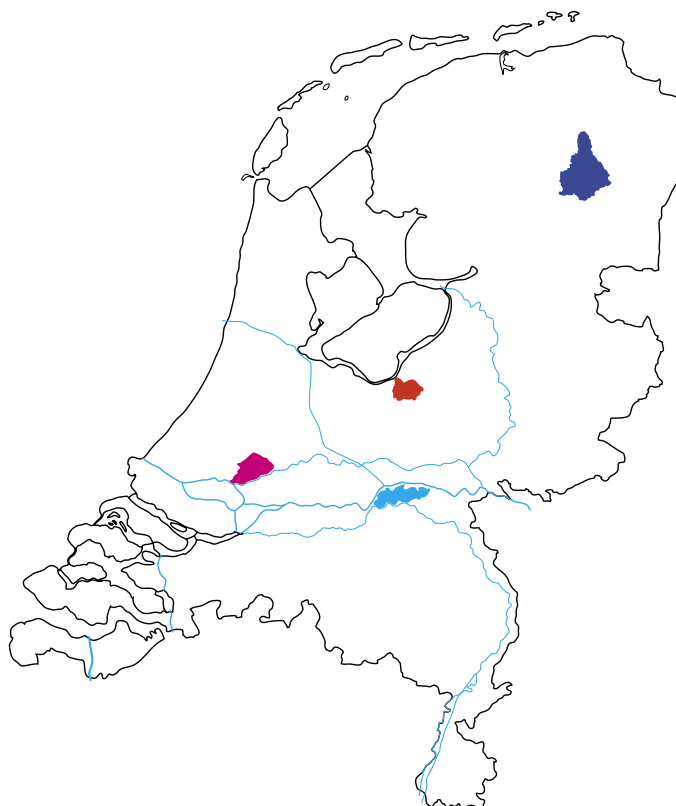
1.3 Vier pilotgebieden Zand, klei, veen

Om tot algemene uitspraken te kunnen komen over de relatie tussen de waterkwaliteit en het mestbeleid wordt gedetailleerd onderzoek gedaan in vier gebieden die uiteenlopende Nederlandse landschapstypen vertegenwoordigen en waarbij de waterbeheerders hun medewerking konden verlenen aan het project.

De proefgebieden zijn:

- de Drentse Aa, een zandgebied met lage nutriëntenbelasting
- de Schuitenbeek, een zandgebied met hoge nutriëntenbelasting
- de Krimpenerwaard, een veenpolder
- Quarles van Ufford, een bemalen rivierkleigebied

Figuur 1
Ligging van de vier proefgebieden
van het project Monitoring
Stroomgebieden.





Drentse Aa ZAND

Het stroomgebied van de Drentse Aa is een onder natuurlijk verval afwaterend systeem van circa 30.000 hectare groot waarin inziggebieden en kwelgebieden te onderscheiden zijn. In perioden met neerslag wordt er veel water afgevoerd via het oppervlaktewater vanwege de weerstand van de keilemlagen. Daarnaast heeft het gebied te maken met langzame kwelstromen.

Het stroomgebied bestaat voor negentig procent uit zandgronden met in de beekdalen laagveen. Iets meer dan de helft van het oppervlak van het stroomgebied bestaat uit agrarisch gebied. Hiervan is weer ongeveer de helft in gebruik als grasland. Een derde van het oppervlak van het stroomgebied is natuur. (2-I)



Schuitenbeek ZAND

Het stroomgebied van de Schuitenbeek (ten zuiden van Putten en ten oosten van Nijkerk) is ongeveer 7500 hectare groot. Het is een onder natuurlijk verval afwaterend gebied met vrijwel uitsluitend zandgronden. Ongeveer de helft van het areaal bestaat uit landbouwgronden die zich met name in het lager gelegen westelijke deel bevinden. Het overgrote deel is in gebruik als grasland. In het oostelijke, hooggelegen deel komt vooral bos en heide voor. (2-II)



Krimpenerwaard VEEN

De Zuid-Hollandse Krimpenerwaard is een veengebied van circa 12.000 hectare groot waarin verschillende waterpeilen worden gehanteerd. Het waterpeil wordt bereikt door inlaten, stuwen en gemalen. Wateraanvoer vindt plaats vanuit de Hollandse IJssel en de Lek. Het overtollige water wordt naar de rivier gepompt via gemalen. Het overgrote deel van de bodem in de Krimpenerwaard bestaat uit een veenpakket dat door ontwatering steeds lager is komen te liggen, tot 1 à 2 meter beneden de zeespiegel. Sinds de ontginning van het gebied worden de klei- en veengronden als grasland gebruikt. Verschillende gebieden zijn ook deels afgeplagd voor het behoud van de natuurwaarden. (2-III)



Quarles van Ufford KLEI

Het bemalingsgebied Quarles van Ufford ligt in het Land van Maas en Waal en is circa 12.000 hectare groot. Het grootste deel van het jaar kan er onder vrij verval op de Maas worden afgewaterd. Een klein deel van het jaar, bij hoge waterstanden in de Maas, wordt bemaling toegepast. Het gebied wordt ontwaterd via een stelsel van weteringen. Het water komt binnen via vijf inlaten waarvan er twee onder vrij verval uit de Maas aanvoeren.

Het gebied ligt binnen de winterdijken en bestaat voornamelijk uit rivierkleigronden met hier en daar een ondiepe zandbaan waar de weerstand van de deklaag kleiner is, waardoor meer kwel en wegzijging optreedt.

Ongeveer tachtig procent van het gebied is landbouwgrond, waarvan het grootste deel als grasland in gebruik is. De overige twintig procent is bebouwd. (2-IV)

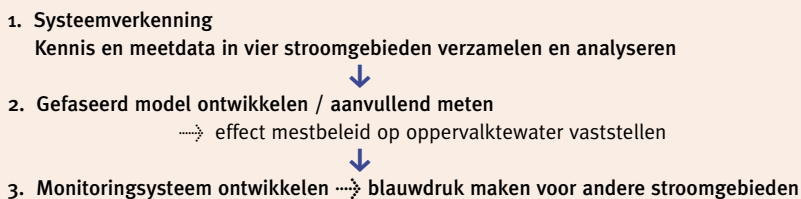
1.4 De projectfases

Inventariseren, meten, modelleren

In de vier onderzoeksgebieden is alle bestaande kennis van het oppervlaktewaterstelsel en de waterkwaliteit verzameld. Vervolgens zijn waar nodig extra veldmetingen gedaan. Deze aanvullende metingen hebben kennishiaten binnen de gebieden opgevuld en zijn ingezet voor de bouw van een model dat de relaties tussen alle onderdelen in het oppervlaktewaterstelsel betrouwbaar en gedetailleerd weergeeft. Dat model is gebouwd als afgeleide van een bestaand, landelijk model (STONE), dat in fases is verfijnd en uitgebreid op basis van steeds gedetailleerdere systeemkennis en gebiedsdata. Aanpassingen in het model zijn steeds getoetst aan meetgegevens uit het gebied, waarmee direct duidelijk werd of de aanpassing resulteerde in een beter werkend model. Bovendien is op die manier duidelijk geworden welke meetgegevens essentieel zijn om tot betrouwbare uitkomsten te komen en welke gegevens minder bijdragen aan een betrouwbare uitkomst van modelberekeningen. Dat is belangrijke informatie om uiteindelijk tot een kostenefficiënt monitoringsysteem te kunnen komen.

Het verfijnde model vormt dus samen met de metingen het monitoringsysteem waarmee de effecten van het mestbeleid in de vier gebieden te volgen zijn. Uiteindelijk resulteert dat in een blauwdruk voor een monitoringsysteem dat toepasbaar is in andere stroomgebieden, zodat daar ook het effect van het mestbeleid op de waterkwaliteit is vast te stellen.

Tabel 1
De gehanteerde
projectaanpak.



1.4.1. De stand van zaken

De laatste kennishiaten opvullen

Op dit moment bevindt het project zich in stap 2. In de vier gebieden is alle bestaande kennis geïnventariseerd en zijn historische en lopende meetgegevens geïnventariseerd. Waar nodig wordt nu extra kennis opgedaan via aanvullend onderzoek, bijvoorbeeld om de water- en stoffenbalansen sluitend te maken.

Als dit stadium is afgerond, kan de relatie mestbeleid-oppervlaktewaterkwaliteit worden vastgesteld op stroomgebiedsniveau. Daartoe wordt een model ontwikkeld.



Hoe is de waterkwaliteit?

2.1 Meten in het oppervlaktewater

Nutriëntgehaltenes vaststellen

Met name tot begin jaren tachtig, maar ook daarna, is de oppervlaktewaterkwaliteit onder invloed van diverse bronnen sterk belast geraakt met stikstof en fosfor. Het mestbeleid is er (onder meer) op gericht de kwaliteit van het oppervlaktewater te verbeteren. Om de effecten van dat beleid op de oppervlaktewaterkwaliteit vast te stellen, moet vanzelfsprekend allereerst de waterkwaliteit bekend zijn. Daartoe worden de nutriëntgehaltenes gemeten en getoetst aan de geldende normen. Om vervolgens het verband te leggen met het mestbeleid is meer nodig; zoals kennis van de bronnen van de nutriënten die in het water gevonden worden. Maar alles begint bij het meten van de oppervlaktewaterkwaliteit.

2.2 Extra meetpunten

Meer meten in ruimte en tijd

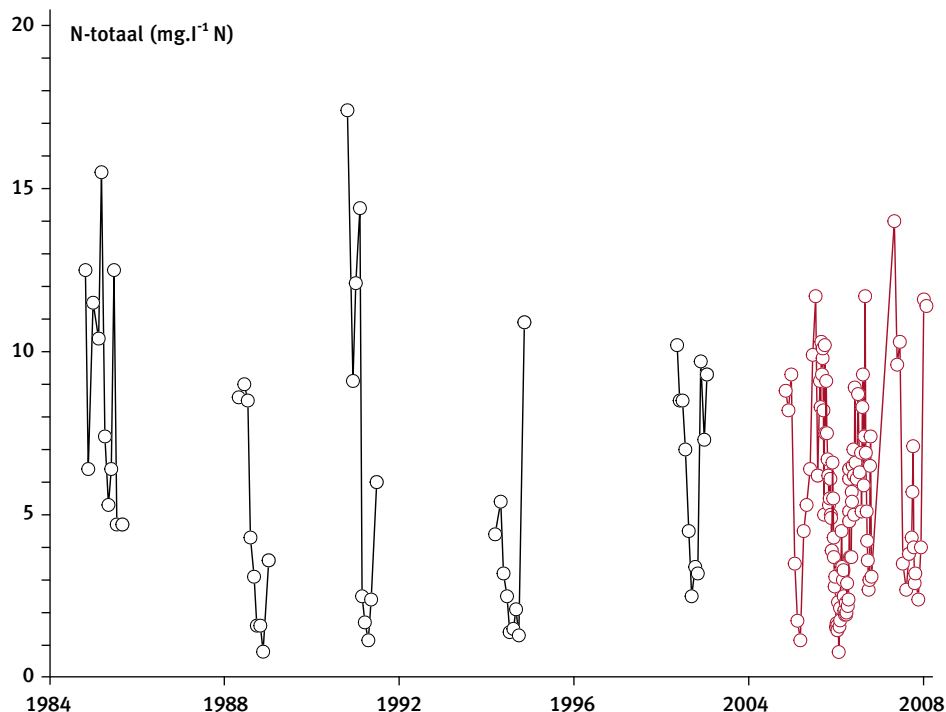
Door de waterbeheerders werd en wordt in de vier pilotgebieden al routinematig gemeten om de oppervlaktewaterkwaliteit te bewaken. De locatie van de metingen, de wijze van meten en de meetfrequentie varieert echter sterk tussen de gebieden. De metingen bleken geen sluitende nutriëntenbalansen op te leveren en zelfs geen

sluitende waterbalansen.

Om meer inzicht te krijgen in de gehalten en de aan- en afvoer van nutriënten in de stroomgebieden worden sinds 2004 in ieder gebied extra metingen uitgevoerd op speciaal geselecteerde locaties, zoals in het inlaatwater in de poldersystemen of in de haarvaten van sterk landbouwbeïnvloede beeksystemen. Op bestaande meetpunten van de waterbeheerders is daarnaast intensiever gemeten in de tijd (figuur 2.1). Daarmee ontstaat meer inzicht in het verloop van de nitraatconcentraties in de tijd. Daarnaast zijn continue meetstations ingericht om het verloop van de nutriëntenconcentraties in de tijd goed en gedetailleerd te kunnen volgen. (3-I t/m 3-IV)

2.3 De waterkwaliteit

Figuur 2.1
Gemeten stikstofconcentraties in het landbouwgedomineerde meetpunt het Zeegersloopje in de Drentse Aa. Vanaf 2004 wordt hier intensiever gemeten. (20)



Toetsen aan de normen

Om de oppervlaktewaterkwaliteit in de vier pilotgebieden te beoordelen, worden de nutriëntengehaltes getoetst aan de grenswaarden van de gebiedsgerichte normen uit de waterbeheersplannen, de zogenaamde normen voor Goed Ecologisch Potentieel (GEP) (tabel 2.1). Deze normen gelden voor het zomerhalfjaar (1 april – 30 september) omdat dat de meest kritische periode is voor veel organismen in het oppervlaktewater.

De GEP-normen zijn door de betreffende waterbeheerders vastgesteld. Eerder is in

Tabel 2.1
Gebiedsgerichte normen (GEP)
voor de vier pilotgebieden.

Gebied	Totaal-stikstof zomergemiddelde (mg.l ⁻¹ N)	Totaal-fosfor zomergemiddelde (mg.l ⁻¹ P)
Drentse Aa	2,2	0,08 – 0,10
Schuitenbeek	4,0	0,14
Krimpenerwaard	2,4	0,22
Quarles van Ufford	2,8	0,15

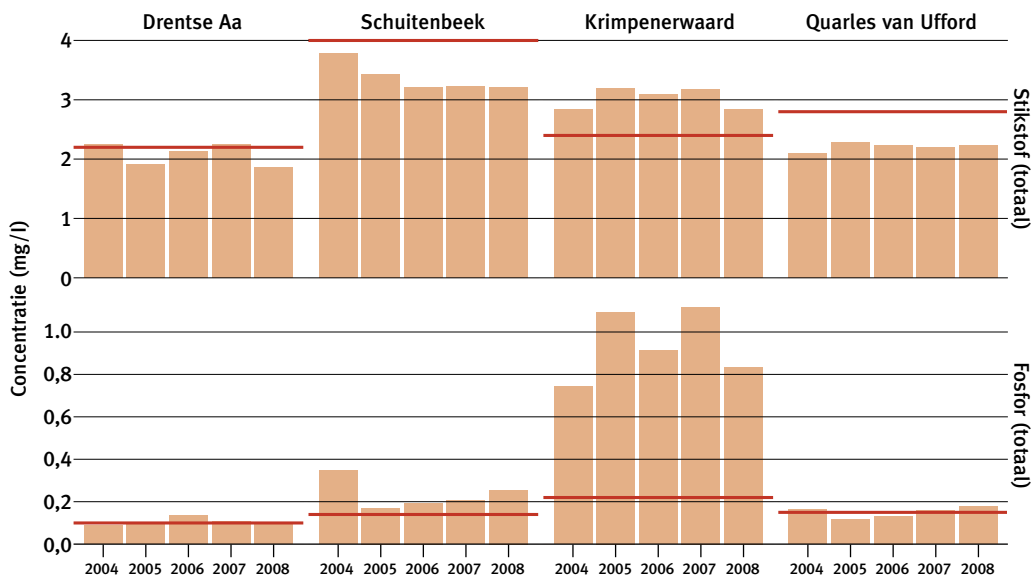
het project Monitoring Stroomgebieden de oppervlaktewaterkwaliteit getoetst op basis van Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR). Deze zomergemiddelde MTR-normen waren $2,2 \text{ mg.l}^{-1} \text{ N}$ en $0,15 \text{ mg.l}^{-1} \text{ P}$, uniform voor Nederland. Hierdoor liet deze eerdere toetsing een grotere overschrijding voor de pilotgebieden zien. (9)

2.4 Meer informatie uit de meetresultaten

Variatie

Uit de metingen die aanvullend op de metingen van de waterbeheerders zijn uitgevoerd, blijkt allereerst dat er grote verschillen bestaan in de nutriëntenconcentraties in de vier gebieden, met name in de fosforconcentraties in het oppervlaktewater. Zo zijn de fosforconcentraties in de Krimpenerwaard (veengebied) het hoogst en in de Drentse Aa (zandgebied) het laagst. Voor de stikstofconcentraties zijn de verschillen minder groot (figuur 2.2). (20)

Figuur 2.2
Gemeten zomergemiddelde concentraties stikstof- en fosfor in het oppervlaktewater in de vier pilotgebieden voor alle meetlocaties, per jaar. De rode lijnen geven de gebiedsspecifieke normen weer. (20)



Bij nadere bestudering van de meetgegevens blijken er meer variaties te zien, zowel in de tijd als ruimtelijk. Zo variëren de nutriëntenconcentraties sterk in zomer en winter. In de winterperiode zijn de stikstofconcentraties in de drie gebieden Drentse Aa, Schuitenbeek en Krimpenerwaard min of meer gelijk en die in het kleigebied Quarles van Ufford lager. In de zomerperiode zijn juist de concentraties in de Drentse Aa het laagst. Uit deze en andere variaties in de meetgegevens is potentieel veel informatie te halen die bijdraagt aan het inzicht over de processen die spelen in een stroomgebied.

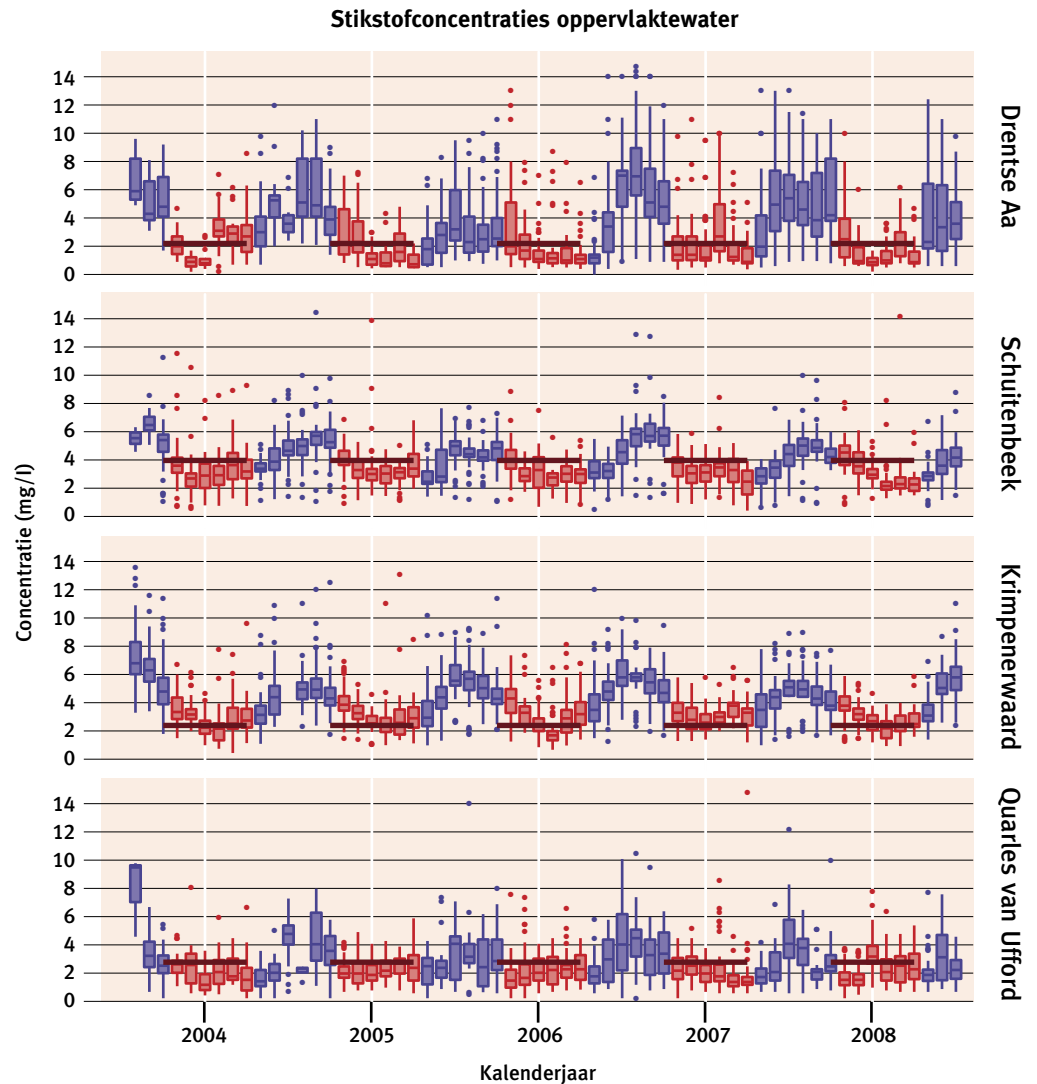
2.4.1 Fluctuaties in de tijd

Zomer en winter

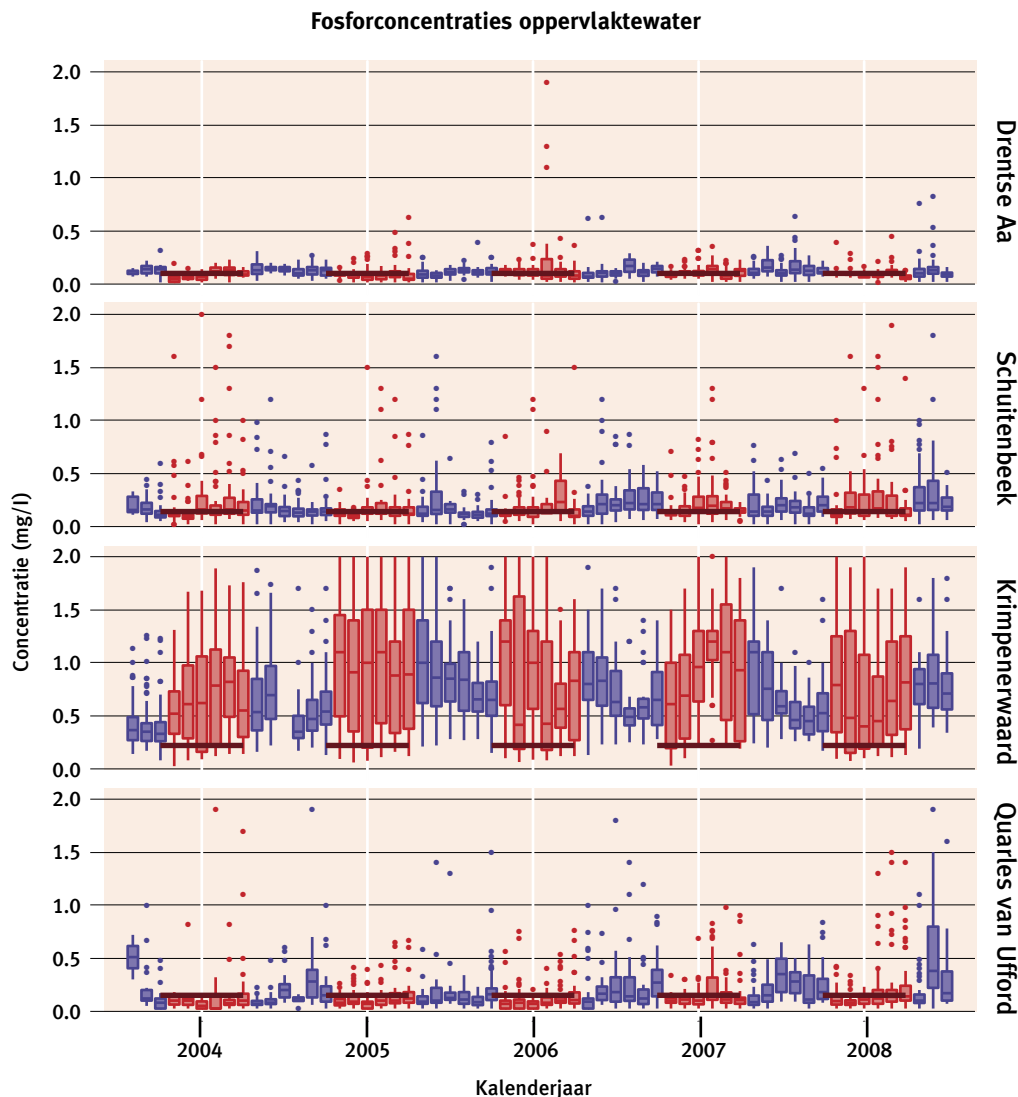
Bekijk je de meetgegevens wat gedetailleerder, bijvoorbeeld per maandgemiddelde waarde in plaats van per zomergemiddelde (figuur 2.3 en 2.4), dan wordt duidelijk dat de zomer- en wintergehalten sterk verschillen. Ook verschijnen er soms enorme pieken. In het gebied Quarles van Ufford lijken de fosforconcentraties relatief laag te zijn, zelfs meestal onder de norm, maar de forse pieken die voorkomen kunnen van groot ecologisch belang zijn. Iets vergelijkbaars gebeurt met de stikstofconcentra-

ties in de Drentse Aa: vaak onder de norm, maar soms even er flink boven. Duidelijk wordt dat een enkele meting op een willekeurig tijdstip in het jaar weinig zegt over de variatie in concentraties gedurende een jaar.

Figuur 2.3
Gemeten maandstatistieken van de stikstofconcentraties in het oppervlaktewater voor de vier pilotgebieden voor de periode 2004 – 2008 voor alle meetlocaties opgesplitst in zomer (rood) en winter (blauw). De donkerrode lijnen geven de gebiedsspecifieke norm weer.
(20)



Figuur 2.4
Gemeten maandstatistieken
fosforconcentraties in het
oppervlaktewater voor de vier
pilotgebieden voor de periode
2004 – 2008 voor alle meetlocaties
opgesplitst in zomer (rood) en winter
(blauw). De donkerrode lijnen geven
de gebiedsspecifieke norm weer.
(20)



2.4.2 Verschillen tussen de delen van het stroomgebied

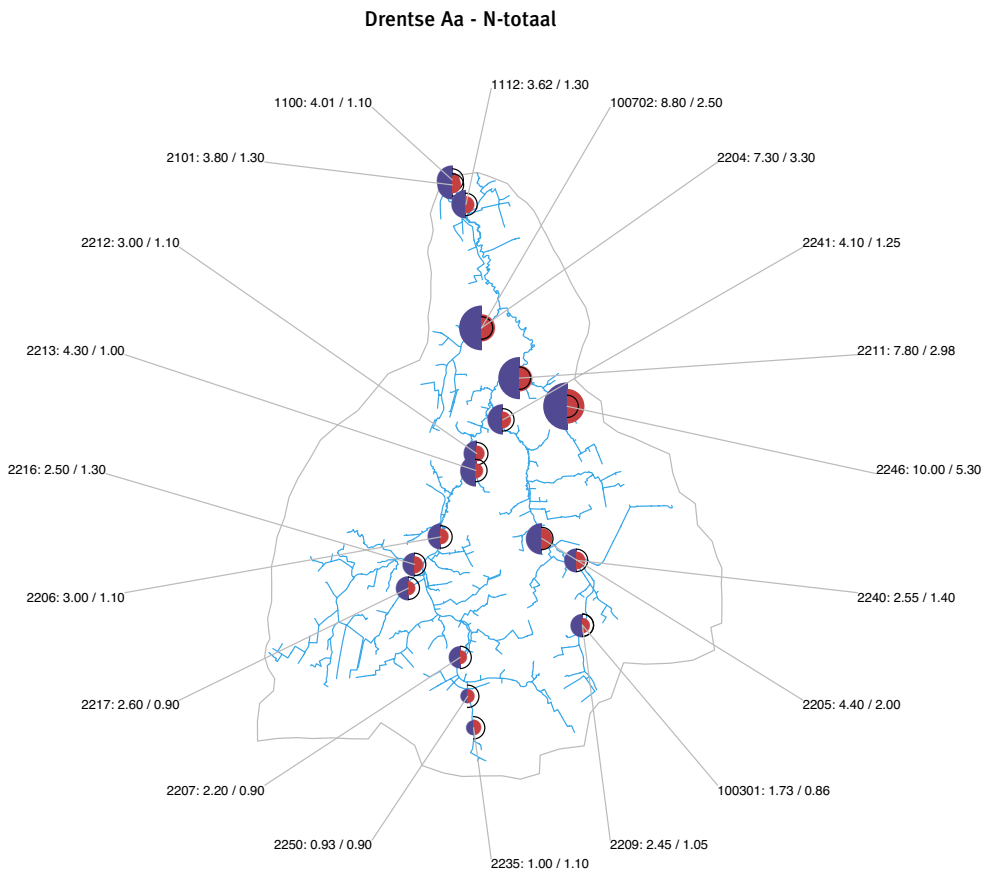
Variaties in ruimte

Behalve in de tijd, verschillen de concentraties ook nog eens fors in ruimte. Voor de Drentse Aa bijvoorbeeld blijft de gemiddelde waargenomen stikstofconcentratie voor het zomerhalfjaar weliswaar onder de norm van $2,2 \text{ mg.l}^{-1}$ totaal-stikstof (figuur 2.2), toch zijn er enkele meetlocaties waar deze norm wel degelijk wordt overschreden (figuur 2.5). Voor de Drentse Aa komt de gemiddelde waargenomen fosforconcentratie voor het zomerhalfjaar overeen met de norm van $0,10 \text{ mg.l}^{-1}$ totaal-fosfor (figuur 2.2). Ook ruimtelijk gezien is dit beeld, in tegenstelling tot het stikstofbeeld, constant (figuur 2.6). Ook in de Schuitenbeek blijft de gemiddelde stikstofconcentratie voor het zomerhalfjaar onder de norm van $4,0 \text{ mg.l}^{-1}$ totaal-stikstof (figuur 2.2). Hier wordt de norm op slechts een meetlocatie overschreden (meetlocatie 25309; figuur 2.7). In de Schuitenbeek is ruimtelijk wel variatie in de gemeten fosforconcentraties. Opvallend hierbij is dat voor een aantal locaties juist hogere fosforconcentraties in het zomerhalfjaar worden aangetroffen (figuur 2.8).

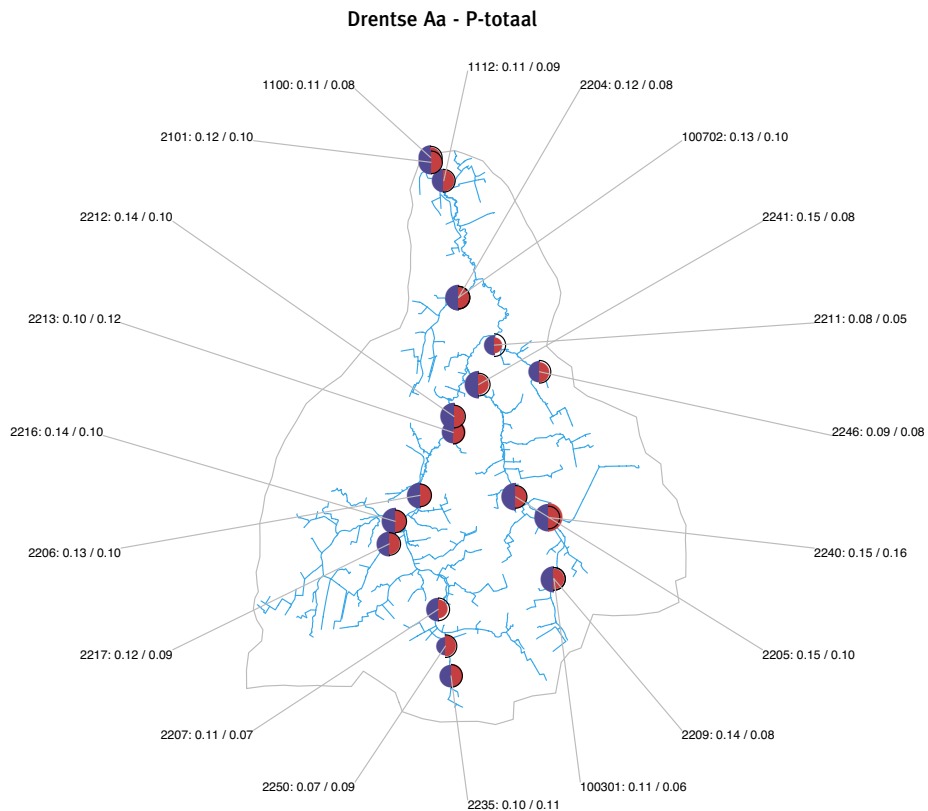
In de Krimpenerwaard overschrijdt de gemiddelde stikstofconcentratie voor het zomerhalfjaar wel de norm van $2,4 \text{ mg.l}^{-1}$ totaal-stikstof (figuur 2.2). Slechts in een kwart van de meetlocaties blijft de gemiddelde stikstofconcentratie in het zomerhalfjaar onder de norm van $2,4 \text{ mg.l}^{-1}$ totaal-stikstof (figuur 2.9). Voor de Krimpenerwaard komt de gemiddelde waargenomen fosforconcentratie voor het zomerhalfjaar lang niet overeen met de norm van $0,22 \text{ mg.l}^{-1}$ totaal-fosfor (figuur 2.2). Ook ruimtelijk gezien is dit beeld van overschrijding van de norm constant (figuur 2.10). Alleen de locatie 'Nooitgedacht' (meetlocatie KOP 0435; figuur 2.10), waar sinds 1993 niet meer wordt bemest, laat geen overschrijding van de norm zien.

In het gebied Quarles van Ufford blijft de gemiddelde stikstofconcentratie voor het zomerhalfjaar eveneens onder de norm van $2,8 \text{ mg.l}^{-1}$ totaal-stikstof (figuur 2.2). Slechts tien procent van de meetlocaties laat in het zomerhalfjaar een overschrijding van de norm voor stikstof zien (figuur 2.11). In Quarles van Ufford is één meetlocatie die een duidelijke overschrijding van de fosforconcentraties in het zomerhalfjaar laat zien, meetlocatie PMWo190 (figuur 2.12). Dit is een van de vier meetlocaties in een B-watergang in Quarles van Ufford. De overige drie (PMWo186, PMWo187, PMWo220) zitten onder de norm maar laten wel in het winterhalfjaar hogere fosforconcentraties zien dan de overige meetpunten in de A-watergangen. Opvallend is verder dat één van de meetlocaties bij een inlaatpunt (PMWo154) veel lagere fosforconcentraties heeft dan de andere inlaatpunten. Mogelijk speelt retentie in de plas waar het maaswater doorheen moet, voordat het de polder instroomt, hier een rol. Op dit moment lopen aanvullende metingen door Waterschap Rivierenland om dit te verifiëren.

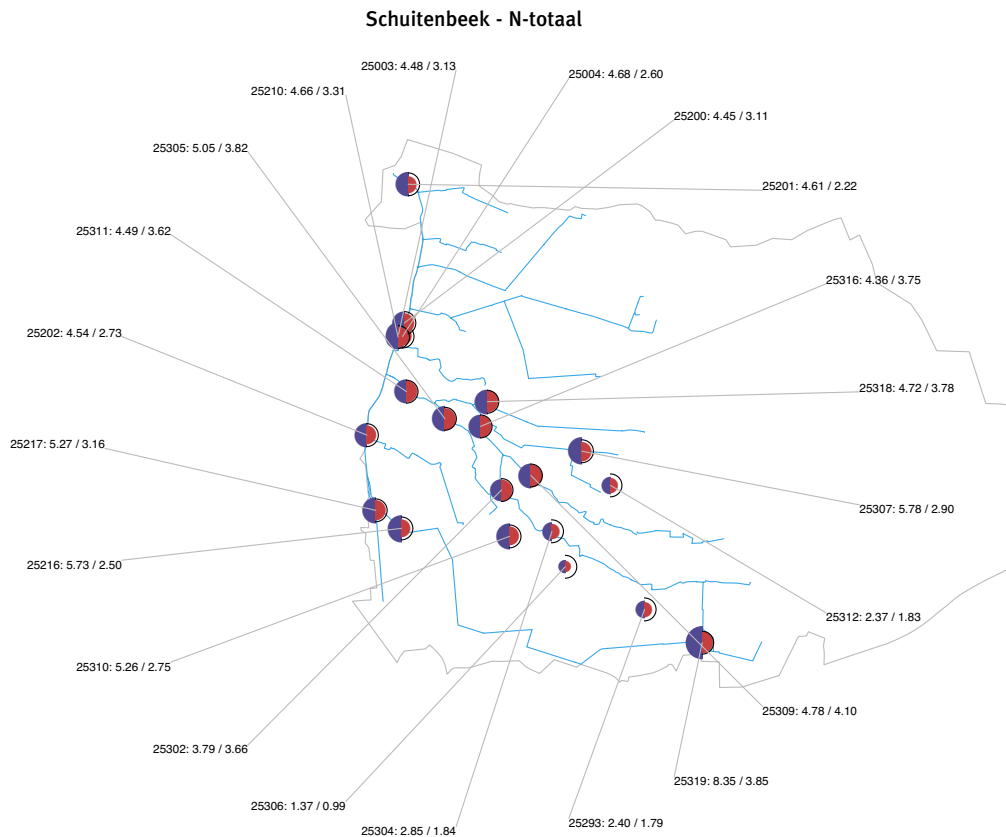
Figuur 2.5
 Gemiddelde gemeten winterhalfjaar (blauw) en zomerhalfjaar (rood) totaal-stikstofconcentratie in het oppervlaktewater van de Drentse Aa. De norm voor het zomerhalfjaar is als een cirkel weergegeven. (20)



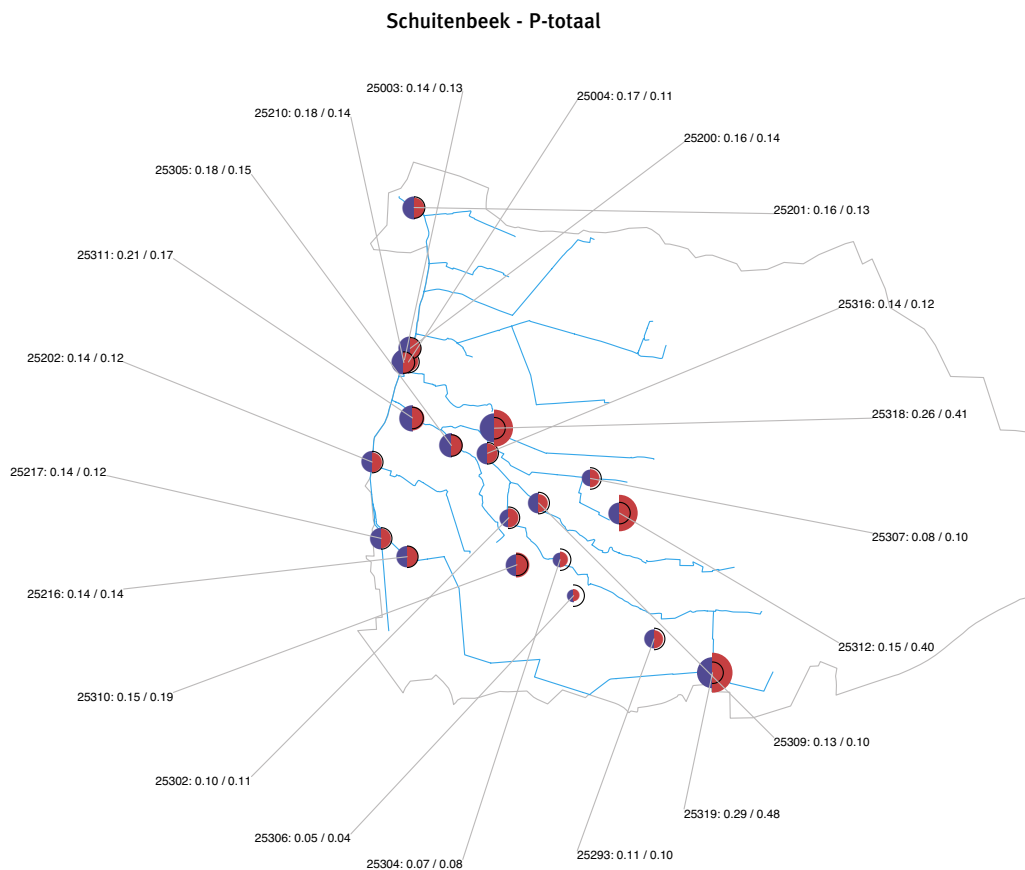
Figuur 2.6
 Gemiddelde gemeten winterhalfjaar (blauw) en zomerhalfjaar (rood) totaal-fosforconcentratie in het oppervlaktewater van de Drentse Aa. De norm voor het zomerhalfjaar is als een cirkel weergegeven. (20)



Figuur 2.7
Gemiddelde gemeten winterhalfjaar (blauw) en zomerhalfjaar (rood) totaal-stikstofconcentratie in het oppervlaktewater van de Schuitenbeek. De normwaarde voor het zomerhalfjaar is als een cirkel weergegeven. (20)

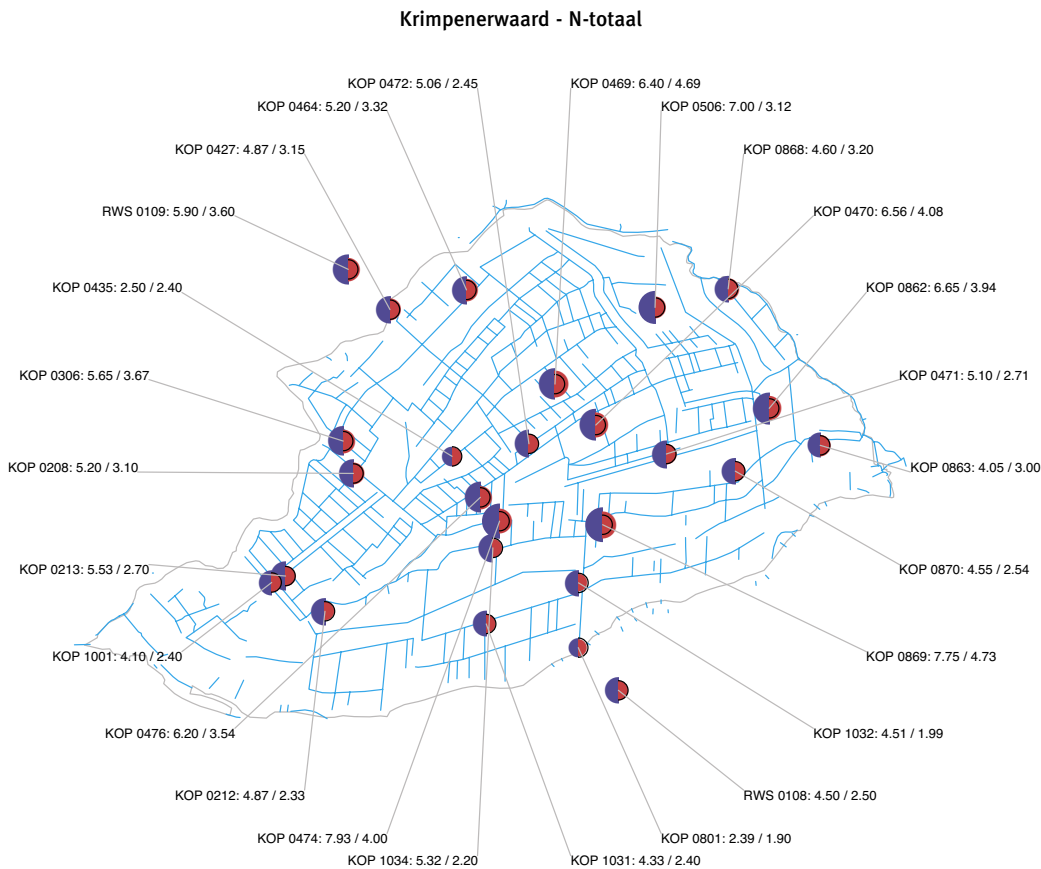


Figuur 2.8
Gemiddelde gemeten winterhalfjaar (blauw) en zomerhalfjaar (rood) totaal-fosforconcentratie in het oppervlaktewater van de Schuitenbeek. De normwaarde voor het zomerhalfjaar is als een cirkel weergegeven. (20)



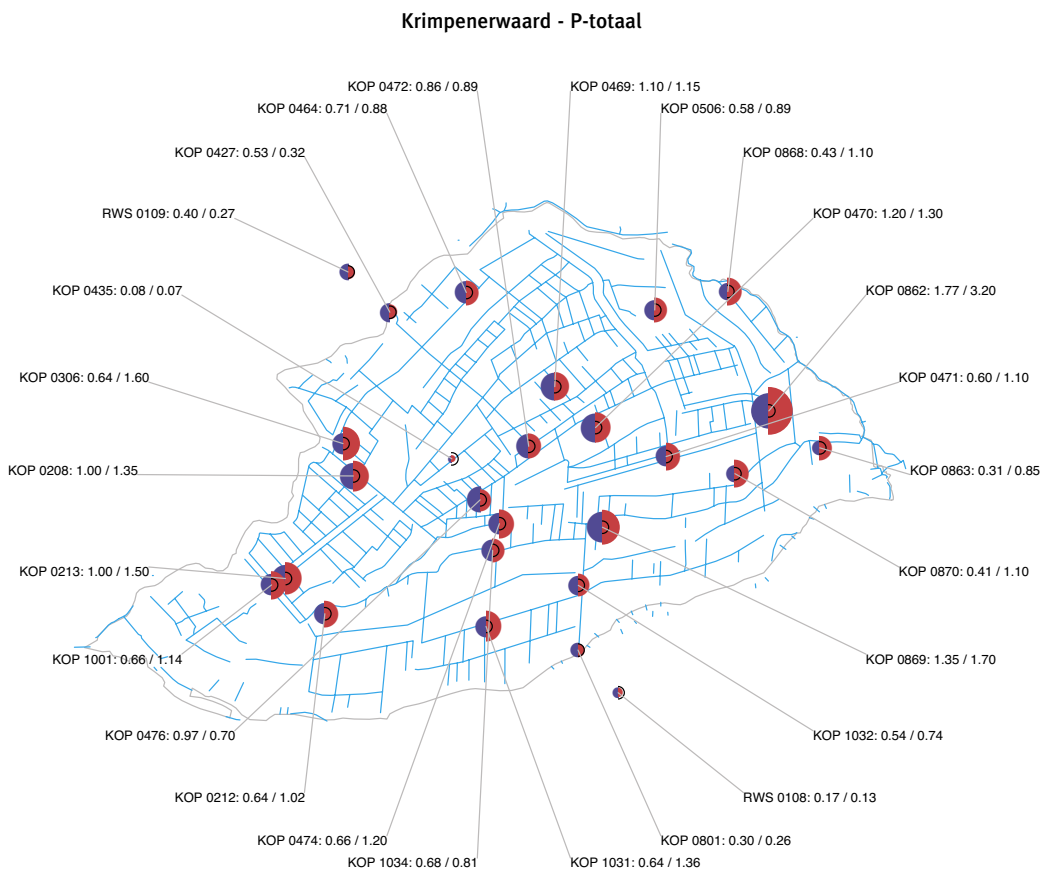
Figuur 2.9

Gemiddelde gemeten winterhalfjaar (blauw) en zomerhalfjaar (rood) totaal-stikstofconcentratie in het oppervlaktewater van de Krimpenerwaard. De normwaarde voor het zomerhalfjaar is als een cirkel weergegeven. (20)

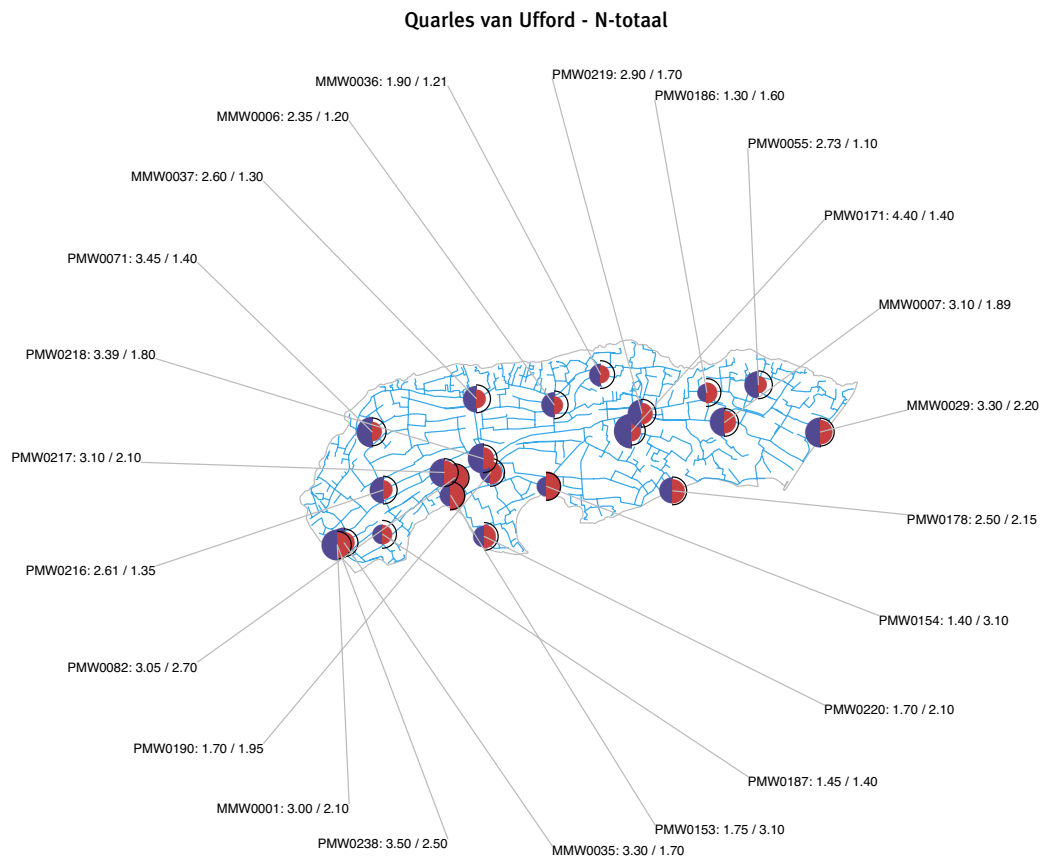


Figuur 2.10

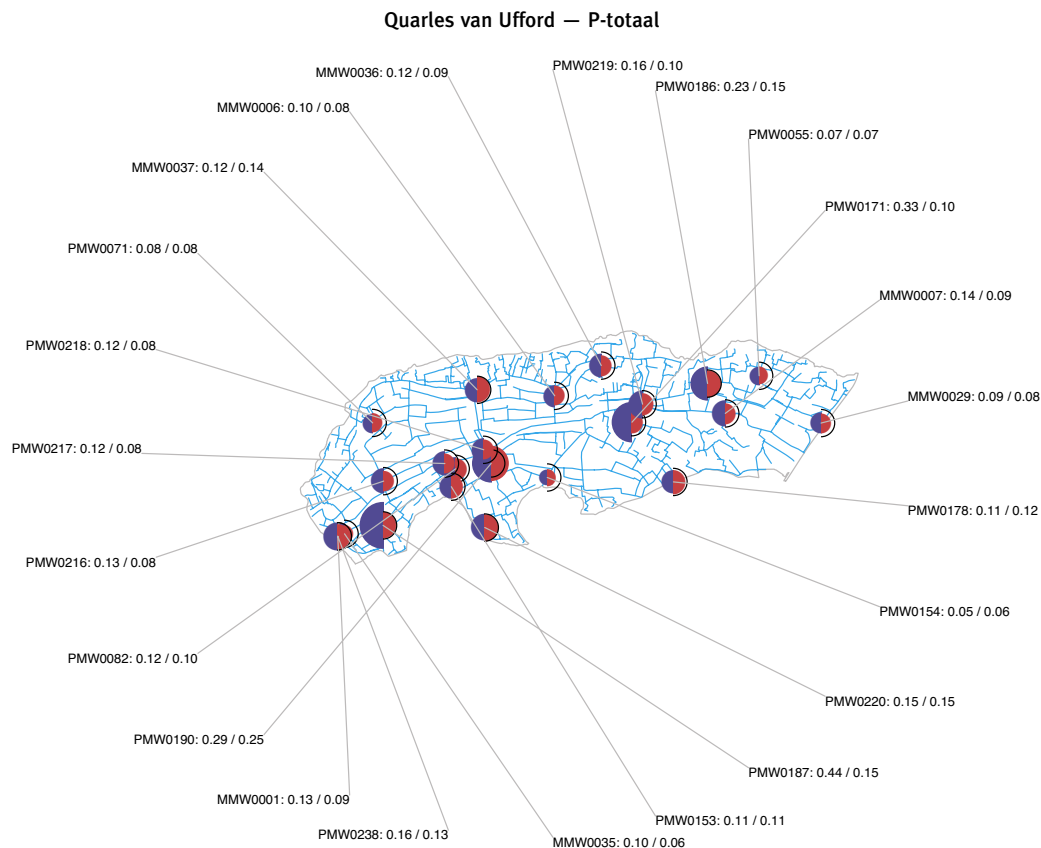
Gemiddelde gemeten winterhalfjaar (blauw) en zomerhalfjaar (rood) totaal-fosforconcentratie in het oppervlaktewater van de Krimpenerwaard. De normwaarde voor het zomerhalfjaar is als een cirkel weergegeven. (20)



Figuur 2.11
 Gemiddelde gemeten winterhalfjaar (blauw) en zomerhalfjaar (rood) totaal-stikstofconcentratie in het oppervlaktewater van Quarles van Ufford. De normwaarde voor het zomerhalfjaar is als een cirkel weergegeven. (20)



Figuur 2.12
 Gemiddelde gemeten winterhalfjaar (blauw) en zomerhalfjaar (rood) totaal-fosforconcentratie in het oppervlaktewater van Quarles van Ufford. De normwaarde voor het zomerhalfjaar is als een cirkel weergegeven. (20)



In de voorgaande figuren staat per gebied de gemiddelde gemeten totaal-stikstofconcentratie en totaal-fosforconcentratie voor ieder afzonderlijk meetpunt weergegeven. In tabel 2.2 worden de verschillen in de onderdelen van het watersysteem samengevat. Voor de Krimpenerwaard wordt voor de gemiddelde zomerstikstofconcentratie een significant verschil tussen de inlaatwateren, de A- en de B-watergangen gevonden. Voor de fosforconcentratie worden significante verschillen in zowel de Krimpenerwaard en Quarles van Ufford gevonden. Deze polders laten water van buiten de polder in waarvan de nutriëntenconcentraties dus duidelijk anders zijn dan wat in de polders aanwezig is.

Tabel 2.2
Gemiddelde stikstof- en fosforconcentratie in het oppervlaktewater in het zomerhalfjaar voor de vier pilotgebieden onderverdeeld naar onderdelen binnen de beek- en poldersystemen. (20)

Zomerhalfjaargemiddelde stikstofconcentraties

	Benedenstrooms	Bovenstrooms	
Drentse Aa	1.619 (1.482-1.696)	2.607 (0.936-5.591)	
Schuitenbeek	3.394 (3.394-3.394)	3.646 (1.072-6.221)	
	A-waterlopen	B-waterlopen	Nabij inlaten
Krimpenerwaard	2.822 (2.217-3.969)	3.650 (2.482-4.838)	2.576 (1.924-3.229) *
Quarles van Ufford	1.908 (1.400-2.904)	2.322 (1.916-2.597)	2.422 (1.672-3.046)

* Significant verschil tussen de onderdelen van het watersysteem

Zomerhalfjaargemiddelde fosforconcentraties

	Benedenstrooms	Bovenstrooms	
Drentse Aa	0.099 (0.094-0.104)	0.123 (0.095-0.165)	
Schuitenbeek	0.193 (0.193-0.193)	0.381 (0.046-0.716)	
	A-waterlopen	B-waterlopen	Nabij inlaten
Krimpenerwaard	1.091 (0.815-1.459)	1.422 (0.746-3.267)	0.409 (0.345-0.473) *
Quarles van Ufford	0.104 (0.074-0.125)	0.342 (0.296-0.384)	0.126 (0.067-0.251) *

Kennisvraag 1

Welke N- en P-gehalten worden aangetroffen in de verschillende onderdelen van het oppervlaktewatersysteem en geven deze waterkwaliteitsproblemen?

Er zijn significante normoverschrijdingen in de Krimpenerwaard (N en P) en de Schuitembeek (P). De Drentse Aa (N en P) en Quarles van Ufford (P) zitten op het randje.

Duidelijk wordt echter ook dat de concentraties grote ruimtelijke en temporele verschillen laten zien. Bij de poldersystemen verschillen de zomerconcentraties tussen de meetpunten nabij de inlaten en de A- en B- watergangen significant. Voor de beeksystemen is geen significant verschil tussen de nutriëntenconcentraties in de beneden- en bovenstrooms gelegen punten aangetoond. Dit komt doordat alle boven- en alle benedenstroomse meetpunten aanzienlijke fluctuaties laten zien. Er worden voor alle gebieden soms forse overschrijdingen gemeten. **In welke mate deze uitschieters voor waterkwaliteitsproblemen zorgen, is niet bekend.**



Herkomst van de nutriënten

3.1 Herkomst stikstof en fosfor

Vele potentiële bronnen

De metingen in de vier pilotgebieden laten zien dat overal verhoogde stikstof- en fosforconcentraties in het oppervlaktewater voorkomen. Maar waar komen de nutriëntenconcentraties vandaan? Welke bijdrage is afkomstig uit de landbouw, uit natuurgebieden, waterzuiveringen of industrie? De landbouw is slechts een van de bronnen van de nutriënten. Het mestbeleid is erop gericht om via maatregelen in de landbouw de normoverschrijdingen te helpen voorkomen. Om te weten wat het effect van het mestbeleid is, is het daarom nodig een helder inzicht te hebben in het aandeel van de landbouw en dus in de herkomst van de nutriënten in het oppervlaktewater.

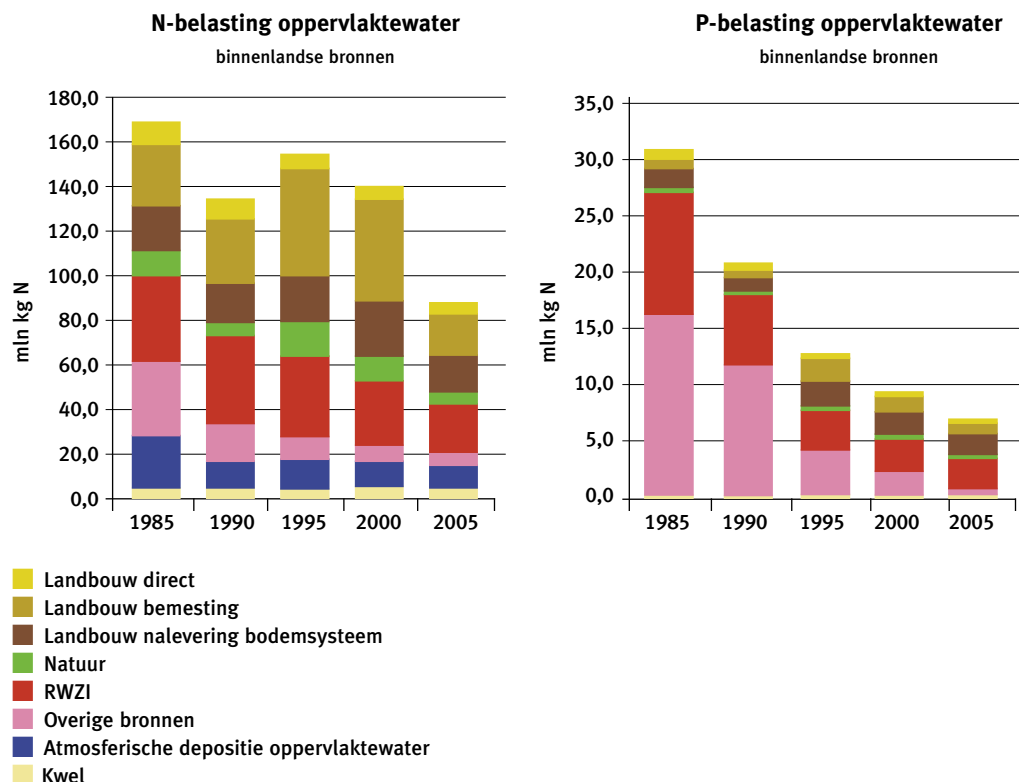
3.2 De bronnen op nationale schaal

Landelijke schattingen en berekeningen

Op nationale schaal is via berekeningen globaal bekend wat de belangrijkste bronnen van stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater zijn. Ook blijkt uit de nationale trendcijfers (figuur 3.1) dat de bijdrage van de landbouw, ondanks het mestbeleid, de afgelopen jaren geen duidelijke afname laat zien, terwijl de bijdrages

van andere bronnen wel sterk zijn afgenomen. Hierdoor is de procentuele bijdrage van de landbouw toegenomen. Het is echter lastig om een directe relatie te leggen tussen de gemeten concentraties in het oppervlaktewater en de bijdrage van bronnen, omdat niet bekend is welke bronnen in het achterland liggen en welke processen er nog in het oppervlaktewater hebben opgetreden. Dergelijke betrouwbare informatie ontbreekt op nationale schaal en is dan ook één van de onderdelen die centraal staan in het project Monitoring Stroomgebieden.

Figuur 3.1
Nationale trend in de belasting van stikstof en fosfor op het oppervlaktewater. (22 en 23)

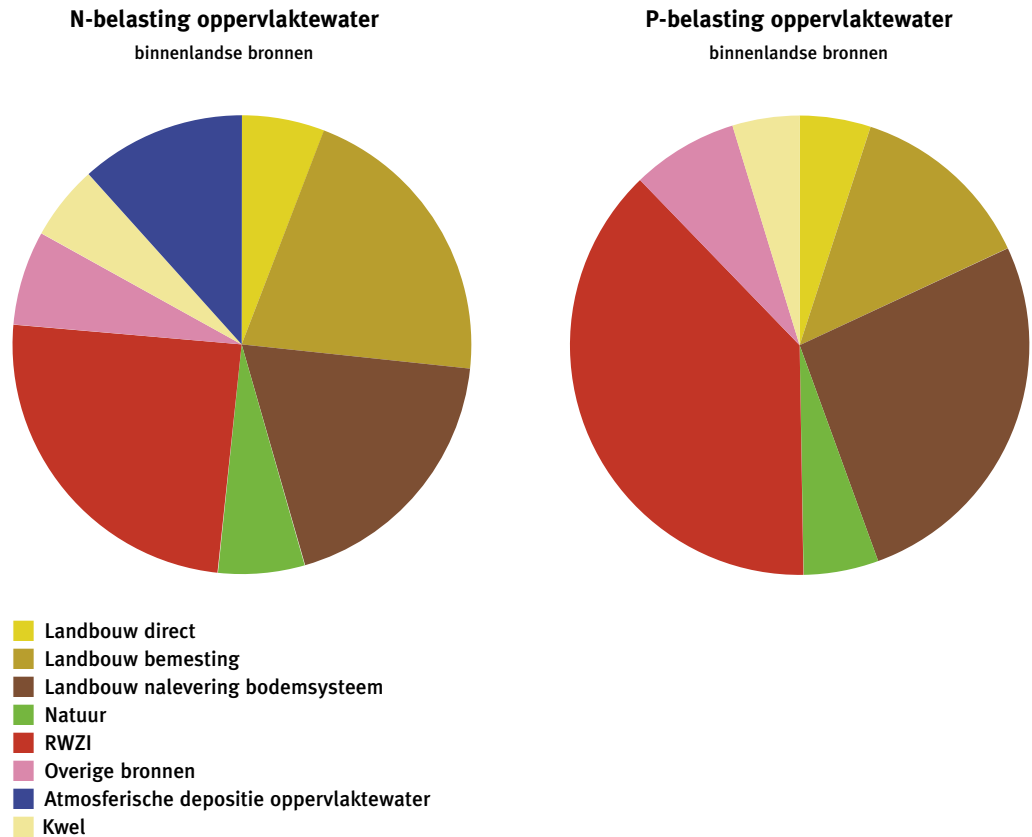


3.2.1 Landbouw als bron

Uitspoeling

Ook op nationale schaal is geprobeerd de bijdrage van de verschillende achterliggende bronnen, die uiteindelijk via de landbouwgronden uitspoelen, te specificeren (figuur 3.2). De directe belasting van het oppervlaktewater vanuit de landbouw, zoals via erfafspoeling, is met name op perceelsniveau een belangrijke bron. Op stroomgebiedsniveau zal deze bron hoogstwaarschijnlijk minder belangrijk zijn, maar hierover is weinig bekend. In de emissieregistratie (een landelijk overzicht van jaarlijks verzamelde gegevens van de uitstoot van verontreinigende stoffen naar lucht, water en bodem) wordt wel het een en ander over de directe belasting gezegd. Dat gebeurt op basis van schatting, omdat weinig actuele gegevens bekend zijn over erfafspoeling, kavelpaden, slordig uitrijden, septic tanks, ongerioleerde boerderijen enzovoort. In de figuren 3.1 en 3.2 is deze directe belasting weergegeven. Uit figuur 3.2 blijkt dat op nationale schaal de nalevering vanuit het bodemsysteem in belangrijke mate de uitspoeling bepaalt. De bijdrage van kwel is nationaal gezien beperkt, maar deze kan in de regio wel een grote bijdrage leveren.

Figuur 3.2
Nationale indicatie van de bijdrage
van bronnen (jaar 2005). (23)



3.3 Bronnenanalyse op stroomgebiedsniveau

Bronnen verschillen per gebied

Voor het project Monitoring Stroomgebieden is het van belang om voor elk gebied zoveel mogelijk specifieke informatie te hebben over de bronnen van de nutriënten in het oppervlaktewater. In de systeemverkenningen van de vier gebieden is daarom geanalyseerd welke bronnen er zijn aan te wijzen voor de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater.

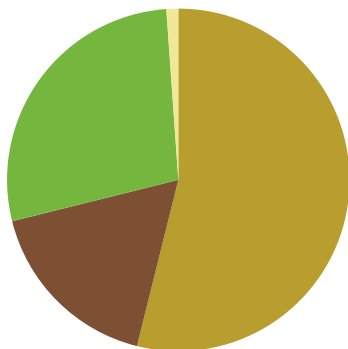
In figuur 3.3 is een inschatting gegeven van de percentuele hoeveelheden van de bronnen. Deze informatie is afkomstig uit de systeemanalyses die in het kader van het project Monitoring Stroomgebieden zijn uitgevoerd.

Figuur 3.3

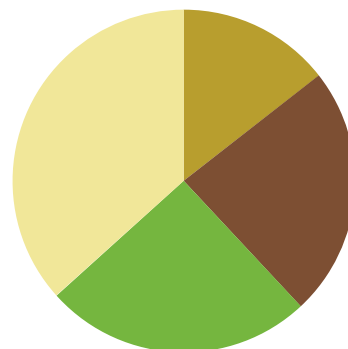
Inschatting van de percentuele bijdragen van de bronnen op de belasting van het oppervlaktewater voor de vier gebieden. Atmosferische depositie op het landsysteem is onderdeel van de bronnen landbouw. (13-I t/m 13-IV)

- Landbouw bemesting
- Landbouw nalevering bodemsysteem
- Natuur
- Kwel (maximum)

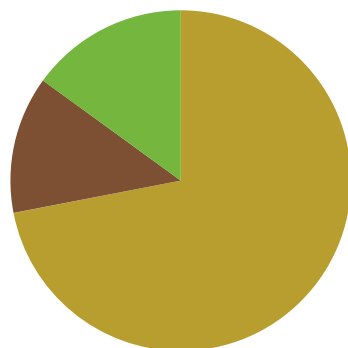
Bijdrage bronnen stikstof Drentse Aa
percentuele bijdrage aan de belasting van het oppervlaktewater



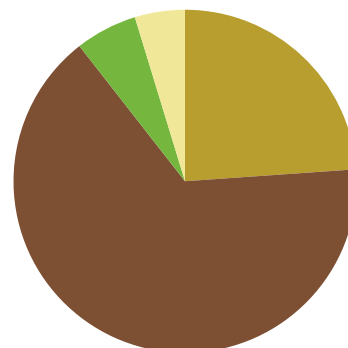
Bijdrage bronnen fosfor Drentse Aa
percentuele bijdrage aan de belasting van het oppervlaktewater



Bijdrage bronnen stikstof Schuitenbeek
percentuele bijdrage aan de belasting van het oppervlaktewater

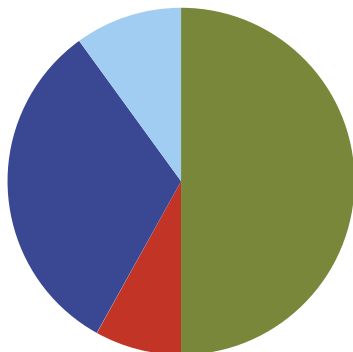


Bijdrage bronnen fosfor Schuitenbeek
percentuele bijdrage aan de belasting van het oppervlaktewater

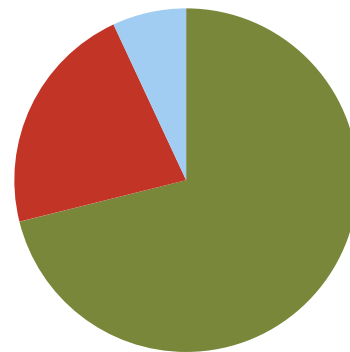


- RWZI
- Atmosferische depositie oppervlaktewater
- Inlaten
- Landbouw bemesting, nalevering bodemsysteem en veenbodem

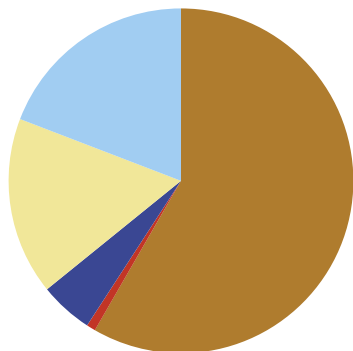
Bijdrage bronnen stikstof Krimpenerwaard
percentuele bijdrage aan de belasting van het oppervlaktewater



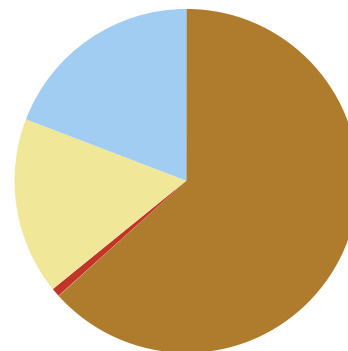
Bijdrage bronnen fosfor Krimpenerwaard
percentuele bijdrage aan de belasting van het oppervlaktewater



Bijdrage bronnen stikstof Quarles van Ufford
percentuele bijdrage aan de belasting van het oppervlaktewater



Bijdrage bronnen fosfor Quarles van Ufford
percentuele bijdrage aan de belasting van het oppervlaktewater



- Landbouw bemesting en nalevering bodemsysteem

3.3.1 De bronnen op een rij

Landbouw domineert

Landbouw

De landbouw blijkt voor alle vier de gebieden duidelijk de grootste bron voor de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater (figuur 3.3). Daarbij valt op dat de mate waarin de landbouw als bron fungeert, verschilt voor stikstof en fosfor.

Een deel van de bijdrage die de landbouw levert, wordt verzorgd door nalevering van nutriënten vanuit de bodem als gevolg van uitspoeling vanuit de nutriëntentoestand die in de loop van de geschiedenis is ontstaan (figuur 3.3), met name als gevolg van historische mestgiften. Hoe meer nutriënten in de bodem zijn opgehoopt, hoe groter de rol die nalevering speelt. Nalevering speelt voor fosfor een grotere rol dan voor stikstof, omdat fosfaat zich aan de bodem bindt en geleidelijk vrijkomt. Vooral in het gebied Schuitenbeek is de nalevering van de bodem aanzienlijk. Dit komt overeen met het beeld van de historische hoge mestgiften in dit gebied.

De bodemoplading van het bodemsysteem wordt echter niet alleen door historische mestgiften bepaald. In het diepe bodemprofiel heeft de nutriëntenconcentratie van kwel, als natuurlijke achtergrond voor met name fosfaat, ook een belangrijke bijdrage aan deze oplading.

Natuur

De natuur is met name een nutriëntenbron die van belang is in de Drentse Aa, gezien het grote areaal natuur in dit gebied. Voor de Schuitenbeek is deze bron minder van belang, evenals voor de Krimpenerwaard. In Quarles van Ufford speelt de natuur als nutriëntenbron geen rol. De grotere bijdrage van natuur als bron voor de fosforconcentraties in de Drentse Aa is hoogstwaarschijnlijk te wijten aan de grote invloed van fosfaat in kwelwater (maximaal 58 procent) welke met name in de natuurgonden plaatsvindt.

RWZI

De bijdrage van de rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI) aan de nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater speelt een rol in de Krimpenerwaard en in zeer geringe mate in Quarles van Ufford. Voor de Krimpenerwaard levert de RWZI de grootste bijdrage voor fosfor en een aanzienlijk kleinere voor stikstof.

Veenbodem

De processen in de veenbodem staan in een complexe relatie met de oppervlaktewaterkwaliteit. Ten eerste is de bodem zélf een additionele bron van nutriënten, doordat veenmateriaal wordt afgebroken, maar ook doordat er sinds de veenvorming sprake is van nutriëntophoping in de bodem. Een tweede, complexe rol wordt gespeeld door sulfaat in de veenbodem. Onder anaerobe omstandigheden, zoals die 's zomers in de waterbodem voorkomen, kan sulfaat reduceren tot sulfide. Sulfide kan het in de waterbodem aanwezige gebonden fosfaat door verdringing mobiliseren. Het sulfaat kan afkomstig zijn van inlaatwater of als pyriet in de bodem voorkomen en onder aerobe omstandigheden of door aanwezigheid van nitraat oxideren. Het pyriet in de bodem kan zowel van natuurlijke oorsprong zijn als antropogeen, recent gevormd onder invloed van luchtvervuiling. De inlaatbron lijkt in de Krimpenerwaard niet relevant te zijn. De verhouding tussen de andere twee bronnen is op dit moment niet bekend en is onderwerp van toekomstig onderzoek.

Inlaten

Inlaatwater is als bron van nutriënten alleen van belang in de Krimpenerwaard en Quarles van Ufford. Voor Quarles van Ufford is de bijdrage van deze bron met ongeveer een kwart van de nutriënten vrij groot. In de Krimpenerwaard is de bijdrage van deze bron aanzienlijk kleiner.

Atmosferische depositie op het oppervlaktewater

Atmosferische depositie op het oppervlaktewater is alleen een bron voor stikstof en speelt vanzelfsprekend alleen een rol van betekenis wanneer het oppervlak open water relatief groot is. Dat is alleen het geval in de Krimpenerwaard waar deze bron ongeveer een derde van de stikstofbijdrage levert. In de gebieden Drentse Aa en Schuitenbeek speelt deze bron geen rol van betekenis. Voor Quarles van Ufford is de bijdrage van deze bron gering.

Kwel

De bijdrage van kwel aan de nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater is in de systeemanalyse berekend als de maximale bijdrage die kwel kan leveren via de uitspoeling van stikstof en fosfor. Weergegeven is daarmee welke bijdrage kwel levert wanneer de gehele stikstof- of fosforvrucht via kwelwater direct uitspoelt naar het oppervlaktewater.

Met name in de Drentse Aa is kwel een belangrijke bron voor fosfaat in het oppervlaktewater. Dit wordt mede veroorzaakt doordat fosfaat uit mest aan de bodem bindt (in de Drentse Aa heeft de bodem nog fosfaatbindingscapaciteit) en via kwelwater weer kan uitspoelen, omdat fosfaat in die zuurstofloze ondergrondse condities mobiel is. Ook in het gebied Quarles van Ufford kan kwel een belangrijke bron zijn.

Kennisvraag 2

In welke mate worden de N- en P-gehalten van het oppervlaktewater bepaald door landbouwkundig handelen?

Het is duidelijk dat de landbouw in alle vier pilotgebieden de grootste bron is van de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. **Landbouwkundig handelen bepaald dus in belangrijke mate de N- en P-gehalten van het oppervlaktewater.** Voor de vier gebieden ligt dit voor stikstof tussen de 50 en 80 %, voor fosfor tussen de 35 en 85 %. Echter de uiteindelijke N en P-concentraties in het oppervlaktewater worden niet alleen bepaald door lokale bronnen, maar ook door alle processen die in het oppervlaktewater een rol spelen en nutriëntenbronnen in het achterland. Hypothetisch kan dit tot andere conclusies leiden. De mate waarin nalevering vanuit de bodem het oppervlaktewater belast, verschilt sterk per gebied. Dit is relatief groot voor fosfor in het gebied de Schuitenbeek en in mindere mate voor fosfor in de Drentse Aa. Voor de poldergebieden is het niet mogelijk de invloed van bemesting en van nalevering uit de bodem uit de huidige beschikbare resultaten te onderscheiden. Voor de Krimpenerwaard speelt ook de rol van de veenbodem als niet te onderscheiden factor mee.



>

De nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater in de gebieden blijkt sterk te verschillen van de landelijke cijfers. Dat illustreert het belang van het onderzoek op stroomgebiedsniveau. Daarbij is het belangrijk ook de overigen bronnen die een rol spelen goed te kwantificeren, zoals het inlaatwater in het gebied Quarles van Ufford. Dit zelfde geldt voor de processen in het oppervlaktewater. Deze processen bepalen immers de uiteindelijke concentraties die gemeten wordt in het oppervlaktewater.

3.4 Van meten naar berekenen

Landelijk model als basis voor lokaal gebruik

Uit het voorgaande is nog eens duidelijk geworden dat alleen met het meten van nutriëntengehaltes in het oppervlaktewater onvoldoende antwoorden te geven zijn op de vraag in hoeverre het landbouwbeleid de oppervlaktewaterkwaliteit beïnvloedt. Het analyseren van de bronnen van de nutriënten in het oppervlaktewater is een eerste stap in de richting van het leggen van de relatie mestbeleid-oppervlaktewaterkwaliteit. Deze kennis kan toegepast worden in een rekenmodel dat de meetgegevens uit het veld combineert met systeemkennis en zo de relatie tussen het mestbeleid en de oppervlaktewaterkwaliteit beschrijft.

Het uitgangspunt voor dit model vormt het landelijke meetmodel (STONE) dat wordt gebruikt om de nutriëntenuitspoeling te kwantificeren voor de evaluatie van het mestbeleid. Op landelijke schaal werkt dit model, maar het is de vraag of dit ook op regionale schaal werkt met gedetailleerde meetgegevens. In eerste instantie is het model daarom getoetst aan de gegevens van de waterbeheerders. Vervolgens zijn betere invoergegevens ingebracht in het model, bijvoorbeeld de gebiedsspecifieke mestgiften.

Het landelijke model wordt zo stapje voor stapje uitgebouwd, steeds verder ingevuld en regionaal verbeterd, totdat het de regionale situatie goed beschrijft. Deze methode heeft als voordeel dat je precies kunt nagaan of een volgende versie van het model goed werkt, omdat je telkens maar een beperkt aantal nieuwe modelinvoeren toevoegt. Vervolgens wordt ook bekeken wat het belang is van het verzamelen van dergelijke gegevens.

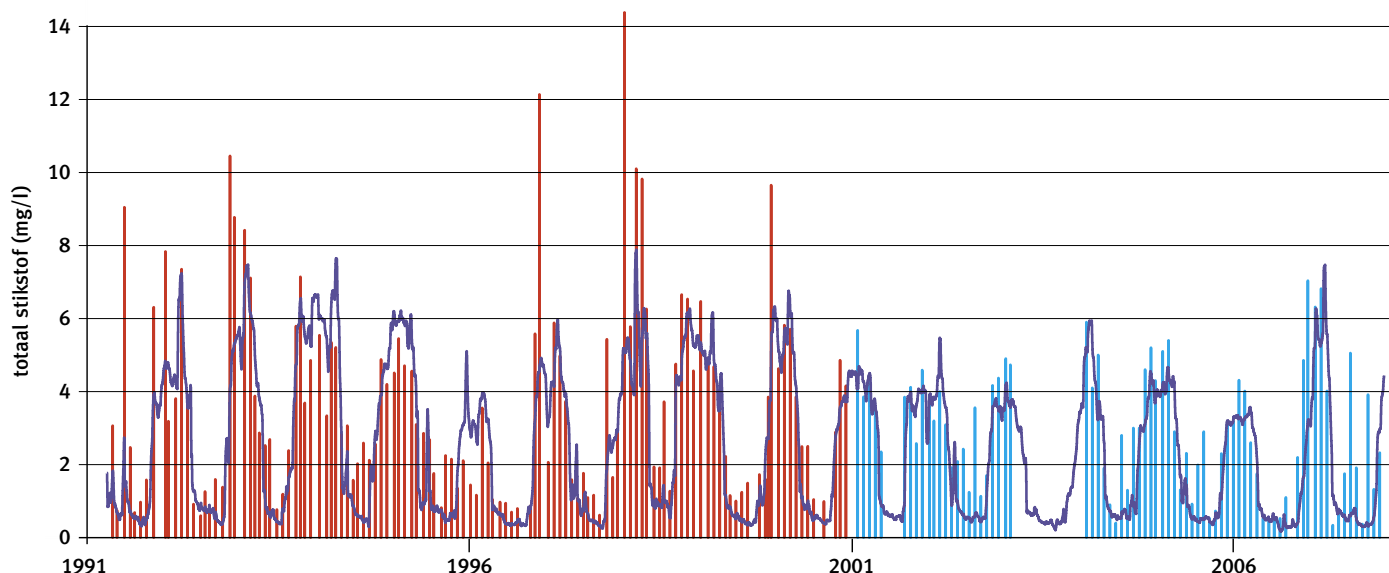
3.4.1 Validatie

Model uitbouwen en testen

Een conclusie uit de eerste testfasen van het model was dat er meer systeemkennis ingebracht moest worden. De modellen moesten dus meer worden toegespitst op de stroomgebieden. Door al deze extra kennis en gegevens op te nemen in het model en daarbij bovendien de toetsgegevens kritisch te bekijken op betrouwbaarheid en de ontbrekende watersysteemgegevens in te vullen, zal het model uiteindelijk beter functioneren. (Hoofdstuk 4 gaat nader in op de processen in de bodem en het oppervlaktewater en het onderzoek dat daarnaar verricht wordt in de volgende fasen van het onderzoek.)

Figuur 3.4
Gemeten en berekende
stikstofconcentraties in het
oppervlaktewater van de Drentse Aa.
(13-I en 17-I)

Gebruik meetgegevens
— modelbouw
— validatie



De modelresultaten zijn getoetst aan metingen die niet bij de modelbouw zijn gebruikt, zodat de kwaliteit van het model op een objectieve manier kan worden beoordeeld (figuur 3.4). Deze procedure wordt validatie genoemd en is gerapporteerd in Walvoort et al. (17-I t/m 17-IV)

Uit de validatie is naar voren gekomen dat de modellen over het algemeen beter de waterafvoer voorspellen dan de stikstofconcentratie in het oppervlaktewater. De stikstofconcentratie wordt over het algemeen weer beter voorspeld dan de fosforconcentratie.

De mate waarin de modeluitkomsten de meetdata beschrijven, is voor de huidige tussenresultaten niet bevredigend. De mate waarin dat geldt, verschilt per gebied. Uit figuur 3.4 blijkt dat de berekende stikstofconcentraties in de Drentse Aa de metingen nagenoeg beschrijven, terwijl voor de Krimpenerwaard de berekende nutriëntenconcentraties ver beneden de gemeten waarden liggen. Dit komt door het ontbreken van kennis over nutriëntenconcentraties op grotere diepte en het belang daarvan voor het vaststellen van de beginsituatie van het modelsysteem. Daarnaast speelt de verdeling over de transportroutes in het bodemsysteem een belangrijke rol. Voor Quarles van Ufford waren geen inlaathoeveelheden voor de berekende periode bekend. Voor de validatieperiode waren deze wel beschikbaar. Het verschil in de modeluitkomsten en gemeten waterafvoeren is hierdoor te verklaren.

3.4.2 Modelleren van het oppervlaktewatersysteem

Cruciale modelonderdelen

De stapsgewijze verfijning van het modelsysteem maakt duidelijk welke modelinvoer bepalend is voor het modelresultaat (tabel 3.2). Hieruit is gebleken dat de berekende waterafvoer verbetert door gebruik te maken van gebiedsspecifieke hydrologische

Tabel 3.2

Effect stapsgewijze verfijning van het model op de waterafvoer (W), de stikstof- (N) en fosforconcentratie (P) in het oppervlaktewater van de vier pilotgebieden (+ = verbetering, - = verslechtering). (17-I en 17-IV)

Stapsgewijze verfijning	Drentse Aa	Schuitenbeek	Krimpenerwaard	Quarles van Ufford
Regionale kwantiteitsgegevens landsysteem	W+ N-	W+	N+	
Regionale kwaliteitsgegevens landsysteem	N-	N-		
Diffuse detailontwatering (kleinste waterlopen)	W- N+		W- N-	N-P-
Inlaat (kwantiteit)				W+
Inlaat (kwaliteit)				P-
Parameters oppervlaktewater kwaliteitsmodel	N-			P-

gegevens zoals de ruimtelijke neerslagverdeling, kwel en wegzijging, drainagekarakteristieken en de dikte van het topsysteem. Voor berekening van de stikstofconcentratie in het oppervlaktewater is met name de denitrificatie in de bodem van belang, voor de fosforconcentraties de beschikbare fosfaatvoorraad in de bodem en voor zowel stikstof en fosfor zijn de (snelle) transportroutes cruciaal en daarmee de bodemeigenschappen en de verdeling van neerslag in ruimte en tijd.

Kritische stappen bij de modellering van het oppervlaktewatersysteem zijn de hoeveelheid en de samenstelling van het inlaatwater, het modelleren van de kleinste waterlopen en het vaststellen van de parameterwaarden van het oppervlaktewaterkwaliteitsmodel. (15 en 19)

3.4.3 Naar het kwantificeren van de effecten van het mestbeleid

Bodem- en grondwateronderzoek

Over het algemeen verbeteren de modelresultaten naarmate de modellen meer gebiedsspecifieke invoergegevens bevatten. Maar de modelsystemen zijn nog niet zo ver uitgewerkt dat ze de effecten van het mestbeleid op het oppervlaktewater kunnen kwantificeren. Daarvoor moet het land- en oppervlaktewatermodel verder worden verfijnd, onder meer door een gebiedspecifieke bodemschematisering en via het meten van een groot aantal bodem- en grondwaterkarakteristieken in de pilotgebieden. Daarmee ontstaat meer inzicht in de fosfaatophoping, de nutriëntenvoorraden in veen en de kwelkwaliteit en -intensiteit. Ook is aanvullend gemeten om de oppervlaktewatermodellen beter te kunnen inregelen.

Kennisvraag 4

In welke mate bevestigen de meetgegevens de uitkomsten van de modelberekeningen?

Het landelijke model werkt op de landelijke schaal, maar is niet toepasbaar op de regionale, gedetailleerde schaal. Het model wordt in fases aangepast om op regionale schaal toe te kunnen passen. Door deze werkwijze wordt het model uiteindelijk steeds betrouwbaarder. In dat proces wordt steeds duidelijker welke invoerdata en onderdelen van het watersysteem cruciaal zijn voor welke gebieden. **De mate waarin de modeluitkomsten de meetdata beschrijven is voor de huidige tussenresultaten niet bevredigend.** De mate waarin dat geldt, verschilt per gebied.

Door de stapsgewijze aanpak die bij de modellering en de validatie is gevolgd, is duidelijk geworden dat er geen generieke modellering mogelijk is omdat ieder gebied specifieke bronnen, routes en processen heeft.

Uit de verschillen in de uitkomsten van berekeningen met de meetgegevens is te achterhalen op welke onderdelen (invoer, schematisering, parameters en modelconcepten) het model voor ieder gebied nog moet worden aangepast. Zo wordt ook duidelijk welke delen van het land- en oppervlaktewatersysteem het meest relevant zijn voor het leggen van de relatie mestbeleid-oppervlaktewaterkwaliteit.



Van mest naar oppervlaktewater

4.1 Routes en processen in het landsysteem

Wat gebeurt er in de bodem?

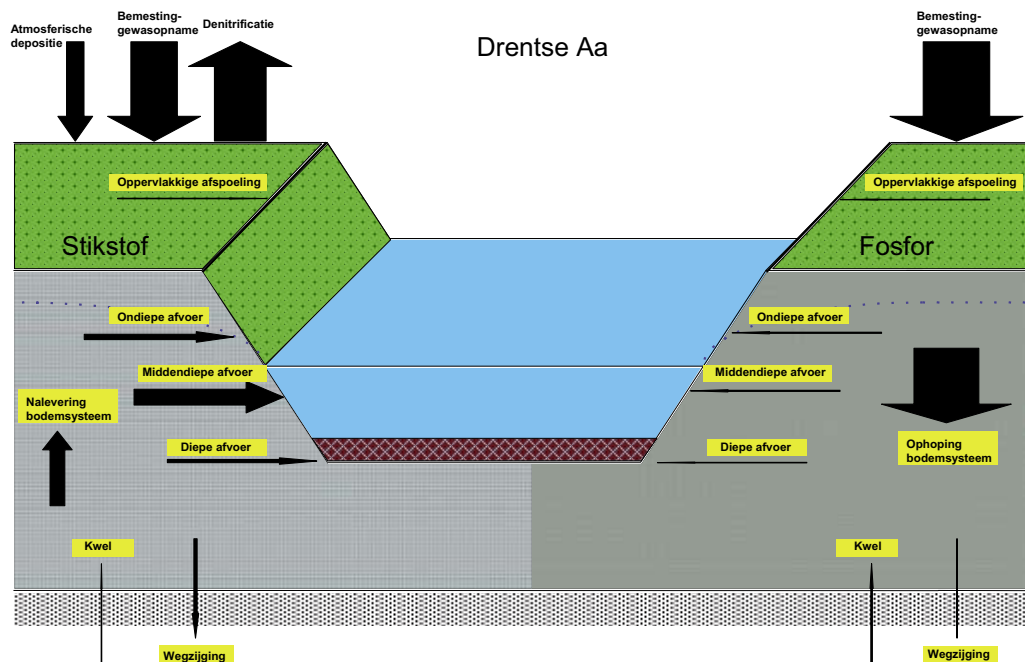
Uit testberekeningen van het model met actuele meetgegevens blijkt - onder andere - dat de kennis van routes en processen van de meststoffen in de bodem onvoldoende is om op stroomgebiedsniveau tot betrouwbare uitkomsten te komen. Daarom wordt in het onderzoeksproject nu uitgezocht hoe de meststoffen zich gedragen in de bodem en in het oppervlaktewater zelf.

De routes die nutriënten afleggen vanuit de landbouw zijn te onderscheiden in afvoer over het maaiveld, ondiepe uitspoeling, afvoer via buisdrainage en diepe uitspoeling en oppervlakkige uitspoeling (over maaiveld en erg ondiepe uitspoeling) (figuur 4.1). Afhankelijk van de bodemkenmerken en de grondwaterstromen zullen de nutriënten op een gegeven moment het oppervlaktewater bereiken.

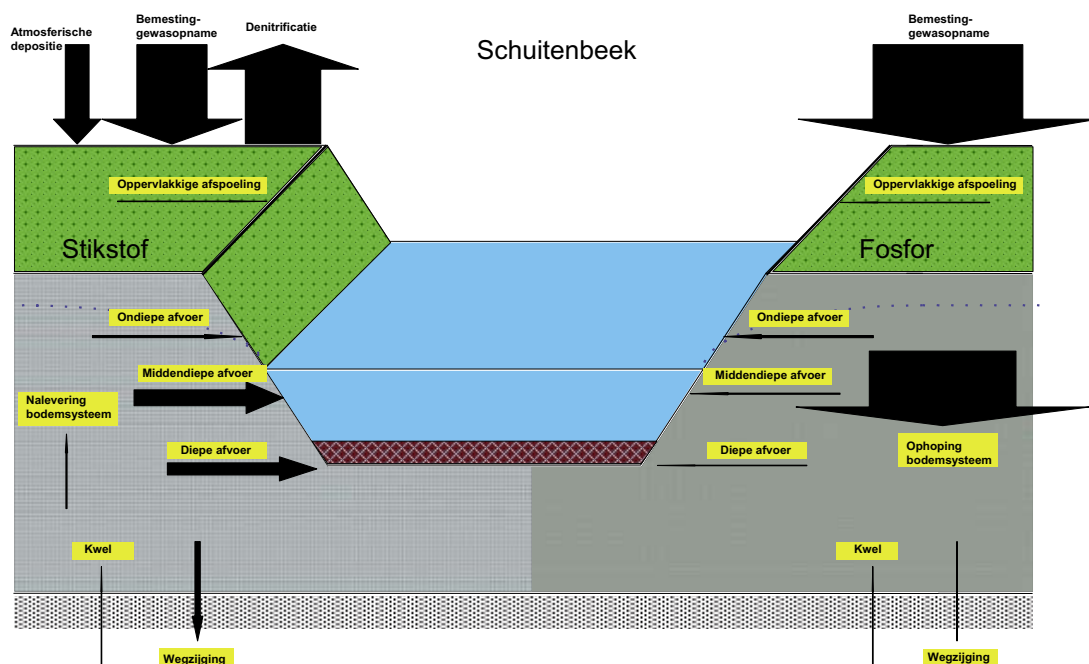
Het verschil tussen de gebieden in de bijdrage van de routes aan de nutriëntenbelasting volgt uit de figuren 4.1, 4.2, 4.3 en 4.4. De diepte van de routes van stikstof en fosfor, zoals staat weergegeven in de figuren, komt overeen met de diepte van de ontwatering.

De ondiepe route is de korte route tussen het (bovenste deel van het) bodemsysteem en de greppels en kleine sloten (de haarvaten van het watersysteem). Erfafspoeling wordt hierin niet meegenomen. De verblijftijden van deze route zijn kort.

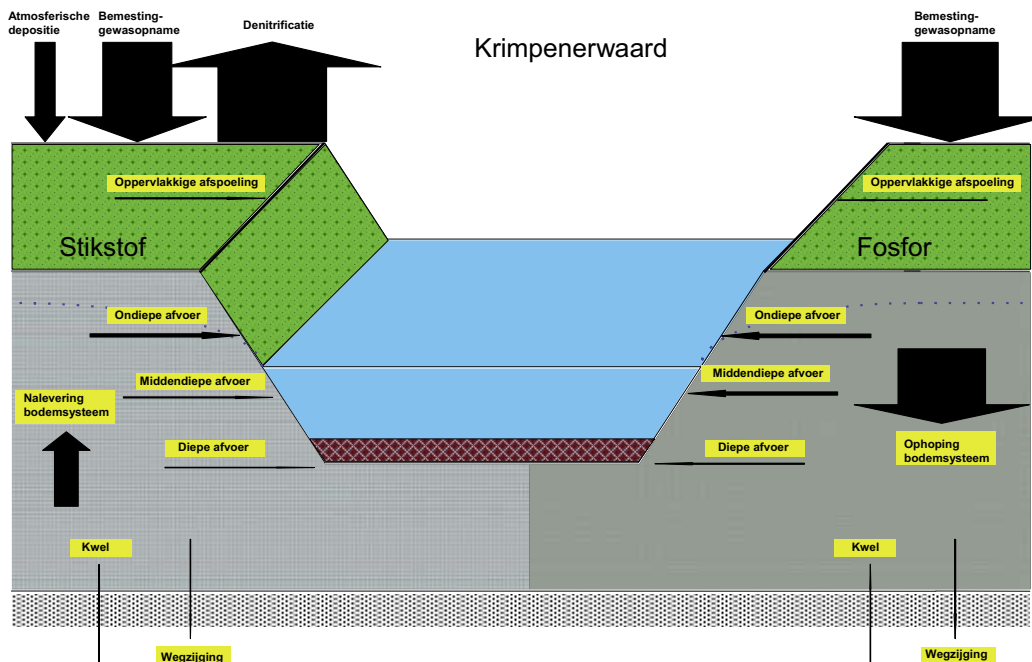
Figuur 4.1
Schematische weergave van de routes die meststoffen vanuit de landbouw afleggen in de bodem voor het gebied de Drentse Aa (13-I)



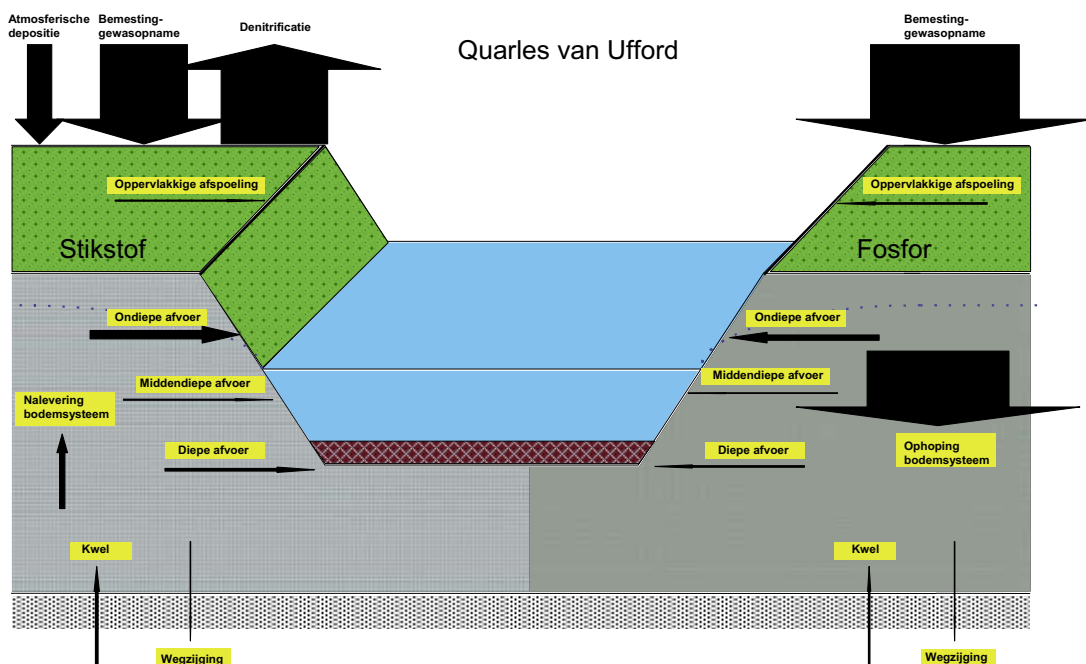
Figuur 4.2
Schematische weergave van de routes die meststoffen vanuit de landbouw afleggen in de bodem voor het gebied de Schuitenbeek (13-II)



Figuur 4.3
Schematische weergave van de routes die meststoffen vanuit de landbouw afleggen in de bodem voor het gebied de Krimpenerwaard (13-III)



Figuur 4.4
Schematische weergave van de routes die meststoffen vanuit de landbouw afleggen in de bodem voor het gebied Quarles van Ufford (13-IV)



Binnen een jaar komt deze route tot uitspoeling.

De middendiepe route is de route tussen het bodemsysteem en de grotere sloten. De verblijftijden van deze route zijn langer dan die van de ondiepe route. Het duurt enkele jaren voordat de nutriënten tot uitspoeling komen.

De diepe route is de route via het diepere grondwater, van drie tot vijf meter diep voor de poldersystemen en van ongeveer tien tot vijftien meter diep voor de zandgebieden. Deze route heeft de langste verblijftijden in het bodemsysteem (tien tot enkele tientallen jaren).

Fosfor spoelt voor alle vier gebieden oppervlakkig af en komt via de ondiepe afvoer uit het landsysteem naar het oppervlaktewatersysteem. Voor de stikstofuitspoeling in Quarles van Ufford speelt de ondiepe afvoer een belangrijke rol. Voor de zandgebieden Drentse Aa en Schuitenbeek spoelt stikstof uit het bodemsysteem voornamelijk via de middendiepe route uit naar het oppervlaktewater.

De bronnen- en routeanalyses zoals die uit de fase-3-modelresultaten komen, staan weergegeven in de figuren. Voor de Krimpenerwaard zijn deze bronnen- en routes nog aantoonbaar voor verbetering vatbaar, met name wat betreft de aannames voor de bodemophoping van nutriënten in dit gebied. Uit figuur 4.3 blijkt dat de uitspoeling van het bodemsysteem gering is. Dit komt door het ontbreken van kennis over nutriëntenconcentraties op grotere diepte en het belang daarvan voor het vaststellen van de beginsituatie van het modelsysteem. Op dit moment wordt veldwerk verricht om op dit punt de modelparameterisatie beter in lijn met de werkelijke situatie te brengen. De nutriënten komen, zoals in figuur 4.3 staat weergegeven, met name via de ondiepe route van het landsysteem tot uitspoeling in het oppervlaktewater. De verdeling over de transportroutes is in het huidige modelsysteem nog onjuist.

4.1.2 Data-analyse neerslag en nutriëntenconcentratie

Regen maakt routes duidelijk

Nutriënten kunnen dus via verschillende routes in het oppervlaktewater terecht komen: direct via lozingen of inlaatwater, indirect via afspoeling van het landoppervlak, via uitspoeling door de bodem of als kwel door de diepere ondergrond. Een indicatie van de relatieve bijdragen van deze laatste drie routes kan worden verkregen door te kijken naar de dynamiek van de nutriëntconcentraties in de tijd. Kwel is bijvoorbeeld een relatief constant proces en zal dus niet snel resulteren in sterke schommelingen van de oppervlaktewaterkwaliteit in de loop van de tijd. Uit- en afspoeling daarentegen worden aangestuurd door neerslag als drijvende kracht van de stoftransportprocessen.

Om inzicht te krijgen in de specifieke routes die de nutriënten afleggen in de bodem van de pilotgebieden is in de data-analyse (20) onder meer gekeken naar de relatie tussen de mate van neerslag en de nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater. Deze relatie is vervolgens berekend voor verschillende tijdsduur bij gemiddelde neerslag (figuur 4.5). (20)

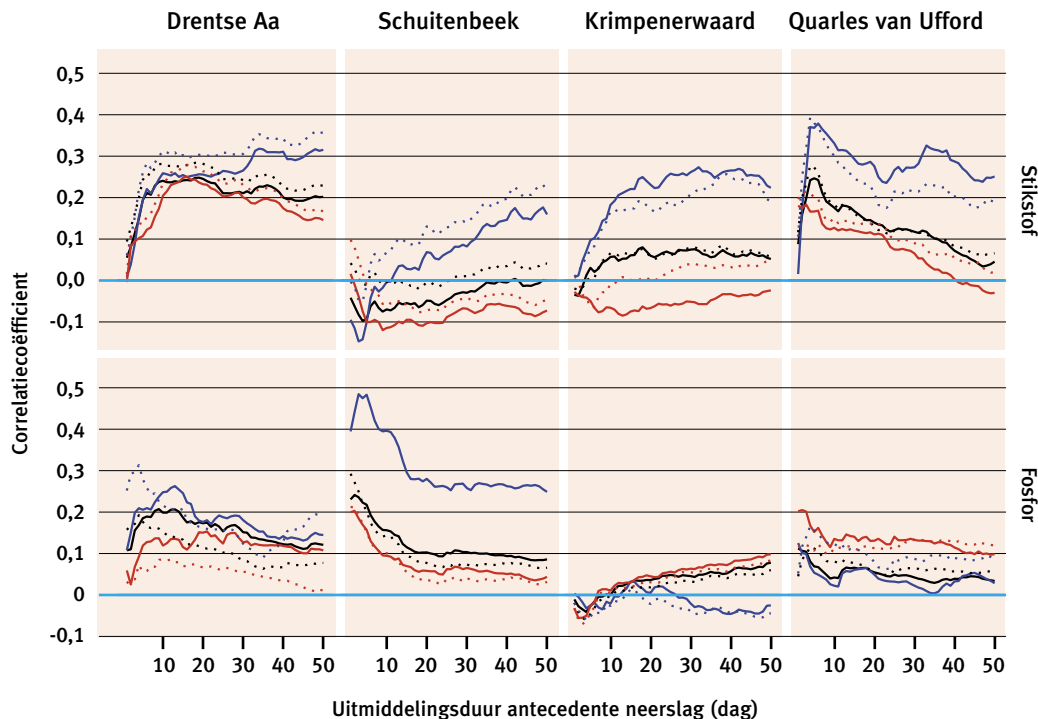
Stikstof

Stikstof blijkt (figuur 4.5) een lage correlatie met neerslag te hebben, op een korte tijdschaal. Dat duidt erop dat er geen relatie is tussen de intensiteit van individuele regenbuien en stikstofconcentraties. Stikstof komt niet snel via neerslag in het oppervlaktewater terecht, maar spoelt via relatief langzame bodemprocessen uit naar het oppervlaktewater. Voor de Krimpenerwaard worden, vooral tijdens het zomerseizoen, negatieve correlaties gevonden. Dit komt doordat de hoeveelheid neerslag

Figuur 4.5
Correlatie tussen nutriëntconcentraties en neerslag, zoals bepaald met variabele tijdsduur, voor zowel stikstof als fosfor en zowel de minerale fractie als de totale concentratie. (20)

Fractie
— Mineraal
..... Totaal

Periode
— Hele jaar
— Winter
— Zomer



zeer gering is ten opzichte van de verdamping door de grote oppervlakte open water in de Krimpenerwaard. In Quarles van Ufford blijkt de stikstofconcentratie in het oppervlaktewater wel een relatie met neerslag op een korte tijdschaal te vertonen. Dit afwijkende gedrag kan mogelijk worden verklaard als gevolg van scheuren in de kleigrond. Deze zogenaamde macroporiën zorgen voor versnelde uitspoeling.

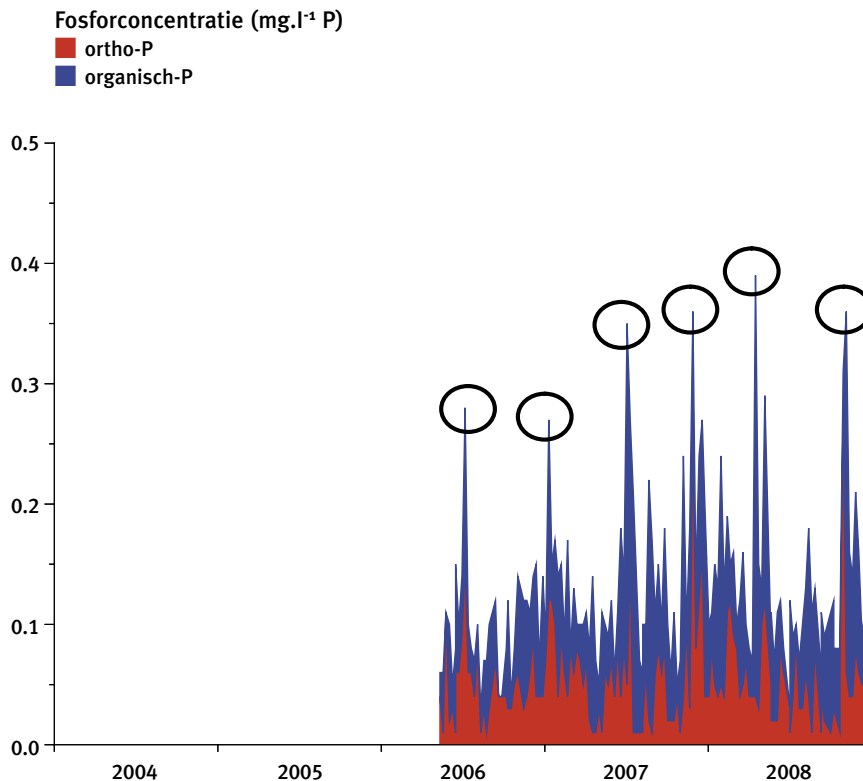
Fosfor

Het gedrag van fosfor is anders dan dat van stikstof. Over het algemeen zijn de correlaties met de neerslag vrij zwak. Alleen voor het gebied de Schuitenbeek valt de sterke correlatie op van fosfor in het oppervlaktewater met neerslag. De fosforconcentratie wordt daar dus sterk bepaald door de intensiteit van individuele regenbuien. Dit betekent dat oppervlakkige uitspoeling in het gebied de Schuitenbeek een belangrijk proces is. Het gedrag van fosfor bij regen in de Krimpenenerwaard, waar de waterbodem een dominante rol speelt, wordt bevestigd door de lage correlaties op elke tijdschaal.

De gevonden correlaties corresponderen echter niet altijd met andere bevindingen. In de metingen van de fosfaatconcentraties in de Drentse Aa worden bijvoorbeeld regelmatig hoge pieken gevonden, in zowel bovenstroomse als benedenstroomse landbouwgronden (figuur 4.6). Deze pieken kunnen niet worden verklaard door de, vrij constante, nutriëntenaanvoer door kwel. Een logische verklaring zou de route via oppervlakkige uitspoeling kunnen zijn. Deze blijkt echter niet uit de correlatie met neerslag (figuur 4.5).

De beoogde analyse van alle beschikbare data en een indeling in verschillende afvoerclasses met behulp van gedetailleerde neerslaggegevens zorgen voor inzicht én kwantificering van de bijdrage van de verschillende transportroutes in de pilotgebieden.

Figuur 4.6
Gemeten fosforconcentraties in
het continue monitoringstation
benedenstrooms in het
Zeegserloopje. (20)



Kennisvraag 5

Wat zijn de belangrijkste routes waarlangs de N- en P-belasting van het oppervlaktewater door de landbouw tot stand komen? Welke mate van retentie speelt daarbij? Hoe lang duurt het voordat mogelijke maatregelen zichtbaar zijn in de N- en P-gehalten van het oppervlaktewater?

De routes waarlangs de nutriënten zich naar het oppervlaktewater begeven, verschillen sterk per gebied. De bronnen – en routeanalyses, onder meer uit de modelstudie Fase 3, zoals weergegeven in de figuren geven inzicht in de bijdrage van de routes. Voor de Krimpenerwaard zijn deze op dit moment nog aantoonbaar voor verbetering vatbaar. De verbeteringen van de routes zijn als vervolgfase in het project voorzien, deze zijn op dit moment nog onvoldoende te kwantificeren. Nader veldonderzoek hiernaar is dit jaar opgezet.

De zandgebieden hebben met name te maken met de midden- en diepe routes in de bodem voordat de nutriënten het



>

oppervlaktewater bereiken. Het gaat hierbij om verblijftijden van enkele tot tientallen jaren. Het zal dus lang duren voordat maatregelen hier effect sorteren. In **Quarles van Ufford is met name de ondiepe afvoer** voor stikstof en fosfor een belangrijke transportroute van nutriënten in de bodem. Binnen een jaar komt deze route tot uitspoeling. Hier hebben maatregelen dus sneller effect.

Uit een analyse van de data op de dynamiek van nutriëntenconcentraties in de tijd blijkt dat alleen voor Quarles van Ufford de stikstofconcentratie in het oppervlaktewater een relatie heeft met neerslag op korte tijdschaal. Waarschijnlijk zorgen de scheuren in kleigronden voor versnelde uitspoeling van stikstof naar het oppervlaktewater.

In het gebied Schuitenbeek is aan de dynamiek van de nutriëntenconcentraties in de tijd te zien dat oppervlakkige afspoeling van fosfaat een grote rol speelt. Dit proces is niet aan te tonen in de Drentse Aa. Er worden echter wel lokaal fosfaatpieken waargenomen. Dit duidt erop dat snelle transportroutes voor specifieke meetlocaties wel een belangrijke rol spelen.

Het is nog niet mogelijk om meer concrete uitspraken te doen over het moment dat effecten van genomen maatregelen op N- en P-gehalten van het oppervlaktewater zichtbaar worden.

4.2 Routes en processen in het oppervlaktewatersysteem

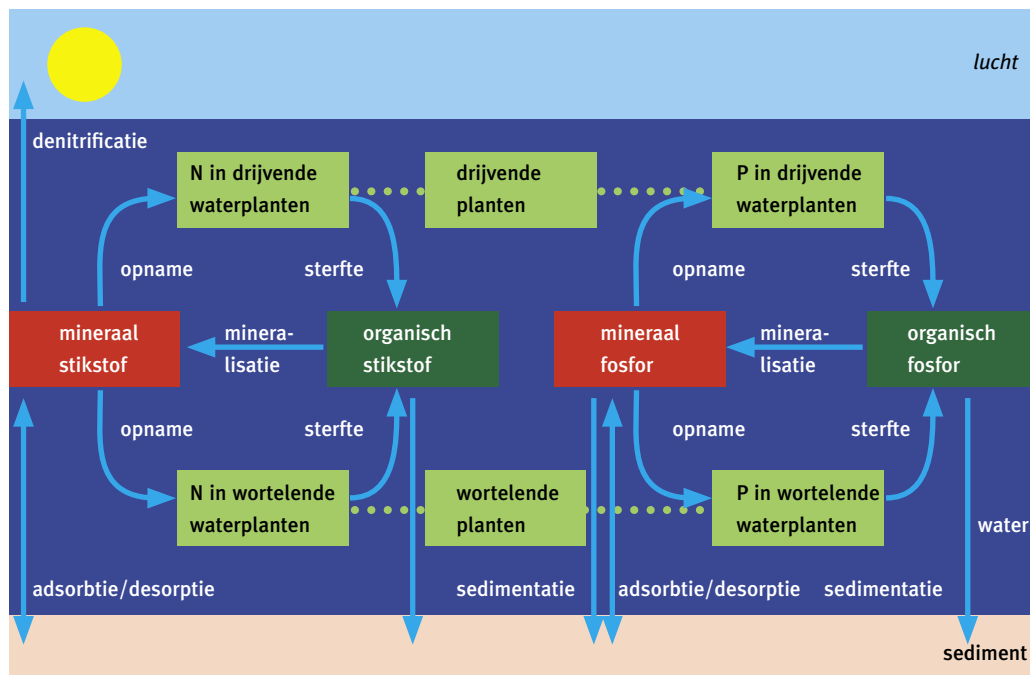
Wat gebeurt er in het water?

De nutriënten vanuit de landbouw zullen op een gegeven moment het oppervlaktewater kunnen bereiken. In het oppervlaktewater en in de waterbodem vinden vervolgens allerlei routes en processen plaats die de uiteindelijk gemeten oppervlaktewaterconcentratie bepalen (figuur 4.7).

Zo verdwijnt stikstof uit het oppervlaktewater door denitrificatie, zorgen waterplanten voor opslag en afbraak van nutriënten en wordt fosfaat opgeslagen en verwijderd door sedimentatie.

In de waterbodem hechten nutriënten zich aan het bodemoppervlak (adsorptie). De mate waarin dat gebeurt, hangt af van de dikte en de samenstelling van het waterbodemoppervlak. Met name fosfor kan zich goed hechten aan eventueel aanwezige ijzer-, calcium- en aluminiumdeeltjes, waardoor de bodem wordt 'opgeladen'. De oxidatietoestand van de bodem bepaalt of er adsorptie dan wel desorptie plaatsvindt. Onder zuurstofarme omstandigheden vindt desorptie plaats, waardoor fosfor weer in de waterstroom terecht komt (nalevering).

Figuur 4.7
Schematische weergave van de routes en processen in het oppervlaktewater. (24)



4.2.1 Retentie

Verblijftijd cruciaal

De belangrijkste factor die bepaalt in welke mate processen in de waterlopen de nutriëntengehaltes beïnvloeden, is de verblijftijd van het water in de waterlopen. Als het water het stroomgebied snel verlaat, hebben processen in de waterbodem en in het oppervlaktewater nauwelijks de tijd om aan te grijpen op de nutriënten in het water. In de zomer zijn de verblijftijden groot en zorgt de temperatuur bovendien voor grotere biologische en chemische activiteit.

De Krimpenerwaard heeft verreweg de langste verblijftijd (tabel 4.1). Het bemalingsgebied Quarles van Ufford heeft een iets kortere verblijftijd en in de vrij afwaterende gebieden Drentse Aa en Schuitenbeek is de verblijftijd het kortst. Toch verschillen de gemeten nutriëntenconcentraties in de zomer voor deze laatste twee gebieden sterk (figuur 2.2). Ondanks dat de verblijftijden in de Drentse Aa relatief kort zijn, lijken de processen in het oppervlaktewater hier een grote rol te spelen.

Tabel 4.1
Gemiddelde verblijftijden van het oppervlaktewater in de periode 1994-2008. (13-I t/m 13-IV)

	verblijftijd in dagen	
	winterhalfjaar	zomerhalfjaar
Drentse Aa	6.5	13
Schuitenbeek	1.5	4
Krimpenerwaard	156	239
Quarles van Ufford	11	22

De verblijftijden in de zomer zijn langer dan in de winter, omdat in de zomer het af te voeren neerslagoverschot kleiner is, vanwege een grotere verdamping. Meestal is er zelfs sprake van een neerslagtekort, doordat de hoeveelheid neerslag kleiner is dan de verdamping. Door de langere verblijftijden is het zuiverend vermogen van het oppervlaktewater in de zomer groter dan in de winter. Daar staat tegenover dat in de winter de nutriëntenbelasting - door uitspoeling vanuit de bodem - groter is, waardoor de retentie van de nutriënten absoluut gezien (in absolute hoeveelheden) groot kan zijn.

Proces	Factoren	Drentse Aa		Schuitembeek		Krimpenerwaard		Q. v. Ufford	
		Z	W	Z	W	Z	W	Z	W
Water									
Denitrificatie (verwijdering N)	Verblijftijd water, [nitraat], temperatuur, zuurstof, waterplantendichtheid	+	-	+/-	-	++	-	+	-
Drijvende vegetatie (opslag, afbraak)	Stroomsnelheid, [nutriënten (mineraal)], temperatuur, licht	-	--	--	--	+	--	+/-	--
Wortelende vegetatie (opslag, afbraak)	[Nutriënten (mineraal)], temperatuur, licht	+	+/-	+	+/-	+/-	+/-	+	+/-
Sedimentatie (opslag P, verwijdering P)	Verblijftijd water, stroomsnelheid, [nutriënten (P)]	+/-	-	-	-	+	+/-	+/-	-
Waterbodem									
Resuspensie (afgifte P)	Stroomsnelheid	-	+/-	-	+/-	-	+/-	-	-
Adsorptie aan sediment (oplading P)	Verblijftijd water, zuurstof, dikte/type/verzadiging sediment, hoeveelheid sorbens (Fe, Al), [nutriënten (P)], kwel/wegzijging	-	+	-	+/-	-	++	-	+
Desorptie vanuit sediment (nalevering P)	Zuurstof, verzadiging sediment, [nutriënten (P)]	+	-	-	--	++	-	+	-
Denitrificatie (verwijdering N)	Verblijftijd water, [nitraat], temperatuur, zuurstof	+	-	+/-	-	++	+/-	+	-
Algemene invloed processen		+	+/-	+/-	-	++	+	+	+/-

Legenda: -- zeer weinig invloed; - weinig invloed; +/- matige invloed; + veel invloed; ++ zeer veel invloed.

Tabel 4.2
Invloed oppervlaktewater-
en waterbodempromessen,
gespecificeerd naar zomer en winter,
per gebied.
(13-I t/m 13-IV en 15)

4.2.2 Processen per stroomgebied

Veel processen in de polder

Voor de vier stroomgebieden is een overzicht gemaakt van de invloed van de processen in het oppervlaktewater op de nutriëntenconcentraties op basis van een gebiedsanalyse in combinatie met een modelstudie naar de procesinvloed (rapport 1855 en systeemanalyses fase 3) (Tabel 4.2). (13-I t/m 13-IV en 15)

De mate waarin de processen in het oppervlaktewater en in de waterbodem een rol spelen in de nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater, de zogeheten retentie, is berekend met het model. De retentie van nutriëntenvrachten in het oppervlaktewater varieert van tien procent van de inkomende nutriëntenvrachten, (in de winter in de Schuitembeek), tot negentig procent (in de zomer in de Krimpenerwaard). De precieze bijdrage is moeilijk te kwantificeren en is van vele factoren afhankelijk, met name van de verblijftijd, de nutriëntenbelasting, de stroomsnelheid van het water, de aanwezigheid van waterplanten, de watertemperatuur, de zuurstofcondities en de waterbodem.

Het geringe percentage van de bijdrage van processen in het oppervlaktewater in de Schuitembeek, is te verklaren door de hoge stroomsnelheid en korte verblijftijd van het water. Daarentegen spelen de processen in de zomer bij de Krimpenerwaard een grote rol, doordat het water lang in het poldersysteem verblijft. Daarnaast is de rol van de waterbodem in de Krimpenerwaard belangrijk. In poldergebieden zoals de Krimpenerwaard zou het effect van de waterbodem op de nutriëntenconcentraties (oplading en nalevering) dan ook beter moeten worden onderzocht, omdat dit effect daar naar verwachting groot is.

Een ander vraag die nog beantwoord zou moeten worden is welk effect het onderhoud aan sloten (maaien en baggeren) precies op de retentie heeft.

Met behulp van de modellen is een eerste stap gemaakt in het kwantificeren van de mate van optreden van processen.

Het blijft van belang om de modellen te voeden met veldmetingen van processnelheden en kennis van de sturende factoren, zodat het model beter wordt afgestemd op de werkelijkheid. Om beter inzicht te krijgen in deze processen, wordt in het project Monitoring Stroomgebieden de retentie vastgesteld in twee beektrajecten in de Drentse Aa, door inkomende en uitgaande nutriëntenvrachten, en processnelheden te meten. De resultaten van dit veldonderzoek zijn eind 2009 beschikbaar (in prep).

Kennisvraag 6

Welk inzicht is er in de oplading, afbraak en nalevering in waterbodem en oppervlaktewatersysteem, in relatie tot de landbouwemissies?

De nutriënten vanuit de landbouw zullen op een gegeven moment het oppervlaktewater bereiken. Welke nutriëntenconcentraties uiteindelijk in het oppervlaktewater gemeten worden, wordt bepaald door de mate waarin processen in het oppervlaktewater en waterbodem plaatsvinden.

De verblijftijd van het water in de waterlopen is de belangrijkste factor voor de mate waarin processen in de waterlopen de nutriëntengehaltes beïnvloeden. Indien de verblijftijd van het water in de waterlopen langer wordt, heeft dit doorgaans een verlagend effect op de N- en P-gehalten. Met name in de zomer spelen processen in het oppervlaktewater een grote rol. Om de nutriëntengehaltes in het oppervlaktewater te verminderen kunnen daarom retentiebevorderende maatregelen in de sloot genomen worden waardoor de verblijftijd van het water wordt verlengd. Ook de groei van waterplanten (extensief maaibeheer) heeft een positief effect.

De mate van optreden van processen in het oppervlaktewater en in de waterbodem varieert sterk per gebied, tussen 10 procent van de inkomende hoeveelheden in de winter (Schuitenbeek) tot 90 procent in de zomer (Krimpenerwaard).

Met de ontwikkelde modellen is een eerste stap gemaakt in het kwantificeren van de mate van optreden van processen. Het blijft van belang om de modellen te voeden met veldmetingen en om kennis die wordt opgedaan (zoals bij het veldonderzoek in de Drentse Aa) inzichtelijk te maken.

Van het waterbodemsysteem zijn nauwelijks data beschikbaar. In poldergebieden zoals de Krimpenerwaard zou het effect van de waterbodem op de nutriëntenconcentraties, via oplading en nalevering, beter moeten worden onderzocht, omdat dit effect daar naar verwachting groot is.



De effecten van het mestbeleid

5.1 Het mestbeleid

Normen en voorschriften

Het Nederlandse mestbeleid is gebaseerd op een Europese richtlijn: de Nitraatrichtlijn. Deze bevat afspraken over de toegestane concentratie nitraat in het grond- en oppervlaktewater en verplicht lidstaten maatregelen te nemen die ervoor zorgen dat de bemestingspraktijk in overeenstemming is met de gewenste waterkwaliteit. De belangrijkste onderdelen van het mestbeleid zijn:

- Normen voor de hoeveelheden stikstof en fosfaat uit dierlijke mest en kunstmest die mogen worden toegepast bij de teelt, per gewastype en bodemsoort.
- Voorschriften voor de manier waarop mest wordt toegepast, zodat mest op de meest efficiënte manier bij de gewassen komt.
- Grenzen aan het aantal dieren dat voor productie mag worden gehouden. Zo wordt voorkomen dat er meer mest geproduceerd wordt dan nuttig gebruikt kan worden bij de teelt van gewassen.
- Regels voor de afvoer van mest van veehouderijbedrijven. Zo is altijd bekend waar de mest vandaan komt en naartoe gaat en wordt overbemesting voorkomen.

De wettelijke regulering voor het gebruik van mineralen stamt uit 1984 (tabel 5.1). De stikstofaanvoer via kunstmest en voer in de melkveehouderij daalde midden jaren tachtig door een krimpende veestapel als nevengevolg van de melkquotering. In de loop van de jaren negentig zette de daling van het kunstmestgebruik verder door en vanaf eind jaren negentig trad vervolgens een forse daling op vanwege de invoering van MINAS en de stijging van de kunstmestprijzen. Dit wordt weerspiegeld in de afname van het stikstofoverschot op melkveebedrijven (figuur 5.1).

Tabel 5.1
Overzicht van voor mest relevante wet- en regelgeving. (26)

Wet- en regelgeving	Jaar van invoering
Interimwet beperking varkens en pluimveehouderijen	1984
Melkquotering	1984
Gebruiksnormenstelsel voor dierlijke mest, regeling verbod	
uitbreiden mestproductie, invoering mestproductierechten	1987
Besluit gebruik meststoffen (emissiearme aanwending)	1991
Mineralenaanvoerregistratie-systeem (MIAR)	1995
Mineralenaangiftesysteem (MINAS)	1998
Wet Herstructurering Varkenshouderij (Varkensrechten)	1998
Pluimveerechten (Meststoffenwet)	2001
Mestafzetovereenkomsten (MAO; tot 2005)	2002
Basisregistratie percelen	2002
Gebruiksnormenstelsel	2006

In de aanpassingen van het mestbeleid is via de Meststoffenwet 2006 het gebruiksnormenstelsel geïntroduceerd, een tweehonderdtal gebruiksnormen voor stikstof uit dierlijke mest, voor totaalstikstof en voor fosfaat, voor de periode 2006-2009. Voor stikstofgebruik voor grasland en snijmais en voor akker- en tuinbouw op klei- en veengronden zijn recent de normen voor de periode 2010-2013 vastgesteld. Ten opzichte van de periode 2006-2009 zijn er nu gebruiksnormen voor totaal-fosfaat waarbij rekening wordt gehouden met de fosfaattoestand van de bodem. Fosfaat dat niet door het gewas wordt opgenomen, hoopt zich voornamelijk op in de bodem. Het overgrote deel van dit opgeslagen fosfaat bevindt zich in anorganische vorm in de bodem waar het in eerste instantie goed wordt vastgelegd. Naarmate echter de hoeveelheid fosfaat in de bodem toeneemt, neemt de capaciteit om nog meer fosfaat te binden af. Het teveel aan fosfaat zal uiteindelijk steeds meer uitspoelen naar het grond- en oppervlaktewater. Dat geldt met name voor gebieden met hogere grondwaterstanden. Immers, hoe hoger de grondwaterstand hoe meer van het opgeslagen fosfaat in de bodem in contact zal staan met het grondwater. Voor het kwantificeren van de fosfaatuitspoeling naar het grond- en oppervlaktewater is kennis over de fosfaatophoping in de bodem onmisbaar. Daarom is voor de vier pilotgebieden de fosfaattoestand van de bovengrond bepaald op basis van intensieve meetcampagnes (21). Voor Quarles van Ufford zijn deze gegevens inmiddels gebruikt bij de modellering van het landsysteem. In vergelijking met de uitgangstoestand, waarbij de fosfaattoestand werd ingeschat op basis van landelijke gegevens, nam daarmee de uitspoeling van fosfaat toe (13-IV).

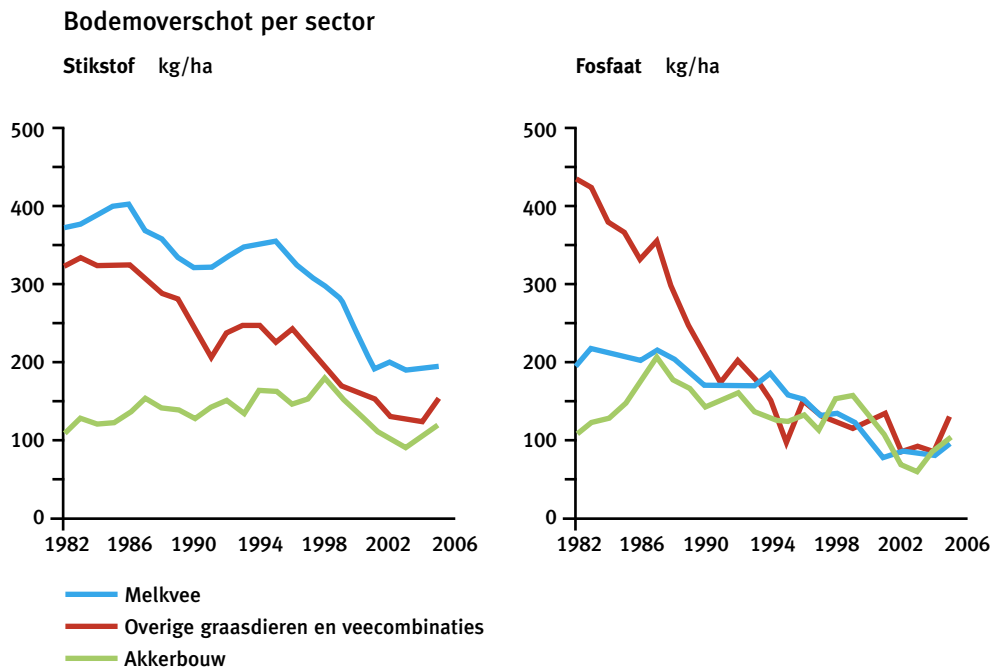
5.2 Het mestgebruik

Landelijke daling

Over het huidige en het historische mestgebruik is alleen informatie beschikbaar op landelijk niveau. Boeren hebben sinds MINAS weliswaar keurig bijgehouden hoeveel mest ze aanwenden, maar die informatie is om privacyredenen niet bruikbaar.

Daarom is alleen op landelijke schaal iets te zeggen over het mestgebruik. Uit de Evaluatie Mestwetgeving 2006 blijkt dat het mestgebruik de afgelopen jaren daalt. De daling blijkt voor stikstof echter te stagneren vanaf 2002 voor de zand- en löss-regio. Deze daling van de aanvoer wordt bijvoorbeeld weerspiegeld in de ontwikkeling van het stikstof- en fosfaatoverschot in de bodem (figuur 5.1).

Figuur 5.1
Bodemoverschotten voor
stikstof en fosfaat. (25)



5.2.1 Mestgebruik per stroomgebied

BIN en BPR bieden uitkomst

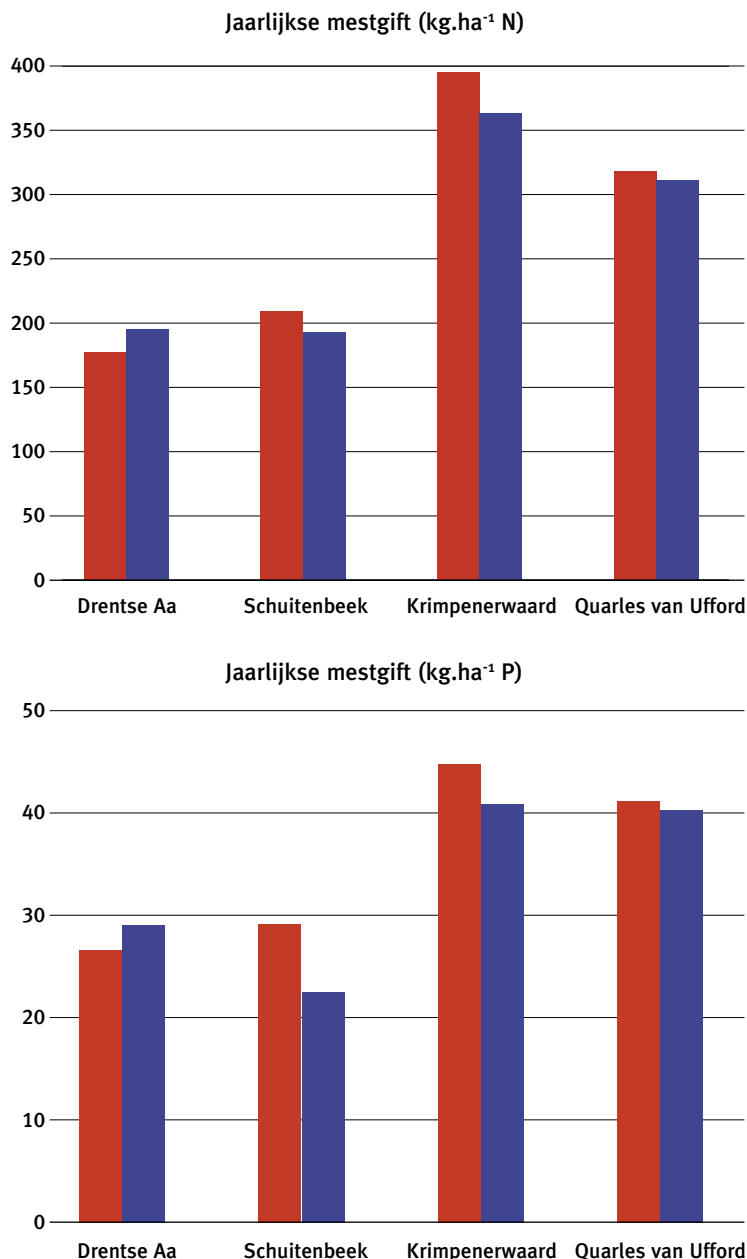
Toch is per gebied geprobeerd meer te weten te komen over het daadwerkelijke mestgebruik en dan met name de hoogte van de giften en de momenten waarop de bemesting plaatsvindt.

Voor drie van de vier gebieden blijkt het mogelijk om meer betrouwbare informatie te krijgen over het mestgebruik door de landbouw. Dit is voor de Drentse Aa en de Schuitenbeek gedaan met behulp van het Bedrijven-InformatieNet (BIN) en bedrijfsgegevens uit het Bedrijven-InformatieNet en Basis Percelen Registratie (BPR). Voor de Krimpenerwaard is het huidige mestgebruik in dit gebied bepaald op basis van een studie van DLV naar de productie en afzettingmogelijkheden van dierlijke mest. Voor het gebied Quarles van Ufford bleken geen aanvullende gegevens van het huidige mestgebruik op regionaal schaalniveau beschikbaar, maar is wel de fruitteelt als belangrijkste bouwlandgewas gehanteerd. Het verschil in het geïnventariseerde regionale mestgebruik ten opzichte van het mestgebruik op landelijk schaalniveau is weergegeven in figuur 5.2.

Uit het geïnventariseerde huidige mestgebruik blijkt dat de gebiedsgemiddelde mesthoeveelheid in het gebied van de Drentse Aa in de periode 2001-2007 lager is dan in het gebied van de Schuitenbeek. Dit komt doordat de bemestingshoeveelheden op graslanden in het gebied Schuitenbeek hoger zijn dan in de Drentse Aa en grasland het meest dominante gewas is in het gebied Schuitenbeek.

Figuur 5.2
Verskil van de regionale
mestgebruikgegevens ten opzichte
van het mestgebruik uit
landelijke gegevens voor
de periode 2001 – 2007.
(16)

■ Bemestingshoeveelheid landelijk
■ Bemestingshoeveelheid regionaal



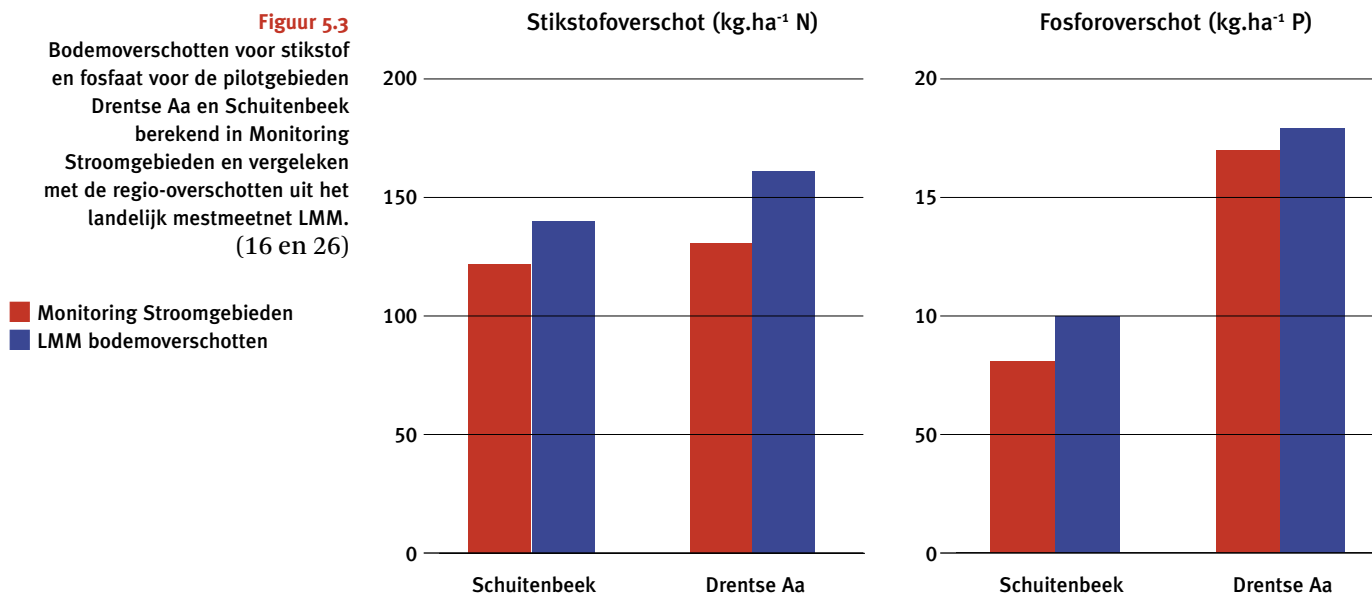
Kijkend naar de bodemoverschotten (bemesting minus onttrekking door het gewas) in de gebieden blijkt echter het overschot voor de Drentse Aa groter dan voor Schuitenbeek (Figuur 5.3). Opvallend is dat een hoger bodemoverschot in de Drentse Aa niet resulteert in hogere nutriëntconcentraties in het oppervlaktewater. Een aantal mogelijke oorzaken hiervoor zijn:

- De (huidige) fosfaatuitspoeling wordt met name bepaald door de fosfaatophoping in de bodem; dus door het mestgebruik in het verleden. Van het gebied Schuitenbeek is bekend dat in het verleden grote hoeveelheden mest zijn uitgereden op met name maïsgronden.
- In de Drentse Aa komt veel kwel voor van ijzerrijk grondwater. Van ijzerrijk water is bekend dat dit goed met fosfaat bindt. Deze ijzerrijke kwel in de Drentse Aa kan als een extra vastlegging van fosfaat worden beschouwd.
- De uitspoeling van stikstof naar het oppervlaktewater wordt met name bepaald door (hydrologische) stroombanen. In het gebied de Drentse Aa ligt het grootste

deel van de beken in veendalen. Deze veendalen kunnen bufferend werken op de stikstofuitspoeling.

- Het geïnventariseerd mestgebruik zegt alleen iets over het gemiddelde bemestingsniveau van het gehele gebied, niet over de ruimtelijke spreiding (variatie) van de bemesting in het gebied.

Ondanks het feit dat in het gebied van de Drentse Aa een hoger bodemoverschot niet direct resulteert in een hogere belasting van het oppervlaktewater en dus in een verslechtering van de oppervlaktewaterkwaliteit, is er wel degelijk een risico voor de waterkwaliteit in het gebied aanwezig. Een fosforoverschot resulteert meestal in een grotere fosfaatophoping van de bodem. Uit het bodemkwaliteitsmeetnet de Drentse Aa blijkt dat het aandeel fosfaatverzadigde gronden sinds medio jaren negentig is toegenomen. Ook andere gemeten fosfaatparameters in de bodem laten een stijging zien. Een hoge fosfaatophoping in de bodem kan de kans op uitspoeling van fosfaat naar het oppervlaktewater vergroten. Dit hangt sterk samen met hydrologische maatregelen (vasthouden van water) en klimaateffecten (vaker voorkomen van intensieve regenbuien). De toename van de neerslagintensiteit is zichtbaar in de rekenresultaten van het modelsysteem voor de Drentse Aa en de Krimperwaard. (13-I en 13-III)



5.3 De effecten van het mestbeleid

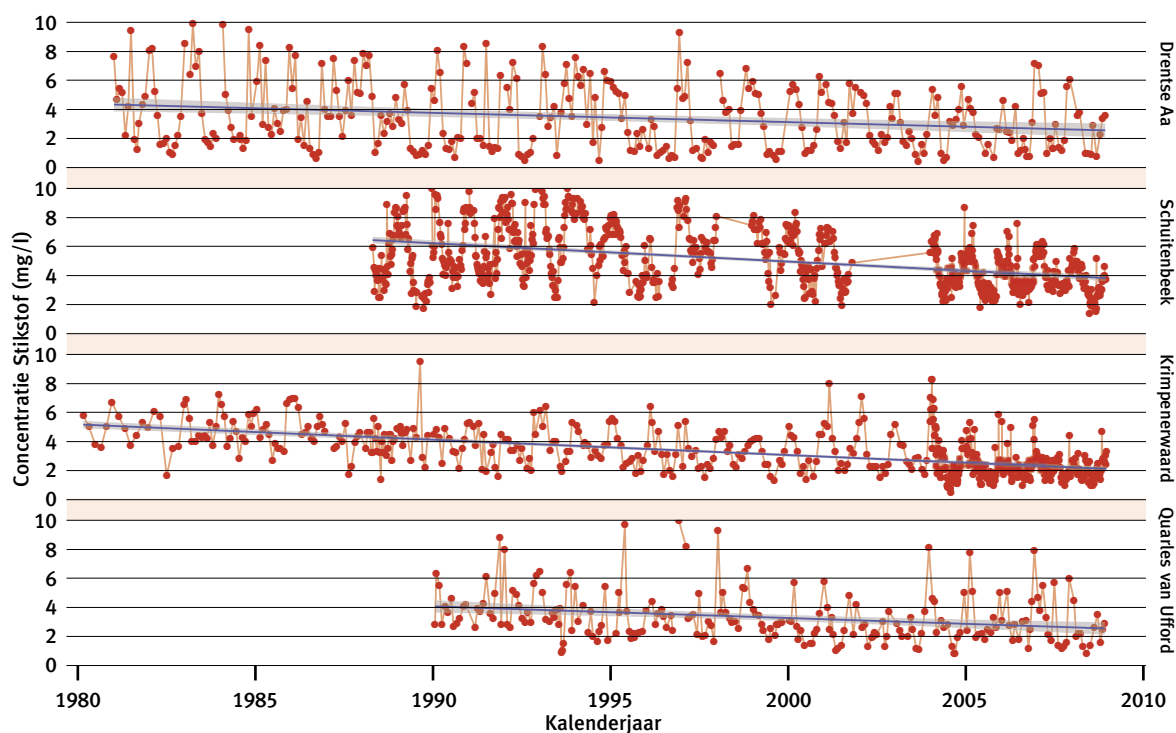
Data-analyse geeft geen uitsluitsel

Uit langjarige meetreeksen van de waterbeheerders (figuur 5.4) blijkt voor alle vier de pilotgebieden een daling van de nutriëntconcentraties in het oppervlaktewater.

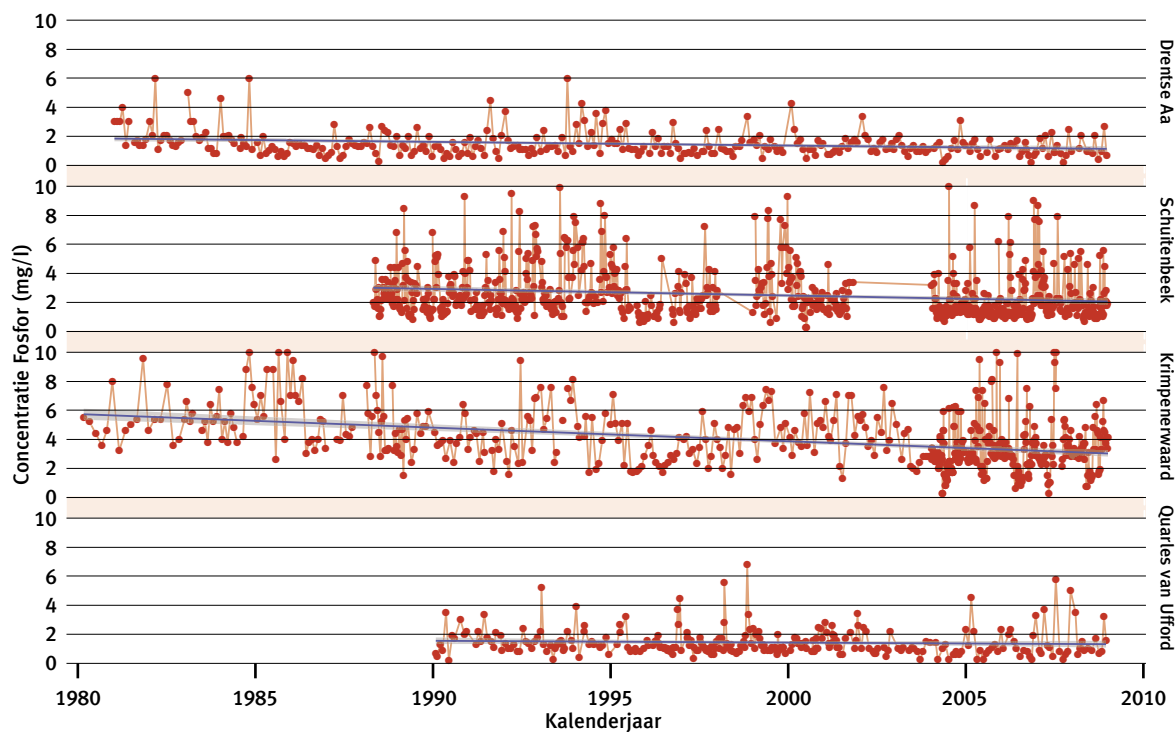
Samengevat vertonen de tijdreeksen zoals zijn weergegeven in de figuren 5.4 en 5.5 een licht dalende lineaire trend. Behalve in het geval van fosfor in Quarles van Ufford zijn alle trends significant (Tabel 5.2).

Het is echter onduidelijk in hoeverre dit wordt veroorzaakt door het mestbeleid. In het project Monitoring Stroomgebieden is daarom op basis van statistisch onderzoek beoordeeld of er vanaf twee belangrijke momenten in het mestbeleid, namelijk januari 1984 (invoering) en januari 1992 (verplicht injecteren) een verandering is opgetreden in de hoeveelheden stikstof en fosfor in het oppervlaktewater.

Figuur 5.4 Trendanalyse van het totaal-stikstofgehalte voor de meest dominante uitstroompunten van de vier pilotgebieden. De schaduw rondom de trendlijn geeft het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de trendlijn aan. (20)



Figuur 5.5 Trendanalyse van het totaal-fosforgehalte voor de meest dominante uitstroompunten van de vier pilotgebieden. De schaduw rondom de trendlijn geeft het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de trendlijn aan. (20)



Tabel 5.2
Resultaten tijdreeksanalyse
voor lineaire trends in de
nutriëntenconcentraties in
het oppervlaktewater bij
de uitstroompunten van de
pilotgebieden.
(20)

Gebied	N		P	
	trend (mg/l/jr)	p-waarde	trend (mg/l/jr)	p-waarde
Drentse Aa	-0.073	< 0.001	-0.0037	< 0.001
Schuitenbeek	-0.145	< 0.001	-0.0042	< 0.001
Krimpenerwaard	-0.111	< 0.001	-0.0107	< 0.001
Quarles van Ufford	-0.098	< 0.001	-0.0012	0.270

Alleen voor de Drentse Aa werden in de analyse significant dalende trends gevonden. Daarbij is gekeken naar de nutriëntenvrachten in het oppervlaktewater en gecorrigeerd voor de invloed van de hoeveelheid neerslag op de nutriëntenvrachten in het oppervlaktewater. De dalende trend kan dus niet worden verklaard door een neerslagoverschot. Voor de Schuitenbeek konden geen trends worden aangetoond. Bij de Krimpenerwaard werd op een van de drie meetlocaties een verband gevonden tussen het mestbeleid en de vrachten stikstof en fosfor in het oppervlaktewater, maar dit was statistisch gezien niet erg sterk. Voor Quarles van Ufford zijn geen analyses gemaakt, omdat duidelijk was dat hier onvoldoende waterkwaliteitsgegevens voorhanden waren. Om gefundeerde uitspraken te kunnen doen over de effecten van het mestbeleid op het oppervlaktewater zijn dan ook langere tijdreeksen nodig dan bij de uitvoering van de statistische analyse beschikbaar waren.

Al met al zou alleen voor de Drentse Aa het mestbeleid mogelijk een positief effect hebben gehad op de waterkwaliteit. Toch kunnen hier ook andere oorzaken voor de dalende trend zijn zoals een herinrichting van het waterlopenstelsel. Om uitspraken over de effecten van het mestbeleid te kunnen doen, moeten daarom eerst de mogelijk andere factoren in kaart worden gebracht.

Kennisvraag 3

Welk effect heeft het uitgevoerde mestbeleid op de N- en P-gehalten van het oppervlaktewater?

Voor stikstof is tot 2002 landelijk een significant dalende trend te zien in de concentraties in het oppervlaktewater. In de vier onderzoeksgebieden zijn significant dalende trends zichtbaar voor stikstof en fosfor. **Dat het mestbeleid heeft bijgedragen aan deze dalingen is zeer waarschijnlijk maar kan nog niet hard worden aangetoond.**

Op basis van statistisch onderzoek is beoordeeld of twee belangrijke momenten in het mestbeleid (invoering en verplicht injecteren) effect hebben gehad op de nutriëntenvrachten bij de uitstroompunten van de vier gebieden. Op basis van die methodiek en de data welke beschikbaar waren kon alleen voor de Drentse Aa die trend mogelijk verklaard worden als effect van het mestbeleid. Ook hier geldt echter dat onvoldoende is hard te maken in hoeverre dat effect daadwerkelijk het gevolg is van het mestbeleid. Daarvoor is inzicht nodig in andere factoren die van invloed zijn op de oppervlaktewaterkwaliteit in de gebieden.

De effecten van het uitgevoerde mestbeleid is afhankelijk van het mestgebruik. Gebruik van mest kan per regio verschillen, in het project Monitoring stroomgebieden is dit in kaart gebracht. Uit dit onderzoek blijkt dat het mestgebruik op landelijke schaal gemiddeld 9 en 13% verschilt met het geïnventariseerde mestgebruik op regionale schaal voor resp. stikstof en fosfor. Voor de Drentse Aa ligt het regionaal gebruik gemiddeld hoger, voor de Krimpenerwaard en Schuitembeek gemiddeld lager. Op landelijk niveau wordt het mestbeleid geëvalueerd, maar de resultaten hiervan kunnen dus afwijken van de effecten van het mestbeleid in de regio.



Monitoren van het mestbeleid

6.1 Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid

Het project Monitoring Stroomgebieden is niet het eerste project dat kijkt naar de effecten van het mestbeleid. Al veel langer volgt de overheid het beleid via het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM). Het LMM volgt zowel de grondwaterkwaliteit als de landbouwpraktijk op bedrijven. Daarin worden de grondwaterkwaliteit en de bedrijfsgegevens op onderlinge samenhang onderzocht. Daarmee wordt geanalyseerd welke effecten de verandering in de landbouwpraktijk hebben op de grondwaterkwaliteit. Naast grondwaterkwaliteit wordt in het LMM ook gemeten in drains, en het slotwater. Het LMM is opgezet om op landelijk niveau uitspraken te doen.

Aanvullend op LMM is het project Monitoring Stroomgebieden gestart om de effecten van het mestbeleid aan te tonen in het oppervlaktewater op stroomgebiedsniveau.

6.2 Meten

Wat, hoe vaak, waar en hoe?

In het project Monitoring Stroomgebieden worden in ieder gebied extra metingen uitgevoerd, op verschillende locaties in het stroomgebied. Die gegevens worden

opgeslagen in een slimme database. Deze database werkt een hele rij kwaliteitscontroles af, maakt het mogelijk om afgeleide gegevens op te vragen en weet ook welke gegevens alleen gebruikt mogen worden voor de onafhankelijke toetsing van de modellen. (18)

De waterkwantiteitsgegevens en de kwaliteitsgegevens van het oppervlaktewaterstelsel zijn belangrijk om tot sluitende water- en stoffenbalansen te kunnen komen. Uit een validatie van de waterkwantiteitsgegevens van de waterbeheerders in het project Monitoring Stroomgebieden blijkt dat de betrouwbaarheid op diverse locaties zorgwekkend is. (19) De aanvullende meetinformatie, samen met de kennis van het land- en oppervlaktewaterstelsel zorgt voor meer inzicht in de vier pilotgebieden.

6.3 De rol van de landbouw

Landbouwgedomineerde meetpunten

Een indicatie voor het aandeel van de landbouw in de nutriëntengehaltes van het oppervlaktewater, die is verkregen door aanvullende metingen, is alleen gevonden in de Drentse Aa. In het stroomgebied van de Drentse Aa is de landbouw met name sterk vertegenwoordigd in het deelstroomgebied het Zeegserloopje. Circa tachtig procent van het oppervlak van dit deelstroomgebied bestaat uit landbouwgrond, tegenover nog geen tien procent oppervlak natuurgrond. Uit een vergelijking van het landbouwmeetpunt met een meetpunt in het natuurgebied kan worden opgemaakt dat de waargenomen stikstofconcentraties in het oppervlaktewater van de Drentse Aa worden beïnvloed door de aanwezige landbouw doordat bijdragen vanuit andere bronnen kunnen worden uitgesloten of gekwantificeerd. In gebieden zonder landbouw in de Drentse Aa wordt namelijk een langjarig gemiddelde stikstofconcentratie van beneden de 1 mg/l gevonden. In het meest intensieve landbouwgebied wordt een langjarig gemiddelde stikstofconcentratie boven de 8 mg/l totaal-stikstof in het winterhalfjaar en ca. 3 mg/l totaal-stikstof in het zomerhalfjaar gemeten. Voor fosfor wordt echter in de Drentse Aa nagenoeg geen relatie gevonden tussen fosforconcentraties in het oppervlaktewater en landbouwactiviteiten in het stroomgebied. De sterke binding van fosfaat aan het bodemcomplex en eventuele vastlegging van fosfaat in de onderwaterbodem door invloed van ijzerrijke kwel kan hierbij een rol spelen. (20)

6.4 De inzet van modellen

Model kan méér

Alleen voor het gebied de Drentse Aa kon de relatie tussen landbouw en de oppervlaktewaterkwaliteit gerelateerd worden aan een meetpunt. Voor de andere gebieden was dit niet mogelijk doordat er geen eenduidig beeld uit de landbouwbeïnvloede meetpunten kwam en doordat de invloed van andere bronnen niet kon worden uitgesloten. Zo is ook specifiek gekeken naar de locatie 'Nooitgedacht' (KOP 0435) in de Krimpenerwaard, waar sinds 1993 niet meer wordt bemest. Kijken we naar de zomerconcentraties stikstof-totaal, dan zijn er niet zo veel verschillen met elders in het gebied: Nooitgedacht heeft gemiddeld 2.55 mg/l⁻¹ en elders is dat 2.84 mg/l⁻¹. Voor de winterconcentraties is dit beeld echter volledig anders. Dan wordt in Nooitgedacht gemiddeld 2.46 mg/l⁻¹ gemeten en elders 5.32 mg/l⁻¹, wat ruim twee keer zo hoog is. Een directe interpretatie van concentratieverschillen naar landgebruik is echter lastig, aangezien ook andere factoren, zoals peilbeheer, een rol kunnen spelen.

De vraag is natuurlijk hoe representatief één landbouwmeetpunt is voor de monitoring van de belasting vanuit de landbouw voor een heel stroomgebied. Want meet je bij wijze van spreken eens in de maand de nutriëntenconcentraties in het uitstroom-

punt, dan meet je in feite een momentopname van een optelsom aan bronnen, processen en nutriëntenstromen in het stroomgebied. Als de nutriëntenconcentraties op dat punt veranderen, kun je niets zeggen over de oorzaak daarvan die mogelijk ligt bij veranderingen in het mestgebruik, de omstandigheden of in processen in de bodem of in het water. Modellen kunnen, mits zij het gedrag van het systeem adequaat beschrijven en de metingen goed simuleren, de oorzaak wel aantonen. Het monitoringsysteem zal dan ook een uitgekiend patroon van meetpunten en meetmomenten moeten hebben, gebaseerd op kennis van het land- en oppervlaktewatersysteem, om tot betrouwbare uitspraken te kunnen komen over de oppervlaktewaterkwaliteit in relatie tot de belasting van landbouw.

Kennisvraag 7

Is er een blauwdruk te geven voor een monitoringsysteem op stroomgebiedsniveau waarin op een representatieve en kosteneffectieve wijze de belasting vanuit de landbouw wordt gevolgd?

Het is mogelijk om een dergelijke blauwdruk op te stellen. **Er wordt in het project Monitoring Stroomgebieden gewerkt aan een werkwijze waarmee op stroomgebiedsniveau de belasting vanuit de landbouw kan worden gemonitord, deze is nog niet uitgewerkt.** Er blijken allerlei mogelijkheden te zijn om dit te doen. Zo kan gericht worden gezocht naar landbouwbeïnvloede meetpunten waarbij de bijdrage van andere bronnen kan worden uitgesloten of gekwantificeerd. Uit een eerste data-analyse voor dit tussenrapport blijkt dat voor de Drentse Aa in ieder geval een meetpunt te selecteren is waarbij de belasting vanuit de landbouw op deze manier gemonitord kan worden.

Modellen kunnen, mits zij het gedrag van het systeem adequaat beschrijven en de metingen goed simuleren, de relaties tussen de belasting vanuit de landbouw en de gemeten oppervlaktewaterkwaliteit aantonen. Daarom is in het project Monitoring Stroomgebieden gewerkt aan het opzetten van modelsystemen in de vier proefgebieden om het systeeminzicht in deze gebieden te vergroten. Door de inzichten in relaties door de modellen te combineren met alle beschikbare meetdata kan een uitgekiend patroon van meetpunten en meetmomenten geselecteerd worden, gebaseerd op kennis van het land- en oppervlaktewatersysteem. Op deze manier kan op stroomgebiedsniveau een representatieve en kosteneffectieve wijze van monitoren worden vastgesteld waarmee het mogelijk is om tot betrouwbare uitspraken te komen over de oppervlaktewaterkwaliteit in relatie tot de belasting van de landbouw.

6.5 Monitoring Stroomgebieden? Meer dan meten!

Handreiking

Om meer zicht te krijgen in de oorzaken van verschillen in nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater en om de relatie tussen mestbeleid en oppervlakte- en grondwaterkwaliteit te kunnen leggen, is het project Monitoring Stroomgebieden gestart. Daartoe is in dit project ingezoomd op een viertal voor Nederlandse omstandigheden representatief veronderstelde stroomgebieden. Het idee was dat door het verzamelen van aanvullende data en kennis in deze gebieden de relatie tussen mestbeleid en de resulterende oppervlaktewaterkwaliteit wel zou kunnen worden aangetoond. Uit deze tussenrapportage blijkt dat er bij het monitoren van de effecten van landbouwkundige maatregelen meer komt kijken dan alleen een beeld krijgen van de invloed van de landbouw in een meetpunt. Er spelen in een stroomgebied diverse zaken. Dit blijkt ook wel uit de analyse van de metingen, de statistische analyses en de literatuurstudie naar biotische indicatoren die in het kader van het project Monitoring Stroomgebieden zijn uitgevoerd.

Hoe beter het systeem van de vier proefgebieden nog verder in kaart wordt gebracht, hoe beter bekend is hoe de monitoring efficiënt kan plaatsvinden. Je weet dan immers precies op welke plekken en op welke tijdstippen welke parameters als relevant moeten worden aangemerkt in het monitoringplan. En hoe beter dat monitoringplan er voor die vier gebieden uitziet, hoe beter het systeem ook uitgerold kan worden over heel Nederland. Dit kan door een handreiking af te leiden over de manier waarop in andere stroomgebieden in Nederland een dergelijke monitoringstrategie met bijbehorend meetnet kan worden opgezet waarmee in deze gebieden en vervolgens ook op nationaal niveau de relatie tussen mestbeleid en de oppervlaktewaterkwaliteit te kwantificeren is. Deze handreiking is de blauwdruk genoemd.

6.6 Blauwdruk Monitoring

Webapplicatie

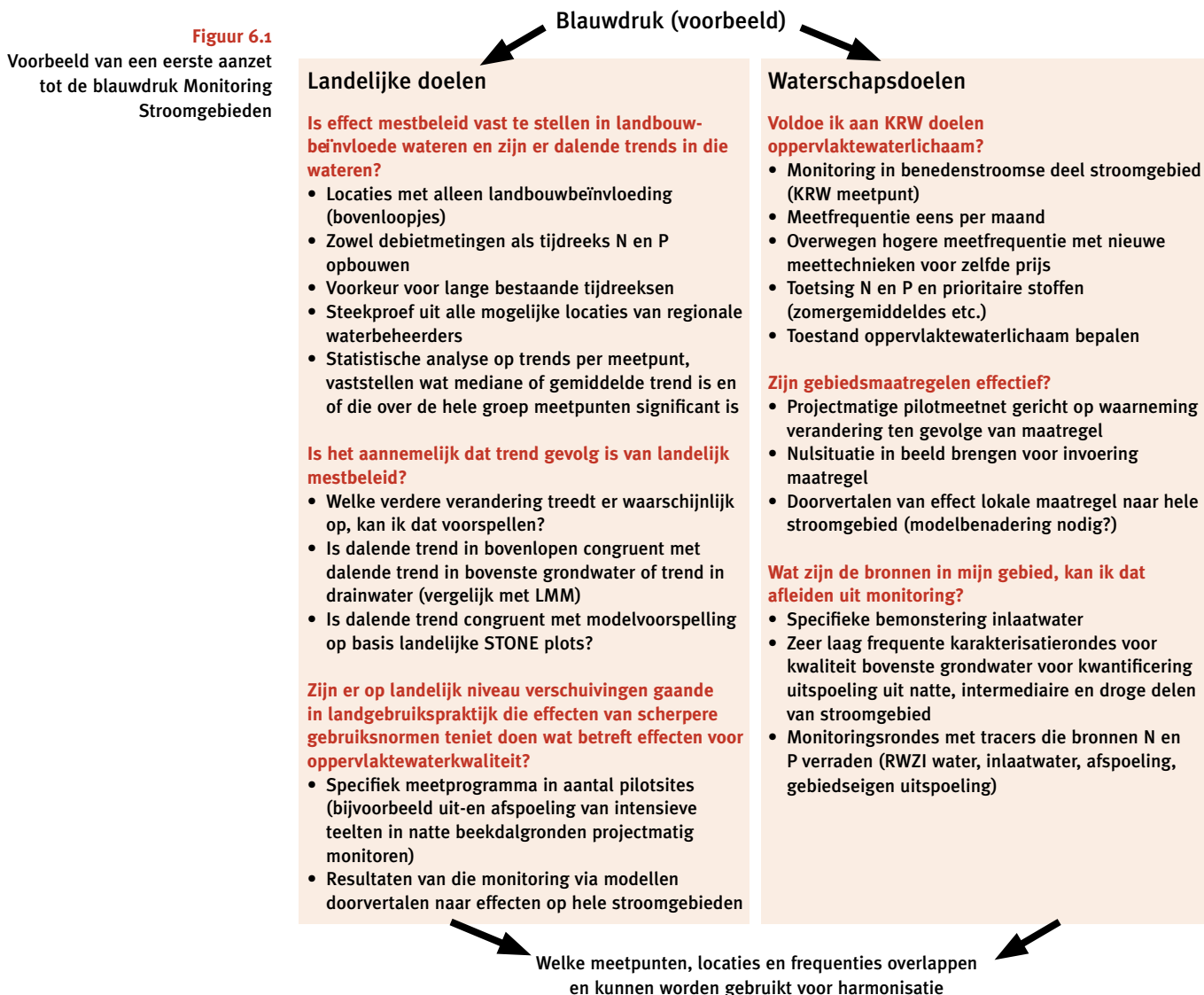
De blauwdruk wordt geen strak stappenplan dat je moet doorlopen om de effecten van mestbeleid in het oppervlaktewater te kunnen monitoren. Wel wordt een stapsgewijze aanpak gevolgd en worden bijbehorende kennis en ervaring aangeboden om keuzes te maken om gebiedsspecifiek tot een voor het doel geschikt meetnet te kunnen komen. De blauwdruk wordt in principe als een webapplicatie aangeboden. Allereerst is het belangrijk om scherp te krijgen voor welk doel de blauwdruk precies wordt opgezet. Het project Monitoring Stroomgebieden ontwikkelt een monitoringssysteem voor het volgen van de effecten van het mestbeleid op het oppervlaktewater. In een later stadium van de blauwdruk kan worden gekeken in hoeverre meetlocaties voor meer dan een doelstelling bruikbaar zijn. Harmonisatie van de monitoringsinspanning voor gebruik voor verschillende doelen is dus niet zozeer een beginstap, maar kan pas effectief gebeuren als duidelijk is welke monitoringsopzet nodig is voor het behalen van de specifieke doelen van landelijke en regionale waterbeheerders. We zien monitoring namelijk als een proces waarin vanuit duidelijke meetdoelen naar een van tevoren bekende rapportagevorm wordt toegewerkt en waarbij vervolgens uit de rapportage weer lessen worden geleerd die leiden tot mogelijke aanpassingen in meetdoelen en meetstrategie en rapportage (de zogenaamde monitoringscyclus).

6.6.1 Meten of modelleren

Voorspellen

De blauwdruk houdt zich in principe bezig met de opzet van een monitoringstrategie en maakt duidelijk welke vragen met alleen meten kunnen worden beantwoord en voor welke vragen het nodig is om in aanvulling te modelleren. Zeker wanneer voorspellingen nodig zijn voor het beantwoorden van de landelijke en regionale vragen, of wanneer resultaten van pilotgebieden moeten worden geëxtrapoleerd naar andere gebieden, is modelleren noodzakelijk. Maar een model kan ook nadrukkelijk helpen bij het verkrijgen van begrip van het watersysteem en van de meest gevoelige parameters die het systeemgedrag bepalen. De modellen die in de vier proefgebieden van het project Monitoring Stroomgebieden zijn gemaakt, leveren bijvoorbeeld input aan de blauwdruk doordat duidelijk is geworden welke systeemkenmerken vooral gemonitord moeten worden en op welke plaatsen.

In figuur 6.1 wordt een voorbeeld gegeven van hoe een blauwdruk kan werken. In dit voorbeeld zijn enkele onderwerpen en vragen benoemd die bij de invulling van de blauwdruk aan de orde komen.



Kennisvraag 8

Hoe kunnen we komen tot een blauwdruk waarmee op een representatieve en kosteneffectieve wijze de effecten van landbouwkundige maatregelen worden gemonitord?

Bij het monitoren van de effecten van landbouwkundige maatregelen op de oppervlaktewaterkwaliteit komt meer kijken dan alleen een beeld krijgen van de invloed van de landbouw op een meetpunt. Er spelen in een stroomgebied natuurlijk diverse zaken. Inzicht in de gebieden, bronnen, routes en processen is nodig om daadwerkelijk een meetwaarde te relateren aan een landbouwkundige maatregel. In dit tussenrapport zijn de eerste ideeën voor een blauwdruk monitoring beschreven.

Op basis van de resultaten in het project **Monitoring Stroomgebieden** wordt begin 2010 een eerste versie van de blauwdruk gemaakt.



Evaluatie

Dit tussenrapport Monitoring Stroomgebieden geeft, aan de hand van de gestelde kennisvragen, een helder beeld van waar we na zes jaar uitvoering van het project staan. Antwoorden op kennisvragen zijn gegeven de huidige kennis gegeven. Sommige kennisvragen kunnen nog niet worden beantwoord door de keuzes die de afgelopen jaren zijn gemaakt. Naast antwoorden zijn in dit rapport ook nieuwe inzichten getoond en onzekerheden benoemd.

7.1 De kennisvragen op een rij

Antwoorden en witte vlekken

Alle resultaten die het project Monitoring Stroomgebieden de afgelopen jaren heeft opgeleverd, zorgen voor een goed inzicht in de gebieden. Er zijn nog zogenaamde witte vlekken aan te duiden waardoor niet alle vragen te beantwoorden zijn. Hieronder worden de kennisvragen op een rij gezet. Per kennisvraag wordt de verkregen kennis en deze witte vlekken weergegeven. In tabel 7.1 worden de witte vlekken samengevat.

Kennisvraag 1: Welke N- en P-gehalten worden aangetroffen in de verschillende onderdelen van het oppervlaktewatersysteem en geven deze waterkwaliteitsproblemen?

In het tussenrapport wordt deze kennisvraag uitvoerig beantwoord. In alle gebieden worden uitschieters in ruimte en tijd in N- en P-concentraties in het oppervlaktewater waargenomen. In welke mate deze uitschieters voor waterkwaliteitsproblemen zorgen is nog een witte vlek.

Kennisvraag 2: In welke mate worden de N- en P-gehalten van het oppervlaktewater bepaald door landbouwkundig handelen?

In het tussenrapport is per gebied inzicht gegeven in de bijdrage van alle bronnen op de N- en P-concentraties in het oppervlaktewatersysteem. De landbouw vormt daarin door bemesting en door de nalevering van het bodemsysteem voor alle vier gebieden de belangrijkste bron. De bijdrage van de veenbodem (in de Krimpenerwaard) en kwel in de verschillende gebieden vragen nog verdere aandacht en vormen nog een witte vlek. Voor het kwantificeren van het effect van het mestbeleid op de oppervlaktewaterkwaliteit zijn de antwoorden daarop noodzakelijk. Daarnaast dient de invloed van de verschillende bronnen op ieder punt en moment bekend te zijn om te komen tot een slimme, kosteneffectieve selectie van meetpunten en meetmethode/meetfrequentie.

Kennisvraag 3: Welk effect heeft het uitgevoerde mestbeleid op de N- en P-gehalten van het oppervlaktewater?

Kennisvraag 3 kan op basis van de huidige resultaten van het project Monitoring Stroomgebieden nog niet worden beantwoord. In het uitstroompunt van de vier gebieden is tot nu toe alleen een waarschijnlijke relatie tussen mestbeleid en nutriënten in het oppervlaktewater aangetoond voor stikstof in de Drentse Aa. Onzekerheden ten aanzien van het beantwoorden van deze kennisvraag worden bepaald door de beschikbare meetreeksen, de kennis over bronnen, routes en processen in de gebieden en de beschikbare analysemethoden.

Sinds 2004 is in de aanvullende meetpunten in het oppervlaktewater een reeks metingen aangelegd. Daarnaast is een jaar geleden een aanvullende meetcampagne gericht op de processen van start gegaan. In de toekomst moet het mogelijk zijn om met behulp van deze twee databronnen in combinatie met de metingen van de waterschappen te toetsen of het uitgevoerde mestbeleid effect heeft gehad op de N- en P-concentraties in het oppervlaktewater. Continueren van (een deel van) de aanvullende metingen in de vier gebieden leidt tot meer inzicht en zal de onzekerheden verkleinen.

Kennisvraag 4: In welke mate bevestigen de meetgegevens de uitkomsten van modelberekeningen?

De mate waarin de modeluitkomsten de meetdata beschrijven, is voor de huidige tussenresultaten nog niet bevredigend. De mate waarin dat geldt, verschilt per gebied. Door de stapsgewijze aanpak die bij de modellering en de validatie is gevolgd, is duidelijk geworden dat er geen generieke modellering mogelijk is omdat ieder gebied specifieke bronnen, routes en processen heeft. Ook werd duidelijk welke specifieke bronnen, routes en processen in welk gebied bepalend zijn. Daarmee kan gericht worden geïnvesteerd in het verzamelen en interpreteren van aanvullende gegevens. Tevens levert dit inzichten bij het afleiden van een blauwdruk voor andere stroomgebieden in Nederland. Een witte vlek zijn de snelle afvoerprocessen en de invloed van de bijdrage van de kwel. Daarnaast is nog onduidelijk wat de voordelen van integrale hydrologische modellering (NHI) voor simuleren van de nutriëntenhuishouding en resulterende waterkwaliteit zijn. Het nog niet invullen van deze witte vlekken in de bestaande modellen voor de vier pilotgebieden maakt dat deze modellen nog niet goed gebruikt kunnen worden voor regionale toepassing en dus ook nog niet goed gebruikt kunnen worden om de effecten van mestbeleid op regionale schaal aan te tonen.

Kennisvraag 5: Wat zijn de belangrijkste routes waarlangs de N- en P-belasting van het oppervlaktewater door de landbouw tot stand komen? Welke mate van retentie speelt daarbij?

Hoe lang duurt het voordat mogelijke maatregelen zichtbaar zijn in de N- en P-gehalten van het oppervlaktewater?

In deze tussenrapportage zijn de relatieve bijdragen van de landbouw via routes in het bodemsysteem aan de N- en P-belasting op basis van de tot nu toe uitgevoerde analyses beschreven. De daadwerkelijke bijdragen van deze routes zijn echter erg onzeker omdat de snelle transportroutes nog niet goed bekend zijn. Hierdoor is kwantificering van het aandeel van de landbouw nu en in de toekomst aan de belasting van het oppervlaktewater lastig. Verdere analyse van de data, in combinatie met ander onderzoek naar de bijdrage van snelle transportroutes, kan het inzicht in het belang van transportroutes op stroomgebiedsniveau vergroten. Inzicht in de bijdrage van de verschillende routes per gebied (bijvoorbeeld het effect van scheuren in kleigronden bij Quarles van Ufford) op verschillende momenten en op de verschillende locaties binnen de gebieden is van belang voor een goede selectie van meetpunten voor een monitorsysteem. Daarnaast zorgt dit inzicht voor de bepaling op welke momenten en hoe bemonsterd dient te worden. Wordt een meetpunt bijvoorbeeld gedomineerd door snelle transportroutes dan is het cruciaal om continu dan wel zeer intensief gericht te meten om de bijdrage van de landbouw en/of de effecten van mestbeleid aan te tonen. Omdat de metingen niet standaard op deze manier worden verricht, is weinig bekend over de bijdrage van snelle versus langzame routes in de verschillende gebieden op stroomgebiedsniveau.

Samengevat zorgt invulling van deze witte vlek voor kwantificering van de bijdrage van de diverse bronnen aan de uiteindelijke N- en P-belasting van het oppervlaktewatersysteem en levert inzicht in de routes informatie voor een kosteneffectief meetnetopzet.

Kennisvraag 6: Welk inzicht is er in de oplading, afbraak en nalevering in waterbodem en oppervlaktewatersysteem, in relatie tot de landbouwemissies?

De nutriënten vanuit de landbouw zullen op een gegeven moment het oppervlaktewater bereiken. Welke nutriëntenconcentraties uiteindelijk in het oppervlaktewater gemeten worden, wordt bepaald door de mate waarin processen in het oppervlaktewater en waterbodem plaatsvinden.

De verblijftijd van het water in de waterlopen is de belangrijkste factor voor de mate waarin processen in de waterlopen de nutriëntengehaltes beïnvloeden. Indien de verblijftijd van het water in de waterlopen langer wordt, heeft dit doorgaans een verlagend effect op de N- en P-gehalten. Met name in de zomer spelen processen in het oppervlaktewater een grote rol. Om de nutriëntengehaltes in het oppervlaktewater te verminderen kunnen daarom retentiebevorderende maatregelen in de sloot genomen worden waardoor de verblijftijd van het water wordt verlengd. Ook de groei van waterplanten (extensief maaibeheer) heeft een positief effect.

De mate van optreden van processen in het oppervlaktewater en in de waterbodem varieert sterk per gebied, tussen 10 procent van de inkomende hoeveelheden in de winter (Schuitenbeek) tot 90 procent in de zomer (Krimpenerwaard).

Met de ontwikkelde modellen is een eerste stap gemaakt in het kwantificeren van de mate van optreden van processen. Het blijft van belang om de modellen te voeden met veldmetingen en om kennis die wordt opgedaan (zoals bij het veldonderzoek in de Drentse Aa) inzichtelijk te maken.

Van het waterbodemsysteem zijn nauwelijks data beschikbaar. In poldergebieden zoals de Krimpenerwaard zou het effect van de waterbodem op de nutriëntenconcentraties, via oplading en nalevering, beter moeten worden onderzocht, omdat dit effect daar naar verwachting groot is.

Kennisvraag 7: Is er een blauwdruk te geven voor een monitoringsysteem op stroomgebiedsniveau waarin op een representatieve en kosteneffectieve wijze de belasting vanuit de landbouw wordt gevolgd?

In het tussenrapport staat beschreven dat in ieder geval in de Drentse Aa een meetpunt is gevonden waar de effecten van de landbouw rechtstreeks gemonitord kunnen worden. Dit omdat voor dit meetpunt met zekerheid de bijdragen van andere bronnen bepaald zijn. Door zorgvuldig screenen kunnen mogelijk meer meetpunten binnen dit gebied/in andere gebieden worden geselecteerd waar dit kan. Om meetpunten te selecteren waaruit de belasting vanuit de landbouw kan worden gemonitord, is inzicht in de bijdrage van bronnen en routes en vergelijking van meetpunten in en tussen de gebieden noodzakelijk. Deze methode van screenen zal in de blauwdruk worden opgenomen. Hoeveel meetpunten resulteren in de gebieden waar dit kan, waar deze zijn gelegen en of met deze meetpunten een representatief beeld voor de stroomgebieden kan worden verkregen van de belasting van de landbouw en mogelijk het effect van het mestbeleid, kan na het screenen worden bepaald.

Kennisvraag 8: Hoe kunnen we komen tot een blauwdruk waarmee op een representatieve en kosteneffectieve wijze de effecten van landbouwkundige maatregelen worden gemonitord?

De blauwdruk voor het monitoren van de effecten van het mestbeleid is logischerwijs nog nauwelijks uitgewerkt. Dit is immers de allerlaatste stap die pas specifiek kan worden gezet wanneer de andere vragen in de gebieden zijn beantwoord. In deze tussenrapportage is een eerste aanzet voor de invulling van deze blauwdruk gepresenteerd. Om de toepasbaarheid van de blauwdruk te optimaliseren zal deze opzet nog iets verder worden uitgewerkt en met de doelgroepen worden besproken. De blauwdruk kan daarna op hoofdlijnen worden ingevuld, de concrete invulling gebeurt gefaseerd zodra de resultaten van de andere kennisvragen beschikbaar komen.

Tabel 7.1

De belangrijkste witte vlekken en de doorwerking naar de kennisvragen.

Daarnaast is per witte vlek aangegeven (in geel) of de witte vlek gebiedsspecifiek is, of er al onderzoek naar is gestart en of er een risico is qua realisatie.

	doorwerking naar kennis- en beleidsvragen								gebiedsspecifiek	reeds gestart	risico realisatie
	1	2	3	4	5	6	7	8			
Witte vlekken											
Transportroutes											
Waterstromen in de bodem											
Scheurende kleigronden											
Bijdrage kwel											
Oppervlakkige afstroming											
Processen											
Nutrientenbeschikbaarheid bodem											
Mineralisatie veen											
Onderwaterbodems en baggeren											
Oppervlaktewater											
Monitoren											
Methode van monitoren											
Bijdrage bronnen en routes											

7.2 Vervolg

Keuzes

Binnen de randvoorwaarden voor afronden van dit project Monitoring Stroomgebieden kunnen niet alle witte vlekken worden ingekleurd: er moeten keuzes worden gemaakt. Conform het advies van de Wetenschappelijk Reviewcommissie van afgelopen

juni wordt meer kennis over de bronnen, routes en processen in de gebieden gehaald uit de nu verzamelde data. De korte, snelle analyse voor dit rapport vormt een eerste aanzet. Met de beschikbare resultaten zullen voor de vier pilotgebieden kosteneffectieve monitorsystemen om het mestbeleid te evalueren worden afgeleid. Ook wordt de kennis die in het project Monitoring Stroomgebieden wordt opgedaan mede via de blauwdruk gedeeld met waterbeheerders in Nederland.

De keuzes en de resulterende werkwijze die volgen uit deze tussenrapportage zijn in het werkplan 2010-2011 uitgewerkt. Het is aan de stuurgroep Monitoring Stroomgebieden hierover te besluiten.

We zien uit naar een mooi vervolg van het project en hopen in 2011 een eindrapport aan te bieden waar het maximale uit de beschikbare data, kennis en methoden is gehaald, de kennisvragen zo goed mogelijk zijn beantwoord en waar de opdrachtgevers mee aan de slag kunnen.



Literatuurlijst

Publicatielijst Monitoring Stroomgebieden

- 1 **Projectplan Monitoring Stroomgebieden**
ARTS, G.H.P., F.J.E. VAN DER BOLT EN O.F. SCHOUMANS, 2003. Projectplan juni 2003. Reeks Monitoring Stroomgebieden 1.
- 2-I **Systeemverkenning Drentse Aa**
ROELSMA, J., H. WANNINGEN EN F.J.E. VAN DER BOLT, 2004A. Systeemverkenning de Drentse Aa. Alterra-rapportnummer 967, Alterra, Wageningen. Reeks Monitoring Stroomgebieden 2-I.
- 2-II **Systeemverkenning Schuitenbeek**
JANSEN, H.C, M.E. SICCO SMIT EN F.J. VAN DER BOLT, 2004. Systeemverkenning Schuitenbeek. Alterra-rapportnummer 968, Alterra, Wageningen. Reeks Monitoring stroomgebieden 2-II.
- 2-III **Systeemverkenning Krimpenerwaard**
ARTS, G.H.P., M. GROENENDIJK & F.J.E. VAN DER BOLT, 2005. Systeemverkenning Krimpenerwaard, Alterra-rapportnummer 969. Alterra, Wageningen. Reeks Monitoring Stroomgebieden 2-III.

- 2-IV **Systeemverkenning Quarles van Ufford**
SOPPE, R., J. ROELSMA, E. BERGERSEN EN F.J.E. VAN DER BOLT, 2005. Systeemverkenning Quarles van Ufford. Reeks Monitoring Stroomgebieden 2-IV. Wageningen, Alterra, rapportnummer 970.
- 3-I **Gedetailleerd werkplan Drentse Aa**
ROELSMA, J. EN H. WANNINGEN, 2004. Gedetailleerd werkplan stroomgebied de Drentse Aa voor het project "Monitoring nutriënten in stroomgebieden en polders". Alterra, Wageningen. Reeks Monitoring Stroomgebieden 3-I.
- 3-II **Gedetailleerd werkplan Schuitenbeek**
JANSEN, H.C EN M.E. SICCO SMIT, 2004. Gedetailleerd werkplan voor het stroomgebied van de Schuitenbeek voor het project "Monitoring nutriënten in stroomgebieden en polders". Reeks Monitoring stroomgebieden 3-II.
- 3-III **Gedetailleerd werkplan Krimpenerwaard**
ARTS, G.H.P. EN F.J.E. VAN DER BOLT, 2004. Gedetailleerd werkplan voor het stroomgebied van de Krimpenerwaard het project "Monitoring nutriënten in stroomgebieden en polders". Reeks Monitoring stroomgebieden 3-III.
- 3-IV **Gedetailleerd werkplan Quarles van Ufford**
ROELSMA, J. EN F.J.E. VAN DER BOLT, 2005. Gedetailleerd werkplan Quarles van Ufford voor het project "Monitoring nutriënten in stroomgebieden en polders". Reeks Monitoring stroomgebieden 3-IV.
- 4-I **Meetplan 2005 Drentse Aa**
ROELSMA, J., H. WANNINGEN EN G. SOPPE, 2004B. Meetplan 2005 Drentse Aa. Project "Monitoring Stroomgebieden". Versie 1.0. Reeks Monitoring Stroomgebieden 4-I, Alterra, Wageningen.
- 4-II **Meetplan 2005 Schuitenbeek**
JANSEN, H.C. M.E. SICCO SMIT, 2004. Meetplan 2005 voor het stroomgebied van de Schuitenbeek ten behoeve van het project "Monitoring nutriënten in stroomgebieden en polders". Reeks Monitoring stroomgebieden 4-III.
- 4-III **Meetplan 2005 Krimpenerwaard**
KROES, J., W. TWISK EN M. VAN CAPPELLEN, 2004. Meetplan 2005 Krimpenerwaard voor het project "Monitoring nutriënten in stroomgebieden en polders", versie 11, 9 december 2004, Alterra, Wageningen.
- 4-IV **Meetplan 2005 Quarles van Ufford**
ROELSMA, J. EN E. BERGERSEN, 2005. Meetplan 2005 Quarles van Ufford. Project Monitoring Stroomgebieden. Reeks Monitoring stroomgebieden 4-IV.
- 5-I **Systeemanalyse Fase 1 Drentse Aa**
ROELSMA, J., F.J.E. VAN DER BOLT, T.P. LEENDERS EN L.V. RENAUD; Systeemanalyse voor het stroomgebied van de Drentse Aa Fase 1; gepubliceerd: 04 apr 2006; 58 pp.; Wageningen: Alterra, rapportnummer 1271.
- 5-II **Systeemanalyse Fase 1 Schuitenbeek**
JANSEN, H.C., L.V. RENAUD, T.P. LEENDERS EN F.J.E. VAN DER BOLT; Systeemanalyse voor het stroomgebied van de Schuitenbeek Fase 1; gepubliceerd: 04 apr 2006. Wageningen: Alterra, rapportnummer 1272.

- 5-III **Systeemanalyse Fase 1 Krimpenerwaard**
KROES, J.G., F.J.E. VAN DER BOLT, T.P. LEENDERS EN L.V. RENAUD; Systeemanalyse voor het stroomgebied van de Krimpenerwaard Fase 1; gepubliceerd: 04 apr 2006; 64 pp. Wageningen: Alterra, rapportnummer 1273.
- 5-IV **Systeemanalyse Fase 1 Quarles van Ufford**
ROELSMA, J., F.J.E. VAN DER BOLT, T.P. LEENDERS EN L.V. RENAUD, 2006. Systeemanalyse voor het bemalingsgebied Quarles van Ufford Fase 1. Reeks Monitoring stroomgebieden. Wageningen, Alterra, rapportnummer 1274.
- 6 **Biotische indicatoren**
ARTS, G.H.P. EN T.P. LEENDERS, 2006; Biotische indicatoren voor veranderingen in nutriëntenbelasting in sloten en beken, Een literatuurstudie. Wageningen: Alterra, rapportnummer 1324.
- 7-I **Meetplan 2006 Drentse Aa**
ROELSMA, J., I. DE VRIES EN K. VAN DER MOLEN, 2005. Meetplan 2006 Drentse Aa. Project "Monitoring Stroomgebieden". Versie 1.3. Reeks Monitoring Stroomgebieden 7-I, Alterra, Wageningen.
- 7-II **Meetplan 2006 Schuitenbeek**
JANSEN, H.C EN M.E SICCO SMIT, 2006. Meetplan 2006 voor het stroomgebied van de Schuitenbeek ten behoeve van het project "Monitoring nutriënten in stroomgebieden en polders". Reeks Monitoring stroomgebieden 7-II.
- 7-III **Meetplan 2006 Krimpenerwaard**
KROES, J., W. TWISK, M. VAN CAPPELLEN, 2006A. Meetplan 2006. Krimpenerwaard voor het project "Monitoring nutriënten in stroomgebieden en polders", Reeks Monitoring Stroomgebieden 7-III, Alterra, Wageningen.
- 7-IV **Meetplan 2006 Quarles van Ufford**
ROELSMA, J. EN H. DE RUITER, 2006. Meetplan 2006 Quarles van Ufford. Project Monitoring Stroomgebieden. Reeks Monitoring stroomgebieden 7-IV.
- 8-I **Systeemanalyse Fase 2 Drentse Aa**
ROELSMA, J., F.J.E. VAN DER BOLT, T.P. LEENDERS, L.V. RENAUD, I. DE VRIES EN K. VAN DER MOLEN; Systeemanalyse voor het stroomgebied van de Drentse Aa Fase 2; Reeks Monitoring Stroomgebieden 8-I. Wageningen, Alterra, rapportnummer 1386.
- 8-II **Systeemanalyse Fase 2 Schuitenbeek**
JANSEN, H.C., M.E. SICCO SMIT, T.P. LEENDERS, F.J.E. VAN DER BOLT EN L.V. RENAUD, 2006. Systeemanalyse voor het stroomgebied van de Schuitenbeek Fase 2. Monitoring stroomgebieden 8-II. Wageningen, Alterra, rapportnummer 1387.
- 8-III **Systeemanalyse Fase 2 Krimpenerwaard**
KROES, J.G., P.E. DIK, F.J.E. VAN DER BOLT, T.P. LEENDERS EN L.V. RENAUD, 2006. Systeemanalyse voor het stroomgebied van de Krimpenerwaard Fase 2. Reeks Monitoring stroomgebieden 8-III. Wageningen, Alterra, rapportnummer 1388.
- 8-IV **Systeemanalyse Fase 2 Quarles van Ufford**
SIDERIUS, C., J. ROELSMA, F.J.E. VAN DER BOLT, T.P. LEENDERS, L.V. RENAUD, P.E. DIK EN H. DE RUITER, 2007. Systeemanalyse voor het bemalingsgebied Quarles van Ufford Fase 2. Reeks Monitoring stroomgebieden 8-IV. Wageningen, Alterra, rapportnummer 1389.

- 9 **Bijdrage EMW 2007**
LEENDERS, T.P., J. ROELSMA, F.J.E. VAN DER BOLT, O.F. SCHOUMANS, H.C. JANSEN EN J. G. KROES, 2007. Nutriëntenbelasting van het landsysteem op het oppervlaktewater in relatie tot de oppervlaktewaterkwaliteit in vier stroomgebieden. Bijdrage aan de Evaluatie Meststoffenwet 2007 ex-post milieukwaliteit. Reeks Monitoring stroomgebieden 9. Wageningen, Alterra, rapportnummer 1477.
- 10-I **Meetplan 2007 Drentse Aa**
ROELSMA, J., I. DE VRIES, K. VAN DER MOLEN EN D.J.J. WALVOORT, 2006. Meetplan 2007 Drentse Aa. Project “Monitoring Stroomgebieden”. Versie 1.0. Reeks Monitoring Stroomgebieden 10-I, Alterra, Wageningen.
- 10-II **Meetplan 2007 Schuitenbeek**
JANSEN, H.C EN M.E SICCO SMIT, 2007. Meetplan 2007 voor het stroomgebied van de Schuitenbeek ten behoeve van het project “Monitoring nutriënten in stroomgebieden en polders”. Reeks Monitoring stroomgebieden 10-II.
- 10-III **Meetplan 2007 Krimpenerwaard**
KROES, J., W. TWISK, M. VAN CAPPELLEN EN D. WALVOORT, 2006B. Meetplan 2007. Krimpenerwaard voor het project “Monitoring nutriënten in stroomgebieden en polders”, Reeks Monitoring Stroomgebieden 10-III, Alterra, Wageningen.
- 10-IV **Meetplan 2007 Quarles van Ufford**
ROELSMA, J. EN E. BERGERSEN, 2006. Meetplan 2007 Quarles van Ufford. Project Monitoring Stroomgebieden. Reeks Monitoring stroomgebieden 10-IV.
- 11 **Statistische Analyse mestbeleid**
KNOTTERS, M., D.J.J. WALVOORT EN T.P. LEENDERS, 2007. Een statistische analyse van de invloed van het mestbeleid op de oppervlaktewaterkwaliteit. Reeks Monitoring stroomgebieden 11. Wageningen, Alterra, rapportnummer 1540.
- 12-I **Meetplan 2008 Drentse Aa**
ROELSMA, J., I. DE VRIES, K. VAN DER MOLEN EN R.J. WOLLESWINKEL, 2007. Meetplan 2008 Drentse Aa. Project “Monitoring Stroomgebieden”. Versie 1.0. Reeks Monitoring Stroomgebieden 12-I, Alterra, Wageningen.
- 12-II **Meetplan 2008 Schuitenbeek**
JANSEN, H.C, R.J. LÖSCHNER-WOLLESWINKEL EN M.E. SICCO SMIT, 2007. Meetplan 2008 Schuitenbeek. Project “Monitoring Stroomgebieden”. Reeks Monitoring Stroomgebieden 12-II, Alterra, Wageningen.
- 12-III **Meetplan 2008 Krimpenerwaard**
KROES, J., W. TWISK, M. VAN CAPPELLEN EN R. WOLLESWINKEL, 2007. Meetplan 2008. Krimpenerwaard voor het project “Monitoring nutriënten in stroomgebieden en polders”, Reeks Monitoring Stroomgebieden 12-III, Alterra, Wageningen.
- 12-IV **Meetplan 2008 Quarles van Ufford**
SIDERIUS, C., H. DE RUITER EN R.J. WOLLESWINKEL, 2008. Meetplan 2008 Quarles van Ufford Project “Monitoring Stroomgebieden”. Versie 1.0. Reeks Monitoring Stroomgebieden 12-IV, Alterra, Wageningen.

- 13-I **Systeemanalyse Fase 3 Drentse Aa**
ROELSMA, J., T.P. VAN TOL-LEENDERS, F.J.E. VAN DER BOLT, R.J. LÖSCHNER-WOLLESWINKEL, L.V. RENAUD, J.D. SCHAAP, O.F. SCHOUMANS, C. SIDERIUS, H. VAN DER HEIDE EN K. VAN DER MOLEN, 2009; Systeemanalyse voor het stroomgebied van de Drentse Aa Fase 3 2009; Reeks Monitoring Stroomgebieden 13-I. Wageningen, Alterra, rapportnummer 1764.
- 13-II **Systeemanalyse Fase 3 Schuitembeek**
JANSEN, H.C, R.J. LÖSCHNER-WOLLESWINKEL, M.E. SICCO SMIT, F.J.E. VAN DER BOLT, J. ROELSMA O.F. SCHOUMANS, C. SIDERIUS EN T.P. VAN TOL-LEENDERS, 2009. Systeemanalyse voor het stroomgebied van de Schuitembeek Fase 3. Monitoring stroomgebieden 13-II. Wageningen, Alterra, rapportnummer 1765.
- 13-III **Systeemanalyse Fase 3 Krimpenerwaard**
KROES, J.G., J.D. SCHAAP, F.J.E. VAN DER BOLT, R.J. LÖSCHNER-WOLLESWINKEL, J. ROELSMA, O.F. SCHOUMANS, C. SIDERIUS EN T.P. VAN TOL-LEENDERS, 2009. Systeemanalyse voor het stroomgebied van de Krimpenerwaard Fase 3. Reeks Monitoring stroomgebieden 13-III. Wageningen, Alterra, rapportnummer 1766.
- 13-IV **Systeemanalyse Fase 3 Quarles van Ufford**
SIDERIUS, C., R.J. LÖSCHNER-WOLLESWINKEL, F.J.E. VAN DER BOLT, J. ROELSMA, O.F. SCHOUMANS, T.P. VAN TOL-LEENDERS EN H. DE RUITER, 2009. Systeemanalyse voor het bemalingsgebied Quarles van Ufford Fase 3. Reeks Monitoring stroomgebieden 13-IV. Wageningen, Alterra, rapportnummer 1767.
- 14-I **Meetplan 2009 Drentse Aa**
ROELSMA, J., H. VAN DER HEIJDEN, H. DE KLEINE EN M. MULDER, 2008. Meetplan 2009 Drentse Aa. Project "Monitoring Stroomgebieden". Versie 1.0. Reeks Monitoring Stroomgebieden 14-I, Alterra, Wageningen.
- 14-II **Meetplan 2009 Schuitembeek**
LÖSCHNER-WOLLESWINKEL, R.J., M.E. SICCO SMIT EN M. MULDER, 2009. Meetplan 2009 Schuitembeek. Project "Monitoring Stroomgebieden". Reeks Monitoring Stroomgebieden 14-II, Alterra, Wageningen.
- 14-III **Meetplan 2009 Krimpenerwaard**
KROES, JOOP, WIM TWISK, MICHEL VAN CAPPELLEN EN M. MULDER, 2008. Meetplan 2009. Krimpenerwaard voor het project "Monitoring nutriënten in stroomgebieden en polders". Reeks Monitoring Stroomgebieden 14-III, Alterra, Wageningen.
- 14-IV **Meetplan 2009 Quarles van Ufford**
SIDERIUS, C., H. DE RUITER EN M. MULDER, 2009. Meetplan 2009 Quarles van Ufford Project "Monitoring Stroomgebieden". Reeks Monitoring Stroomgebieden 14-IV, Alterra, Wageningen.
- 15 **Bandbreedteanalyse oppervlaktewater**
VAN GERVEN, L.P.A., H.M. MULDER, C. SIDERIUS, T.P. VAN TOL-LEENDERS EN A.A.M.F.R. SMIT, 2009. Analyse van de invloed van processen op de nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater, Een modelstudie. Reeks Monitoring stroomgebieden 15. Wageningen, Alterra, rapportnummer 1855.

- 16 **Regionaal mestgebruik**
ROELSMA, J., W.J. CORRÉ, J.G.M. PAAUW, T.P. VAN TOL-LEENDERS, F.J.E. VAN DER BOLT EN O.F. SCHOUMANS, 2009. Inventarisatie van het mestgebruik en effecten op de belasting van het oppervlaktewater voor de gebieden Drentse Aa, Schuitenbeek, Krimpenerwaard en Quarles van Ufford. Reeks Monitoring stroomgebieden 16. Wageningen, Alterra, rapportnummer 1907.
- 17-I **Validatierapport Drentse Aa**
WALVOORT, D.J.J., J. ROELSMA, D.J. BRUS EN T.P. VAN TOL-LEENDERS (IN PREP). Validatie van modellsystemen voor het voorspellen van de oppervlaktewaterkwaliteit en -kwantiteit in het stroomgebied 'de Drentse Aa'. Reeks Monitoring stroomgebieden 17-I. Wageningen, Alterra, rapportnummer 1951.
- 17-II **Validatierapport Schuitenbeek**
WALVOORT, D. J. J., J. ROELSMA, R.J. LÖSCHNER-WOLLESWINKEL, D.J. BRUS EN T. P. VAN TOL-LEENDERS (IN PREP). Validatie van modellsystemen voor het voorspellen van de oppervlaktewaterkwaliteit en -kwantiteit in het stroomgebied 'de Schuitenbeek'. Reeks Monitoring stroomgebieden 17-II. Wageningen, Alterra, rapportnummer 1952.
- 17-III **Validatierapport Krimpenerwaard**
WALVOORT, D.J.J., P.W. BOGAART., J. KROES, D.J. BRUS EN T.P. VAN TOL-LEENDERS (IN PREP.). Validatie van modellsystemen voor het voorspellen van de oppervlaktewaterkwaliteit en -kwantiteit in het stroomgebied 'de Krimpenerwaard'. Reeks Monitoring stroomgebieden 17-III. Wageningen, Alterra, rapportnummer 1953.
- 17-IV **Validatierapport Quarles van Ufford**
WALVOORT, D. J. J., SIDERIUS, C., D.J. BRUS EN T.P. VAN TOL-LEENDERS (IN PREP). Validatie van modellsystemen voor het voorspellen van de oppervlaktewaterkwaliteit en -kwantiteit in het stroomgebied 'Quarles van Ufford'. Reeks Monitoring stroomgebieden 17-IV. Wageningen, Alterra, rapportnummer 1954.
- 18 **Slimme database**
WALVOORT, D.J.J. EN T.P. VAN TOL-LEENDERS (IN PREP). Database "Monitoring Stroomgebieden": Een slimme database voor het beheer van monitoringsgegevens. Reeks Monitoring stroomgebieden 18. Wageningen, Alterra, rapportnummer 1955.
- 19 **Validatie waterkwantiteitsmetingen**
MULDER, H.M., T.P. VAN TOL-LEENDERS, D.J.J. WALVOORT EN F.J.E. VAN DER BOLT. (IN PREP). Onzekerheid debietmetingen. Reeks Monitoring stroomgebieden 19. Wageningen, Alterra, rapportnummer 1956.
- 20 **Data-analyse**
ROELSMA, J., P. W. BOGAART EN C. SIDERIUS (IN PREP). Meetgegevens in de gebieden Drentse Aa, Schuitenbeek, Krimpenerwaard en Quarles van Ufford, Een eerste data-analyse ten behoeve van het tussenrapport Monitoring Stroomgebieden. Reeks Monitoring stroomgebieden 20. Wageningen, Alterra, rapportnummer 1957.
- 21 **Fosfaatophoping in de bodem**
WALVOORT, D.J.J. , D. J. BRUS, C. VAN DER SALM, M. PLEIJTER EN M. M. VAN DER WERFF (IN PREP). Kwantificering van de ruimtelijke verdeling van de fosfaattoestand in de bodem voor vier stroomgebieden. Reeks Monitoring stroomgebieden 21. Wageningen, Alterra, rapportnummer 1958.

Overige literatuurverwijzingen

- 22 **Mest en oppervlaktewater een terugblik**
BAKKER, D.W. EN A.C.C. PLETTE, 2007. Mest en oppervlaktewater, een terugblik 1998-2005. Deelrapportage ten behoeve van de Evaluatie Meststoffenwet 2007. RWS-WS 2007.002 Lelystad, Rijkswaterstaat-RIZA.
- 23 **Bronnen landelijk gebied**
VAN BOEKEL, E.M.P.M., L.V. RENAUD, F.J.E. VAN DER BOLT, EN P. GROENENDIJK, 2008. Bronnen van nutriënten in het landelijk gebied; Analyse van de bijdrage van de landbouw aan oppervlaktewaterkwaliteit met STONE 2.3 resultaten. Wageningen, Alterra; Alterra, rapportnummer 1816.
- 24 **Process description of Nuswalite**
SIDERIUS, C., P. GROENENDIJK, L.P.A. VAN GERVEN, M.H.J.L. JEUKEN EN A.A.M.F.R. SMIT, 2008. Process description of Nuswalite A simplified model for the fate of nutrients in surface waters. Wageningen, Alterra, rapportnummer 1226-2.
- 25 **Bodemovershotten op landbouwbedrijven**
VAN DEN HAM, A., C.G.H. DAATSELAAR, G.J. DOORNEWAARD EN D.W. DE HOOP, 2007. Bodemovershotten op landbouwbedrijven. Deelrapportage in het kader van de Evaluatie Meststoffenwet 2007 (EMW 2007). Rapport 3.0705. LEI, Den Haag.
- 26 **Milieu- en Natuurplanbureau (2007)**
Werking van de meststoffenwet, 2006. Overgang van verliesnormenstelsel naar een gebruiksnormenstelsel: evaluatie van werking in verleden (1998-2005), heden (2006-2007) en toekomst (2008-2015). Bilthoven, mnp-publicatienummer 500124001.



Colofon

Dit tussenrapport beschrijft de onderzoeksresultaten uit het project Monitoring Stroomgebieden. Opdrachtgevers en financiers voor dit onderzoek zijn de ministeries LNV, VROM en V&W.

Het project Monitoring Stroomgebieden wordt uitgevoerd door Alterra en Deltares.

Daarnaast wordt voor het verzamelen van de data en gebiedskennis samengewerkt met de waterbeheerders:

- Waterschap Hunze en Aa's
- Waterschap Veluwe
- Waterschap Rivierenland
- Hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard
- Waterlaboratorium Noord

Productie

Communicatiebureau De Lynx

Supervisie

Dorothee van Tol – Leenders

Alterra, onderdeel van Wageningen UR

Teksten

Geert van Duinhoven en Miranda Bettonville

Grafisch ontwerp

Aukje Gorter

Druk

Drukkerij Modern

Het project Monitoring Stroomgebieden is in 2003 opgestart als tien- tot vijftienjarig project, om het effect van het in 1984 ingevoerde mestbeleid te kunnen vaststellen. Inmiddels is zes jaar onderzoek gedaan, waarin veel kennis is opgedaan die ook op dit moment al zeer waardevol is voor beleidmakers, waterbeheerders en landbouwers.

Dit rapport zet die nieuwe kennis en inzichten op een rij.

Daarnaast heeft de overheid continu een grote behoefte aan antwoorden op beleidsvragen voor het ontwikkelen, evalueren en aanpassen van het beleid. Voor acht actuele kennisvragen op het gebied van mestbeleid en oppervlaktewaterkwaliteit wordt in dit rapport weergegeven welke antwoorden kunnen worden gegeven met de kennis die in dit onderzoeksproject is opgedaan, of in de nabije toekomst nog wordt opgedaan.

