



# UITSPOELING VAN MESTSTOFFEN UIT GRASLAND



RAPPORT













2007  
14



*Emissieroutes onder de loep*

# INHOUD

---

 	<b>H1 INLEIDING</b> <i>Waarom onderzoek naar emissies?</i>	<b>BLZ 02</b>
 	<b>H2 DE MILIEUDOELSTELLING</b> <i>Wat moeten we bereiken?</i>	<b>BLZ 05</b>
 	<b>H3 DE HUIDIGE SITUATIE</b> <i>Hoe staan we ervoor?</i>	<b>BLZ 10</b>
 	<b>H4 DOVE ONDERZOEK</b> <i>Wat is de uitspoeling vanuit grasland op zand, veen en klei?</i>	<b>BLZ 18</b>
 	<b>H5 STRATEGIEËN VOOR MAATREGELEN</b> <i>Wie kan wat doen?</i>	<b>BLZ 41</b>
 	<b>H6 CONCLUSIES</b> <i>De belangrijkste conclusies van het onderzoek</i>	<b>BLZ 46</b>

---

<b>COLOFON</b>	<i>Auteurs rapport</i>	H. van de Weerd (ARCADIS) / R. Torenbeek (ARCADIS)
	<i>Auteur samenvatting</i>	Maarten Vergouwen (Borger & Burghouts)
	<i>Eindredactie</i>	Michelle Talsma (STOWA)
	<i>Uitgave</i>	STOWA, Utrecht 2007
	<i>Oplage</i>	800 exemplaren
	<i>STOWA rapportnummer</i>	2007-14
	<i>ISBN</i>	978.90.5773.364.2

## DE DOVE STUDIES ZIJN TOT STAND GEKOMEN MET MEDEWERKING VAN:

<i>Uitvoerders</i>	Alterra-WUR, Animal Sciences Group-WUR, ARCADIS, DLV Rundvee & Advies BV, LEI-WUR, Plant Research International-WUR, RIVM, TNO Bouw en Ondergrond
<i>Betrokken waterschappen</i>	Hoogheemraadschap van Rijnland, Waterschap Regge en Dinkel, Waterschap Rivierenland
<i>Betrokken agrariërs</i>	Maatschap A.B. van Mil, Maatschap C.J. van Wijk, Maatschap J. Stolkers-Tieberink, C.L. van Rijn
<i>Opdrachtgevers</i>	Ministerie LNV, Ministerie VROM, Ministerie V&W (RIZA/RWS), STOWA, Provincie Zuid-Holland

DIT IS EEN OVERZICHTSRAPPORTAGE GEBASEERD OP DE DOVE STUDIES, UITGEVOERD IN OPDRACHT VAN STOWA EN MINISTERIE VAN V&W.

---

## TEN GELEIDE

Om relaties te kunnen leggen tussen enerzijds bedrijfsvoering en bemesting en anderzijds de belasting van het oppervlaktewater met meststoffen is het project Diffuse belasting Oppervlaktewater door de Veehouderij (het DOVE onderzoek) opgezet. Opdrachtgevers waren de STOWA en de ministeries van LNV, VROM en V&W. In dit project zijn op drie locaties metingen verricht door Alterra, het RIVM, Waterschap Regge en Dinkel, Hoogheemraadschap Rijnland en Waterschap Rivierenland. De resultaten van dit onderzoek zijn vastgelegd in rapportages van de afzonderlijke locaties.

Na het verschijnen van de afzonderlijke publicaties bleek er behoefte te bestaan aan een toegankelijk geschreven synthese die een goed en volledig beeld geeft van de resultaten van de projecten, met een doorkijk naar de betekenis hiervan voor waterbeheerders, belangengroepen en beleidsmakers. Dit rapport voorziet hierin. Het rapport is geschreven door Arcadis in opdracht van STOWA en RIZA in samenwerking met medewerkers van Alterra en RIZA.

Dit overzichtsrapport is tot stand gekomen op basis van rapportages, datasets en metingen van de afzonderlijke DOVE studies, en een werksessie met deskundigen van PRI, Waterschap Rivierenland en DLV. Het rapport is voorgelegd aan een brede groep van waterbeheerders en deskundigen voor commentaar (ALTERRA, MNP, RIZA, PRI, Provincie Gelderland, Waterschap Rivierenland, Wetterskip Fryslan, Waterschap Regge en Dinkel, Waterschap Brabantse Delta).

Het verrichte onderzoek heeft meer kennis opgeleverd over de uitspoelingsroutes van nutriënten uit de bodem. Met deze kennis kunnen gericht maatregelen worden genomen om uitspoeling naar het oppervlaktewater te beperken. Dit zal bijdragen aan een verbetering van de waterkwaliteit, een doelstelling waar we allen voorstaan.

**IR LUITZEN BIJLSMA**

Hoofdingenieur - Directeur RWS RIZA



**IR JACQUES LEENEN**

Directeur STOWA



A close-up, low-angle photograph of a horse's head, focusing on its eye and the top of its head. The horse has dark brown fur with a white blaze on its forehead. The background is a soft, out-of-focus blue sky.

# H1 INLEIDING

---

*Waarom onderzoek  
naar emissies?*



---

### *Een goede waterkwaliteit: een wettelijke verplichting*

De waterkwaliteit en vooral de ecologie van oppervlaktewateren staan de laatste tijd steeds meer in de belangstelling. Eén van de problemen is dat er teveel meststoffen in het water zitten. Hierdoor kunnen problemen zoals algenbloei ontstaan. Al jaren is het beleid in Nederland gericht op het terugdringen van meststoffen in het water. Het Nederlandse beleid vloeit voort uit het Europese beleid. In december 2000 is de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) van kracht geworden. In deze wet wordt een raamwerk gegeven voor de waterkwaliteit en de ecologie van oppervlaktewateren. Alle waterlichamen moeten in 2015 aan bepaalde doelen voldoen. Meststoffen spelen daarbij een belangrijke rol. Daarnaast is de Europese Nitraatrichtlijn van belang. In deze richtlijn gaat het om het terugdringen van nitraat uit zowel grond- als oppervlaktewater.

### *Meststoffen vormen een belangrijk knelpunt voor de waterkwaliteit*

Een belangrijk knelpunt in Nederland is de hoeveelheid meststoffen in zowel het grond- als het oppervlaktewater. Onder meststoffen, ook wel nutriënten genoemd, verstaan we hier verbindingen van stikstof (N) en fosfor (P)<sup>1</sup>. De twee belangrijkste bronnen van N en P zijn lozing van al of niet gezuiverd rioolwater en uitspoeling uit landbouwgronden. Door bemesting van landbouwgronden komen de meststoffen in het grondwater maar ook in het oppervlaktewater terecht. Het gedrag van meststoffen in de bodem, het grondwater en het oppervlaktewater is complex en veel processen spelen een rol. Vermindering van bemesting leidt uiteindelijk tot een afname van de belasting van grond- en oppervlaktewater. Door de vele processen die het gedrag van N en P in de bodem beïnvloeden, is de grootte en snelheid hiervan afhankelijk van de lokale omstandigheden.

### *Emissieroutes in beeld brengen: gedetailleerd onderzoek*

De STOWA en de ministeries van LNV, VROM en V&W hebben daarom een gedetailleerd onderzoek uit laten voeren. In de tweede helft van de jaren '90 is het onderzoek Diffuse belasting Oppervlaktewater door de VEehouderij (het DOVE onderzoek) van start gegaan. Dit onderzoek heeft zich gericht op belasting van het oppervlaktewater door uitspoeling uit graslanden. In dit onderzoek zijn door Alterra, het RIVM, Waterschap Regge en Dinkel, Hoogheemraadschap Rijnland en Waterschap Rivierenland metingen verricht aan de processen in de bodem, het grondwater en het oppervlaktewater. Het onderzoek is uitgevoerd op bedrijven met drie verschillende bodemtypen: zand, veen en klei. De metingen zijn in 2005 afgerond en in deze brochure presenteren we de belangrijkste resultaten. De resultaten van de deelstudies en een eerdere synthese zijn verschenen in eerdere publicaties ([lit 5](#), [7](#), [10](#), [11](#)). Deze staan vermeld in de literatuurlijst ([bijlage 1](#)).

---

<sup>1</sup> In deze brochure wordt consequent van “fosfor” gesproken in plaats van de meer gebruikelijke term “fosfaat”. Fosfaat is een verbinding van zuurstof met fosfor (chemische formule: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Niet alle fosfor is altijd in de vorm van fosfaat aanwezig. Het is daarom correcter om van fosfor te spreken.

---

#### *Wat kunt u vinden in dit rapport?*

In dit rapport presenteren we meer dan alleen de meetresultaten van het onderzoek. We geven ook aan wat de milieudoelstellingen zijn, via welke routes de meststoffen in het water terecht komen en – het belangrijkste – hoe verlies van meststoffen via deze routes voorkomen zou kunnen worden, oftewel: welke maatregelen zijn mogelijk.

#### *Voor wie is dit rapport bedoeld?*

Dit rapport richt zich in eerste instantie op partijen die de maatregelen moeten nemen. Als het gaat om uitspoeling van meststoffen uit graslandpercelen, dan zijn dat de waterschappen samen met de agrariërs. Daarnaast is het rapport bedoeld voor instellingen die nauw betrokken zijn bij het mestbeleid en/of het beheer van oppervlaktewater, zoals provincies, ministeries en natuurbeschermingsorganisaties.

#### *Leeswijzer*

In [hoofdstuk 2](#) vindt u informatie over de milieudoelstellingen: wat moeten we bereiken? In [hoofdstuk 3](#) is de huidige situatie geschetst: hoe staan we ervoor? Als u alleen geïnteresseerd bent in de resultaten van het onderzoek, dan kunt u [hoofdstuk 4](#) lezen. Wilt u weten welke maatregelen u kunt nemen, dan hoeft u alleen [hoofdstuk 5](#) te lezen.

---

#### **Foto 1 MEETSTUW BIJ WAARDENBURG (KLEI)**

Op alle locaties zijn meetstuwen geplaatst aan het eind van de sloot. Hiermee werd de afvoer, en bij veen ook de aanvoer van water gemeten. Het water werd hier ook debietproportionele bemonsterd (Foto Alterra.)



# H2 DE MILIEU- DOELSTELLING

---

*Wat moeten we  
bereiken?*



---

### Richtlijnen

Voor meststoffen zijn twee Europese richtlijnen van belang: de Nitraatrichtlijn en de Kaderrichtlijn Water. In het Nederlandse beleid worden deze richtlijnen uitgewerkt voor de Nederlandse situatie. De Kaderrichtlijn Water veroorzaakt veranderingen in het Nederlandse beleid. Doordat in deze richtlijn de kwaliteit van het water centraal staat worden door regionale verschillen in watersystemen ook verschillen in doelstellingen geïntroduceerd. Het Nederlandse beleid verandert hierdoor van voornamelijk generiek (geldig voor het hele land) naar meer gebiedsgericht. Ook de Nitraatrichtlijn is op onderdelen gebiedsspecifiek. Beide richtlijnen zullen we hieronder toelichten.

### Nitraatrichtlijn

Volgens de Nitraatrichtlijn mag het gehalte nitraat ( $\text{NO}_3^-$ ) in het grondwater niet hoger zijn dan 50 mg per liter. Dit komt overeen met ruim 11 mg stikstof (N) per liter. Om die doelstelling te kunnen halen heeft het Rijk een programma van maatregelen opgesteld. Het eerste programma van maatregelen, dat was gebaseerd op verliesnormen (verschil tussen stikstof in en uit) op bedrijfsniveau is door het Europese Hof van Justitie in 2003 afgekeurd. Het laatste (derde) actieprogramma is in overleg met de EU opgesteld. In dit programma is een stelsel van gebruiksnormen opgenomen. Dit is de hoeveelheid meststoffen die via bemesting per hectare mag worden toegediend. Dit “Derde actieprogramma Nitraatrichtlijn” is op 1 januari 2006 in werking getreden (zie [Tekst 1](#)).

### Kaderrichtlijn Water

Op 12 december 2000 is de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) van kracht geworden (zie [Tekst 2](#)). De KRW heeft als doel dat alle Europese wateren in 2015 een goede toestand hebben bereikt. De KRW richt zich sterk op de kwaliteit van het oppervlaktewater, maar ook op kwaliteit (en kwantiteit) van grondwater. Voor de kwaliteit van het oppervlaktewater worden doelstellingen bepaald voor een goede chemische toestand en een goede ecologische toestand.

Voor de chemische doelstelling zijn op Europees niveau maximale concentraties vastgesteld voor verschillende milieuvreemde stoffen. Meststoffen horen niet bij deze groep. De ecologische doelstelling bestaat uit drie elementen: flora en fauna (algen, planten, vissen en andere waterdieren), hydromorfologische eigenschappen (zoals stroomsnelheid, inrichting van het water en migratiemogelijkheden voor dieren) en overige chemische stoffen. Bij dit laatste element worden doelstellingen voor de maximale concentratie van meststoffen in het water opgenomen. De werkgroep Doelstelling Oppervlaktewater heeft in september 2006 een voorstel voor werknormen voor de Goede Ecologische Toestand opgesteld ([lit. 1](#)). Deze werknormen zijn opgenomen in [Tabel 1](#).

De werknormen uit [Tabel 1](#) gelden voor ‘natuurlijke’ wateren. Het merendeel van de Nederlandse wateren is echter niet als ‘natuurlijk’ aangemerkt, maar als ‘sterk veranderd’ of ‘kunstmatig’. De KRW-doelstellingen voor meststoffen in het water ([Tabel 1](#)) gelden niet voor sterk veranderde of kunstmatige wateren, maar kunnen wel als indicatie gebruikt worden.



Tabel 1

**WERKNORMEN**

Werknormen voor stikstof en fosfor voor de Goede Ecologische Toestand (GET) voor natuurlijke wateren ([lit. 1](#)).

WATERTYPE	STIKSTOF (bovengrens, mg/l N) <sup>1</sup>	FOSFOR (bovengrens, mg/l P) <sup>1</sup>
Midden-/benedenloop van riviertjes/ Grote rivieren	4,0	<u>0,14</u>
Matig grote diepe gebufferde meren	1,0	<u>0,03</u>
Ondiepe gebufferde plassen	1,5	<u>0,08</u>
Grote diepe gebufferde meren	0,9-1,0 <sup>2</sup>	<u>0,03-0,04<sup>2</sup></u>
Rivierbegeleidende wateren	1,3-1,5 <sup>2</sup>	<u>0,06-0,10<sup>2</sup></u>
Grote ondiepe kalkrijke plassen	1,3-1,5 <sup>2</sup>	<u>0,06-0,10<sup>2</sup></u>
Matig grote ondiepe laagveenplassen	1,3	<u>0,06</u>
Brakke en zoute wateren	<u>1,8<sup>3</sup></u>	<u>0,11<sup>3</sup></u>
Overgangswateren/ Kustwateren	<u>0,49<sup>4</sup></u>	<u>0,07<sup>4</sup></u>

<sup>1</sup> Voor nutriënten in meren en rivieren betreft het een zomergemiddelde (april t/m september), voor overgangs- en kustwateren een winterperiode (december t/m februari). Het nutriënt dat in principe limiterend voor de groei van algen is, is onderstreept.

<sup>2</sup> Er is een range aangegeven, omdat de waarden van vergelijkbare typen zijn geclusterd.

<sup>3</sup> Voor het type Grote brakke tot zoute meren (M32) is geen aparte norm afgeleid voor nutriënten.

<sup>4</sup> Deze waarden gelden bij een saliniteit van 30‰. Bij een andere saliniteit geldt: N norm =  $2,8 - 0,077 \cdot \text{saliniteit}$ . De P-norm is afgeleid van de N-norm met een N:P verhouding van 8,2. Verder zijn de waarden niet van toepassing op het totaal-gehalte, maar op de opgeloste anorganische fractie.

Tekst 1

**MAATREGELEN UIT HET DERDE ACTIEPROGRAMMA NITRAATRICHTLIJN 2004-2007**

De maximale hoeveelheid stikstof uit dierlijke mest die volgens het derde actieprogramma nitraatrichtlijn mag worden opgebracht op grasland en bouwland, bedraagt 170 kg N per hectare per jaar. De totale maximale hoeveelheid stikstof (dus zowel uit dierlijke mest als uit kunstmest) wordt afgestemd op het bodemtype en het gewas.

Voor bedrijven met grasland heeft Nederland een derogatieverzoek (verzoek voor ontheffing) gedaan. Dit heeft geleid tot de toestemming van hogere afzettingshoeveelheden (250 kg N per hectare uit dierlijke mest in plaats van 170) voor bedrijven met een areaal grasland van meer dan 70%. ([vervolg tekst z.o.z](#))

.....  
**Tekst 1** Deze derogatie geldt tot 2009. Er zijn ook maxima gesteld aan de hoeveelheid fosfor die via bemesting  
**Vervolg** mag worden toegediend. In de loop der jaren wordt deze norm steeds scherper. Voor grasland loopt  
deze norm van 110 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per hectare in 2006 tot 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per hectare in 2008. In 2015 moet voor  
alle teelten een situatie van evenwichtsbemesting bereikt zijn. Dat wil zeggen dat evenveel fosfor wordt  
toegediend als er via het gewas wordt afgevoerd plus een “onvermijdelijk” verlies.

Verder zijn in het actieprogramma maatregelen opgenomen over de opslagcapaciteit voor dierlijke  
meststoffen en de periode waarin mest mag worden uitgereden.

.....  
**Tekst 2** **KADERRICHTLIJN WATER: NOG NIET ALLES STAAT VAST**

In de Kaderrichtlijn Water staat dat de planten- en dierenwereld slechts in lichte mate mag afwijken  
van de onverstoorde toestand. Ook de milieuomstandigheden, zoals de hoeveelheid meststoffen in het  
water, moeten bij de lichte afwijking van de onverstoorde toestand passen. Hoe die planten- en dieren-  
wereld en de milieuomstandigheden er in die lichte afwijking van de onverstoorde toestand uitzien,  
hangt in sterke mate af van het watertype. In een bovenloop komen andere planten en dieren voor dan  
in een grote rivier, een laagveenplas of een kustwater. Daarom moet elk land zijn oppervlaktewateren  
indelen in watertypen en voor elk watertype aparte doelstellingen opstellen.

Maar er is meer. Als een water sterk van karakter is veranderd, bijvoorbeeld omdat er een haven is aange-  
legd of om het waterbeheer in landbouwgebieden beter te regelen, kan die lichte afwijking van de on-  
verstoorde toestand nooit bereikt worden. Dat zou alleen kunnen als je de functies waarvoor die veran-  
deringen zijn aangebracht (dus bijvoorbeeld scheepvaart of landbouw) zou weghalen. Dat zal meestal  
een onmogelijke opgave zijn. Daarom zegt de KRW dat je onderscheid mag maken tussen ‘natuurlijke  
wateren’ en ‘sterk veranderde wateren’. Bovendien zijn er zogenaamde ‘kunstmatige wateren’. Dat zijn  
wateren die geheel door de mens zijn gegraven. Voor sterk veranderde en kunstmatige wateren gelden  
lagere doelstellingen waarbij je rekening mag houden met het sterk veranderde of kunstmatige karak-  
ter van het water.

In Nederland zijn doelstellingen opgesteld voor de natuurlijke watertypen ([lit. 2](#) en [3](#)). Het merendeel  
van de Nederlandse wateren is niet als ‘natuurlijk’ aangemerkt, maar als ‘sterk veranderd’ of ‘kunst-  
matig’. Voor deze sterk veranderde en kunstmatige wateren stelt elke regio (waterschap, provincie) zelf  
de doelstellingen vast. Hier is men momenteel volop mee bezig. Er zijn meestal al wel conceptdoelstel-  
lingen voor planten en dieren, maar bijvoorbeeld nog niet voor meststoffen. De KRW-doelstellingen  
moeten uiterlijk in 2009 in zogenaamde Stroomgebiedplannen worden vastgelegd. De doelen moeten in  
2015 gehaald zijn, maar onder bepaalde voorwaarden mag deze termijn verlengd worden. Ook bestaat  
de mogelijkheid om lagere doelen vast te stellen, als deze om bepaalde redenen niet gerealiseerd kun-  
nen worden.

---

Zolang de ecologische doelstellingen volgens de KRW niet zijn vastgelegd, gelden tenminste de landelijke MTR-normen uit de Vierde Nota Waterhuishouding. Deze normen zijn 2,2 mg/l N en 0,15 mg/l P (zomergemiddelde concentratie). Deze normen gelden voor de zogenaamde eutrofiëringgevoelige, stagnante wateren. Daaronder vallen meren, plassen en kanalen maar niet de stromende wateren zoals rivieren en beken. Omdat de stromende wateren uiteindelijk uitmonden in stilstaande wateren, zijn de landelijke normen ook richtinggevend voor deze wateren.

#### *Afwenteling*

Oppervlaktewater stroomt uiteindelijk naar de zee. Meestal gebeurt dit onder vrij verval, in Nederland vaak ook via bemaling. Stoffen in het water beïnvloeden op die manier de waterkwaliteit benedenstrooms. Dit wordt aangeduid met de term “afwenteling”. Het is mogelijk dat voor een goede ecologische toestand bovenstrooms hogere concentraties aan meststoffen toelaatbaar zijn dan benedenstrooms. Wanneer gebieden benedenstrooms gevoeliger zijn voor (te) hoge concentraties aan meststoffen gelden daar strenge doelstellingen. Om die doelstellingen te kunnen halen, is het mogelijk dat ook bovenstrooms maatregelen genomen moeten worden om afwenteling te voorkomen. Hierdoor gelden bovenstrooms dus hogere doelstellingen dan voor de ecologische toestand ter plaatse noodzakelijk is. Bij het opstellen van doelstellingen moet je daarom altijd rekening houden met “afwenteling”.

#### *Van Generiek naar gebiedsgericht beleid*

Hoewel het mestbeleid wel rekening houdt met verschillende bodemsoorten is het niet afgestemd op de KRW-doelstellingen die gaan gelden in een gebied. De verwachting is dat ondanks de grote inspanning die verricht moeten worden het generieke mestbeleid niet genoeg zal zijn om overal de doelstellingen te halen. Daarom wordt in de verschillende regio's gezocht naar effectieve maatregelen om de doelstellingen wel te halen. Het DOVE onderzoek biedt aanknopingspunten voor dergelijke aanvullende maatregelen, doordat het inzicht geeft in de routes van meststoffen en in de factoren die van belang zijn.

# H3 DE HUIDIGE SITUATIE

*Hoe staan we ervoor?*



---

### 3.1 DE KWALITEIT VAN HET NEDERLANDSE OPPERVLAKTEWATER

Op veel locaties worden de normen die nu gelden nog niet gehaald. Dit zijn de doelen voor nitraat in het grondwater en de MTR-normen uit de vierde Nota Waterhuishouding voor het oppervlaktewater. In [Figuur 1](#) is de overschrijding van stikstof en fosfor in het Rijnstroomgebied en het Maasstroomgebied (meetpunten in rijkswateren) voor de jaren 1985-2003 gepresenteerd. Omdat de doelen volgens de KRW nog niet bekend zijn, zijn de concentraties getoetst aan de huidig geldende doelstelling, namelijk de MTR-normen volgens de Vierde Nota Waterhuishouding (2,2 mg/l N en 0,15 mg/l P).

In [Figuur 1](#) is te zien dat door het uitvoeren van het beleid de concentraties dalen, maar dat de doelen nog niet overal bereikt zijn.

### 3.2 BRONNEN VAN MESTSTOFFEN IN OPPERVLAKTEWATER

Meststoffen zijn voor een deel afkomstig uit de landbouw. Maar de landbouw is niet de enige bron. In [Figuur 2](#) zijn de belangrijkste bronnen van stikstof en fosfor in oppervlaktewater in Nederland aangegeven (gegevens uit Emissieregistratie 2006).

Stikstofverbindingen komen ook via (al of niet gezuiverd) stedelijk en industrieel afvalwater in het oppervlaktewater terecht. Het afvalwater wordt in Nederland voor een zeer groot deel gezuiverd. Daarbij worden organische stoffen afgebroken. Bij dit proces komen meststoffen vrij. Tegenwoordig vindt op de meeste waterzuiveringsinstallaties een extra zuiveringstap plaats, waarbij de meststoffen zoveel mogelijk verwijderd worden. Voor het stedelijke afvalwater bestaat een Europese richtlijn. Nederland voldoet inmiddels aan deze richtlijn. In gebieden waar het effluent toch nog een belangrijke bron van meststoffen is, moeten aanvullende maatregelen genomen worden. Deze vervolgstap is regionaal maatwerk.

Tenslotte is voor stikstof atmosferische depositie een belangrijke bron. Door luchtverontreiniging komen stikstofverbindingen in de atmosfeer. Eén van de bronnen van deze stikstofverbindingen in de atmosfeer is de landbouw (vervluchtiging van ammoniak uit mest). De stikstofverbindingen kunnen via de regen (natte depositie) maar ook als droge depositie op het land en het water terecht komen.

In [Figuur 2](#) is te zien dat de belasting door rioolwaterzuiveringsinstallaties en de industrie is gedaald. Dit is vooral voor fosfor het geval. De belasting vanuit het landelijk gebied (aangeduid als landbouw) is minder veranderd. Het gevolg is dat belasting vanuit het landelijk gebied nu de grootste bron van meststoffen is. Dit geldt zowel voor stikstof als fosfor. De belasting vanuit het landelijk gebied wordt grotendeels veroorzaakt door af- en uitspoeling van meststoffen uit de bodem.

NB. in tegenstelling tot de andere bronnen vertoont de bijdrage vanuit het landelijk gebied grote verschillen zowel door het jaar heen als tussen de jaren: uitspoeling vindt vooral in de winter plaats en is in natte jaren hoger dan in droge (zie [§3.4](#)).

Fig 1a

**STIKSTOF**

Ontwikkeling van de chemische kwaliteit in het Nederlandse deel van het stroomgebied van de Rijn en dat van de Maas, 1985-2005 (gegevens: MWTL – database Rijkswaterstaat).

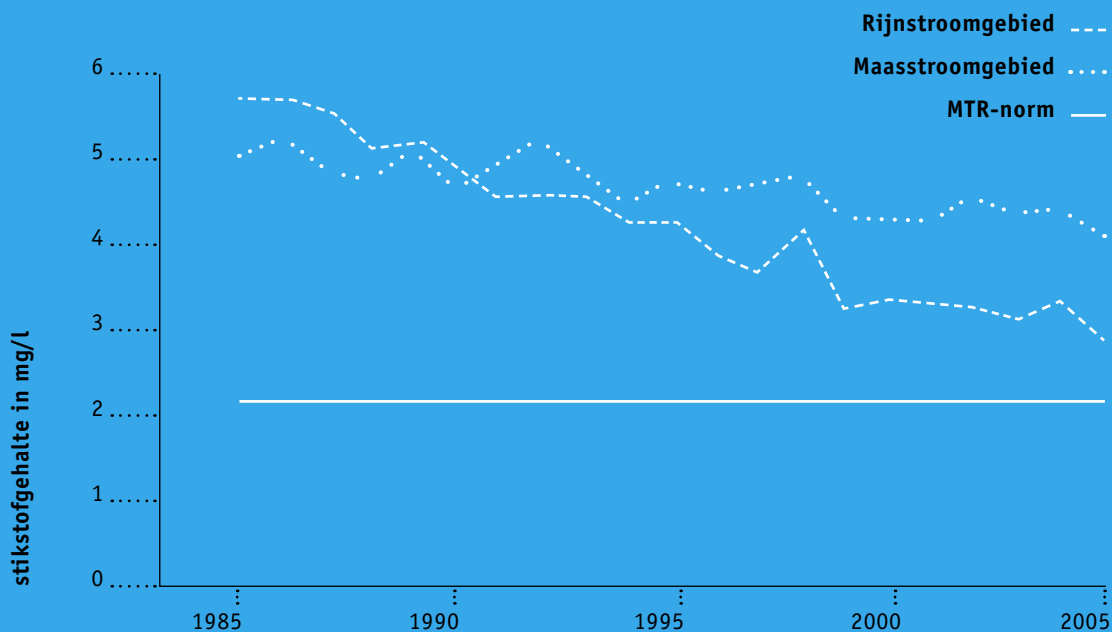


Fig 1b

**FOSFOR**

Ontwikkeling van de chemische kwaliteit in het Nederlandse deel van het stroomgebied van de Rijn en dat van de Maas, 1985-2005 (gegevens: MWTL – database Rijkswaterstaat).

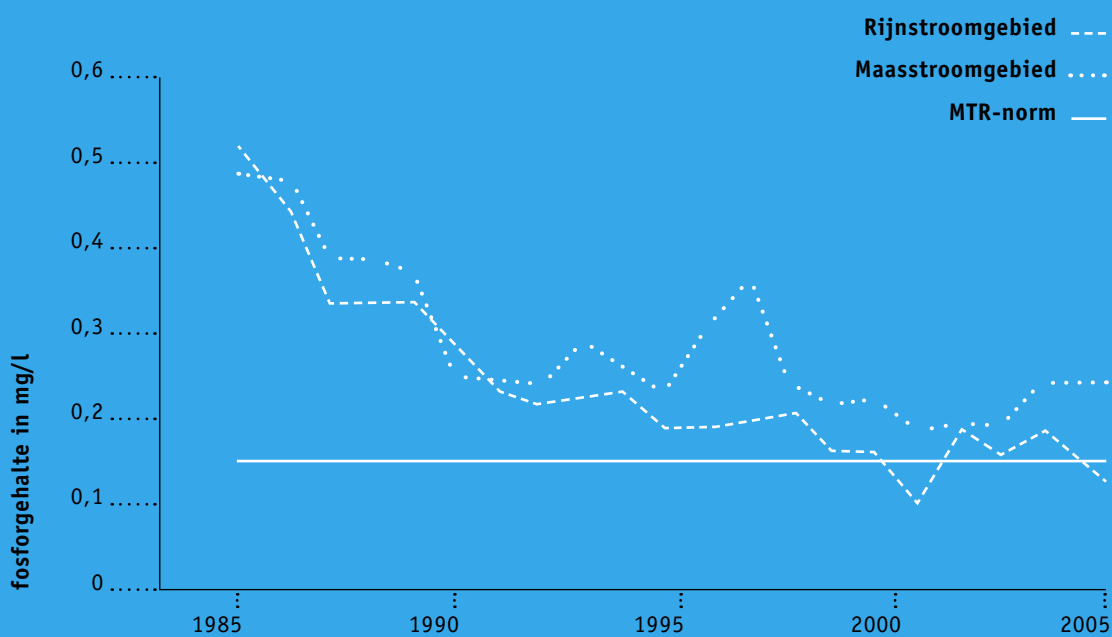


Fig 2a STIKSTOF

Bijdrage van de belangrijkste doelgroepen aan de belasting van het oppervlaktewater met nutriënten, 1985-2004 (gegevens: emissieregistratie 2006).

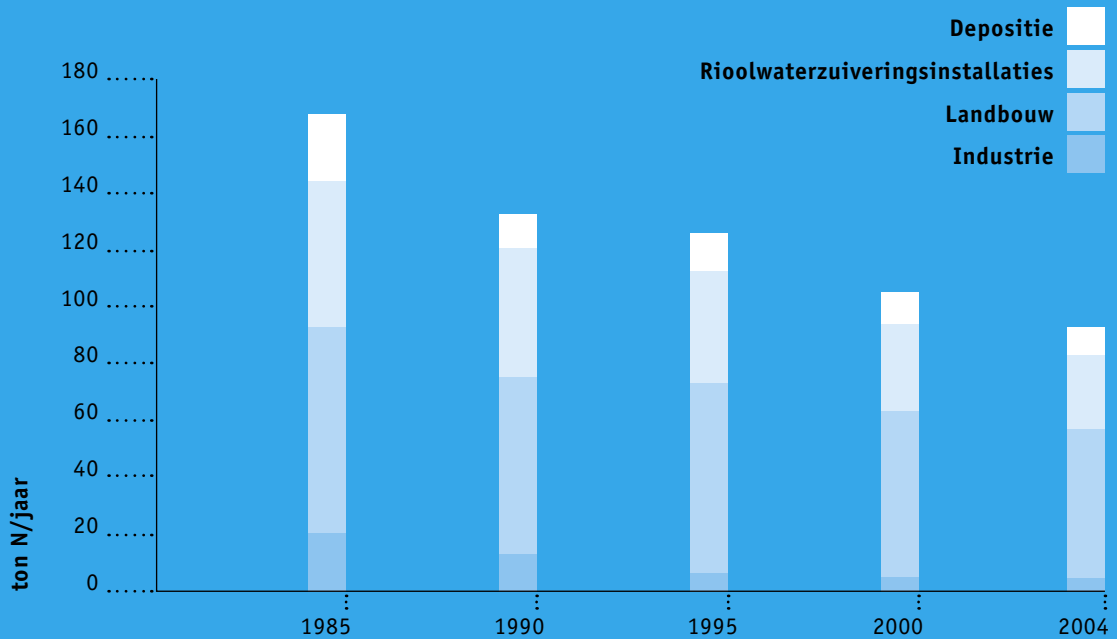
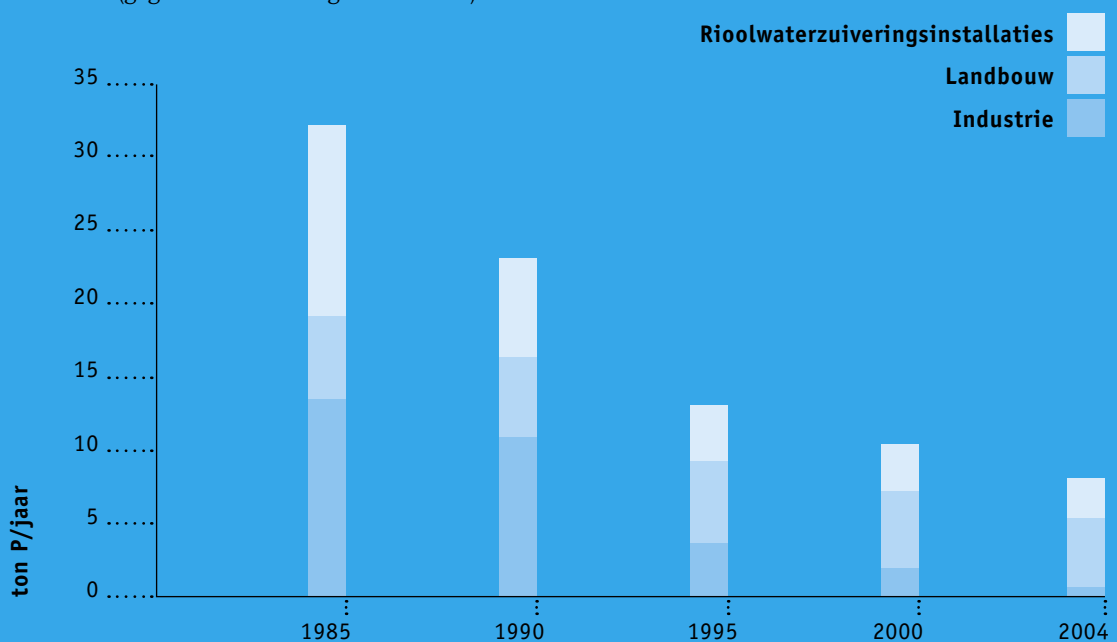


Fig 2b FOSFOR

Bijdrage van de belangrijkste doelgroepen aan de belasting van het oppervlaktewater met nutriënten, 1985-2004 (gegevens: emissieregistratie 2006).



---

### 3.3

#### INGEZOOMD: ROUTES VAN MESTSTOFFEN OP PERCEELSSCHAAL

Om de relatie te kunnen leggen tussen bemesting enerzijds en uit- en afspoeling van meststoffen naar het oppervlaktewater anderzijds is het nodig om meer te weten van wat er op perceelsschaal gebeurt. Wanneer meststoffen (via kunstmest, drijfmest of weidemest) op en in de bodem komen, spelen vele processen een rol. Daarbij kan het gaan om omzetting van stoffen en om transport van stoffen. Hieronder noemen we deze processen. Zie ook [Figuur 3](#).

##### 1 *Bemesting*

Dit is het toedienen van meststoffen op het land. Er zijn twee vormen van mest: dierlijke mest en kunstmest. De meststoffen (stikstof en fosfor) zitten in dierlijke mest grotendeels gebonden in complexe organische stoffen. In kunstmest zijn de meststoffen als zouten aanwezig. De meststoffen die in organische stoffen zijn gebonden, kunnen door mineralisatie (afbraak) vrijkomen.

##### 2 *Gewasopname*

Het doel van bemesting is dat meststoffen door gewassen worden opgenomen. Dit gebeurt voornamelijk in het groeiseizoen van het gewas. Voor grasland is dat het zomerhalfjaar. Planten nemen alleen anorganische meststoffen op, dus meststoffen in de vorm van zouten. Wanneer organische meststoffen gebruikt worden (dus dierlijke mest) zijn niet alle meststoffen direct beschikbaar voor de plant. De organische stoffen moeten eerst afgebroken worden (mineralisatie). Bij de groei van het gewas worden de meststoffen vastgelegd in (nieuwe) organische stoffen. Na het oogsten van het gewas, blijft een deel van deze organische stoffen in de wortels en de bodem zitten.

##### 3 *Atmosferische depositie*

Door luchtverontreiniging komen in de atmosfeer stikstofverbindingen voor. Deze kunnen in droge vorm (droge depositie) of met de regen (natte depositie) op het land en het water terecht komen. Er zijn vrijwel geen fosforverbindingen in de atmosfeer. De hoeveelheid fosfor die via droge of natte depositie op het land en het water terecht komt, is te verwaarlozen.

##### 4 *Vervluchtiging*

Ammoniak, dat aanwezig is in drijfmest, is een vluchtige stof. Een deel van deze stikstofverbinding verdampst naar de atmosfeer.

##### 5 *Adsorptie*

Voor fosfaat is adsorptie in de bodem belangrijk. Fosfaat wordt gebonden aan bodemdeeltjes. Deze binding is voor een deel omkeerbaar en voor een deel onomkeerbaar. Als de fosfaatconcentratie in het bodemvocht daalt, zal de bodem trachten de fosfaatconcentratie te herstellen. Het gebonden fosfaat kan dan weer gedeeltelijk en langzaam vrijkomen (desorptie). De bodem heeft een beperkte capaciteit om fosfaat te binden. Als dit maximum bereikt is, heet de grond fosfaatverzadigd. Deze gronden vormen een potentiële naleveringsbron.



---

#### 6 Mineralisatie

Organische verbindingen kunnen afbreken. De meststoffen die daarin gebonden zijn, komen dan vrij. De organische verbindingen kunnen afkomstig zijn uit dierlijke mest, maar ook uit het bodemmateriaal zelf. Vooral in veenbodems zitten veel organische verbindingen. Door mineralisatie van het veen komen dus meststoffen vrij. Een ander gevolg van de afbraak van veen is zakking van de bodem.

#### 7 Nitrificatie

Dit is de omzetting van ammonium in nitraat. Het proces gebeurt door bacteriën onder zuurstofrijke omstandigheden.

#### 8 Denitrificatie

Dit is de omzetting van nitraat in gasvormige stikstof ( $N_2$  en  $N_2O$ ). Via deze route verdwijnt stikstof naar de atmosfeer. Het proces gebeurt onder andere door bacteriën onder zuurstofarme omstandigheden.

#### 9 Surface run-off of oppervlakkige afvoer

Bij neerslag infiltreert water de bodem in. Een deel stroomt oppervlakkig over het land de sloot in en kan zo meststoffen meevoeren. Deze surface run-off treedt alleen op tijdens hevige neerslag en vooral bij slecht doorlatende bodems en/of bij hoge grondwaterstanden.

#### 10 Uitspoeling

Meststoffen kunnen met neerslag uitspoelen naar het grondwater en/of het oppervlaktewater. Wanneer er meer neerslag valt, neemt de uitspoeling toe. Afvoer via drainage wordt in dit rapport ook bij uitspoeling gerekend. Meststoffen kunnen ook uitspoelen naar dieper grondwater wat niet in de sloot terecht komt (niet weergegeven in [Figuur 3](#)). Op de drie DOVE locaties speelde dit geen rol van betekenis.

### 3.4 UITSPOELING VAN MESTSTOFFEN; WELKE FACTOREN ZIJN VAN BELANG?

Zoals al beschreven in [§3.2](#) varieert de uit- en afspoeling van meststoffen vanuit het landelijk gebied met de seizoenen en is er ook verschil in uit- en afspoeling tussen natte en droge jaren. Naast de neerslag en seizoenen spelen ook andere factoren een rol bij de mate waarin uit- en afspoeling van meststoffen optreedt. Alle factoren worden hieronder behandeld.

- *Seizoensinvloed*

Voor de uit- en afspoeling is de hoeveelheid neerslag en verdamping en de verdeling daarvan over het jaar belangrijk (zie hiervoor [Figuur 4](#) en [Tekst 3](#)). Meststoffen verplaatsen zich met het water. 's Winters, wanneer het neerslagoverschot groot is, zal de meeste uitspoeling plaatsvinden.

- *Het moment en de manier van bemesting*

Afstemming van bemesting op het weer en het groeiseizoen leidt tot optimale benutting en minimale

---

verliezen naar het oppervlaktewater. Bemesting is het meest optimaal wanneer de meststoffen beschikbaar zijn in het groeiseizoen. Bemesting vlak voor een zware regenbui zal lijden tot grote verliezen van meststoffen naar het oppervlaktewater. Het onderwerken of injecteren van mest vermindert de ammoniakemissie en ook de oppervlakkige afspoeling van meststoffen.

- *De bodemsoort*

Voorale kleigrond laat slecht water door. Neerslag infiltreert daarom moeilijker in kleigrond en spoelt eerder oppervlakkig af in vergelijking met zand- of veenbodems. Ook in perioden waarin netto een neerslag tekort bestaat, kunnen tijdens heftige buien meststoffen via oppervlakkige afstroming naar het oppervlaktewater gaan. In het DOVE-onderzoek is bewust gekozen voor locaties op drie verschillende bodemsoorten. Meer gevolgen van verschillen in bodemsoort komen elders in deze brochure aan de orde.

- *De helling van het gebied*

In sterk hellend gebied treedt eerder oppervlakkige afspoeling op.

- *De grondwaterstand*

Als de grondwaterstand erg hoog is, kan er weinig water infiltreren. In dat geval treden sneller plas-dras situaties op en kan oppervlakkige afspoeling optreden.

- *De intensiteit van de neerslag*

Hevige (onweers)buien leiden gemakkelijk tot meer oppervlakkige afspoeling.

- *Bevroren grond*

Als de grond bevroren is, kan neerslag de grond niet indringen en neemt de oppervlakkige afspoeling toe.

---

### **Tekst 3** NEERSLAG EN VERDAMPING

In [Figuur 4](#) zijn de gemiddelde hoeveelheden neerslag en verdamping per maand aangegeven. Deze gegevens (afkomstig van de website van het KNMI) geven het langjarig gemiddelde van meetstations in Nederland. In de figuur is ook het neerslagoverschot of - tekort aangegeven. Dit is de hoeveelheid neerslag minus de verdamping. De gemiddelde hoeveelheid neerslag is ca. 40 tot 80 millimeter per maand. In het voorjaar valt de minste neerslag. In de zomer valt de neerslag vooral in de vorm van (hevige) buien. In de winter valt de neerslag gelijkmatiger.

In de zomer is de verdamping veel groter dan de neerslag. Hierdoor ontstaat in de zomer een tekort aan water, terwijl in de winter een overschot ontstaat. De jaarlijkse hoeveelheid neerslag is gemiddeld 770 millimeter, terwijl de jaarlijkse verdamping 560 millimeter bedraagt. Dit betekent dat er jaarlijks een neerslagoverschot is van 210 millimeter. Dit neerslagoverschot wordt afgevoerd naar grond- en oppervlaktewater.

Fig 3 DE PROCESSEN IN BEELD

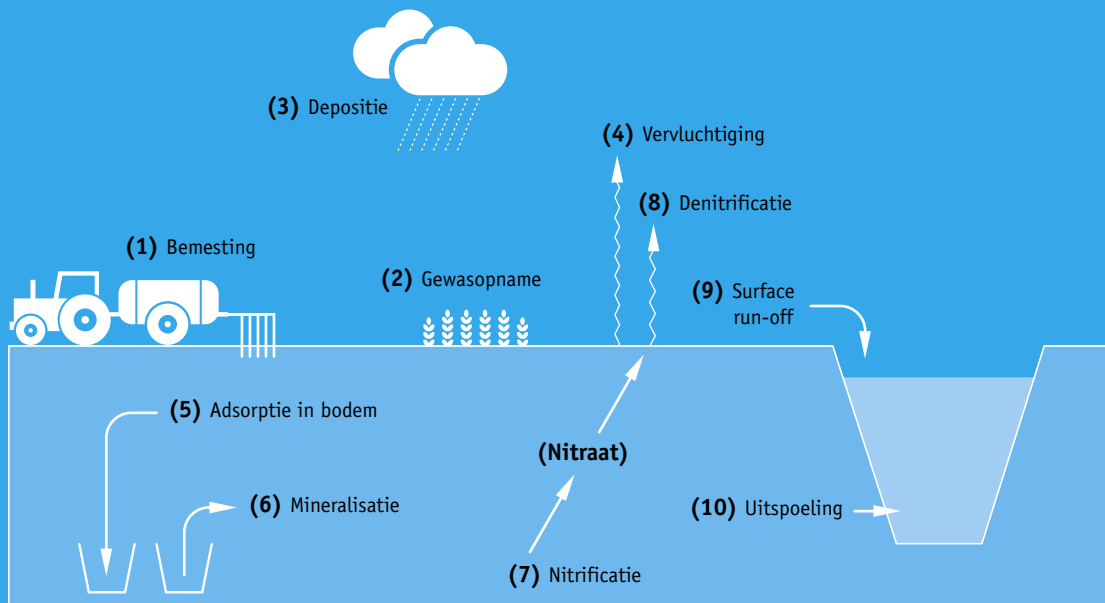
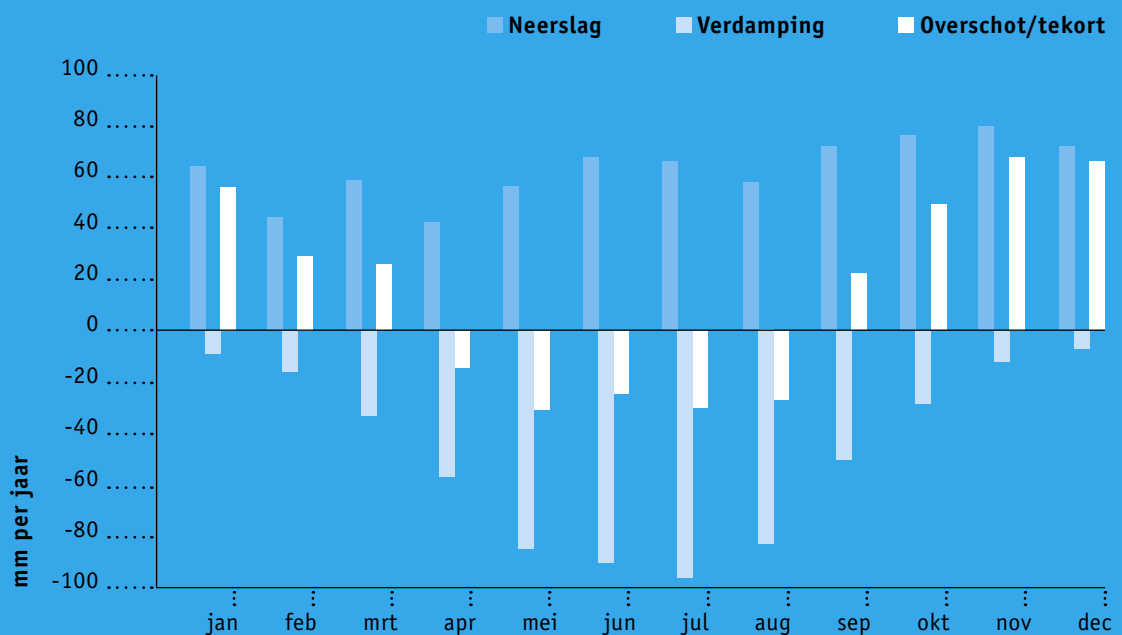


Fig 4 NEERSLAG EN VERDAMPING

Langjarig gemiddelden van neerslag, verdamping en neerslagoverschot of -tekort in millimeter per jaar (gegevens KNMI).



# H4 DOVE ONDERZOEK

---

*Wat is de uitspoeling  
vanuit grasland op  
zand, veen en klei?*



---

#### 4.1

#### INLEIDING

Zoals al genoemd in [hoofdstuk 1](#) zijn in het DOVE onderzoek metingen verricht aan processen in de bodem, het grondwater en het oppervlaktewater. Er zijn onder andere metingen verricht aan de samenstelling van het bodemwater, het grondwater, aan denitrificatie en mineralisatie in de bodem, aan de fosfaatverzadiging, aan de watersamenstelling in en de afvoer vanuit de sloot en waar mogelijk van de hoeveelheid en samenstelling van de waterafvoer vanuit de bodem naar de sloot. Het DOVE onderzoek is uitgevoerd op bedrijven met drie verschillende bodemtypen: zand, klei en veen. De proeflocaties zijn dusdanig gekozen dat de uitwisseling met het diepe grondwater als gevolg van kwel of wegzijging verwaarloosbaar is. In de rapportage zijn foto's opgenomen van de monsternamen en meetopstellingen op de drie locaties.

Hierna presenteren we voor iedere locatie afzonderlijk de belangrijkste resultaten. Ook bespreken we de relevantie van de resultaten voor andere locaties met dezelfde bodemsoort.

---

#### Foto 2

#### BODEMMONSTERS IN DE VLIETPOLDER (VEEN)

Op alle locaties zijn ringmonsters gestoken voor het uitvoeren van denitrificatiemetingen (Foto Alterra).



*Locatie*

Het onderzoek is uitgevoerd op de locatie "Den Pol" nabij Boekelo ([lit. 5](#)). In de periode 1999-2001 zijn metingen verricht op twee percelen op kalkloze zandgronden. De percelen zijn in de winter vrij nat maar in de zomer droog (Grondwatertrap (Gt) V, VI). Ze worden gescheiden door een sloot, waarvan één zijde afgesloten is (kopsloot). Er is geen drainage aanwezig. De percelen zijn in het verleden meestal als grasland in gebruik geweest. In enkele jaren is ook snijmaïs geteeld. Op een diepte van ca. 3,5 m onder maaiveld is een ondoorlatende leemlaag van ongeveer een meter dik aanwezig, waardoor geen uitwisseling plaatsvindt met het diepere grondwater (geen kwel of wegzijging). De bodem van de locaties is niet met fosfaat verzadigd. De fosfaatverzadigingsgraad van de bovengrond van het proefperceel bedraagt ongeveer 40-45% ([lit. 4](#)).

*Balansen op perceelsniveau*

In [Figuur 5](#) en [Figuur 6](#) zijn de balansen op perceelsniveau voor stikstof en fosfor weergegeven. Een zeer groot deel van de aanvoer vindt plaats via bemesting. Op de percelen wordt tegenwoordig geen kunstmest meer gebruikt. De bemesting bestaat uit drijfmest en uit weidemest. Alleen voor stikstof is er nog een andere bron, namelijk vanuit de atmosfeer (depositie).

De grootste afvoerpost van meststoffen (64% N, 50% P) is de landbouwkundige afvoer: het wordt opgenomen door het gras. De meststoffen in het gras verlaten het systeem door begrazing of door het maaien van het gras. Bij stikstof is de uitwisseling met de lucht belangrijk: bacteriën zetten een deel van de stikstof om in gasvormige stoffen (denitrificatie). Daarnaast verdwijnt een deel van de stikstof uit mest door directe vervluchtiging van de ammoniak.

Verder blijft een deel van de meststoffen in de bodem achter. Voor stikstof zal dit vooral veroorzaakt worden door opbouw van de organische stof laag in de bodem. Voor fosfaat kan daarnaast ook adsorptie plaatsvinden. De grootte van deze opslag is niet gemeten, maar is afgeleid uit de restpost van de balans. Ten slotte spoelt een deel van de meststoffen uit naar het oppervlaktewater. Voor N is dit 16% en voor P 5% van de aanvoer via bemesting.

*Afvoerroutes*

De uit- en afspoeling van meststoffen vindt via verschillende routes plaats. Bij zand onderscheiden we:

- Surface run-off (oppervlakkig afvoer, samen met afvoer door de bovenste 10 cm van de bodem).
- Ondiepe uitspoeling (in de laag tussen 10 en 40 cm diepte).
- Diepe uitspoeling (via de bodem dieper dan 40 cm).

De verdeling van het neerslagoverschot dat via deze routes afgevoerd wordt, is respectievelijk 12%, 4% en 84%. In [Figuur 7](#) en [Figuur 8](#) staan de gemiddelde concentraties weergegeven die gemeten zijn op de zandlocatie. De concentratie in surface run-off is direct gemeten met behulp van vangplaten.

Fig 5 ZAND: STIKSTOFBALANS GRASLAND  
 Getallen in kg N per hectare per jaar.

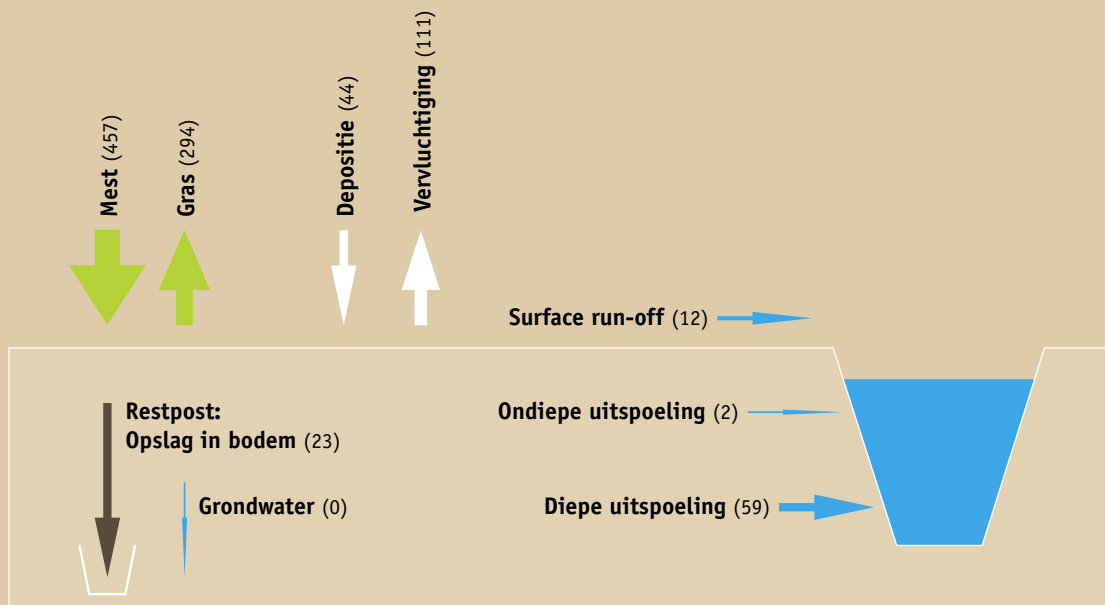


Fig 6 ZAND: FOSFORBALANS GRASLAND  
 Getallen in kg P per hectare per jaar.



Fig 7 ZAND: CONCENTRATIES STIKSTOF

Gemiddelde concentraties stikstof in verschillende afvoerroutes en het oppervlaktewater. De blauwe lijn is het MTR.

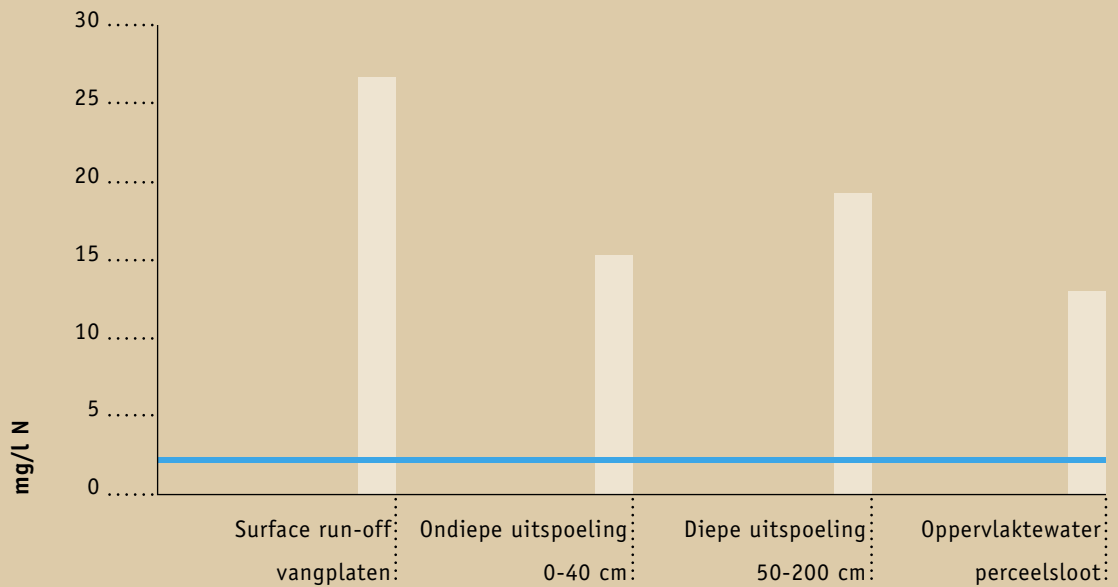
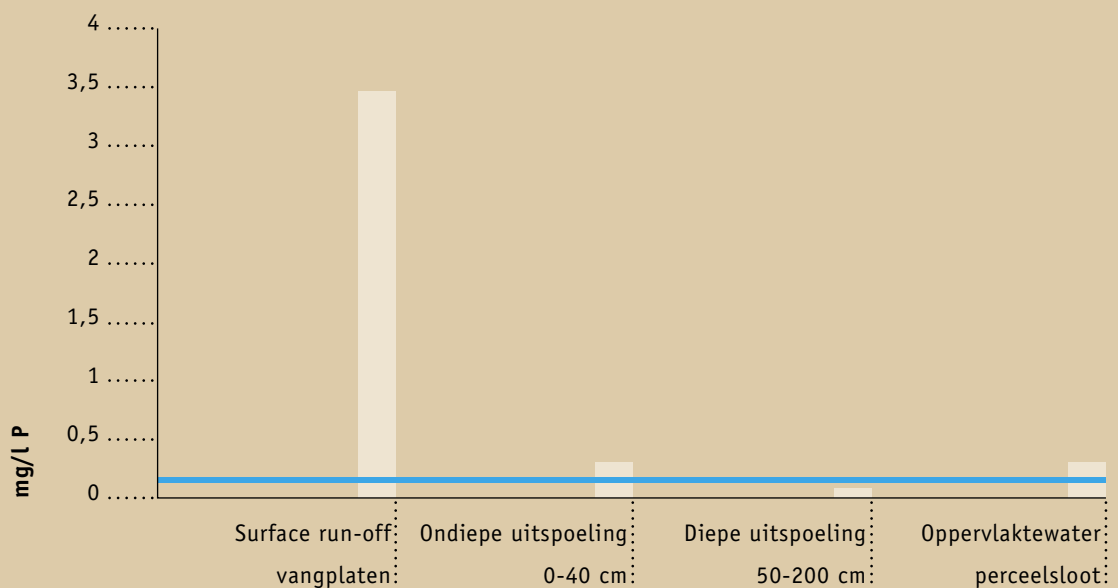


Fig 8 ZAND: CONCENTRATIES FOSFOR

Gemiddelde concentraties fosfor in verschillende afvoerroutes en het oppervlaktewater. De blauwe lijn is het MTR.





---

Deze concentratie representeert de oppervlakkige afvoer en de afvoer door het laagje van de bodem wat afvoert richting de vangplaat (ca 10 cm). Voor de concentratie van de ondiepe uitspoeling is de gemeten concentratie in de bovenste 40 cm van de bodem genomen, voor de concentratie van de diepe uitspoeling is de concentratie van het bodemvocht tussen 50 en 200 cm onder maaiveld genomen. Het water in de perceelsloot is een mengsel van water afkomstig van de afvoerroutes. Deze sloot was alleen in het winterhalfjaar watervoerend. Van de hoeveelheid toegevoerde meststoffen komt maar een klein deel in het oppervlaktewater terecht. Toch is dit niet zonder gevolgen. De concentraties in het bodemvocht en de perceelsloot liggen gedeeltelijk boven de MTR-norm en de nitraatnorm. Met name de fosforconcentraties in de surface run-off zijn erg hoog. De uit- en afspoeling leiden dus tot hoge gehalten in het oppervlaktewater. De belasting vindt bij stikstof vooral plaats via diepe uitspoeling en bij fosfor vooral via oppervlakkige afspoeling.

#### *Doorvertaling naar andere zandlocaties*

De gemeten balansen hoeven niet representatief te zijn voor balansen op andere zandlocaties. De bemesting, de landbouwkundige afvoer en de omstandigheden kunnen per locatie sterk verschillen. Hieronder wordt puntsgewijs aangegeven waar rekening mee gehouden moet worden bij eventuele doorvertaling naar andere zandlocaties.

- *Nuttig gebruik*

Het nuttig gebruik van meststoffen is afhankelijk van de bedrijfsvoering. Op de proefpercelen is ten opzichte van de hoeveelheid bemesting weinig gras geogst. Het nuttig gebruik van de mest is daardoor relatief laag. Normaliter is het nuttig gebruik hoger.

- *Nutriëntenoverschotten*

Deze kunnen binnen een bedrijf variëren. Uit de balansen voor het bedrijf als geheel blijkt dat het overschot van fosfor op bedrijfsniveau veel groter is dan op de twee proefpercelen. Verschillen in overschotten leiden tot verschillen in concentraties in de bodem.

- *De verdeling tussen emissieroutes*

De verdeling van de nutriëntenoverschotten over de emissieroutes (vervluchtiging, opslag/mineralisatie en totale uitspoeling) is niet constant. Plantopname, adsorptie en denitrificatie zijn concentratieafhankelijke processen (lit. 12). Als het mestoverschot toeneemt kan dit leiden tot een toename van de ene emissie terwijl de andere emissie gelijk blijft.

- *De fosfaatverzadigingsgraad van de bodem*

De proefpercelen zijn niet verzadigd met fosfaat. De fosfaatverzadigingsgraad bedraagt ongeveer 40-45%. Gronden met een hogere fosfaatverzadigingsgraad hebben hogere concentraties fosfaat in het bodemvocht. De bijdrage van bemesting aan de belasting van het oppervlaktewater door uitspoeling via de bodem wordt hierdoor groter.

---

- *De vochttoestand van de percelen*

De vochttoestand van de percelen is van belang voor de afvoerroutes en processen. De bemeten proefpercelen zijn 's winters nat en 's zomers droog en worden nog net gerekend bij de natte zandgronden (GHG < 60 cm). Van de zandgronden in Nederland bestaat ongeveer 75% uit nat zand. De overige 25% is droog zand ([lit. 6](#)). Voor nattere zandgronden wordt een grotere uit- en afspoeling van fosfor verwacht en minder uitspoeling van stikstof (door onder andere toename van denitrificatie), terwijl voor drogere zandgronden een grotere uitspoeling van stikstof verwacht wordt en juist minder fosforuitspoeling. Directe uitspoeling naar het oppervlaktewater zal bij droge zandgronden niet of nauwelijks plaatsvinden. De uitspoeling naar het (diepere) grondwater is dan groter. Het diepere grondwater kan uiteindelijk als kwel in oppervlaktewater terecht komen, maar dit gebeurt op grotere afstand van het betreffende perceel.

- *Drainage*

Op de proefpercelen was geen drainage aanwezig. Bij zandgronden waar wel drainage aanwezig is, zal de diepere uitspoeling sneller verlopen waardoor de vrachten naar grond- of oppervlaktewater waarschijnlijk toenemen.

---

**Foto 3** VANGPLAAT IN DE VLIETPOLDER (VEEN)

Surface run-off en afvoer via de bovenste paar cm van de bodem is in de Vlietpolder (veen) en Den Pol (zand) gemeten met behulp van vangplaten (Foto Alterra).



*Onderzoekslocatie*

Het onderzoek is uitgevoerd in de Vlietpolder in de periode 1999 – 2001 ([lit. 7, 8](#)). Deze polder, ruim 200 ha groot, is gelegen nabij Hoogmade in Zuid-Holland. In de polder is relatief veel open water (ca. 10% van het oppervlak). Meer dan 80% van het gebied is in gebruik als grasland. Daarnaast is er enige sierteelt en bebouwing en zijn er een aantal sportvelden. De waterhuishouding is vrij overzichtelijk. Er zijn twee onderbemalingen aanwezig. Er is een geringe wegzijging naar het eerste watervoerende pakket. 's Zomers wordt water ingelaten.

De metingen zijn verricht voor een proefsloot en de aangrenzende percelen van die sloot maar er zijn ook metingen verricht voor de polder als geheel.

*Balansen op perceelsniveau*

De stikstof- en fosforbalansen op perceelsniveau zijn weergegeven in [Figuur 9](#) en [Figuur 10](#). In grote lijnen lijken deze balansen op die van grasland op zandgrond. Er zijn wel een paar verschillen. In plaats van opslag van meststoffen in de bodem is er bij veen netto nalevering van meststoffen uit de bodem. Dit wordt veroorzaakt door mineralisatie van de veenbodem. De stikstof mineralisatie is gemeten en bedraagt: 242 kg N per hectare per jaar. De restpost van de balans komt uit op 139 kg N per hectare per jaar en is beschouwd als vastlegging in organisch materiaal in de bodem. Netto bedraagt de hoeveelheid stikstof die vrijkomt uit de bodem dus  $242-139=103$  kg N per hectare per jaar. Voor fosfor zijn deze getallen:  $11-9=2$  kg P per hectare per jaar.

Verder valt op dat de bijdrage van oppervlakkige afspoeling (surface run-off) van fosfor kleiner is dan bij zandgrond. Bij veengrond geldt dat de meeste fosfor via uitspoeling in het oppervlaktewater terecht komt.

Het vrijkomen van stikstof en fosfor uit de bodem wordt veroorzaakt door mineralisatie van het veen. Door ontwatering kan lucht in de veenbodem doordringen. In aanwezigheid van de zuurstof uit de lucht wordt het veen door micro-organismen afgebroken. Hierbij komen meststoffen vrij.

Een tweede oorzaak voor het vrijkomen van stikstof en fosfor uit de bodem is het uitloggen van nutriëntrijke, nog relatief intacte veenbodem dieper dan 2 meter. Deze bron van stikstof en fosfor is niet meegenomen in de balansposten om de balansen van de verschillende grondsoorten vergelijkbaar te houden. Argument hiervoor is dat dit een proces is wat dieper plaatsvindt (onder het landbouwkundig beïnvloede deel van de bodem) waardoor het niet relevant is voor plantopname. Verder staat het proces los van bemesting en bedrijfsvoering. Voor de concentraties in het oppervlaktewater is het vrijkomen van meststoffen via deze route wel van belang (zie [Afvoerroutes](#)). In alle figuren wordt met Veen bedoeld dat het gaat om balansgegevens van Veen waarbij deze “uitloogbron” niet is meegenomen.

---

### *Afvoerroutes*

De uit- en afspoeling van meststoffen naar het oppervlaktewater vindt via verschillende routes plaats. Bij veen zijn naast de afvoer vanaf de percelen nog andere bronnen van belang (zie later). Net als bij zand onderscheiden we surface run-off, ondiepe en diepe uitspoeling. In [Figuur 11](#) en [Figuur 12](#) zijn gemiddelde concentraties weergegeven voor de Vlietpolder. De surface run-off is direct gemeten met behulp van vangplaten en representeert de oppervlakkige afvoer en de afvoer door de bovenste 10 cm van de bodem. De vrachten en gemiddelde concentraties voor de ondiepe en diepe uitspoeling zijn afgeleid uit een balansstudie van de Vlietpolder ([lit. 8](#)). Ze komen overeen met de uitspoeling uit de laag van 10 tot 25 cm en van 25 cm en dieper. Zoals eerder aangegeven worden de meststoffen afkomstig van uitloging van de diepe nutriëntrijke veenbodem niet meegenomen in de balansen. De concentraties en vrachten van de diepe uitspoeling zijn hiervoor gecorrigeerd (gebruikmakend van de aannames in [lit. 8](#)). Vanwege deze correctie zijn de weergegeven concentraties van de diepe uitspoeling alleen indicatief.

Wanneer de wegzijging naar het diepe grondwater verwaarloosd wordt dan is de verdeling van het neerslagoverschot via surface run-off, ondiepe en diepe uitspoeling respectievelijk 9%, 55%, 36% ([lit. 8, 9](#)).

De uitspoeling van meststoffen naar het oppervlaktewater beïnvloedt de concentraties in het oppervlaktewater. Maar er is meer aan de hand:

- In de polder vindt 's zomers waterinlaat plaats. Met het inlaatwater worden ook meststoffen aangevoerd. Dit is dus een extra bron van meststoffen.
- De uitloging van diepere nutriëntrijke veenbodem vormt een extra bron.
- De depositie van stikstof op het water is van belang. Doordat het water een relatief groot oppervlak in beslag neemt, is deze post niet te verwaarlozen.
- In het oppervlaktewater treden ook processen op waardoor meststoffen uit het systeem verdwijnen of neerslaan.

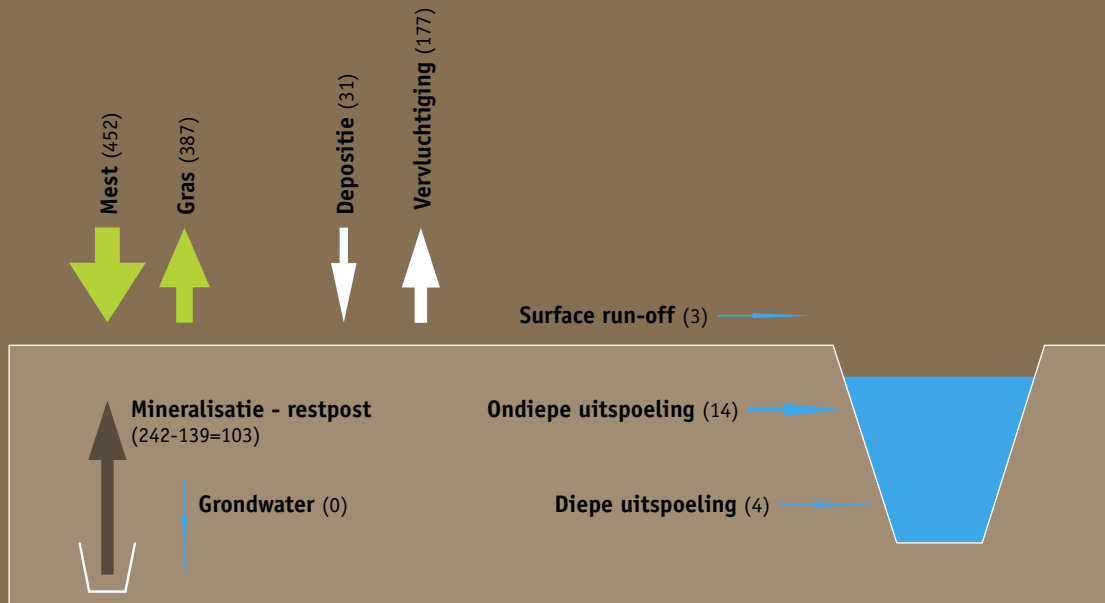
De waterhuishouding in de Vlietpolder vertoont een grote variatie tussen de seizoenen. In de zomer wordt water ingelaten en in de winter uitgeslagen. Met het uitgeslagen water worden ook de meststoffen die zijn uitgespoeld, afgevoerd. Omdat de verblijftijd van het water in de boezem meer dan een jaar is, wordt een deel van die meststoffen in de zomer met de waterinlaat weer binnen gelaten.

### *Doorvertaling naar andere veengebieden*

Ook voor Veen geldt dat de gemeten balansen niet representatief hoeven te zijn voor balansen op andere veenlocaties. De bemesting, de landbouwkundige afvoer en de omstandigheden kunnen per locatie sterk verschillen. Net als bij zand is het van belang om te letten op verschillen in bedrijfsvoering en nutriëntoverschotten en kan de verdeling over de verschillende emissieroutes en de fosfaatverzadigingsgraad verschillen. Hieronder wordt op een aantal punten ingegaan waarmee nog rekening moet worden gehouden bij doorvertaling naar andere veenlocaties.

**Fig 9 VEEN: STIKSTOFBALANS GRASLAND**

Getallen in kg N per hectare per jaar. De uitloogbron is niet meegenomen (zie §4.3).



**Fig 10 VEEN: FOSFORBALANS GRASLAND**

Getallen in kg P per hectare per jaar. De uitloogbron is niet meegenomen (zie §4.3).



Fig 11 VEEN: CONCENTRATIES STIKSTOF

Gemiddelde concentraties stikstof in verschillende afvoerroutes en het oppervlaktewater. De blauwe lijn is het MTR. De uitloogbron is niet meegenomen (zie §4.3).

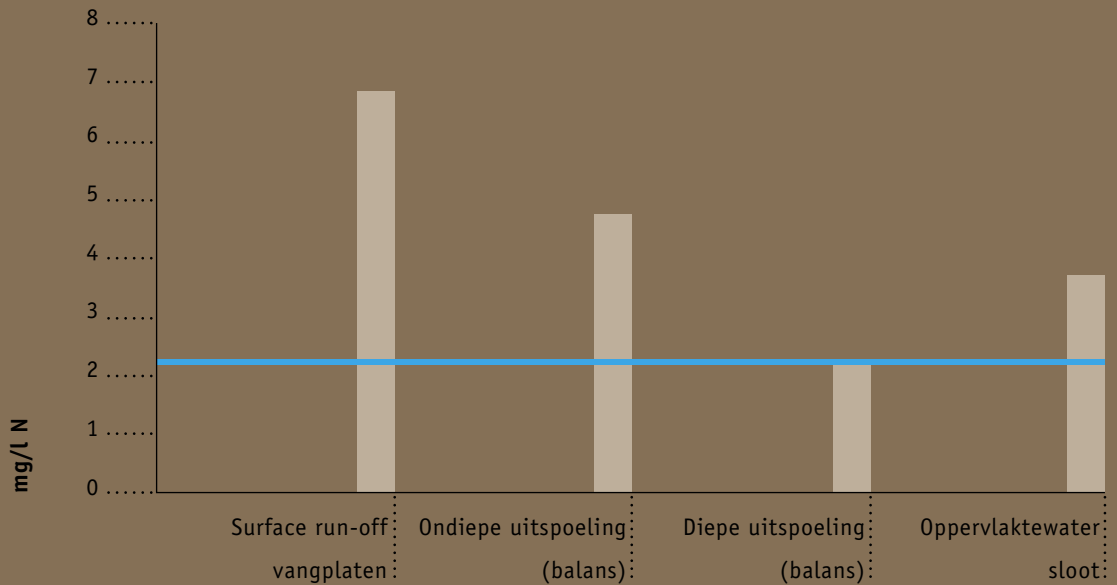
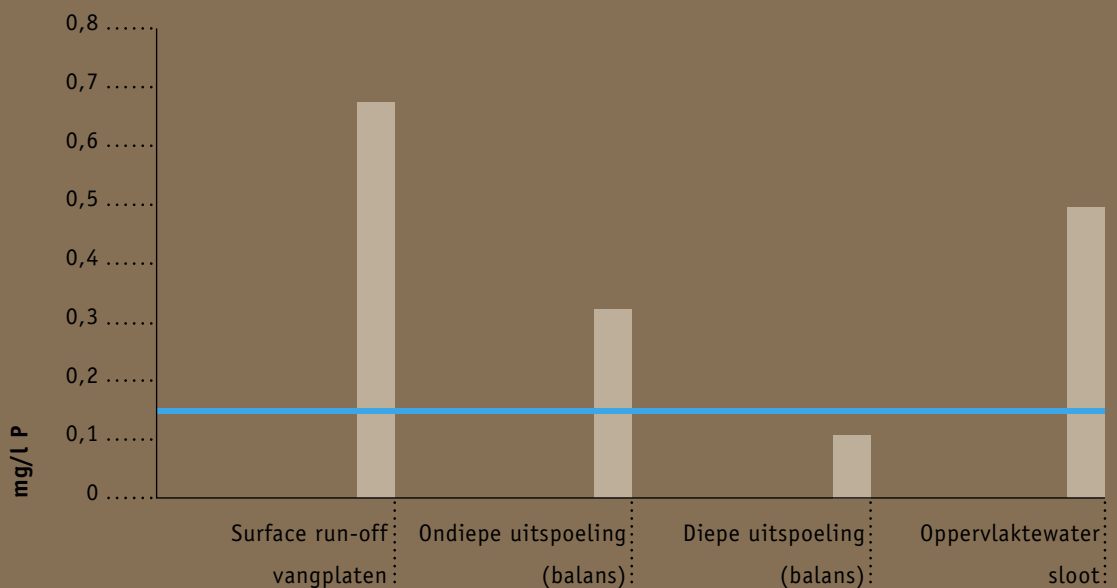


Fig 12 VEEN: CONCENTRATIES FOSFOR

Gemiddelde concentraties fosfor in verschillende afvoerroutes en het oppervlaktewater. De blauwe lijn is het MTR. De uitloogbron is niet meegenomen (zie §4.3).



---

#### *Vochttoestand en emissies*

De vochttoestand is van belang voor afvoerroutes en processen. Uitspoeling van fosfor zal toenemen bij hogere grondwaterstanden. In tegenstelling tot zand- en kleigronden neemt bij veengronden de denitrificatie toe bij verlaging van de grondwaterstanden. Op vrijwel elke diepte is voldoende organische stof aanwezig om denitrificatie optimaal te laten verlopen. Hierdoor hangt de denitrificatie af van de nitrificatie. Bij een lagere grondwaterstand neemt de mineralisatie van organisch gebonden stikstof uit mest en veen toe, waardoor de nitrificatie en ook de denitrificatie toeneemt. De stikstofuitspoeling zal hierdoor naar verwachting afnemen.

#### *Samenstelling veengronden*

De samenstelling van veengronden kan sterk verschillen. In de Vlietpolder is door afbraak van de bovenste veenlaag, een moerige zavelaag die door de zee is afgezet, aan het oppervlak gekomen. Deze laag is aangevuld met stadsvuil (toemakdek) om de draagkracht en de nutriëntenstatus te verbeteren. Hierdoor is de bodem minder organisch dan in andere veengebieden en zal bijvoorbeeld de mineralisatie van veen minder zijn.

#### *Waterafvoer en drainage*

Waterafvoer van de percelen is bepalend. Het perceel in de Vlietpolder is enigszins bolgezet voor goede waterafvoer. Op veenlocaties wordt ook wel drainage toegepast. Dit is bepalend voor de uitspoelingsroutes.

#### *Meststoffen uit andere bronnen*

Meststoffen in het oppervlaktewater zijn niet alleen afkomstig van het deel van de bodem dat door landbouw beïnvloed is. Ze kunnen ook afkomstig zijn van uitloging van hoge concentraties van meststoffen in de diepere veenlagen (hier niet meegenomen in de balans). Dit fenomeen is specifiek voor voedselrijke veenweidepolders. Een andere bron die bekeken moet worden is de nutriëntvrucht van ingelaten water. In met name het westen van Nederland kan fosfaatrijke kwel een extra fosforbron voor het oppervlaktewater zijn.

*Onderzoekslocatie*

Het onderzoek is uitgevoerd in de periode 2002 - 2005 op een grasland nabij Waardenburg in de Tiel-erwaard ([lit. 10](#)). Het is een zware kleigrond in het Gelderse rivierengebied. De meetpercelen werden afwisselend gemaaid en beweid.

In de droge perioden (tijdens de zomer) ontstaan er krimpscheuren in het perceel. In de herfst gaan deze scheuren weer dicht. Het perceel wordt ontwaterd door middel van greppels en drains. De greppels zijn ongeveer 30-50 centimeter breed en diep en liggen op een onderlinge afstand van 46 meter. De percelen tussen de greppels liggen bol. De opbolling bedraagt ongeveer 40 centimeter. Tussen de greppels liggen 6 drains op een diepte van ongeveer 80 centimeter. De greppels en drains wateren af op een perceelsloot. Deze sloot is eenzijdig afgesloten met een dam. Er vindt dus geen aanvoer van water van andere landbouwpercelen plaats. Er treedt geen kwel op en de wegzijging is verwaarloosbaar klein. De eigenaar beregent het perceel regelmatig. Naast neerslag is dat de enige aanvoer van water.

*Balansen op perceelsniveau*

De stikstof- en fosforbalans op perceelsniveau ([Figuur 13](#) en [Figuur 14](#)) bij kleigrond lijken in grote lijnen op die van zandgrond en veen. Wat uitwisseling met de bodem betreft (adsorptie, desorptie en mineralisatie), houdt de kleigrond het midden tussen zand- en veengrond. Net als bij zandgrond is de uitwisseling met de bodem gebruikt als sluitpost bij de balansen. Bij zandgrond was er zowel voor stikstof als fosfor netto opslag. Bij veengrond kwamen meststoffen juist vrij door mineralisatie. Bij kleigrond komt een kleine hoeveelheid stikstof door mineralisatie vrij terwijl fosfor netto meer in de bodem opslaat.

*Afvoerroutes*

De uit- en afspoeling van meststoffen naar het oppervlaktewater vindt bij klei plaats via surface run-off en ondiepe (relatief snelle) uitspoeling. Onder de term surface run-off wordt bij klei zowel afvoer over het bodemoppervlak en het bovenste laagje van de bodem als de afvoer via greppels verstaan. De meeste meststoffen komen in het water via deze greppels. De greppels worden gevoed door water dat ondiep infiltreert in de poreuze bovengrond en door oppervlakkige afvoer. De diepe kleilagen zijn minder poreus en water infiltreert daarin moeilijk. Bij neerslag zal het water daarom vooral ondiep worden afgevoerd. Er is ook geconstateerd dat de concentraties van meststoffen in dit oppervlakkig afspoelend water direct na bemesting erg hoog zijn. Ook zijn op dat moment hoge concentraties in de sloot gevonden.

De uitspoeling wordt gevormd door afvoer via de drains. Als de kleigrond droog is en krimpscheuren heeft, loopt een deel van het regenwater door deze scheuren en komt uiteindelijk via de drains tot afvoer. Hierbij komt het water in contact met een deel van de kleigrond. Dit proces verloopt trager dan de afvoer via de greppels. Tijdens de passage door de klei kunnen fosfaten aan kleideeltjes adsorberen. De uitspoeling via de drainage is in [Figuur 13](#) en [Figuur 14](#) aangegeven als “uitspoeling”.



Fig 13

**KLEI: STIKSTOFBALANS GRASLAND**

Getallen in kg N per hectare per jaar.

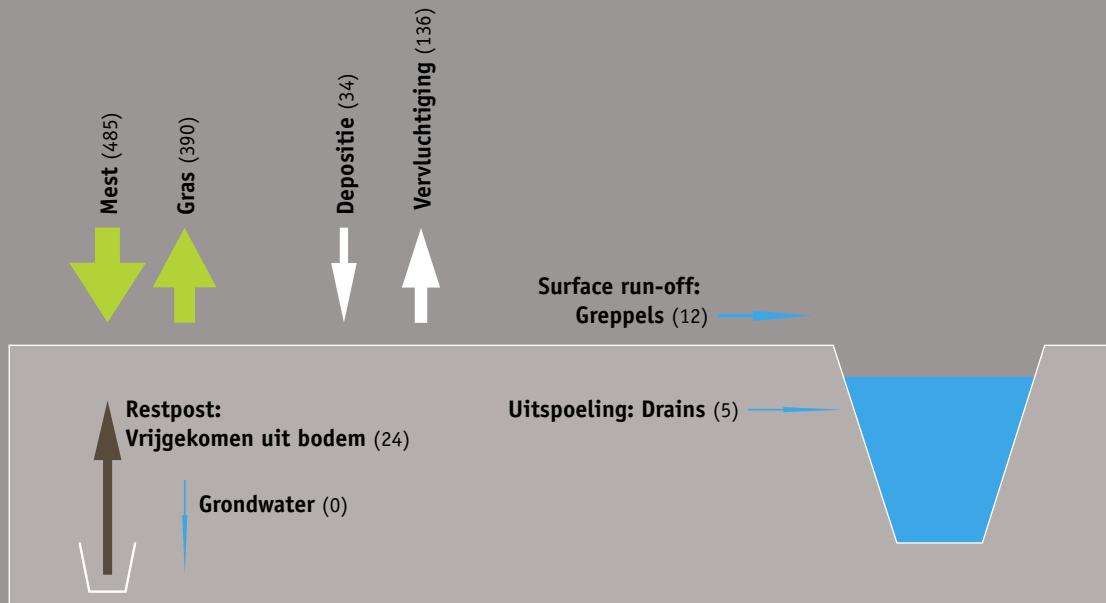


Fig 14

**KLEI: FOSFORBALANS GRASLAND**

Getallen in kg P per hectare per jaar.

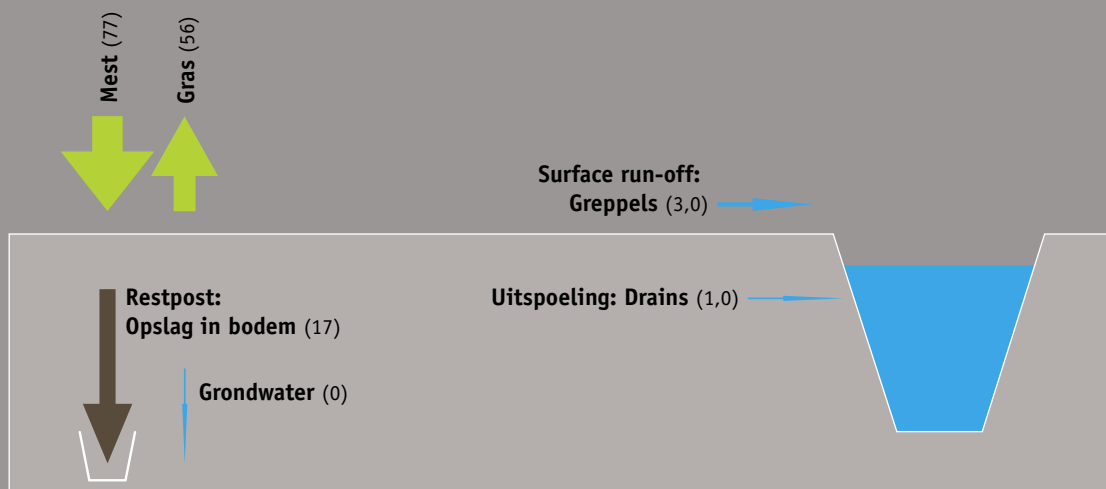


Fig 15

**KLEI: CONCENTRATIES STIKSTOF**

Gemiddelde concentraties stikstof in verschillende afvoerroutes en het oppervlaktewater. De blauwe lijn is het MTR.

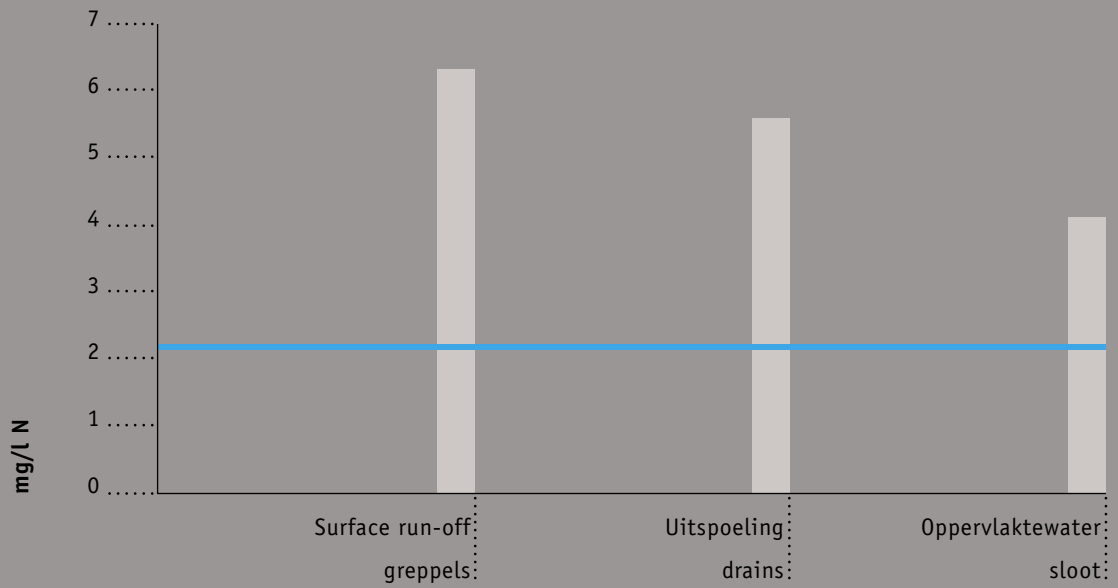
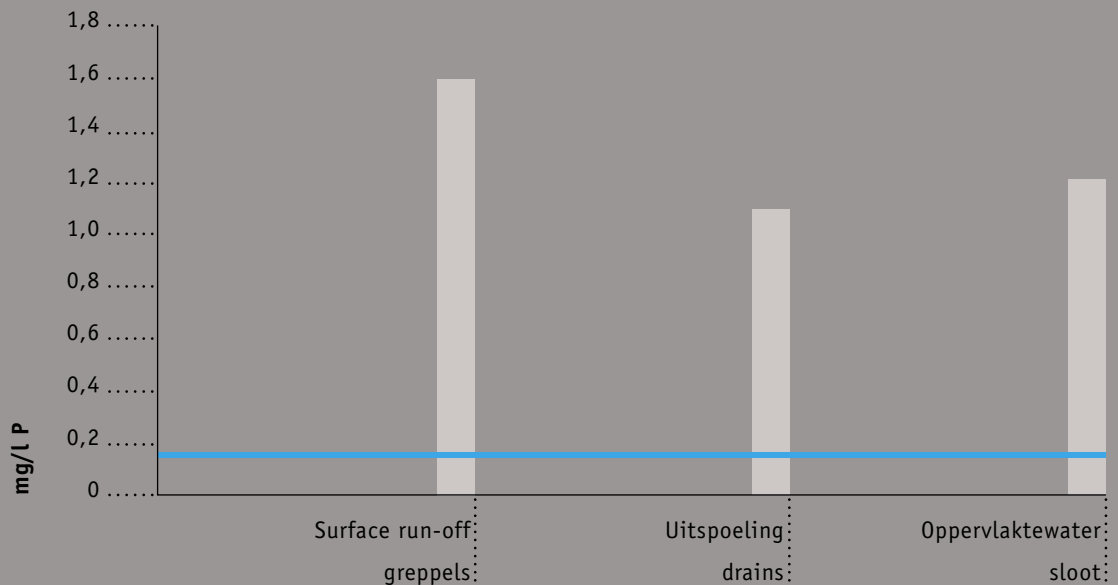


Fig 16

**KLEI: CONCENTRATIES FOSFOR**

Gemiddelde concentraties fosfor in verschillende afvoerroutes en het oppervlaktewater. De blauwe lijn is het MTR.



---

De verdeling van het neerslagoverschot over afvoer via greppels (surface run-off) en drains (uitspoeling) is respectievelijk 68%, 32%. In [Figuur 15](#) en [Figuur 16](#) worden gemiddelde concentraties weergegeven die gemeten zijn op de locatie Waardenburg. Zowel de concentratie in de surface run-off als de concentratie van de uitspoeling via drains is direct gemeten.

Op de locatie Waardenburg wordt de concentratie in het oppervlaktewater vooral beïnvloed door de uit- en afspoeling van meststoffen. Daarnaast kunnen processen in het oppervlaktewater zelf de concentratie beïnvloeden. Hoewel de hoeveelheid meststoffen die in het oppervlaktewater terecht komt een klein onderdeel is van de totale nutriëntenbalans op perceelsniveau, heeft dit toch gevolgen voor de kwaliteit van het oppervlaktewater. De gemeten concentraties in de sloot naast het perceel liggen boven de normen.

#### *Doorvertaling naar andere kleigebieden*

Ook voor klei geldt dat de gemeten balansen niet representatief hoeven te zijn voor andere kleilocaties. De bemesting, de landbouwkundige afvoer en de omstandigheden kunnen per locatie sterk verschillen. Net als bij zand en veen is het van belang om te letten op verschillen in bedrijfsvoering, nutriëntoverschotten en kan de verdeling over de verschillende emissieroutes en de fosfaatverzadigingsgraad verschillen. Hieronder wordt aangegeven waar nog meer rekening mee gehouden moet worden bij eventuele doorvertaling naar andere kleilocaties.

#### *Bodemeigenschappen*

Eigenschappen van kleigronden kunnen sterk verschillen. De bodem van de proeflocatie is zware kleigrond en bevindt zich in een laagte in het rivierengebied (komgrond). Deze situatie komt vooral voor langs de grote rivieren maar ook in het noorden (knipklei). De meeste andere kleigronden hebben een lichtere textuur en zijn beter waterdoorlatend.

#### *Ontwatering en drainage*

Drainage van percelen is bepalend. De proefpercelen worden deels met greppels ontwaterd. Tussen de greppels liggen de percelen bol. Deze situatie is vrij bijzonder: de meeste kleigronden hebben vlakke percelen, zonder greppels. Dit komt doordat de afgelopen 10 jaar veel percelen vlak gemaakt zijn en alleen drainage is aangebracht (dus zonder greppels). Op vlakke kleipercelen is de oppervlakkige afspoeling mogelijk minder dan bij het proefperceel en is de kans op wateroverlast groter. Wanneer er sprake is van wateroverlast zal de gewasopname afnemen. De huidige trend voor drainage is nu dat bij grote akkers een combinatie van greppels en drainage wordt aangebracht, waarbij de percelen tussen de greppels bol liggen.

#### *Andere bronnen van meststoffen*

In Waardenburg zijn de meststoffen in het oppervlaktewater hoofdzakelijk afkomstig van het landbouwkundig gebruik van de bodem. In kleigebieden komt soms fosfaatrijke kwel voor als een extra nutriëntbron.

---

#### 4.5 VERGELIJKING RESULTATEN ZAND, KLEI EN VEEN

In [Figuur 17](#) en [Figuur 18](#) zijn de stikstof- en fosforbalansen voor de drie bodemtypen naast elkaar gezet. Op deze manier kunnen we de overeenkomsten en verschillen beter bestuderen.

Enkele belangrijke overeenkomsten tussen de verschillende proefpercelen zijn:

- De aanvoer van mest en de afvoer via gras zijn in alle balansen de grootste posten.
- Er is netto een overschot: er worden meer meststoffen via de mest aangevoerd dan er via het gras worden afgevoerd.
- Een relatief klein deel van de meststoffen komt in het oppervlaktewater terecht.

Verschillen tussen de stikstof- en fosforbalansen zijn:

- Een belangrijk deel van de stikstof (20-25%) verdwijnt naar de atmosfeer door denitrificatie. De atmosfeer is ook een bron van stikstof (depositie) maar deze bron is kleiner dan de hoeveelheid die door denitrificatie naar de atmosfeer verdwijnt. Netto verdwijnt er dus stikstof naar de atmosfeer. Fosfor heeft geen uitwisseling met de atmosfeer.
- Voor fosfor is de uitwisseling met de bodem veel belangrijker dan voor stikstof. Behalve bij de locatie op veen is er netto opslag van fosfor in de bodem door adsorptie en fixatie.

Verschillen tussen de drie bodemtypen zijn:

- Bij veengronden is mineralisatie een veel belangrijker proces dan bij zand of klei. Hierdoor komt (netto) zowel stikstof als fosfor vrij.
- Het landbouwkundig rendement (het deel van de aanvoer van stikstof en fosfor via mest dat nuttig gebruikt wordt door afvoer via gras) is bij zandgrond het kleinst.

Het landbouwkundig rendement is ook weergegeven in [Figuur 19](#). De aanvoer van meststoffen is hier op 100% gesteld (waarbij de aanvoer van meststoffen uit diepere bodemlagen bij veen buiten beschouwing is gelaten). In de figuur is aangegeven welk deel van de aanvoer in het gras terecht komt. Dit is het nuttig deel (het rendement) van de mest. Het resterend deel kunnen we als verlies van meststoffen beschouwen.

In [Figuur 19](#) wordt naast het rendement als percentage van de aanvoer via mest ook het rendement als percentage van de totale aanvoer van nutriënten weergegeven (dus inclusief aanvoer via de lucht voor N en de aanvoer van N en P door mineralisatie van veen). Alleen voor fosfor op zand en klei is de aanvoer via mest gelijk aan de totale aanvoer (zie [Figuur 18](#)).

Verlies van meststoffen betekent dat de meststoffen in het milieu terecht komen. Dit kan zijn:

- In de bodem.
- In de atmosfeer.
- In het grond- of oppervlaktewater.

---

Verlies naar de bodem, hoeft geen definitief verlies te zijn. Deze meststoffen kunnen in de toekomst weer beschikbaar komen voor het gewas. Ze zitten in de opgebouwde organische stoflaag of zijn geadsorbeerd aan minerale bodemdeeltjes. In de bodem op alle drie de locaties zijn zeer grote voorraden meststoffen aanwezig die maar gedeeltelijk en langzaam beschikbaar kunnen komen voor opname door het gewas (niet getoond).

In [Figuur 19](#) zien we bij zand en klei dat als gevolg van meenemen van depositie als stikstofbron het nuttig gebruik ongeveer 5% daalt. Bij veen zien we dat het nuttig gebruik van zowel stikstof als fosfor aanzienlijk lager is (resp. 30 en 20%) wanneer we mineralisatie en depositie als bronnen meenemen.

In [Figuur 20](#) is aangegeven waar de aangevoerde meststoffen (via mest, depositie en mineralisatie) terecht komen. Er is onderscheid gemaakt in verlies naar milieucompartimenten (bodem, lucht en water) en de afvoer via gras.

Het blijkt dat de afvoer naar het grond- en oppervlaktewater relatief klein is (< 5%). Alleen de uitspoeling van stikstof op zandgrond is groter (ca 15%). Voor alle drie de locaties hebben we gezien dat dit toch leidt tot overschrijding van de MTR-normen.

Tenslotte is in [Figuur 21](#) aangegeven via welke routes het water en de meststoffen in het oppervlaktewater terecht komen. Er is onderscheid gemaakt in de volgende routes:

- Oppervlakkige afvoer (surface run-off). Bij zand en veen is dit de afvoer over het bodemoppervlak plus de afvoer via de bovenste 10 cm van de bodem. Bij klei is dit de afvoer via de greppels.
- Ondiepe uitspoeling. Dit is de afvoer door de bovenste bodemlaag die zich boven het gemiddelde niveau van het grondwater bevindt. Deze afvoer vindt relatief snel plaats. Bij zand komt dit ongeveer overeen met de laag 10-40 cm, bij veen is dit de laag 10-25 cm. Bij klei is dit de afvoer via drains op een diepte van 80 cm.
- Diepe uitspoeling. Dit is de afvoer door de bodemlaag daaronder. De verblijftijd van het water in deze afvoerroute is groter en de afvoer vindt dus langzamer plaats.

In de figuur is behalve de afvoer van meststoffen ook de afvoer van het water zelf aangegeven.

### Zand

Bij zandgrond verloopt een belangrijk deel van de uitspoeling van stikstof via diepe uitspoeling. Deze diepe afvoer bevat vooral stikstof. Fosfor komt alleen in lage concentraties in de diepe afvoer voor vanwege de adsorptie van fosfaat aan het bodemmateriaal. Ondiepe, snelle afvoer en surface run-off vinden vooral plaats bij hoge grondwaterstanden in combinatie met regenbuien. Via deze route verdwijnt ca 20% van het water en de stikstof naar het oppervlaktewater maar voor fosfor gaat 80% van de afvoer naar het oppervlaktewater via deze route.

Fig 17

**STIKSTOF**

Vergelijking stikstofbalansen. Bij veen is de uitloegbron niet meegenomen (zie §4.3).

- Oppervlaktewater**  
Afvoer via af- en uitspoeling
- Lucht**  
Aanvoer via depositie, afvoer via denitrificatie, vervluchtiging
- Bodem**  
Aanvoer via mineralisatie, afvoer via bodemopslag
- Landbouwkundig**  
Aanvoer via mest, afvoer via gras

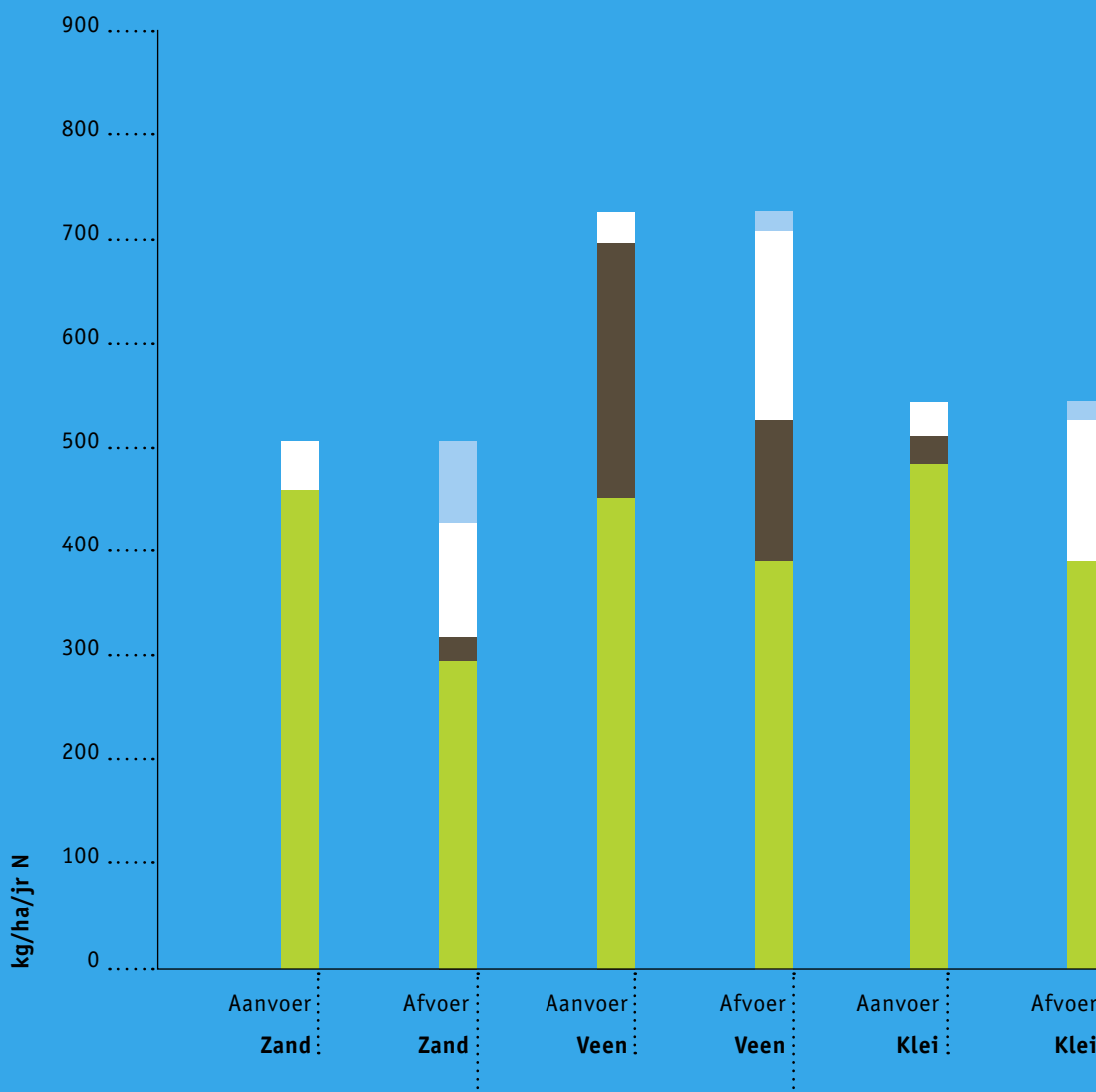
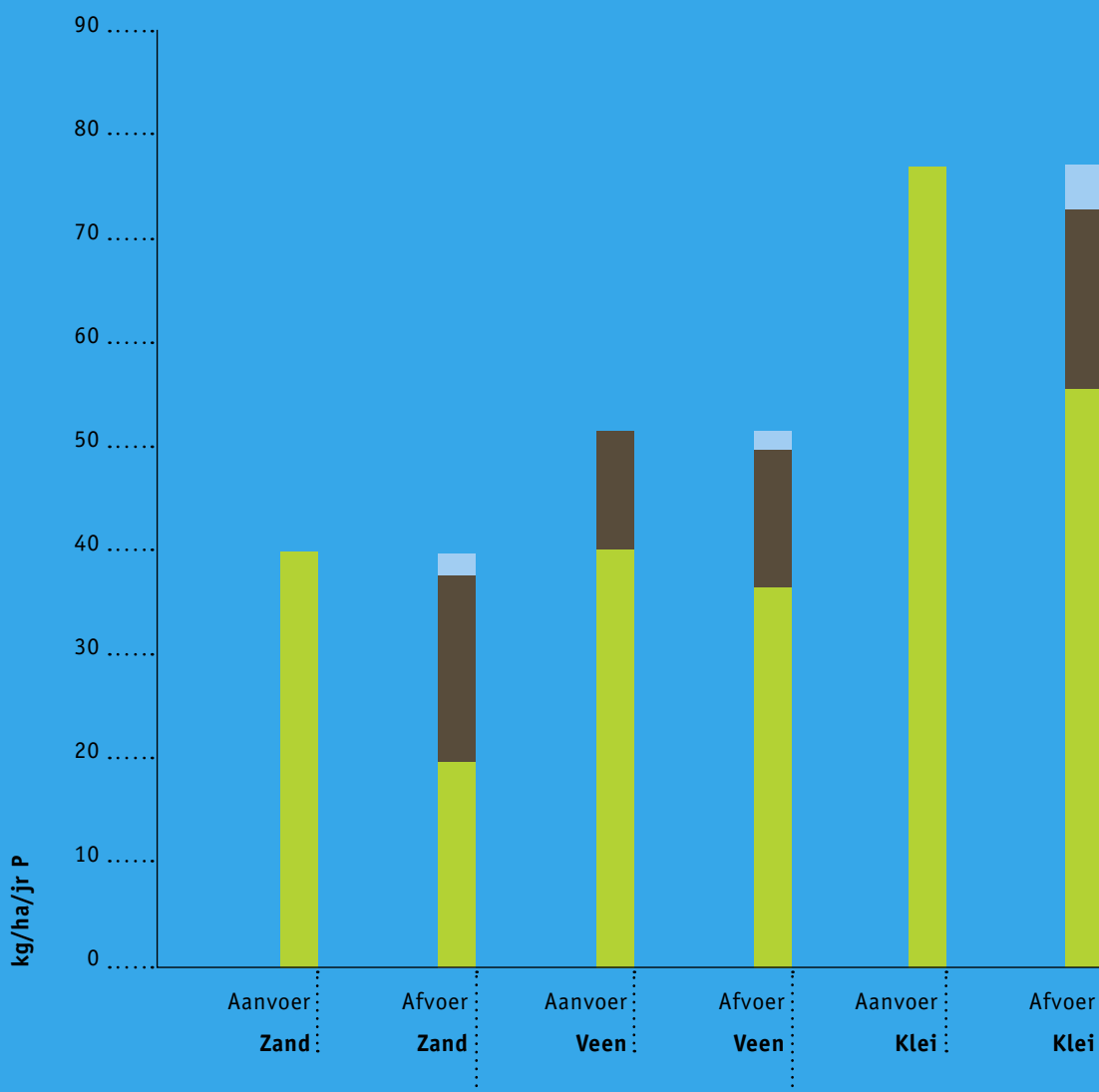


Fig 18 FOSFOR

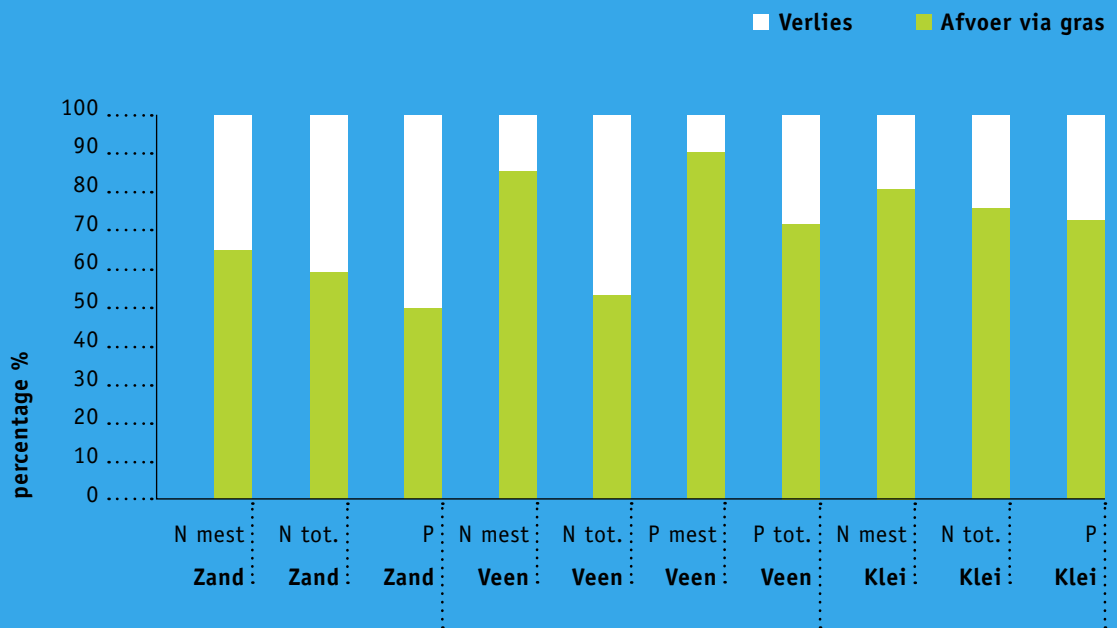
Vergelijking fosforbalansen. Bij veen is de uitloogbron niet meegenomen (zie §4.3).

- Oppervlaktewater**  
Afvoer via af- en uitspoeling
- Bodem**  
Aanvoer via mineralisatie, afvoer via bodemopslag
- Landbouwkundig**  
Aanvoer via mest, afvoer via gras



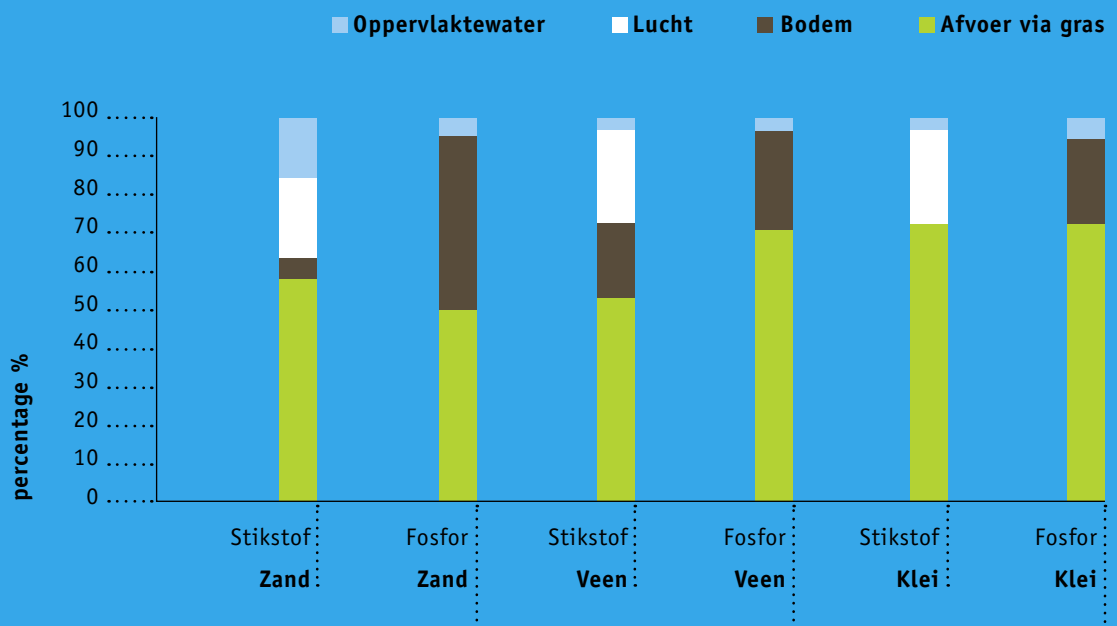
**Fig 19 NUTTIG GEBRUIK VAN MESTSTOFFEN/TOTALE AANVOER**

Welk deel komt in het gras en welk deel in het milieu. Er wordt onderscheid gemaakt tussen nuttig gebruik van de aanvoer via mest en de totale aanvoer: wanneer deze verschillend zijn. Bij veen is de uitloogbron niet meegenomen (zie §4.3).



**Fig 20 LOTGEVALLEN TOTALE AANVOER**

Relatieve grootte van de verliesposten van de totale aanvoer (mest, depositie en mineralisatie). Bij veen is de uitloogbron niet meegenomen (zie §4.3).





### Veen

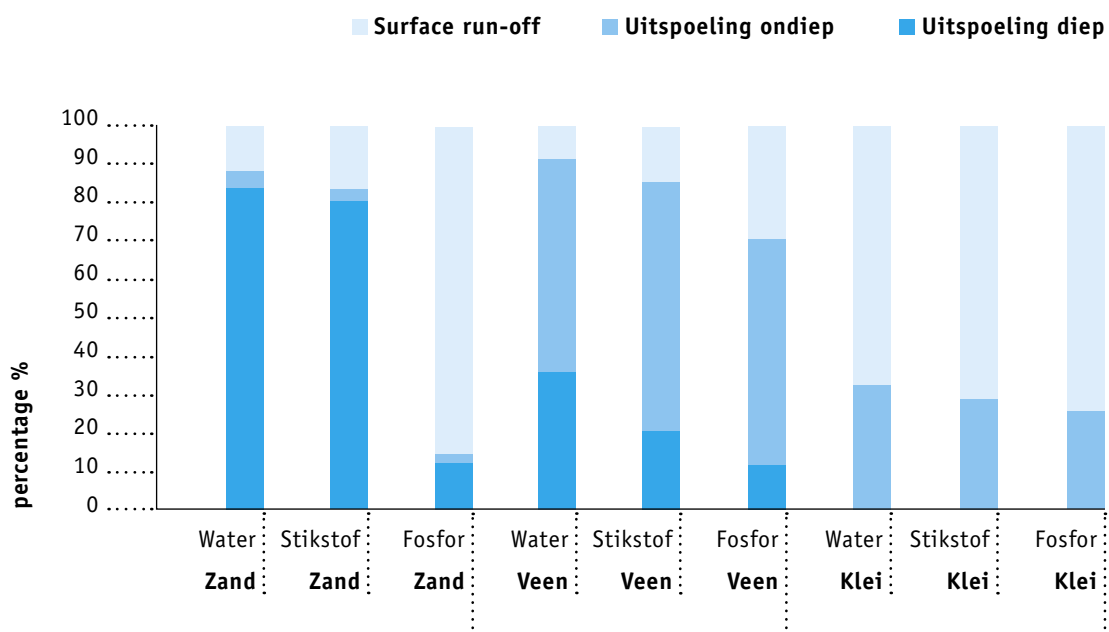
Op de veenlocatie vindt afvoer naar het oppervlaktewater vooral plaats via de snelle afvoerroutes (60%). Ondiepe, snelle afvoer en surface run-off vinden vooral plaats in het winterhalfjaar bij hoge grondwaterstanden in combinatie met regenbuien. Het deel van de fosfor en stikstof dat via deze snelle routes verdwijnt, is 80% of hoger. Het gaat hier om stikstof en fosfor wat aangevoerd wordt in het landbouwkundig beïnvloedde deel van de bodem. In de waterafvoer via de diepere lagen vindt aanrijking met meststoffen plaats. Deze bron is niet meegenomen in [Figuur 21](#).

### Klei

Op de kleilocatie vindt alleen oppervlakkige en ondiepe afvoer plaats doordat klei slecht water doorlaat. Surface run-off via greppels vindt plaats in de herfst, winter en het voorjaar. De afvoer via drains vindt voornamelijk plaats in de herfst en het begin van de winter (na de zomer, wanneer krimp-scheuren nog open zijn). Dit komt doordat klei slecht water doorlaat. Bij neerslag stroomt het meeste water oppervlakkig via greppels naar de sloot. Met deze waterstroom worden veel meststoffen meegevoerd, vooral als er onlangs is bemest. De afvoer van water en stikstof naar het oppervlaktewater gaat voor ca 70% via de greppels, voor fosfor is dit 75%.

**Fig 21 AFVOER WATER EN MESTSTOFFEN**

Relatieve verdeling van de afvoer van water en meststoffen naar het oppervlaktewater over de verschillende afvoerroutes. N.B. de definitie van de termen surface run-off, ondiepe en diepe uitspoeling verschillen per grondsoort (zie [§4.5](#)). Bij veen is de uitloogbron niet meegenomen (zie [§4.3](#)).



---

De belangrijkste afvoerroutes voor nutriënten variëren sterk voor de verschillende locaties. Bij de proeflocatie op zandgrond is de belangrijkste afvoerroute diepe uitspoeling voor stikstof en surface run-off voor fosfor. Bij de proeflocatie op veengrond is de belangrijkste route ondiepe uitspoeling. Bij de proeflocatie op kleigrond is het de ondiepe afvoer en oppervlakkige afvoer via de greppels.

Op alle locaties spoelt een significant deel van de meststoffen uit via relatief snelle afvoercomponenten (surface run-off en ondiepe uitspoeling). De verwachting is dat bij deze relatief snelle routes met aanvullende maatregelen nog behoorlijke winst te behalen valt.

Deze maatregelen moeten wel op de emissieroutes aangrijpen. Dit betekent dus dat de strategie per locatie kan verschillen. In [hoofdstuk 5](#) wordt hier verder op ingegaan.

---

**Foto 4** OPVANG VAN DRAINWATER WAARDENBURG (KLEI)

Op locatie Waardenburg (klei) wordt het drainwater via een stelsel van buizen opgevangen in tonnen en debietproportioneel bemonsterd (Foto Alterra).



# H5 STRATEGIEËN VOOR MAATREGELLEN

---

*Wie kan wat doen?*



---

## 5.1

### INLEIDING

De laatste jaren zijn er al veel maatregelen genomen om de belasting van het oppervlaktewater met meststoffen terug te dringen, ook maatregelen in de landbouw. Er is dan ook al veel bereikt. De fosforoverschotten in de landbouw zijn al fors teruggedrongen, er wordt zorgvuldiger bemest (kantstrooiapparatuur, uitrijperiode) en er zijn bemestingsvrije zones aangelegd. Het beleid is nu gericht op het bereiken van evenwichtsbemesting voor fosfor in 2015. De mestgift is dan gelijk aan de hoeveelheid die via het gewas wordt opgenomen plus een “onvermijdelijk” verlies. Er is echter (helaas) nog geen duidelijke definitie voor onvermijdelijk verlies.

Ondanks deze maatregelen is de verwachting dat de milieudoelstellingen – de normen volgens de KRW – niet bereikt worden. Daarom zijn – ook in de landbouw – extra maatregelen nodig. Op basis van het onderzoek (zie [hoofdstuk 4](#)) weten we wat de belangrijkste emissieroutes van meststoffen naar het oppervlaktewater zijn op de proeflocaties. Met deze informatie als input is een workshop georganiseerd met landbouwkundige experts, waterbeheerders en bodem- en waterkwaliteitsdeskundigen. In deze workshop is de basis gelegd voor de strategieën voor maatregelen die hieronder – per bodemtype – worden uitgewerkt. Per strategie geven we ook aan wie de maatregel kan nemen: de individuele boer of de waterbeheerder.

In [hoofdstuk 4](#) is per grondsoort al ingegaan op de representativiteit van de locatie voor andere locaties in Nederland. In dit hoofdstuk geven we aan wat dat mogelijk betekent voor de te nemen maatregelen.

Om te komen tot een betere gebiedskwaliteit staat samenwerking tussen agrariërs en waterbeheerders voorop. Dit om te komen tot een gezamenlijk draagvlak voor het verbeteren van de gebiedskwaliteit. Hieraan kan bijvoorbeeld gewerkt worden door het organiseren van bijeenkomsten voor informatie-uitwisseling, kennisverspreiding, studieclubs met daarin (vertegenwoordigers van) waterbeheerders en boeren.

## 5.2

### STRATEGIEËN VOOR MAATREGELEN VOOR GRASLAND OP ZAND

#### *De belangrijkste emissieroutes*

Voor de proeflocatie is surface run-off de belangrijkste emissieroute van fosfor naar het oppervlaktewater en uitspoeling via het grondwater de belangrijkste emissieroute van stikstof. De strategieën voor maatregelen voor vergelijkbare percelen als de proefpercelen moeten dus daarop gericht zijn.

#### *Strategieën voor maatregelen op proeflocatie*

De individuele agrariër heeft twee manieren om surface run-off te voorkomen of te beperken:

- *Het aanbod van meststoffen beperken als het risico op surface run-off hoog is*

Deze strategie komt erop neer dat er wel surface run-off van regenwater optreedt, maar dat er op dat moment weinig of geen meststoffen aanwezig zijn, die met het surface run-off water mee kunnen spoelen. Dit betekent dus: bij het bemesten rekening houden met de weersvoorspelling!

---

- *Het optreden van surface run-off beperken*

Surface run-off treedt op bij de rand van het perceel, bijvoorbeeld waar koeien de grond vertrappen. Er zijn diverse maatregelen denkbaar om het optreden van surface run-off te beperken, bijvoorbeeld door de plaatsing van afrastering, het opwerpen van een klein randje vlak voor de slootkant, of via randen-beheer (bemestingsvrije zone).

Om de uitspoeling via het grondwater te beperken, kan de individuele agrariër bemesting, beweiding en maaien zo goed mogelijk op elkaar afstemmen. Een streven moet bijvoorbeeld zijn dat aan het eind van het groeiseizoen het overschot aan stikstof en fosfor nul is. Ook het beperken van weidemest door koeien ('s nachts) op stal te zetten, is een mogelijke maatregel. Door weidemest vindt op lokale schaal een sterke overbemesting plaats, waardoor daar de kans op uitspoeling groter wordt. Over koeien op stal zetten is veel maatschappelijke discussie.

De waterbeheerder kan de emissie vanuit het perceel niet beperken. Wel kunnen processen in de sloot gestimuleerd worden waarbij meststoffen uit het systeem verdwijnen. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan het vasthouden van water, waardoor verblijftijden in de sloot groter worden, het herinrichten van de oevers, waardoor meer ruimtelijke variatie in zuurstofgehalten voorkomt en de processen nitrificatie en denitrificatie gestimuleerd worden. Een andere methode is het aanpassen van het maai- en waterbodembeheer, waarbij meststoffen die in de planten of het bodemslib zijn opgeslagen uit het systeem verwijderd worden.

*Strategieën voor maatregelen op andere locaties*

De proeflocatie is in de winter nat en in de zomer droog. Een deel van het jaar verloopt de ontwatering via sloten. Voor nattere zandgronden gelden dezelfde maatregelen. Bij drogere zandgronden, waar alleen infiltratie naar het diepere grondwater plaatsvindt, moet de strategie gericht zijn op het voorkomen van uitspoeling van meststoffen naar dat diepere grondwater. Voor de agrariër betekent dit in ieder geval dat het overschot aan stikstof en fosfor aan het eind van het groeiseizoen nul moet zijn.

### 5.3 STRATEGIEËN VOOR MAATREGELEN VOOR GRASLAND OP VEEN

*De belangrijkste emissieroutes*

De belangrijkste emissieroutes naar het oppervlaktewater op de proeflocatie zijn surface run-off en ondiepe uitspoeling. In situaties die vergelijkbaar zijn met die van de proefpercelen, is de beste strategie voor maatregelen het aanpakken van de surface run-off en de uitspoeling.

*Strategieën voor maatregelen op proeflocatie*

De individuele agrariër heeft twee manieren om surface run-off te voorkomen of te beperken:

- *Het aanbod van meststoffen beperken als het risico op surface run-off hoog is*

Deze strategie komt erop neer dat er wel surface run-off van regenwater optreedt, maar dat er op dat

.....  
.....  
moment geen of weinig meststoffen aanwezig zijn, die met het surface run-off water mee kunnen spoelen. Dit betekent dus: bij het bemesten rekening houden met de weersvoorspelling!

- *Het optreden van surface run-off beperken*

Surface run-off treedt op bij de rand van het perceel. Omdat afrastering bij veenweide meestal ontbreekt, komen de koeien tot aan de slootrand om water te drinken. Er zijn diverse maatregelen denkbaar om het optreden van surface run-off te beperken. Het plaatsen van een afrastering of het opwerpen van een klein randje aan de rand van het perceel zijn geen praktische maatregelen op veengronden. Randenbeheer (het aanbrengen van een bemestingsvrije zone) is wel in de praktijk te realiseren en via subsidies (bijvoorbeeld de Provinciale Subsidie Agrarisch Natuurbeheer) te financieren. Ook het aanbrengen van drinkbakken ter voorkoming van beschadigingen van de perceelsranden, is een goed te realiseren maatregel. Deze maatregel heeft als extra voordeel dat er minder frequent gebaggerd kan worden (omdat er minder erosie optreedt).

Om de uitspoeling te beperken, kan de individuele agrariër bemesting en beweiding of maaien zo goed mogelijk op elkaar afstemmen. Een streven moet bijvoorbeeld zijn dat aan het eind van het groeiseizoen het overschot aan stikstof en fosfor nul is. Ook het beperken van weidemest door koeien ('s nachts) op stal te zetten, is een mogelijke maatregel. Door weidemest vindt op kleine schaal een sterke overbemesting plaats, waardoor daar de kans op uitspoeling groter wordt. Over koeien op stal zetten is veel maatschappelijke discussie.

De waterbeheerder kan de uitspoeling mogelijk beïnvloeden door de ontwaterde laag dun te houden. Dit betekent: hoge oppervlaktewater- en grondwaterstanden. Omdat de grondwaterstand hoog blijft, treedt er weinig mineralisatie van veen op. Bovendien wordt hierdoor de doorstroming van de diepere nutriëntrijke bodem, tot een minimum beperkt. De gevolgen van deze maatregel moet eerst goed bekeken worden. Door de maatregel zou de uitspoeling ook kunnen toenemen door een geringere opname door planten en door een afname van de denitrificatie. Om de hoeveelheid meststoffen in de sloot zoveel mogelijk te beperken kan de waterbeheerder naast het stimuleren van processen en het veranderen van het waterbodembeheer (zie [zand](#)) de inlaat van gebiedsvreemd water zoveel mogelijk beperken, als dit van slechte kwaliteit is. Dit kan bijvoorbeeld door het instellen van een flexibeler peil, door zomerse buien binnen te houden en ook in de winter zo min mogelijk water uit te slaan of door de aanvoertroute van gebiedsvreemd water te verlengen en het inlaatpunt dicht bij het gemaal te plaatsen<sup>1</sup>. Door deze maatregelen hoeft er niet alleen minder water te worden ingelaten, maar blijft het areaal dat door waterinlaat beïnvloed wordt ook kleiner.

*Strategieën voor maatregelen op andere locaties*

Op andere locaties zijn soortgelijke maatregelen zinvol.

.....  
<sup>1</sup> In de Vlietpolder is deze maatregel al genomen: het inlaatpunt is verplaatst naar een locatie dicht bij het gemaal.

*De belangrijkste emissieroutes*

De belangrijkste emissieroutes van meststoffen naar het oppervlaktewater op de proeflocatie zijn oppervlakkige afvoer (via de greppels) of via krimpscheuren door de drains. De strategie voor maatregelen moet voor kleigronden die vergelijkbaar zijn met de proeflocatie, op deze emissieroutes gericht zijn.

*Strategieën voor maatregelen op proeflocatie*

Anders dan bij zand- of veengrond kan de individuele agrariër niet voor de strategie kiezen oppervlakkige afvoer te voorkomen. Klei neemt langzaam water op, waardoor de kans groot is dat het neerslagwater te lang op het perceel staat en schade aan het gewas optreedt. Het water moet dus snel worden afgevoerd. Wel kan de strategie gekozen worden waarbij voorkomen wordt dat meststoffen zich in het greppelwater bevinden. Dit kan door:

- Greppels niet mee te bemesten.
- Bij het maken van nieuwe greppels rekening te houden met de werkbreedte van de machines zodat bemesting van greppels makkelijk is te voorkomen.
- Niet bemesten vlak vóór buien.

In de loop van de zomer zullen krimpscheuren optreden. De afvoer verloopt dan niet meer via greppels, maar via de scheuren naar de drains. Bij zware kleigrond is het moeilijk om krimpscheuren te voorkomen. Daarom moet zware kleigrond landbouwkundig benut worden vóóordat de krimpscheuren in de zomerperiode optreden. Anderzijds moet ook niet te vroeg in het jaar bemest worden, omdat dan de greppelafvoer nog hoog is. De periode tussen het optreden van hoge greppelafvoer in het voorjaar en de periode met afvoer via scheuren en drains in het najaar moet dus optimaal benut worden. Dat betekent dat in die periode het mesten en maaien zoveel mogelijk moet plaatsvinden.

De waterbeheerder kan de emissie vanuit het perceel niet beperken. Wel kunnen zomerse buien in de haarvaten van het watersysteem vastgehouden worden, kunnen verwijderingsprocessen in de sloot gestimuleerd worden en zou het maai- en waterbodembeheer kunnen worden aangepast (zie [zand](#)).

*Strategieën voor maatregelen op andere locaties*

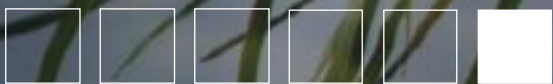
De proeflocatie kenmerkt zich onder andere door zware kleigrond. Bij lichtere kleigrond moet de agrariër er voor zorgen dat er aan het eind van het groeiseizoen geen overschot aan stikstof en fosfor meer aanwezig is. Bij lichtere klei, die makkelijker water opneemt en doorlaat, kan de verblijftijd van water en meststoffen in het perceel vergroot worden door krimpscheuring te voorkomen of te vertragen. Dit kan door beregenen. Dit is echter een kostbare maatregel. Een andere mogelijkheid is om in de zomer de drains dicht te zetten.

Waterbeheerders zouden 's zomers het peil op kunnen zetten.

# H6 CONCLUSIES

---

*De belangrijkste  
conclusies van  
het onderzoek*





- 
- Slechts een klein deel (<5%, met uitzondering van stikstof op zand: ca. 15%) van de hoeveelheid mest en vooral van de totale hoeveelheid meststoffen die jaarlijks op grasland wordt aangevoerd, komt in het oppervlaktewater terecht.
  - De grootste verliesposten van meststoffen vormen opslag in de bodem en denitrificatie/vervluchting (samen 65-92% van het verlies). Deze verliesposten vormen ook een belasting van het milieu (broeikasgas, meststoffen die onder andere omstandigheden weer vrij kunnen komen).
  - Om belasting van het milieu te voorkomen is het van belang om een zo hoog mogelijk landbouwkundig rendement te halen. Hierbij zou gekeken moeten worden naar de landbouwkundig afvoer ten opzichte van de totale aanvoer van meststoffen in het landbouwkundig beïnvloede deel van de bodem. Met name bij veen verschilt de totale aanvoer van de aanvoer via mest door mineralisatie (afbraak) van het veen.
  - Hoewel maar een gering percentage van de aangevoerde meststoffen in het oppervlaktewater terecht komt heeft dit wel degelijk gevolgen voor de waterkwaliteit: het leidt tot overschrijding van de (richtinggevende) MTR-normen voor concentraties in het oppervlaktewater op alle locaties.
  - De hoeveelheid meststoffen die uitspoelt, hangt voor een deel samen met incidenten. Een hevige regenbui vlak na het toedienen van mest kan tot een sterke toename van de uit- en afspoeling leiden.
  - De uit- en afspoeling zijn sterk seizoensafhankelijk. In de winter vindt veel uit- en afspoeling plaats; in de zomer veel minder.
  - De routes waarlangs meststoffen in het oppervlaktewater terecht komen zijn afhankelijk van bodemsoort, hydrologische situatie en eventuele getroffen maatregelen voor waterafvoer van het perceel (drainage, greppels).
  - Bij de proeflocatie op zandgrond is de belangrijkste afvoerroute diepe uitspoeling voor stikstof en surface run-off voor fosfor. Bij de proeflocatie op veengrond is de belangrijkste route ondiepe uitspoeling. Bij de proeflocatie op kleigrond is het de ondiepe afvoer en oppervlakkige afvoer via de greppels.
  - Op alle locaties spoelt een significant deel van de meststoffen uit via relatief snelle afvoercomponenten (surface run-off en ondiepe uitspoeling). Vooral bij deze relatief snelle routes valt met aanvullende maatregelen nog behoorlijke winst te behalen.
  - Deze maatregelen moeten op de emissieroutes aangrijpen. Dit betekent dus dat de strategie per locatie kan verschillen.
  - De individuele agrariër kan emissies vanuit zijn eigen bedrijf verminderen. Om te komen tot een betere gebiedskwaliteit is samenwerking tussen agrariërs en waterbeheerders van groot belang.

---

## BIJLAGE I: LITERATUUR

- 1 Molen, D. van der, P. Boers & N. Evers (2006). KRW normen voor algemene fysisch-chemische kwaliteits-elementen in natuurlijke wateren. H2O dec 2006.
- 2 Molen, D.T. van der & R. Pot (red.) (2006). Referenties en concept-maatlatten voor meren ten behoeve van de Kaderrichtlijn Water. Update april 2006. Experteams. STOWA-rapport 2004-42A.
- 3 Molen, D.T. van der & R. Pot (red.) (2006). Referenties en concept-maatlatten voor rivieren ten behoeve van de Kaderrichtlijn Water. Update april 2006. Experteams. STOWA-rapport 2004-43A.
- 4 Schoumans, O.F. & A.J. Zweers (2000). Fosfaat- en desorptiekaracteristieken van monsters van onderzoekslocatie "den Pol". Alterra.
- 5 Torenbeek, R. (2003). Diffuse belasting van oppervlaktewater met nutriënten in de veehouderij (DOVE). Grasland op zand. STOWA-rapport 2003-16.
- 6 Bakel, P.J.T. van, T. Kroon, J.G. Kroes, J. Hoogewoud, R. Pastoors, H.Th.L. Massop en D.J. Walvoort (2006). Reparatie hydrologie voor STONE 2.1. Alterra.
- 7 Eertwegh, G.A.P.H. van den & C.L. van Beek (2004). Water- en nutriëntenhuishouding van een veenweidegebied. De vlietpolder in Zuid-Holland in beeld. STOWA-rapport 2004-30.
- 8 Michielsen, B. & F. van Schaik (2004). Veenweideproject: Aanvoerroutes en bronanalyse van water en stof in het oppervlaktewater van de Vlietpolder. Hoogheemraadschap van Rijnland.
- 9 Beek, C.L. van, G.A.P.H. van den Eertwegh, F.H. van Schaik & A. van den Toorn (2003). Surface runoff from intensively managed grassland on peat soils; a diffuse source of nitrogen and phosphorus in surface waters. Diffuse input of chemicals into soil and groundwater, Dresden, Germany. pp. 9-17.
- 10 Salm, C. van der, J. Dolfing, J.W. van Groenigen, M. Heinen, G. Koopmans, J. Oenema, M. Pleijter & A. van den Toorn (2006). Diffuse belasting van het oppervlaktewater met nutriënten vanuit grasland op een zware kleigrond. Monitoring van nutriëntenemissies op een melkveehouderijbedrijf in Waardenburg. STOWA-rapport 2006-12.
- 11 Plette, S., C. van Beek & C. van der Salm (2004). Mest en oppervlaktewater. Een synthese van de 3 DOVE projecten t.b.v. de evaluatie meststoffenwet 2004. RIZA werkrapport, nr 2004.092x.
- 12 Beek, C.L., C. van der Salm, A.C.C. Plette & H. van de Weerd (in prep). Nutrient loss pathways from grazed grasslands; experimental results for three soil types. In: Nutrient Cycling in Agro-ecosystems.

---

## BIJLAGE II: GEBRUIKTE AFKORTINGEN

<i>DOVE</i>	Diffuse belasting van het Oppervlaktewater door de Veehouderij. Dit is de werktitel van het onderzoek van voorliggend rapport.
<i>GHG</i>	Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand.
<i>Gt</i>	Grondwatertrap. De grondwatertrap geeft een indruk van de grondwaterstand in een bodem, de gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstand zijn hiervoor bepalend. Er wordt onderscheid gemaakt in verschillende klassen: I (nat) tot VIII (droog).
<i>ha</i>	Hectare.
<i>KRW</i>	Kaderrichtlijn Water. Een Europese wetgeving die in december 2000 van kracht is geworden.
<i>kg</i>	Kilogram.
<i>MNP</i>	Milieu en Natuur Planbureau.
<i>MTR</i>	Maximaal Toelaatbaar Risico. De normen voor stoffen in het water, volgens de Vierde Nota Waterhuishouding.
<i>mg</i>	Milligram.
<i>N</i>	Chemische afkorting van Stikstof.
<i>P</i>	Chemische afkorting van Fosfor.

## BIJLAGE III: VERKLARENDE WOORDENLIJST

<i>Denitrificatie</i>	De omzetting van nitraat in gasvormige stikstof. Dit proces wordt door bacteriën uitgevoerd. Het gebeurt onder zuurstofarme omstandigheden.
<i>Emissie</i>	Transport van een bepaalde stof naar het milieu. In dit onderzoek is dat meestal: naar het water.
<i>Fosfaatverzadigingsgraad</i>	De mate waarin de capaciteit van de bodem om fosfaat te binden, benut is.
<i>Freatisch grondwater</i>	Grondwater in het bovenste watervoerende pakket.
<i>Mineralisatie</i>	De afbraak van organische stoffen, zoals veen of resten van wortels van gewassen. Bij deze afbraak komen nutriënten (de opgeslagen meststoffen) weer vrij.
<i>Nitrificatie</i>	De omzetting van stikstofverbindingen naar nitraat. Dit proces wordt door bacteriën uitgevoerd. Het gebeurt onder zuurstofrijke omstandigheden.
<i>Nutriënten</i>	Meststoffen. In dit rapport wordt alleen naar de stikstof- en fosforverbindingen gekeken. Er zijn echter meer meststoffen, zoals Kalium.
<i>Oppervlaktewater</i>	Water met zichtbaar oppervlak, zoals sloten, meren, rivieren en de zee. Géén oppervlaktewater is leidingwater, rioolwater, grondwater en waterdamp (wolken) of regen.
<i>Surface run-off</i>	Het oppervlakkig afstromen van regenwater (eventueel met nutriënten) naar het oppervlaktewater.



stowa



Rijkswaterstaat