



Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu

Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport

# Water- kwaliteit op landbouw bedrijven

Waterkwaliteit op landbouwbedrijven

Evaluatie Meststoffenwet 2012: deelrapport ex post





Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu  
*Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport*

## **Waterkwaliteit op Landbouwbedrijven**

Evaluatie Meststoffenwet 2012: deelrapport ex post

RIVM Rapport 680123001/2012

## Colofon

© RIVM 2012

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

A.E.J. Hooijboer, A. de Klijne

Contact:  
Arno Hooijboer  
Centrum voor MilieuMonitoring  
arno.hooijboer@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Ministerie van Economische Zaken,  
Landbouw en Innovatie, in het kader van Evaluatie Meststoffenwet 2012

## Rapport in het kort

### **Waterkwaliteit op Landbouwbedrijven**

Evaluatie Meststoffenwet 2012

In de Klei- en Veenregio, gelegen in West- en Noord-Nederland, is de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater van landbouwbedrijven gemiddeld lager dan de nitraatnorm. In de Zand- en Lössregio van Nederland ligt deze concentratie in het bovenste grondwater gemiddeld gezien boven deze norm. De verschillen tussen de regio's worden mede bepaald door verschillen in het vermogen van de bodem om nitraat af te breken. In de Zandregio (Noord-, Oost- en Zuid-Nederland) is, als gevolg van het mestbeleid, de nitraatconcentratie tussen 1992 en 2002 aanzienlijk gedaald, waarna deze lijkt te zijn gestabiliseerd.

Dit blijkt uit de RIVM-bijdrage aan de vierjaarlijkse evaluatie van de Meststoffenwet. De Meststoffenwet is de nationale uitwerking van de Europese Nitraatrichtlijn uit 1991 en heeft als doel de waterkwaliteit op landbouwbedrijven te verbeteren.

De grootste daling in het bovenste grondwater van de Zandregio heeft plaatsgevonden bij de melkveebedrijven. Op deze bedrijven is de nitraatconcentratie nu het laagst van alle bedrijfstypen in de Zandregio en voldoet 55% van de bedrijven aan de nitraatnorm. Van de akkerbouwbedrijven in de Zandregio voldoet 21% aan de norm, voor hokdierbedrijven is dit 23% terwijl van de overige bedrijven 41% de norm haalt.

Voor slootwater geldt dat in de winter de toetswaarde voor stikstof in alle regio's gemiddeld gezien wordt overschreden. In de zomer is de stikstofconcentratie lager en is deze alleen nog in de Zandregio gemiddeld hoger dan de toetswaarde. De fosfaatconcentratie is het hoogst in de zomer, de toetswaarde van fosfaat wordt dan gemiddeld gezien overschreden in de Veen- en Kleiregio maar niet in de Zandregio.

Trefwoorden: Meststoffenwet, nitraatuitspoeling, LMM, grondwater, Nitraatrichtlijn, stikstof, fosfaat, mest.



## Abstract

### **Water quality on farm lands**

Evaluation of the Dutch fertilizer and manure policy 2012

In the Clay and Peat region, located in western and northern Netherlands, the average nitrate concentration in shallow groundwater is below the nitrate standard. In the Sand and Loess region, the average nitrate concentration is above the standard. The differences between regions are partially determined by differences in the ability of the soil to reduce nitrate. In the Sand region (north-eastern and southern Netherlands), as a result of manure policy, the nitrate concentration decreased significantly between 1992 and 2002, after which it appears to have stabilized.

This is evident from the RIVM part of the quadrennial review of the manure act. The manure act is based on the European Nitrates Directive of 1991 and aims to improve water quality on farms.

The largest decrease in the Sand region occurred on dairy farms. On these farms the nitrate concentration is the lowest of all farm types in the Sand region and 55% of farms meet the nitrate standard. On arable farms in the Sand region, 21% has a nitrate concentration in the upper groundwater below the nitrate standard, 23% of the industrial-scale animal farms meet the standard and this counts for 41% of the other farms in the Sand region.

Considering ditch water, in winter, the test values in all regions are on the average exceeded. In summer, the nitrogen concentration is lower and the test value is only exceeded in the Sand region. The phosphate concentration in ditches is highest in the summer, the test value of phosphate is exceeded on average in the Peat and Clay region but not in the Sand region.

Key words: manure policy, nitrate leaching, LMM, groundwater, Nitrates Directive, nitrogen, phosphate, manure.



## Inhoud

### Samenvatting—9

#### **1 Inleiding—13**

- 1.1 Algemeen—13
- 1.2 Werkwijze—13
- 1.3 Vraagstelling—14
- 1.4 Kwaliteitsdoelstelling—16
- 1.5 Waterkwaliteit op landbouwbedrijven—17
- 1.6 Opzet van het rapport—19

#### **2 Materiaal en methoden—21**

- 2.1 Gebruik gegevens—21
- 2.2 Het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid—21
- 2.3 Regio's en bedrijfstypen—22
- 2.4 Monsternamen in het LMM—22
- 2.5 Verwerking van de gegevens en presentatie—25
- 2.5.1 Beschrijving van de huidige kwaliteit op landbouwbedrijven—25
- 2.5.2 Beschrijving van de trend op landbouwbedrijven—27
- 2.5.3 Weerscorrectie en steekproefcorrectie—27
- 2.5.4 Relatie grondwater - slootwater - drainwater—28

#### **3 Huidige milieukwaliteit—29**

- 3.1 Uitspoelingswater—29
- 3.1.1 Verschillen tussen regio's—29
- 3.1.2 De Zandregio—32
- 3.1.3 De Lössregio—35
- 3.1.4 De Kleiregio—36
- 3.2 Huidige kwaliteit slootwater—38

#### **4 Trends in milieukwaliteit—43**

- 4.1 Trends in nitraatconcentratie in het uitspoelingswater—43
- 4.1.1 Verloop van de nitraatconcentratie per regio—43
- 4.1.2 De Zandregio—44
- 4.1.3 De Lössregio—48
- 4.1.4 De Kleiregio—48
- 4.2 Verloop van de fosfaatconcentratie in het uitspoelingswater—49
- 4.3 Verloop van de stikstofconcentratie in slootwater—50
- 4.4 Verloop van de fosfaatconcentratie in slootwater—51
- 4.5 Verklaring van de trends in uitspoelingswater—52
- 4.5.1 Stikstofbodemoverschot (van den Ham et al., 2012)—52
- 4.5.2 Verklaring van de trends—54

#### **5 Relatie grondwater, drainwater en slootwater in de Zandregio—57**

- 5.1 Inleiding—57
- 5.2 Uitspoeling van grondwater naar sloten—58
- 5.3 Resultaten—59
- 5.3.1 Stikstofconcentratie per watertype—59
- 5.3.2 Relatie tussen watertypen—60



**6 Milieukwaliteit vollegrondsgroententeelt, bollenteelt en glastuinbouw—65**

- 6.1 Inleiding—65
- 6.2 Resultaten Scouting Vollegrondsgroententeelt in de Zandregio—67
  - 6.2.1 Opzet project SVz—67
  - 6.2.2 Nitraat in het uitspoelingswater op bedrijven uit het project SVz—68
  - 6.2.3 Fosfaat in het uitspoelingswater op SVz-bedrijven—70
- 6.3 Literatuurstudie vollegrondsgroenten, bollenteelt en glastuinbouw—70
  - 6.3.1 Inleiding—70
  - 6.3.2 Vollegrondsgroententeelt—70
  - 6.3.3 Bollenteelt—71
  - 6.3.4 Glastuinbouw—72

**7 Conclusies—73**

**Literatuurlijst—75**

**Bijlage 1 Overzicht van de bedrijfscategorieën in het LMM—79**

**Bijlage 2: Aantal bedrijven—81**

## Samenvatting

De voorliggende rapportage is opgesteld in het kader van de Evaluatie Meststoffenwet 2012. Deze rapportage is een achtergrondrapportage over de ontwikkeling en de huidige waterkwaliteit (grond-, drain- en slotwater en bodemvocht) op landbouwbedrijven. De werkzaamheden vallen onder het onderdeel ex post van de evaluatie.

Voor het vaststellen van de huidige kwaliteit van het uitspoelingswater en de trend is gebruikgemaakt van gegevens uit het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM). Het LMM is een monitoringsnetwerk waarmee sinds 1992 de waterkwaliteit op landbouwbedrijven gemeten wordt. Naast de waterkwaliteit worden gegevens van de landbouwpraktijk verzameld om daarmee de relatie met het mestbeleid te leggen.

De resultaten worden gerapporteerd op regioniveau (Zand, Klei, Veen en Löss) en voor het type bedrijf (melkveehouderij, akkerbouw, hokdierbedrijven en overige bedrijven). Om de huidige kwaliteit te bepalen is het gemiddelde genomen van de laatste vier beschikbare meetjaren (2007 t/m 2010). Bij het bepalen van de trend is het gemiddelde genomen per meetjaar. In deze rapportage worden uitspoelingswater (drainwater, grondwater en bodemvocht) en slotwater onderscheiden.

In deze rapportage zijn de volgende vragen beantwoord:

### *Wat is de milieukwaliteit van het uitspoelingswater gemiddeld per regio?*

De gemiddelde nitraatconcentratie in de Zandregio is 69 mg/l en ligt boven de nitraatnorm van 50 mg/l (zie Tabel 1). De gemiddelde concentratie in de Lössregio (82 mg/l) ligt ook boven deze norm. Deze norm wordt gemiddeld gezien wel gehaald in de Kleiregio (35 mg/l) en in de Veenregio (8 mg/l).

In de Zand- en Lössregio wordt nauwelijks fosfaat gemeten in het uitspoelingswater. In de Kleiregio is de concentratie gemiddeld 0,23 mg P/l en in de Veenregio 0,45 mg P/l.

*Tabel 1: Nitraat en fosfaatconcentratie in het uitspoelingswater gemiddeld per regio voor de periode 2007-2010*

<i>Regio</i>	<i>Nitraat (mg/l)</i>	<i>Fosfaat (mg P/l)</i>
Zandregio	69	Nihil
Lössregio	82	Nihil
Kleiregio	35	0,23
Veenregio	8	0,45

### *Wat is de milieukwaliteit van het uitspoelingswater in de Zandregio als onderscheid gemaakt wordt tussen Zand noord, midden en zuid?*

Binnen de Zandregio is er een groot verschil tussen de zandgebieden (zie Tabel 2). De nitraatconcentratie op landbouwbedrijven in Zand zuid is gemiddeld met 106 mg/l het hoogst, gevolgd door bedrijven gelegen in Zand midden (56 mg/l). De nitraatconcentratie op landbouwbedrijven in Zand noord ligt met 46 mg/l het laagst.

*Tabel 2: Nitraatconcentratie in het uitspoelingswater gemiddeld per zandgebied voor de periode 2007-2010*

<i>Gebied</i>	<i>Nitraat (mg/l)</i>
Zand noord	46
Zand midden	56
Zand zuid	106

*Wat is de milieukwaliteit van het uitspoelingswater voor de in het LMM onderscheiden sectoren melkvee, akkerbouw en hokdierbedrijven en overige bedrijven?*

In de Zandregio wordt de nitraatnorm van 50 mg/l gemiddeld net niet gehaald op melkveebedrijven (52 mg/l, zie Tabel 3). Ook de akkerbouw-, hokdier- en overige bedrijven halen deze norm gemiddeld niet (79 mg/l, 131 mg/l en 70 mg/l). In de Lössregio is de concentratie nitraat op melkveebedrijven (54 mg/l) eveneens net boven de norm, de akkerbouwbedrijven en overige bedrijven zitten ruim boven de norm (115 mg/l en 88 mg/l). In de Kleiregio wordt de norm gemiddeld gezien op alle bedrijfstypen gehaald (27 mg/l, 47 mg/l en 32 mg/l voor melkvee, akkerbouw en overige bedrijven). Alle in deze studie beschouwde bedrijven in de Veenregio zijn melkveebedrijven.

*Tabel 3: Nitraatconcentratie in het uitspoelingswater gemiddeld per bedrijfstype en regio voor de periode 2007-2010*

	<i>Zandregio</i>	<i>Lössregio</i>	<i>Kleiregio</i>
Melkveebedrijven	52	54	27
Akkerbouwbedrijven	79	115	47
Hokdierbedrijven	131	-	-
Overige bedrijven	70	88	32

*Wat is de ontwikkeling in tijd van de kwaliteit van het grondwater als het gaat om nitraat en fosfaat voor de in het LMM onderscheiden hoofdgrondsoortregio's?*

De nitraatconcentratie in het uitspoelingswater van landbouwbedrijven in de Zandregio is tussen 1992 en 2009 met meer dan 50% afgenomen, van 150 tot 65 milligram per liter (zie Figuur 14, paragraaf 4.1.1). De daling vindt voornamelijk plaats tussen 1992 en 2002, hierna is de nitraatconcentratie, los van jaarlijkse schommelingen, relatief stabiel. In de andere regio's is geen structureel dalende trend zichtbaar.

Voor de Zandregio de Kleiregio en de Veenregio geldt dat de stikstofbodemoverschotten gedaald zijn in de meetperiode. We kunnen spreken van een beleidseffect, als zowel het stikstofbodemoverschot als de nitraatconcentratie (gemeten en gecorrigeerd) zijn gedaald. Dit is het geval in de Zandregio tot 2002. De laatste jaren is de nitraatconcentratie in de Zandregio stabiel maar zijn de stikstofbodemoverschotten gedaald. De voor neerslag en steekproef gecorrigeerde nitraatconcentratie is wel gedaald, de metingen in de komende jaren zullen uitwijzen of de gemeten nitraatconcentratie ook daalt.

In geen van de regio's wordt een verloop van de fosfaatconcentratie waargenomen.

*Wat is de ontwikkeling in tijd van de kwaliteit van het grondwater als het gaat om nitraat en fosfaat voor de zandgebieden Zand noord, midden en zuid?*

De daling van de nitraatconcentratie die waargenomen is in de gehele Zandregio geldt voor alle drie de zandgebieden (zie Figuur 16, paragraaf 4.1.2). De nitraatconcentratie in Zand zuid is gedaald van 240 mg/l in 1992 tot ongeveer

100 mg/l vanaf 2002. Zand midden heeft de grootste daling van de nitraatconcentratie met 200 mg/l in 1992 tot 50 mg/l vanaf 2002. In Zand noord is de nitraatconcentratie gemiddeld gedaald van 150 mg/l in 1992 tot (meestal) onder de 50 mg/l vanaf 2002.

*Wat is de ontwikkeling in tijd van de kwaliteit van het grondwater als het gaat om nitraat en fosfaat voor de sectoren melkvee, akkerbouw, hokdier en overige bedrijven?*

Alleen in de Zandregio is een dalende trend zichtbaar in de nitraatconcentratie in het uitspoelingswater. De daling is het grootste op melkveebedrijven in de Zandregio (zie Figuur 17, paragraaf 4.1.2). De nitraatconcentratie daalt van 200 mg/l in 1992 naar rond de 50 mg/l in 2010. In 2002 was de nitraatconcentratie ook al op dat niveau, de nitraatconcentratie lijkt gestabiliseerd vanaf dat moment.

De nitraatconcentratie in het uitspoelingswater op akkerbouwbedrijven vertoont ook een dalende trend. In het begin van de meetperiode was de nitraatconcentratie 140 à 150 mg/l. Vanaf 2000 is er weliswaar veel jaarlijkse variatie (de nitraatconcentratie varieert tussen de 50 mg/l en 100 mg/l), maar daalt de concentratie niet meer. De akkerbouwbedrijven in de Zandregio hadden in de jaren 90 een lagere nitraatconcentratie dan melkveebedrijven, maar hebben sinds 2003 juist gemiddeld een hogere nitraatconcentratie dan de melkveebedrijven in de Zandregio.

Ook de groep overige bedrijven vertoont een daling van boden de 200 mg/l in 1992 tot net boven de 50 mg/l in 2010. De hokdierbedrijven vertonen een sterke variatie in de nitraatconcentratie tussen de verschillende jaren, maar de laatste jaren lijkt de nitraatconcentratie zich te stabiliseren tussen de 120 en de 150 mg/l.

*Wat is de milieukwaliteit van het oppervlaktewater (slootwater) als het gaat om stikstof en fosfaat?*

In het winterhalfjaar geldt dat gemiddeld gezien de toetswaarde voor stikstof in sloten (2,4 mg/l) overschreden wordt in de regio's (zie Tabel 4). In de Zandregio wordt 11 mg/l gemeten, in de Kleiregio 5,8 mg/l en de Veenregio heeft gemiddeld de laagste concentratie met 4,1 mg/l.

In het zomerhalfjaar is de stikstofconcentratie in het slootwater gehalveerd in alle regio's ten opzichte van de stikstofconcentratie in de winter. Alleen in de Zandregio wordt dan met 5,8 mg/l de toetswaarde nog overschreden. De Klei- en Veenregio voldoen gemiddeld gezien met respectievelijk 2,4 mg/l en 2,1 mg/l aan deze toetswaarde.

In de Zandregio is in het winterhalfjaar de fosfaatconcentratie het laagst met 0,09 mg P/l. In de Kleiregio is de fosfaatconcentratie 0,27 mg P/l en in de Veenregio is de gemiddelde fosfaatconcentratie in de winter 0,17 mg P/l. Gemiddeld gezien voldoet alleen de Kleiregio niet aan de toetswaarde voor slootwater.

In de zomer is de fosfaatconcentratie ten opzichte van de winter gestegen tot 0,20 mg P/l in de Zandregio, 0,72 mg P/l in de Kleiregio en 0,26 mg P/l in de Veenregio. Alleen de Zandregio blijft gemiddeld gezien onder de toetswaarde.

*Tabel 4: Gemiddelde stikstof- en fosfaatconcentratie in het slootwater van de drie regio's, winter (2006/07-2009/10) en zomer (2008-2010)*

	Stikstof (mg N/l)		Fosfaat (mg P/l)	
	Winter	Zomer	Winter	Zomer
Zandregio	11	5,8	0,09	0,20
Kleiregio	5,8	2,4	0,27	0,72
Veenregio	4,1	2,1	0,17	0,26

*Wat is de milieukwaliteit van het ondiepe grondwater en slootwater bij de sectoren vollegrondsgroententeelt, grondgebonden glastuinbouw en bollenteelt als het gaat om nitraat en fosfaat?*

Op twaalf vollegrondsgroentenbedrijven wordt een hoge nitraatconcentratie gemeten, variërend van 90 tot 350 mg/l (zie Figuur 33, paragraaf 6.2.2). Ook in andere projecten worden hoge nitraatconcentraties gerapporteerd voor vollegrondsgroentenbedrijven. Vanwege het beperkte aantal bedrijven en de grote verschillen tussen de bedrijven kan geen uitspraak gedaan worden over de gehele vollegrondsgroententeelt in de Zandregio.

Op bollenbedrijven wordt in de literatuur een lage nitraat-, maar hoge fosfaatconcentratie gerapporteerd in het uitspoelingswater. De hoeveelheid informatie is schaars en bovendien is de bollenteelt sterk grondgebonden en mogelijk heeft het bodemtype veel invloed op de waterkwaliteit van bollenbedrijven. Van glastuinbouwbedrijven zijn geen gegevens van uitspoelingswater bekend in de literatuur. Zowel van de bollenbedrijven als de glastuinbouwbedrijven wordt een uitspoeling naar het oppervlaktewater gerapporteerd met overschrijdingen van de toetswaarden voor totaal stikstof en totaal fosfaat.

*Wat is de relatie tussen de kwaliteit van het ondiepe grondwater en de kwaliteit van het slootwater als het gaat om totaal stikstof?*

Op basis van de gepresenteerde resultaten kan gesteld worden dat er een overtuigende relatie bestaat tussen de kwaliteit van het bovenste grondwater en drainwater enerzijds, en de kwaliteit van het slootwater anderzijds in de gedraineerde delen van de Zandregio. De resultaten laten daarmee zien dat in die gebieden een verhoging van de concentraties stikstof in het grond- en drainwater gemiddeld genomen zal leiden tot een verhoging van de concentraties in het slootwater.

# 1 Inleiding

## 1.1 Algemeen

Op 1 januari 2006 is de gewijzigde Meststoffenwet van kracht geworden. In de Meststoffenwet is in artikel 46 het volgende opgenomen: 'Onze Minister zendt in 2007 en vervolgens telkens na ten hoogste vijf jaar aan de Staten-Generaal een verslag over de doeltreffendheid en de effecten van deze wet in de praktijk'. Deze beoordeling is uitgevoerd in de Evaluatie van de Meststoffenwet 2012 (EMW 2012). Een vergelijkbare beoordeling is in 2004 en in 2007 aan de Tweede Kamer aangeboden.

De evaluatie van de meststoffenwet 2012 is opgebouwd uit een ex post evaluatie (terugkijkend), een ex ante evaluatie (vooruitkijkend) en een synthese.

De ex post en de ex ante evaluatie worden uitgevoerd door Alterra (trekker), het LEI, PPO (Praktijkonderzoek Plant & Omgeving) en IMARES, allen onderdeel van Wageningen UR, Deltares en het RIVM, met medewerking van Dienst Regelingen (DR) en de nieuwe Voedsel en Waren Autoriteit (nVWA). Doel van de ex post evaluatie is om inzicht te krijgen in de effecten van het per 2006 ingezette mestbeleid op de nutriëntenemissies, de (grond)waterkwaliteit in relatie tot de daarvoor geldende milieudoelen en de werking van het mestbeleid in de praktijk, waaronder zowel uitvoeringsaspecten als economische gevolgen. De ex ante evaluatie berekent voor verschillende toekomstige beleidsscenario's de milieu- en bedrijfseconomische effecten tot en met 2030. De synthese wordt uitgevoerd door het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) en is gericht op het samenvatten en verbinden van de deelprojecten, het leggen van dwarsverbanden met andere beleidsterreinen en het in perspectief plaatsen van ontwikkelingen in de tijd en op ruimtelijke schaal (Europees, nationaal, regionaal, bedrijf, perceel).

De voorliggende rapportage is een achtergrondrapportage over de ontwikkeling van en de huidige waterkwaliteit (van grond- en slootwater in termen van N en P) op landbouwbedrijven. Werkzaamheden vallen onder het onderdeel ex post evaluatie.

Het project Evaluatie Meststoffenwet 2012 is uitgevoerd onder de verantwoordelijkheid van de minister van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (EL&I), Directie Agroketens en Visserij (AKV). Het project wordt begeleid door een ambtelijke projectgroep waarin naast het ministerie van EL&I ook het ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM) deelneemt.

## 1.2 Werkwijze

De werkzaamheden van deze deelstudie zijn uitgevoerd binnen het onderdeel ex post van de evaluatie. Inhoudelijk en organisatorisch zijn in de ex post evaluatie drie onderdelen te onderscheiden:

- werking Meststoffenwet en besluit gebruik meststoffen;
- ontwikkeling mestmarkt en concurrentiepositie van de landbouw;
- (ontwikkeling van) de milieutoestand.

Deze deelstudie valt binnen het onderdeel de (ontwikkeling van) milieutoestand. De hoofddoelstelling van het onderzoek binnen dit onderdeel is het vaststellen



van de huidige kwaliteit en de ontwikkeling (trend) in de kwaliteit van bodem, grondwater en oppervlaktewater in relatie tot de belasting met fosfaat en stikstof als gevolg van het gebruik van meststoffen.

Het onderdeel milieutoestand is verder onderverdeeld in vijf deelstudies:

- a) veranderingen en regionale verschillen in bodemoverschotten (LEI);
- b) analyse van de toestand en trend in grondwaterkwaliteit (RIVM);
- c) ontwikkeling van de bodemvruchtbaarheid en gewasopbrengsten (PPO en Alterra);
- d) ontwikkeling van de oppervlaktewaterkwaliteit (Alterra, PBL, Deltares, RIVM en IMARES);
- e) bijdrage van de landbouw aan de oppervlaktewaterkwaliteit (Alterra, IMARES en PBL).

Een integrale samenvatting van het gehele onderdeel ex post milieukwaliteit is weergegeven in het hoofdrapport van Alterra *Ontwikkeling van de bodem- en waterkwaliteit. Evaluatie Meststoffenwet 2012: eindrapport ex post* (Van der Bolt et al., 2012).

De resultaten van dit onderzoek zijn ter toetsing voorgelegd aan diverse wetenschappers van de onderzoeksinstituten Alterra, LEI, Deltares, PBL en de ambtelijke projectgroep EMW 2012 van de ministeries van EL&I en IenM.

Deze achtergrondrapportage is becommentarieerd en wetenschappelijk getoetst door de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM). Het commentaar is verwerkt dit rapport. De resultaten zijn tussentijds besproken met een breed scala van maatschappelijke partijen en overheden in een bijeenkomst van de maatschappelijke klankbordgroep op 27-10-2011.

### **1.3 Vraagstelling**

De evaluatievragen zijn geformuleerd door de ambtelijke projectgroep van de ministeries EL&I en IenM. De evaluatievragen en onderzoeksopzet zijn verder uitgewerkt door Alterra.

Het RIVM is gevraagd een bijdrage te leveren aan het onderdeel ex post milieukwaliteit, onderdeel b: analyse van de toestand en trend in grondwaterkwaliteit en onderdeel d: ontwikkeling van de oppervlaktewaterkwaliteit. Voor de bepaling van de vragen wordt gebruikgemaakt van gegevens uit het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) van het RIVM en het LEI.

In het LMM verschilt het type water dat uitspoelt uit de wortelzone (ook wel het bovenste grondwater genoemd). Afhankelijk van de regio wordt grondwater, bodemvocht of drainwater bemonsterd. In het vervolg van deze rapportage wordt dit uitspoelingswater genoemd.

De evaluatievragen met betrekking tot de huidige kwaliteit zijn als volgt aan het RIVM gesteld:

- a) *Wat is de milieukwaliteit van het bovenste grondwater en oppervlaktewater (slootwater) als het gaat om nitraat en fosfaat? Maak hierbij voor grondwater onderscheid naar de:*

- *in het LMM onderscheiden regio's (Zand, Klei, Veen en Löss) en binnen de Zandregio tussen de gemeten kwaliteit op LMM landbouwbedrijven in Noord-, Midden- en Zuid-Nederland;*
  - *in het LMM onderscheiden sectoren melkvee, akkerbouw en overig/hokdierbedrijven;*
- Maak hierbij voor slootwater onderscheid naar de in het LMM onderscheiden regio's (Zand, Klei, Veen).*

De kwaliteit van het uitspoelingswater dient voor LMM-hoofdgrondsoorten en sectoren te worden bepaald op basis van een vierjarig gemiddelde voor nitraat en fosfaat, inclusief minimum, maximum, mediaan, 5- en 95-percentiel. De kwaliteit dient te worden getoetst per regio en bedrijfstype afzonderlijk (niet alle combinaties van bedrijfstype en grondsoort zijn beschikbaar) aan de door het ministerie van IenM geleverde grenswaarden en normen (zie paragraaf 1.4).

De kwaliteit van het slootwater dient voor de LMM-regio's te worden bepaald op basis van een vierjarig bedrijfgemiddelde in de winterperiode en de zomerperiode voor totaal stikstof en fosfaat, inclusief minimum, maximum, mediaan, 5- en 95-percentiel. De kwaliteit dient te worden getoetst per regio afzonderlijk aan de door het ministerie van IenM geleverde grenswaarden en normen (zie paragraaf 1.4).

De evaluatievraag wat betreft de trends is als volgt aan het RIVM gesteld:

- b) *Wat is de ontwikkeling in tijd (jaren, sinds circa 1990) van de kwaliteit van het grondwater als het gaat om nitraat en fosfaat op een toetsdiepte van 0 tot 1 meter in het bovenste grondwater? Maak hierbij onderscheid naar de:*
- *in het LMM onderscheiden regio's (Zand, Klei, Veen en Löss) en binnen de Zandregio tussen LMM landbouwbedrijven in Noord-, Midden- en Zuid-Nederland;*
  - *in het LMM onderscheiden sectoren melkvee, akkerbouw en overig/hokdierbedrijven.*

Voor het uitspoelingswater dient de trend te worden bepaald op basis van de gemeten waterkwaliteit voor nitraat en fosfaat in de regio's Klei, Veen, Zand en Löss en zo mogelijk voor de bedrijfstypen melkvee, akkerbouw en overige bedrijven. Voor de Zandregio, en de melkveehouderijen in de Zandregio in het bijzonder, dient de trend in uitspoelingswaterkwaliteit te worden gecorrigeerd voor neerslag en neveneffecten om een betere koppeling te maken met het gevoerde mestbeleid. Er dient een kwalitatieve verklaring te worden gegeven van de ontwikkeling in de waterkwaliteit aan de hand van de ontwikkeling in bodemoverschotten. Er dient geen kwantitatieve directe relatie te worden gelegd tussen de waterkwaliteit en de bodemoverschotten. De relatie tussen het bodemoverschot en de waterkwaliteit is vastgesteld door PRI, LEI en het RIVM in opdracht van de werkgroep onderbouwing gebruiksnormen (WOG) en gerapporteerd in een separaat onderzoeksrapport (Schröder et al., in voorbereiding)

Wat betreft de trend in het slootwater geldt de volgende evaluatievraag:  
*Wat is de ontwikkeling in tijd (jaren, sinds circa 1990) van de kwaliteit van het slootwater (oppervlaktewater) als het gaat om stikstof en fosfaat? Maak hierbij onderscheid naar de in het LMM onderscheiden regio's (Zand, Klei en Veen).*

Voor slootwater dient de trend te worden bepaald op basis van de gemeten waterkwaliteit voor stikstof en fosfaat in de winterperiode.

Additioneel zijn evaluatievragen gesteld over bedrijven buiten het reguliere LMM en over de relatie tussen de grondwaterkwaliteit en slootwaterkwaliteit op LMM-bedrijven.

- c) *Wat is de milieukwaliteit van het ondiepe grondwater en slootwater bij de sectoren vollegrondsgroententeelt, grondgebonden glastuinbouw en bollenteelt als het gaat om nitraat en fosfaat?*

De kwaliteit van het uitspoelingswater (ondiep grondwater) en het slootwater op vollegrondsgroentenbedrijven dient te worden bepaald op basis van beschikbare gegevens uit het project Scouting Vollegrondsgroenten zand. De waterkwaliteit van bollenteelt en grondgebonden glastuinbouw dient te worden vastgesteld op basis van beschikbare gegevens uit eerder uitgevoerde projecten Telen met toekomst en het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit (Groot, et al., 2003). Daarnaast zal er een literatuuronderzoek plaatsvinden naar andere projecten die de uitspoelingswater- en oppervlaktewaterkwaliteit op tuinbouwbedrijven beschrijven.

- d) *Wat is de relatie tussen de kwaliteit van het ondiepe grondwater en de kwaliteit van het slootwater op landbouwbedrijven als het gaat om totaal stikstof?*

Voor de bepaling van de relatie tussen de kwaliteit van het ondiepe grondwater en de kwaliteit van het slootwater dient gebruik te worden gemaakt van eerder uitgevoerde analyses van LMM-gegevens in de Zandregio.

#### **1.4 Kwaliteitsdoelstelling**

De milieukwaliteit is getoetst aan de door het ministerie van IenM aangeleverde toetswaarden.

De kwaliteit van het uitspoelingswater (grondwater, drainwater en bodemvocht) op landbouwbedrijven is getoetst aan de in de EU-Grondwaterrichtlijn opgenomen nitraatnorm van 50 mg/l.

Het slootwater is getoetst aan de GEP-waarde (goed ecologisch potentieel) voor sterk veranderde en kunstmatige wateren uit de Kaderrichtlijn water (Evers et al., 2007). De GEP-waarde voor totaal stikstof is uniform voor sloten in alle regio's (2,4 mg N/l). De GEP voor fosfaat voor sloten in zeekleigebieden (0,5 mg P/l) is hoger dan die voor sloten in rivierkleigebieden en in de Veenregio en Zandregio (0,22 mg P/l). In dit rapport wordt geen onderscheid gemaakt tussen rivierklei en zeeklei en omwille van de uniformiteit is de strengste norm aangehouden. De toetswaarde voor fosfaat in sloten in het zeekleigebied is dus aan de strenge kant.

De GEP is afgeleid voor een zomerhalfjaargemiddelde in de sloten. In deze EMW-rapportage wordt zowel een winterhalfjaargemiddelde als een zomerhalfjaargemiddelde gegeven. De kwaliteit van het slootwater is voor zowel het zomergemiddelde als het wintergemiddelde aan de GEP getoetst omdat voor het wintergemiddelde geen toetswaarde beschikbaar is.

*Tabel 5: Toetswaarden voor uitspoelingswater en slootwater*

<i>Parameter</i>	<i>Uitspoelingswater (grondwater, drainwater en bodemvocht)</i>	<i>Slootwater</i>
	<i>GWR-Nitraatnorm</i>	<i>GEP</i>
Totaal-N	-	2,4 mg N/l
Totaal-P	-	0,22 mg P/l <sup>1</sup>
Nitraat	50 mg/l (11,3 mg N/l)	-

1) Voor sloten in het zeekleigebied geldt een norm van 0,5 mg N/l. Ten behoeve van de uniformiteit wordt de norm van 0,22 mg P/l aangehouden voor de gehele Kleiregio.

## 1.5 Waterkwaliteit op landbouwbedrijven

Meststoffen (ook wel nutriënten genoemd) zijn voedingsstoffen die door planten gebruikt worden. De belangrijkste nutriënten zijn fosfor (P) en stikstof (N). Fosfor komt voor als organisch fosfaat en ortho-fosfaat (anorganisch fosfaat), samen totaal fosfaat. Stikstof komt voor als nitraat (NO<sub>3</sub>), ammonium (NH<sub>4</sub>) en organisch stikstof, samen totaal stikstof. In het vervolg van de rapportage wordt de term stikstof (in mg N/l) gebruikt voor totaal stikstof en fosfaat (in mg P/l) voor totaal fosfaat.

De uitspoeling van nutriënten vindt plaats indien meststoffen onder invloed van neerslag onder de wortelzone belanden en daardoor niet meer beschikbaar zijn voor de planten als voedingstof. Ze kunnen zich dan verspreiden naar het grondwater of het slootwater. Naast het mestgebruik in de landbouw zijn bodemeigenschappen zoals grondsoort en drainerend vermogen belangrijk voor de concentratie nutriënten in het uitspoelingswater. De verschillende bodemsoorten hebben een geheel verschillende dynamiek wat betreft stikstof en fosfaat.

### *Stikstof*

Naast de aanvoer van meststoffen en het gebruik ervan door het gewas zijn er nog andere (natuurlijke) omstandigheden die de stikstofuitspoeling beïnvloeden. Deze omstandigheden hangen samen met de omzetting van nitraat in gasvormig stikstof, denitrificatie. Denitrificatie vindt plaats onder zuurstofloze omstandigheden daar waar organische stof voorhanden is. De meeste organische stof zit doorgaans boven in de bodem, daar waar de meeste biologische activiteit plaatsvindt en door eventueel gebruik van dierlijke mest en/of compost. In bodems met een hoge grondwaterstand en veel organisch stof wordt daarom veel nitraat omgezet. Dit proces gaat veel langzamer of vindt niet plaats in bodems met een lage grondwaterstand met weinig organisch stof in de bodem.

In de Veenregio zijn de omstandigheden ideaal voor denitrificatie: veel organische stof en een hoge grondwaterstand. Daarom worden in de Veenregio lage nitraatconcentraties gemeten in het grondwater. Door de natuurlijke afbraak van veen komen hier wel hoge ammonium- en organische stikstofconcentraties voor. In de Kleiregio worden hogere nitraatconcentraties gemeten dan in de Veenregio, maar gemiddeld lager dan de Zandregio. De Kleiregio is gemiddeld gezien natter dan de Zandregio en bevat meer organische stof waardoor er veel nitraat afbreekt. De hoogste nitraatconcentraties worden gemeten op de bedrijven in de Zand- en Lössregio, met name die bedrijven met een lage grondwaterstand. In de Zandregio vindt denitrificatie vooral plaats op de natte delen. Zand noord en Zand midden is gemiddeld gezien natter en rijker

aan organisch stof dan Zand zuid (de veenkoloniën bijvoorbeeld vallen ook in Zand noord).

#### *Fosfaat*

Voor fosfaat geldt het tegenovergestelde als voor nitraat. Fosfaat wordt niet omgezet, maar kan zich wel sterk binden aan bodemmineralen (veelal ijzermineralen). Dit binden vindt plaats onder zuurstofrijke omstandigheden waarbij ijzer geoxideerd is. Onder zuurstofarme omstandigheden komt ijzer in gereduceerd vorm voor en wordt fosfaat minder sterk aan de bodem gebonden. In de Veenregio worden daarom juist hoge fosfaatconcentraties gemeten en in de Zandregio juist heel lage concentraties.

#### *Melkvee en akkerbouw*

Het is bekend dat melkveebedrijven gemiddeld gezien minder nitraat in het uitspoelingswater hebben dan akkerbouwbedrijven (Fraters et al., 2007). De graspercelen op melkveebedrijven zijn permanent bedekt met begroeiing. Dit heeft als gevolg dat het organische stofgehalte op melkveebedrijven gemiddeld hoger is, waardoor er meer denitrificatie kan plaatsvinden. Een tweede nadeel van de niet-permanente bedekking met gewas op akkerbouw bedrijven is dat de grond na de oogst gevoelig is voor uitspoeling van nutriënten.

#### *Stikstof en fosfaat in sloten*

In het slootwater wordt in de zomer vaak een lagere stikstofconcentratie aangetroffen dan in de winter. Hiervoor is een aantal oorzaken. In het winterhalfjaar vindt de meeste uitspoeling van nutriënten naar het slootwater plaats omdat er in de winter over het algemeen een neerslagoverschot heerst en in de zomer een neerslagtekort. In de zomer beginnen waterplanten te groeien waardoor stikstof wordt opgenomen uit het slootwater. Ook zal er nitraat afbreken in de anaerobe slootbodem. Nitraatafbraak vindt plaats door middel van bacteriën en biologische processen verlopen sneller bij hogere temperaturen. Aangenomen mag worden dat denitrificatie in de zomer sneller gaat. Op sommige plaatsen wordt in de zomer gebiedsvreemd water ingelaten om de sloten op peil te houden. Het ingelaten rivierwater heeft in veel gevallen een lagere nutriëntenconcentratie dan het slootwater in de winter op landbouwbedrijven.

In het slootwater wordt in de zomer juist een hogere fosfaatconcentratie in het slootwater gemeten dan in de winter. Het verschil in fosfaatconcentratie tussen zomer en winter heeft vooral te maken met de toename van biologische activiteit in de zomer. Door de toegenomen fotosynthese stijgt de pH waardoor het fosfaatbinding van ijzermineralen in de waterbodem afneemt (Waterdienst, 2009). Ook wordt er door de toegenomen biologische activiteit zuurstof uit het water verbruikt. De temperatuur van het slootwater heeft ook invloed op de fosfaatconcentratie doordat de verzadigingsgraad van zuurstof afneemt. Dit zorgt, samen met het afsterven van algen, voor een anaerobe zone op de bodem. Geoxideerde ijzermineralen zorgen voor de binding van fosfaat. Doordat de omstandigheden anaeroob worden in de zomer komt fosfaat vanuit de waterbodem in oplossing (Waterdienst, 2009).

## **1.6 Opzet van het rapport**

Na de inleiding van hoofdstuk 1 is in hoofdstuk 2, Materiaal en methoden, de werkwijze van dataverzameling en datapresentatie toegelicht. In hoofdstuk 3 is de huidige waterkwaliteit op landbouwbedrijven weergegeven door het gemiddelde te nemen van de resultaten van meetjaren 2007 tot en met 2010. De trends in uitspoeling en slootwaterkwaliteit komen aan bod in hoofdstuk 4, inclusief een verklaring van de trends door middel van bodemoverschotten op landbouwbedrijven. In hoofdstuk 5 worden de data van het LMM gebruikt om een uitspraak te doen over de relatie tussen grondwater, drainwater en slootwater in de Zandregio wat betreft stikstof. In hoofdstuk 6 wordt ingegaan op de waterkwaliteit op tuinbouwbedrijven die niet deelnemen aan de reguliere monitoring. In hoofdstuk 7 worden de conclusies gegeven.





## 2 Materiaal en methoden

### 2.1 Gebruik gegevens

Voor de bepaling van de kwaliteit en trends van het uitspoelingswater en slootwater wordt gebruikgemaakt van gegevens uit het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) van het RIVM en het LEI. De relatie tussen het bovenste grondwater, het drainwater en het slootwater is ook op basis van LMM-gegevens bepaald. Voor het bepalen van de waterkwaliteit in de sectoren vollegrondsgroententeelt, grondgebonden glastuinbouw en bollenteelt is gebruikgemaakt van de LMM-projecten Telen met toekomst (Tmt), Scouting Vollegrondsgroenten zand (SVz) en het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit (LMB). Daarnaast is een literatuuronderzoek uitgevoerd naar waterkwaliteit bij deze sectoren.

### 2.2 Het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid

Het LMM is een monitoringsnetwerk dat is opgezet om de effecten van het mestbeleid op de bedrijfsvoering en de waterkwaliteit op landbouwbedrijven in beeld te brengen. Hiervoor wordt door het RIVM de toestand en trend van de kwaliteit van het uitspoelingswater en van slootwater gemeten. Het LEI verzamelt gegevens over de bedrijfsvoering op de bedrijven.

In 1992 is begonnen met de bemonstering op bedrijven in de Zandregio. In de loop van het project zijn hier ook bedrijven in de Veenregio (vanaf 1995), bedrijven in de Kleiregio (vanaf 1996) en bedrijven in de Lössregio (vanaf 2002) bijgekomen.

De bedrijven zijn geselecteerd uit het Bedrijveninformatienet (informatienet) van het LEI. Het betreft een gestratificeerde steekproef, dat wil zeggen dat de beschikbare monitoringscapaciteit zo veel mogelijk verdeeld is over de verschillende regio's, bedrijfstypen en bedrijfsomvang. Voor meer informatie over de opzet van het LMM-programma wordt verwezen naar de Evaluatie van het Landelijke Meetneteffecten Mestbeleid (De Klijne et al., 2010), in het bijzonder de bijlagenrapportage (Van Vliet, 2010).

Het huidige LMM omvat ongeveer 450 bedrijven. Het LMM bestaat uit twee verschillende monitoringsprogramma's met verschillende doelen:

- Evaluerende Monitor (EM): bedoeld om de effecten van het huidige beleid op de waterkwaliteit van het uitspoelende water en de bedrijfsvoering in beeld te brengen.
- Derogatie Monitor (DM): hetzelfde doel als de EM, maar gericht op landbouwbedrijven die in aanmerking komen voor derogatie.

In deze evaluatie van de meststoffenwet is gebruikgemaakt van gegevens van bedrijven uit de EM. Dit programma is specifiek opgezet voor het evalueren van de effecten van het beleid op de waterkwaliteit. Voor deze bedrijven geldt dat ze willekeurig, via aselechte steekproeven, voor deelname aan het LMM uit het Bedrijveninformatienet geworven zijn. Er is overlap tussen de twee programma's, veel bedrijven die aan de DM deelnemen zijn ook EM-bedrijven. Een vergelijkbare selectie van LMM-bedrijven is gebruikt voor de Evaluatie van de Meststoffenwet in 2007 (Hooijboer et al., 2007). Een uitzondering geldt voor de SVz-bedrijven die in hoofdstuk 6 apart zullen worden behandeld.

### 2.3 Regio's en bedrijfstypen

Het LMM is opgedeeld in dertien LMM-gebieden. Deze gebieden zijn gegroepeerd in vier regio's: Zand-, Löss, Klei- en Veenregio (zie Figuur 2 in paragraaf 3.1.1).

De bedrijven worden in een regio ingedeeld op basis van de gemeente waarin ze gelegen zijn. Per gemeente wordt een dominante grondsoort bepaald. De dominante grondsoort in de gemeente is vastgesteld op basis van de bodemkaart van Alterra (De Vries et al., 2003). De gemeente-indeling is vastgesteld op basis van de landbouwtelling 2006.

Op een bedrijf komen vaak verschillende grondsoorten voor. Het kan dus voorkomen dat er op het bedrijf andere grondsoorten aangetroffen worden dan de hoofdgrondsoort. De indeling van bedrijven in regio's heeft daarom een zekere menging van grondsoorten tot gevolg. De getoonde gemiddelde concentraties zijn een gemiddelde voor bedrijven gelegen in een regio en niet per se voor een grondsoort.

Voor de bedrijven die in de Zandregio gelegen zijn, is een opdeling gemaakt in de gebieden Zand noord, Zand midden en Zand zuid (zie Figuur 1 in paragraaf 2.4). Voor deze drie zandgebieden worden de kwaliteit en de trends gerapporteerd, maar er wordt per zandgebied niet gerapporteerd op bedrijfstypeniveau. De selectie van bedrijven is (behalve voor melkveebedrijven) niet gestratificeerd per zandgebied. Hierdoor komt de verhouding tussen de verschillende bedrijfstypen in een gebied niet noodzakelijk overeen met de werkelijke verhouding van bedrijven in de zandgebieden. De gemiddelde concentratie en de trend zouden, om een werkelijke afspiegeling te zijn van de zandgebieden, gecorrigeerd moeten worden voor het areaal per bedrijfstype in de zandgebieden. Een steekproefcorrectie per zandgebied uitgevoerd zat niet in de opdracht, de correctie is wel voor de gehele Zandregio uitgevoerd (zie paragraaf 2.5.3).

Zand noord bestaat uit de LMM-gebieden Noordelijk zandgebied I, Noordelijk zandgebied II en de Veenkoloniën. Zand midden bestaat uit de LMM-gebieden Oostelijk zandgebied en Centraal zandgebied. Zand zuid bestaat uit het LMM-gebied Zuidelijk zandgebied.

Het LMM richt zich op de belangrijkste in Nederland voorkomende vormen van grondgebruik en bemestingspraktijk. Voor de indeling van bedrijfstypen wordt tot 2010 de NEG-typering gehanteerd. NEG (hoofd)typen zijn gegroepeerd in de LMM-bedrijfstypen melkvee, akkerbouw, hokdierbedrijven en overige bedrijven. Om zo efficiënt mogelijk te monitoren, worden per regio alleen de bedrijfstypen bemonsterd die een aanzienlijk deel van het areaal in gebruik hebben. Een overzicht van de verschillende LMM-bedrijfstypen per regio is opgenomen in Bijlage 1.

Voor meer informatie over de werving en selectie van bedrijven en de ruimtelijke weergave van de LMM-gebieden en indeling wordt verwezen naar hoofdstuk 6 in het bijlagenrapport van de LMM-evaluatie (Van Vliet, 2010).

### 2.4 Monstername in het LMM

Het LMM richt zich op analyse en beschrijving van het water waarvan de kwaliteit het duidelijkst door de landbouwpraktijk wordt beïnvloed, zonder dat die kwaliteit nog via opname door het gewas kan worden veranderd.

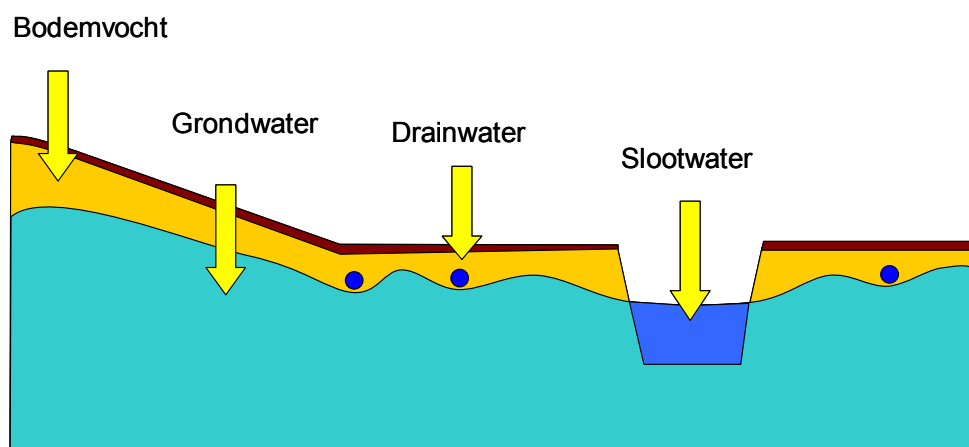
Op zandgrond heeft regenwater de neiging om te infiltreren naar het grondwater. In de Zandregio wordt daarom op alle bedrijven de bovenste meter van het grondwater bemonsterd (zie Figuur 1). Dit wordt uitgevoerd in de zomer, waarbij op de percelen willekeurig zestien punten worden gekozen. Hiervan worden twee mengmonsters gemaakt (van ieder acht punten, zie Tabel 6). Hierbij wordt er van uitgegaan dat de bovenste meter grondwater ongeveer de effecten weerspiegelt van het voorgaande jaar; een meter grondwater is ongeveer de grondwateraanvulling in één jaar.

In de gedraineerde delen van de Zandregio wordt ook de uitspoeling naar het slootwater gemonitord. Om geselecteerd te kunnen worden voor dit natte zandprogramma, dienen bedrijven minimaal voor 25% van het areaal gedraineerd te zijn met buisdrainage of voor meer dan 50% via sloten (Fraters en Boumans, 2005). Op deze bedrijven in het natte zandprogramma wordt in de winter grondwater (zestien punten, twee mengmonsters), drainwater (zestien punten, één mengmonster) en slootwater (acht punten, twee mengmonsters) bemonsterd.

Regenwater dat op kleigrond valt, wordt vaak afgevoerd via sloten. Dikwijls gebeurt dit via buisdrainage. In de Kleiregio wordt daarom in de meeste gevallen drainwater bemonsterd. Hiervoor worden op de gedraineerde percelen willekeurig zestien drains geselecteerd waarvan een mengmonster gemaakt wordt. Van de sloten worden acht punten bemonsterd en gemengd naar twee mengmonsters. Indien een bedrijf in de Kleiregio niet, of voor minder dan 25% gedraineerd is (dit komt veel voor bij bedrijven in het rivierengebied) wordt het bovenste grondwater bemonsterd op zestien punten, verspreid over alle percelen van het bedrijf. Monsters worden in de winter genomen, omdat er vooral in dat seizoen nutriënten uitspoelen naar het slootwater. In de winter worden er ook monsters genomen van het slootwater.

In de Veenregio worden om dezelfde reden bedrijven in de winter bemonsterd. Bedrijven in de Veenregio zijn meestal niet gedraineerd via buisdrainage maar via greppels en sloten. Hier wordt daarom het grondwater (zestien punten, twee mengmonsters) en slootwater (acht punten, twee mengmonsters) bemonsterd.

In de Lössregio staat het grondwater vaak te diep om te bemonsteren. Om de recente uitspoeling in de Lössregio te monitoren, wordt op zestien punten bodemvocht bemonsterd. Bodemvocht wordt bemonsterd in het najaar, omdat bij koel weer de analyseresultaten niet worden beïnvloed door uitdrogen van het monster tijdens monsternamen. In de Lössregio worden geen sloten bemonsterd, omdat deze niet of nauwelijks aanwezig zijn. De bodemmonsters worden in het lab gemengd en gecentrifugeerd.



*Figuur 1: Schematische weergave van de verschillende watertypen die in het LMM worden bemonsterd*

De grondsoort op een bedrijf stelt eisen en beperkingen aan de aard van de bemonstering. Voor meer informatie over de bemonsteringstrategie wordt verwezen Van Vliet (2010).

Voor het beantwoorden van de vragen uit de evaluatie van de meststoffenwet zijn gegevens uit de LMM-database geselecteerd. Een samenvatting van de geselecteerde gegevens is opgenomen in Tabel 6. Deze selectie is vergelijkbaar met de eerder uitgevoerde selectie voor de EMW 2007 (Hooijboer et al., 2007).

**Tabel 6: Samenvatting monsternamen in het LMM, aantal monsters per bedrijf**

Seizoen	Regio	Drainwater	Grondwater	Bodemvocht	Slootwater
Winter	Klei	Indien > 25% gedraineerd 4 ronden, 16 punten, 1 mengmonster <sup>1</sup>	Indien < 25% gedraineerd, 2 ronden, 16 punten, 2 mengmonsters	-	Max 8 individuele monsters, max 2 mengmonsters
	Veen	Greppelwater, niet in deze EMW.	1 ronde, 16 punten, 2 mengmonsters	-	
	Zand	Indien > 25% gedraineerd 4 ronden, 16 punten, 1 mengmonster <sup>1</sup>	1 ronde, 16 punten, 2 mengmonsters <sup>1</sup>	Indien gr.w.st. > 5 m-mv <sup>3</sup>	
Zomer	Klei	-	-	-	Max 8 individuele monsters, max 2 mengmonsters
	Veen	-	-	-	
	Zand	-	1 ronde, 16 punten, 2 mengmonsters	-	
Najaar	Löss	geen	Alleen indien gr.w.st. < 3 m-mv, 1 mengmonster <sup>3</sup>	1 ronde, 16 punten, 2 mengmonsters.	-

- 1) 1 mengmonster per ronde, in totaal 4 mengmonsters.
- 2) De drainwater en grondwatergegevens van het LMM-programma voor de gedraineerde delen van de Zandregio zijn niet gebruikt voor het bepalen van de gemiddelde concentratie en trends omdat het een beperkte groep bedrijven betreft. Wel zijn deze gegevens gebruikt bij het bepalen van de relatie grondwaterkwaliteit en slootwaterkwaliteit in hoofdstuk 5.
- 3) In dat geval 1 mengmonster grondwater en 1 mengmonster bodemvocht.

## 2.5 Verwerking van de gegevens en presentatie

### 2.5.1 Beschrijving van de huidige kwaliteit op landbouwbedrijven

De kwaliteit van het water dat uitspoelt is bepaald per regio en voor de bedrijfstypen per regio afzonderlijk op basis van een meerjarig bedrijfsgemiddelde.

De waterkwaliteitsgegevens van de LMM-bedrijven zijn hiervoor per bedrijf eerst gemiddeld op rondenniveau. Per ronde wordt per watertype (grondwater, drainwater, bodemvocht) het gemiddelde genomen van de verschillende mengmonsters. In de Lössregio kan het voorkomen dat in één ronde naast bodemvocht ook grondwatermonsters worden genomen. Dit komt voor indien de grondwaterstand op sommige punten hoog genoeg is voor grondwatermonsternamen. Indien er in één ronde bodemvocht en grondwater wordt bemonsterd, wordt van deze mengmonsters het gewogen gemiddelde genomen op basis van het aantal individuele monsters die hierin gemengd zijn.

Vervolgens wordt het jaargemiddelde berekend van de verschillende ronden (als er meer ronden zijn genomen) per bedrijf en per chemische parameter. Deze jaargemiddelden per bedrijf worden verder gemiddeld over vier jaar tot een vierjarig gemiddelde per chemische parameter. Van de groep vierjarige



bedrijfsgegevens is het gemiddelde bepaald voor nitraat, stikstof, ammonium en ortho-fosfaat en totaal fosfaat. Voor nitraat en fosfaat worden ook de mediaan en het 5- en 95-percentiel gegeven.

Het meerjarig gemiddelde is bepaald voor de laatste vier jaar die beschikbaar zijn in het LMM. Deze periode valt gedeeltelijk samen met het derde actieprogramma Nitraatrichtlijn dat de periode 2004 tot en met 2009 bestrijkt. Per regio wijkt het seizoen waarin bemonsterd wordt af en dus ook de laatste beschikbare gegevens (zie Tabel 7).

*Tabel 7: periode om het meerjarige gemiddelde te bepalen*

<i>Regio</i>	<i>Periode meerjarig gemiddelde</i>
Zand	2007 t/m 2010
Löss	2007/2008 t/m 2010/2011
Klei	2006/2007 t/m 2009/2010
Veen	2006/2007 t/m 2009/2010

#### *Slootwater*

De kwaliteit van het slootwater is bepaald voor de LMM-regio's Zand, Klei en Veen op basis van een meerjarig bedrijfsgegevens voor de zomer en de winterperiode. Van oudsher vinden de slootwaterbemonsteringen plaats in de winter, omdat dan de uitspoeling vanaf landbouwpercelen naar sloten plaatsvindt. Sinds 2008 wordt ook de slootwaterkwaliteit in de zomer gemonitord om beter aan te kunnen sluiten bij de kwaliteit voor regionaal oppervlaktewater en de normstelling die voor het zomerhalfjaar geldt. De slootwaterkwaliteitsgegevens van de LMM-bedrijven zijn per bedrijf eerst gemiddeld op rondenniveau. Per ronde wordt voor de verschillende slootwatertypen (bedrijfssloot, doorgaande sloot, langsgaande sloot) het gemiddelde genomen van de verschillende mengmonsters die per bedrijf voor die ronde beschikbaar zijn, gewogen naar het aantal individuele monster in het mengmonster.

De hieruit ontstane rondegemiddelden worden per bedrijf gemiddeld naar een jaargemiddelde.

Vervolgens wordt het meerjarige gemiddelde genomen van de bedrijven voor de zomerronden en de winter rondes. Hier komt een zomer- en wintergemiddelde waarde uit per bedrijf. Van de groep meerjaarlijkse gemiddelden per bedrijf is het gemiddelde bepaald voor nitraat, totaal stikstof, ammonium en ortho-fosfaat en totaal fosfaat. Voor stikstof en fosfaat is ook de mediaan en het 5- en 95-percentiel bepaald.

*Tabel 8: periodes per regio waarover de slootwatergemiddelden zijn genomen*

<i>Regio</i>	<i>Seizoen</i>	<i>Periode meerjarig gemiddelde</i>
Zand	Winter	2006/2007 t/m 2009/2010
	Zomer	2008 t/m 2010
Klei	Winter	2006/2007 t/m 2009/2010
	Zomer	2008 t/m 2010
Veen	Winter	2006/2007 t/m 2009/2010
	Zomer	2008 t/m 2010

#### *Cumulatief frequentiediagram*

Het cumulatief frequentiediagram (het wordt ook wel percentielgrafiek genoemd) is een manier om de spreiding in concentratie op een groep bedrijven

te visualiseren. In deze rapportage worden de gemiddelde concentraties van de laatste vier jaar genomen. De groep bedrijven wordt gesorteerd op volgorde van oplopende concentratie. Vervolgens wordt deze groep in een grafiek geplot, waarbij de concentratie op de y-as komt en het percentage bedrijven op de x-as. Hieruit kunnen de percentielwaarden afgelezen worden. De mediaan (50 percentiel) kan afgelezen worden door bij 50% op de x-as de concentratie af te lezen op de y-as. 50% van de bedrijven heeft een hogere waarde dan de mediaan en 50% van de bedrijven heeft een lagere concentratie. Hetzelfde geldt voor het 95-percentiel; 5% van de bedrijven heeft een hogere waarde dan deze concentratie die afgelezen wordt op de y-as en 95% van de bedrijven heeft een lagere concentratie.

#### *Boxplot*

In de beschrijvende statistiek is een boxplot (of snorre-doos, of doosdiagram) een grafische weergave van de vijfgetallensamenvatting. Deze vijfgetallensamenvatting bestaat uit het minimum, het eerste kwartiel, de mediaan (of tweede kwartiel), het derde kwartiel en het maximum van de waargenomen data. Een boxplot is daarmee een weliswaar sterk vereenvoudigde, maar zeer bruikbare, voorstelling van de verdeling van de data (<http://nl.wikipedia.org/wiki/Boxplot>). In Figuur 34 is een boxplot weergegeven. De gekleurde balken geven alle waarnemingen weer die tussen het 25-percentiel en het 75-percentiel vallen. De zwarte band in de gekleurde balk geeft de mediaan (50-percentiel aan). Daarbuiten worden met de horizontale gestippelde lijntjes de uitersten aangegeven.

### 2.5.2 **Beschrijving van de trend op landbouwbedrijven**

Om de trend te bepalen op de verschillende groepen bedrijven wordt voor het uitspoelingswater per groep het gemiddelde genomen van de jaargemiddelde kwaliteit. Voor slotwater wordt het gemiddelde genomen van de wintergemiddelden en van de zomergemiddelden. In de trendfiguren zijn alleen gemiddelde concentraties opgenomen indien van zeven of meer bedrijven gegevens aanwezig zijn. Bij minder bedrijven is de groep te klein om nog voldoende representatief te zijn. In de tabellen van Bijlage 2 zijn de aantallen bedrijven gegeven voor de verschillende groepen. Voor de trendgrafieken geldt dat het gegeven jaartal, het jaar is waarin is gemeten. Voor de Kleiregio, Veenregio en voor de slotwatermonsters in de Zandregio in de winter geldt dat de getallen betrekking hebben op de winter volgend op het jaar. Met 2005 wordt bijvoorbeeld de winter van 2005/2006 bedoeld.

### 2.5.3 **Weerscorrectie en steekproefcorrectie**

Het effect van variërende natuurlijke invloeden (neerslagoverschot, bodemtype, grondwaterstand) en variaties in de samenstelling van bemonsterde bedrijven (steekproefeffecten) op de gemeten nitraatconcentratie wordt statistisch gemodelleerd samen met voor elk jaar een apart jaar effect. Hierbij wordt de REML-procedure gebruikt (Payne et al., 2008a, 2008b). De beleids- (N-overschot, N-gebruik) en bedrijfsvoeringseffecten (gewas, beweiding et cetera) worden buiten het model gelaten. Met dit model wordt per jaar en per bedrijfstype een nitraatconcentratie geschat voor gelijke natuurlijke invloeden. Dit zijn de zogenoemde geïndexeerde concentraties. De geïndexeerde nitraatconcentraties worden vervolgens gewogen gemiddeld met het areaal per bedrijfstype in de Zandregio. Voor meer details over de methode voor weers- en steekproefcorrectie wordt verwezen naar Boumans en Fraters (2011).

#### 2.5.4 **Relatie grondwater – slootwater – drainwater**

Voor het onderzoek naar de relatie tussen grondwater, slootwater en drainwater (hoofdstuk 5) is gebruikgemaakt van de gegevens van het programma voor de gedraineerde delen van de Zandregio (Figuur 26 in paragraaf 5.1 en Buis et al., 2011), aangevuld met gegevens van het normale zomerprogramma in de Zandregio.

Voor de vergelijking tussen grondwater, slootwater en drainwater in de winterperiode is gebruikgemaakt van de winterbemonsteringen uit het programma voor de gedraineerde delen van de Zandregio. Hierbij is gebruikgemaakt van alle beschikbare jaren tussen seizoen 2004/2005 en seizoen 2009/2010. Hierdoor is meer data beschikbaar voor de middeling en wordt het effect van weersinvloeden verminderd (Boumans en Fraters, 2011).

Voor de vergelijking van de slootwatergegevens en grondwatergegevens in de zomerperiode, is gebruikgemaakt van de zomerslootwatergegevens van de bedrijven in de gedraineerde delen van de Zandregio tussen 2008 en 2010. Deze slootwatergegevens zijn vergeleken met de grondwatergegevens van deze bedrijven gedurende deze periode, die zijn verzameld in het normale zomerzandprogramma.

Op basis van deze gegevens zijn, per seizoen, langjarige bedrijfsgemiddelden berekend op vergelijkbare wijze als hierboven omschreven.

### 3 Huidige milieukwaliteit

In dit hoofdstuk wordt de vraag beantwoord:

*Wat is de milieukwaliteit van het bovenste grondwater (uitspoelingswater) en oppervlaktewater (slootwater) als het gaat om nitraat en fosfaat? Maak hierbij voor grondwater onderscheid naar de:*

- *in het LMM onderscheiden regio's (Zand, Klei, Veen en Löss) en binnen de Zandregio tussen de gemeten kwaliteit op LMM-landbouwbedrijven in Noord, Midden- en Zuid-Nederland;*
  - *in het LMM onderscheiden sectoren melkvee, akkerbouw en overig.*
- Maak hierbij voor slootwater onderscheid naar de in het LMM onderscheiden regio's (Zand, Klei, Veen).*

#### 3.1 Uitspoelingswater

##### 3.1.1 Verschillen tussen regio's

In Zandregio als geheel is de gemiddelde nitraatconcentratie in het uitspoelingswater 69 mg/l. Dit ligt boven de nitraatnorm van 50 mg/l. In de Lössregio wordt gemiddeld de hoogste nitraatconcentratie gemeten met 82 mg/l, ruim boven de norm. In de Kleiregio is de gemiddelde nitraatconcentratie over de afgelopen vier jaar (35 mg/l) lager dan de nitraatnorm. In de Veenregio is de nitraatconcentratie in het uitspoelingswater het laagst met 9 mg/l (zie Tabel 9). In de Veenregio worden wel relatief hoge ammonium en organisch stikstofconcentraties gemeten. Hierdoor is de stikstofconcentratie van 10 mg/l ongeveer gelijk aan de Kleiregio (9,7 mg/l).

Bedrijven in de Zandregio hebben gemiddeld een fosfaatconcentratie van 0,094 mg P/l in het uitspoelingswater. De fosfaatconcentratie in de Lössregio is het laagst, gemiddeld onder de detectielimiet (<0,06 mg P/l). De fosfaatconcentratie in het uitspoelingswater van de Kleiregio is 0,23 mg P/l. In de Veenregio is de fosfaatconcentratie het hoogst met 0,45 mg P/l gemiddeld (zie Tabel 9).

*Tabel 9: Gemiddelde concentratie nutriënten (mg/l) in het uitspoelingswater (gem) en standaardfout (se) voor de regio's, 2007-2010*

	norm	Zandregio		Lössregio		Kleiregio		Veenregio	
		gem	se	gem	se	gem	se	gem	se
Nitraat (NO <sub>3</sub> )	50	69	3,5	82	8,8	35	3,0	9,0	1,6
Totaal-N (N)		18	0,74	19	2,0	9,7	0,68	10	0,66
N-organisch (N)		1,9	0,23	0,64	0,13	1,2	0,058	3,4	0,47
Ammonium (NH <sub>4</sub> )		1,3	0,12	0,14	0,01	0,90	0,20	6,0	0,62
Ortho-fosfaat (P)		0,084	0,011	0,023	0,003	0,19	0,019	0,38	0,039
Totaal-P (P)		0,094	0,013	<0,06	-	0,23	0,022	0,45	0,045

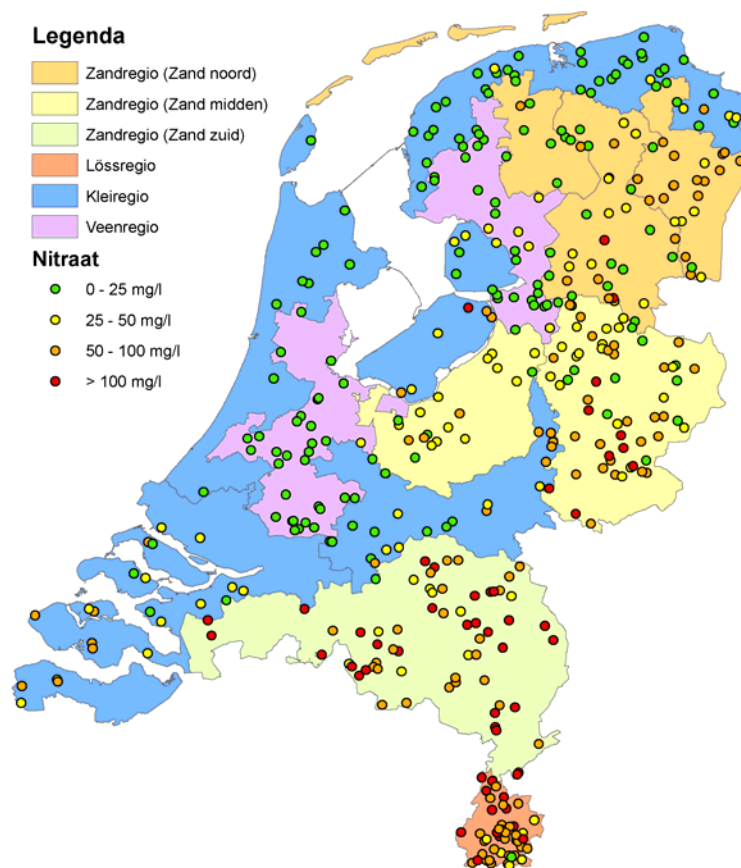
Het feit dat een regio gemiddeld onder de norm ligt, betekent niet dat alle bedrijven in deze regio onder de norm liggen. Voor nitraat in het uitspoelingswater geldt dat in de Zandregio 43% van de bedrijven een gemiddelde nitraatconcentratie hebben die onder de nitraatnorm ligt. Voor de Lössregio geldt dit voor 23% van de bedrijven. In de Kleiregio heeft 78% van de bedrijven gemiddeld een nitraatconcentratie in het uitspoelingswater onder de

norm en in de Veenregio voldoen alle bedrijven gemiddeld aan de norm (zie Tabel 10 en Figuur 3).

*Tabel 10: Areaal, aantal bedrijven, percentage bedrijven onder de nitraatnorm en percentielen in het uitspoelingswater van de regio's, gemiddelde 2007-2010*

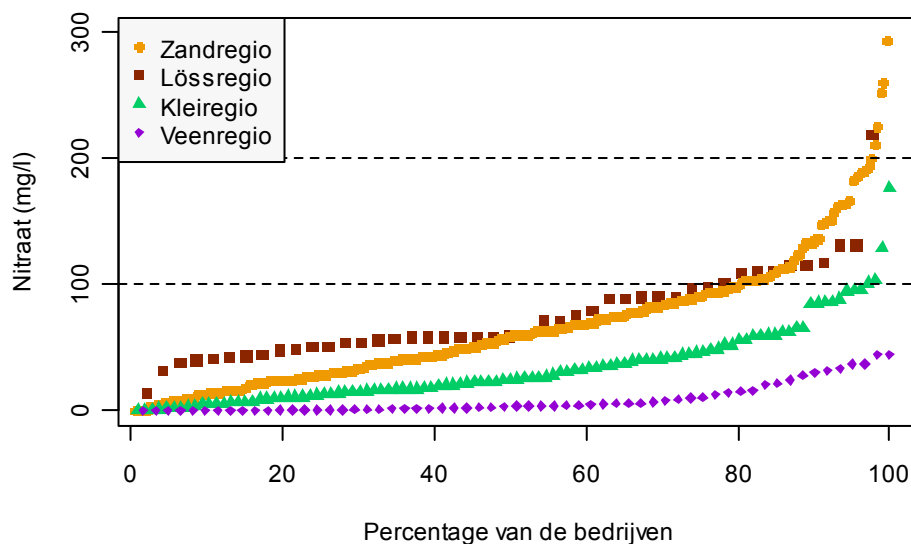
Regio	Areaal (% van Nederland)	Aantal bedrijven	Percentage bedrijven onder norm (%)	5% (mg/l)	50% (mg/l)	95% (mg/l)
Zand	46,4	230	43	8	59	167
Löss	1,5	44	23	38	62	131
Klei	39,7	102	78	3	25	95
Veen	12,4	61	100	<0,31	4	37

In de Zandregio worden veel overschrijdingen aangetroffen van de nitraatnorm (zie Figuur 2). De hoogste concentraties in de Zandregio (> 100 mg/l) worden aangetroffen in het oosten en zuiden van het land. Ook in de Lössregio komen nitraatconcentraties boven de 100 mg/l voor. In de Kleiregio worden ook overschrijdingen aangetroffen van de nitraatnorm, maar vrijwel altijd onder de 100 mg/l en veel minder talrijk dan in de Zand- en Lössregio. De meeste overschrijdingen van de nitraatnorm in de Kleiregio worden aangetroffen in Zeeland en Flevoland en het rivierengebied. Bedrijven in de Veenregio overschrijden de norm niet van 50 mg/l niet. Het merendeel van de bedrijven bevindt zich in de laagste klasse (0-25 mg/l).



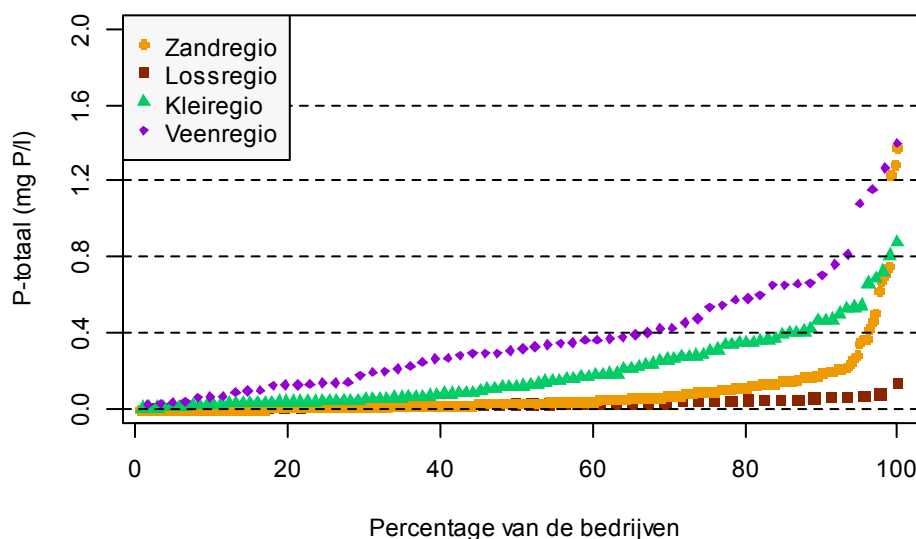
*Figuur 2: Indeling van LMM-bedrijven op basis van de gemiddelde nitraatconcentratie in het uitspoelingswater, 2007-2010*

De spreiding in nitraatconcentratie wordt ook gevisualiseerd in de cumulatieve frequentiediagrammen (zie Figuur 3). Hierin worden alle vierjaarlijkse bedrijfsgemiddelden gesorteerd naar oplopende nitraatconcentratie. Hieruit kunnen ook de mediaan en het 5- en 95-percentiel afgeleid worden (zie ook Tabel 10). Uit de figuur blijkt dat het verschil tussen de Zand- en Lössregio vooral bepaald wordt door de lage nitraatconcentraties. In de Lössregio komen niet per se hogere concentraties voor dan in de Zandregio (de 95-percentielwaarde voor nitraat in de Zandregio is hoger dan die voor de Lössregio), maar in de Zandregio komen wel veel lagere nitraatconcentraties voor. Dit heeft hoogstwaarschijnlijk te maken met het feit dat er in de Zandregio een veel grotere range in grondwaterstanden en bodemtypen is. In de natte gedeelten van de Zandregio worden veel lage nitraatconcentraties gemeten. De Lössregio is wat dat betreft veel homogener.



*Figuur 3: Cumulatief frequentiediagram van de gemiddelde nitraatconcentratie in het uitspoelingswater van de regio's, 2007-2010*





Figuur 4: Cumulatief frequentiediagram van de gemiddelde fosfaatconcentratie in het uitspoelingswater van de regio's, 2007-2010

### 3.1.2

#### **De Zandregio**

Binnen de Zandregio is de gemeten kwaliteit van het uitspoelingswater op de LMM-bedrijven bepaald voor Zand noord, Zand midden en Zand zuid en voor de totale Zandregio voor de sectoren melkvee, akkerbouw, hokdierbedrijven en overige bedrijven.

De gemeten nitraatconcentratie in het uitspoelingswater op bedrijven in Zand noord is 46 mg/l. Zand midden is iets hoger met gemiddelde 56 mg/l. De gemeten nitraatconcentratie op bedrijven in Zand zuid is het hoogst is met 109 mg/l.

De verschillen tussen de zandgebieden zijn ook duidelijk zichtbaar in het cumulatieve frequentiediagram van de nitraatconcentratie (zie Figuur 5). Zand zuid heeft een grotere range en duidelijk hogere concentraties. In Zand noord blijven bijna alle bedrijven onder de 100 mg/l, terwijl in Zand midden wel op circa 10% van de bedrijven concentraties boven de 100 mg/l in het uitspoelingswater wordt gemeten (zie ook Figuur 2). In zowel in Zand noord als in Zand midden haalt 53% van de bedrijven de norm, in Zand zuid geldt dit voor 18% van de bedrijven (zie Figuur 5 en Tabel 12).

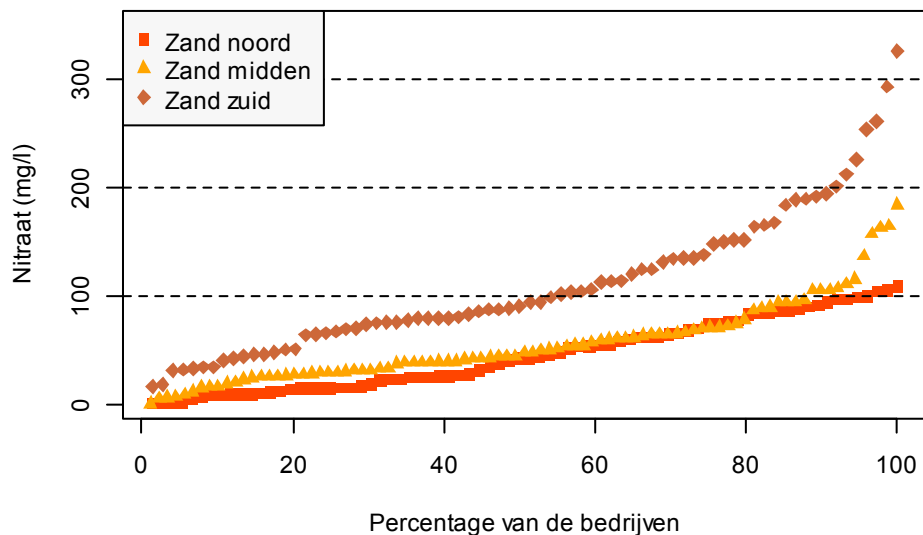
In Zand noord is de fosfaatconcentratie gemiddeld 0,12 mg/l. In Zand midden is de fosfaatconcentratie iets lager (0,085 mg/l), gelijk aan de fosfaatconcentratie in gemiddeld in Zand zuid.

Tabel 11: Gemiddelde concentratie nutriënten (mg/l) in het uitspoelingswater (gem) en standaardfout (se) voor de zandgebieden, 2007-2010

	norm	Noord		Midden		Zuid	
		gem	se	gem	se	gem	se
Nitraat	50	46	3,8	56	4,0	109	7,7
N-totaal		15	1,0	15	0,87	27	1,6
N-organisch		2,7	0,59	1,8	0,12	1,6	0,50
Ammonium		2,2	0,28	0,96	0,14	0,83	0,15
Ortho-fosfaat		0,10	0,027	0,077	0,011	0,078	0,024
Totaal fosfaat		0,12	0,032	0,085	0,013	0,085	0,026

Tabel 12: Aantal bedrijven, percentage bedrijven onder de nitraatnorm en percentielen in het uitspoelingswater van de zandgebieden, gemiddelde 2007-2010

Zandgebied	Aantal bedrijven	Percentage onder norm (%)	5% (mg/l)	50% (mg/l)	95% (mg/l)
Noord	74	53	4	44	99
Midden	88	53	9	45	129
Zuid	65	18	33	90	211



Figuur 5: Cumulatief frequentiediagram van de gemiddelde nitraatconcentratie in het uitspoelingswater van de zandgebieden, 2007-2010

De gemeten nitraatconcentratie in het uitspoelingswater is op melkveebedrijven in de Zandregio van alle onderscheiden bedrijfstypen het laagst (52 mg/l). De akkerbouwbedrijven hebben een gemiddelde concentratie van 79 mg/l over de afgelopen vier jaar. De hokdierbedrijven hebben gemiddeld gezien de hoogste nitraatconcentratie met 131 mg/l (zie Tabel 13) en de overige bedrijven hebben een gemiddelde nitraatconcentratie van 70 mg/l. Alle bedrijfstypen hebben gemiddeld een hogere nitraatconcentratie in het uitspoelingswater dan de nitraatnorm.

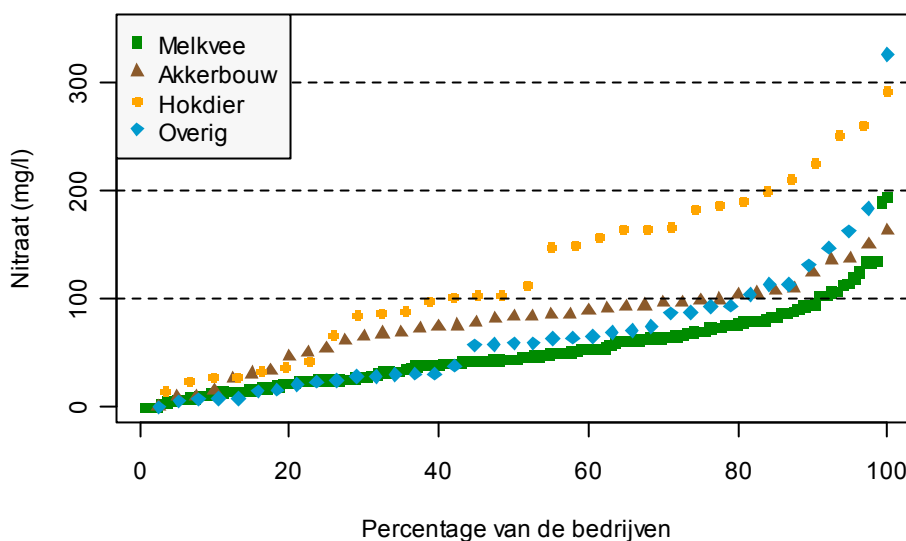
Tabel 13: Gemiddelde concentratie nutriënten (mg/l) in het uitspoelingswater (gem) en standaardfout (se) voor de Zandregio per bedrijfstype, 2007-2010

	norm	Melkvee		Akkerbouw		Hokdier		Overig	
		gem	se	gem	se	gem	se	gem	se
Nitraat	50	52	3,1	79	6,2	131	14	70	10
N-totaal		15	0,68	22	1,6	31	2,9	18	2,1
N-organisch		2,1	0,26	2,4	1,1	1,2	0,43	1,5	0,23
Ammonium		1,3	0,14	1,6	0,39	0,79	0,20	1,6	0,36
Ortho-fosfaat		0,078	0,013	0,078	0,037	0,12	0,050	0,090	0,022
Totaal fosfaat		0,089	0,014	0,081	0,046	0,13	0,054	0,10	0,024

Ook voor de bedrijfstypen in de Zandregio geldt dat de individuele bedrijven flink kunnen afwijken van het gemiddelde. Van de melkveebedrijven voldoet 55% aan de nitraatnorm, van de akkerbouwbedrijven geldt dit voor 21% van de bedrijven. Voor hokdierbedrijven geldt dat 23% van de bedrijven de norm haalt, 41% van de overige bedrijven voldoet aan de norm (zie Figuur 6 en Tabel 14).

Tabel 14: Areaal, aantal bedrijven, percentage bedrijven onder de nitraatnorm en percentielen in het uitspoelingswater in de Zandregio per bedrijfstype, gemiddelde 2007-2010

Bedrijfstype	Areaal (% van Zandregio)	Aantal bedrijven	Percentage onder norm (%)	5% (mg/l)	50% (mg/l)	95% (mg/l)
Melkvee	47,5	134	55	7	45	116
Akkerbouw	16,2	39	21	10	84	139
Hokdier	5,7	30	23	27	127	258
Overig	24,2	37	41	7	59	167



Figuur 6: Cumulatief frequentiediagram van de gemiddelde nitraatconcentratie in het uitspoelingswater voor de bedrijfstypen in de Zandregio, 2007-2010

### 3.1.3 De Lössregio

Binnen de Lössregio is de gemeten kwaliteit op LMM-bedrijven bepaald voor de sectoren melkvee, akkerbouw en overige bedrijven.

In de Lössregio geldt, net als in de Zand- en Kleiregio, dat de melkveebedrijven met 54 mg/l gemiddeld de laagste nitraatconcentratie in het uitspoelingswater hebben. De akkerbouwbedrijven hebben een gemiddelde nitraatconcentratie van 115 mg/l en zijn daarmee de hoogste van de drie bedrijfstypen in de Lössregio. De overige bedrijven hebben gemiddeld 88 mg/l nitraat in het uitspoelingswater.

In de Lössregio wordt zeer weinig fosfaat aangetroffen in het uitspoelingswater. Het gemiddelde van alle bedrijfstypen is kleiner dan de detectielimiet (zie Tabel 15).

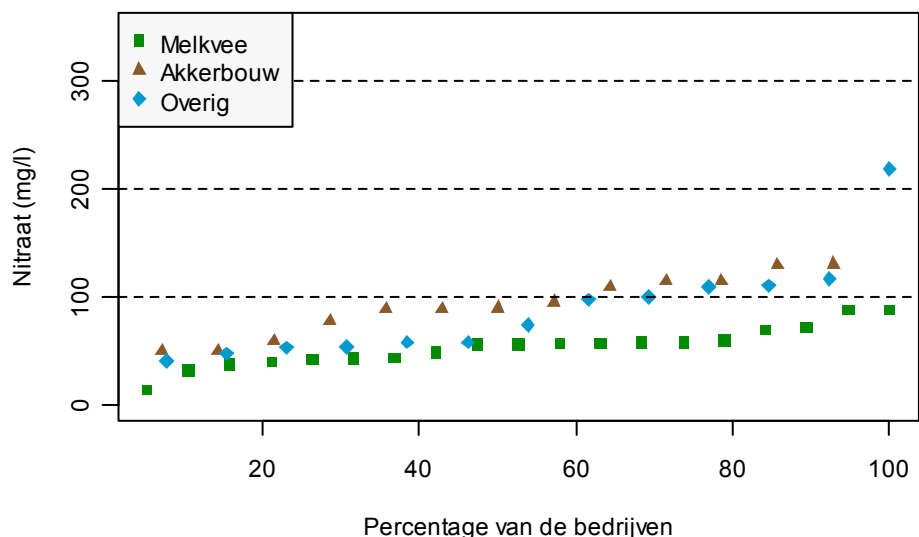
*Tabel 15: Gemiddelde nutriëntenconcentratie (mg/l) in het uitspoelingswater (gem) en standaardfout (se) voor de Lössregio en opgesplitst naar bedrijfstype (2007-2010)*

	norm	Melkvee		Akkerbouw		Overig	
		gem	se	gem	se	gem	se
Nitraat	50	54	4,2	115	23	88	13
N-totaal		13	0,94	27	5,2	20	2,9
N-organisch		0,85	0,23	0,75	0,19	0,20	0,26
Ammonium		0,13	0,005	0,15	0,027	0,16	0,015
Ortho-fosfaat		0,026	0,004	0,015	0,004	0,029	0,010
Totaal fosfaat		<0,06	-	<0,06	-	<0,06	-

De drie bedrijfstypen zitten gemiddeld boven de nitraatnorm, maar dat geldt uiteraard niet voor alle bedrijven. Van de melkveebedrijven blijft 42% onder de norm. De akkerbouwbedrijven in de Lössregio hebben wel allemaal een nitraatconcentratie die hoger is dan de nitraatnorm. Van de overige bedrijven haalt 15% van de bedrijven de nitraatnorm (zie Tabel 16 en Figuur 7).

*Tabel 16: Areaal, aantal bedrijven, percentage bedrijven onder de nitraatnorm en percentielen in het uitspoelingswater in de Lössregio per bedrijfstype, gemiddelde 2007-2010*

Bedrijfstype	Areaal (% van de Lössregio)	Aantal bedrijven	Percentage onder norm	5% (mg/l)	50% (mg/l)	95% (mg/l)
Melkvee	26,4	19	42	30	57	89
Akkerbouw	34,2	14	0	51	93	226
Overig	30,3	13	15	45	75	158



Figuur 7: Cumulatief frequentiediagram van de gemiddelde nitraatconcentratie in het uitspoelingswater voor de bedrijfstypen in de Lössregio, 2007-2010

#### 3.1.4

#### **De Kleiregio**

Binnen de Kleiregio is de gemeten kwaliteit op LMM-bedrijven bepaald voor de sectoren melkvee, akkerbouw en overige bedrijven.

In de Kleiregio is voor de verschillende onderscheiden sectoren hetzelfde beeld zichtbaar als in de Zand- en Lössregio. De gemiddelde nitraatconcentratie in het uitspoelingswater op de melkveebedrijven is het laagst (27 mg/l) en de gemiddelde nitraatconcentratie bij akkerbouwbedrijven is het hoogst (47 mg/l). De overige bedrijven blijven hier tussen in met gemiddeld 32 mg/l nitraat in het uitspoelingswater. Alle bedrijfstypen blijven gemiddeld onder de nitraatnorm (zie Tabel 17).

Tabel 17: Gemiddelde concentratie nutriënten (mg/l) in het uitspoelingswater (gem) en standaardfout (se) voor de Kleiregio per bedrijfstype, 2007-2010

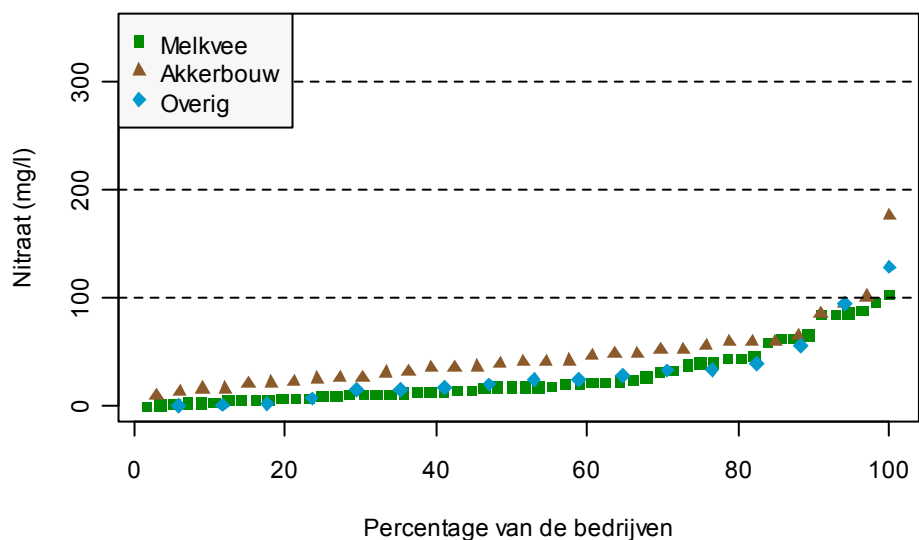
	norm	Melkvee		Akkerbouw		Overig	
		gem	se	gem	se	gem	se
Nitraat	50	27	3,6	47	5,6	32	8,2
N-totaal		8,1	0,80	13	1,3	8,8	1,9
N-organisch		1,3	0,073	0,94	0,11	1,1	0,12
Ammonium		0,76	0,100	1,3	0,60	0,51	0,15
Ortho-fosfaat		0,21	0,024	0,14	0,030	0,22	0,061
Totaal fosfaat		0,26	0,029	0,17	0,037	0,25	0,069

Ingezoomd op bedrijfsniveau blijkt dat 83% van de melkveebedrijven een nitraatconcentratie in het uitspoelingswater heeft die onder de nitraatnorm blijft. 67% van de akkerbouw bedrijven voldoet gemiddeld aan de norm en van de overige bedrijven voldoet 82% aan de nitraatnorm in het uitspoelingswater (zie Tabel 18 en Figuur 8).

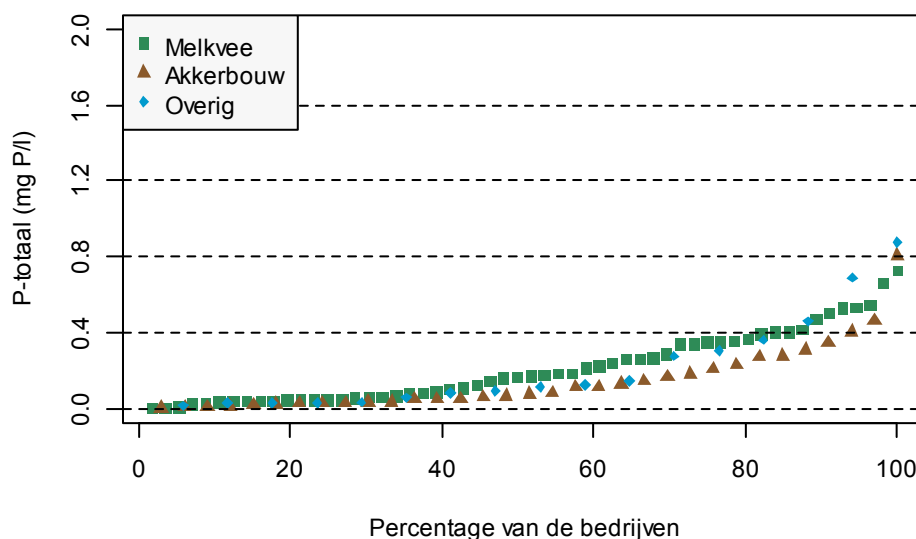
De gemiddelde fosfaatconcentratie in het uitspoelingswater op melkveebedrijven in de Kleiregio is 0,26 mg/l. De fosfaatconcentratie op akkerbouwbedrijven is gemiddeld lager met 0,17 mg/l. Op overige bedrijven wordt een gemiddelde fosfaatconcentratie van 0,25 mg P/l in het uitspoelingswater bepaald.

*Tabel 18: Areaal, aantal bedrijven, percentage bedrijven onder de nitraatnorm en percentielen in het uitspoelingswater in de Kleiregio per bedrijfstype, gemiddelde 2007-2010*

Bedrijfstype	Areaal (% van de Kleiregio)	Aantal bedrijven	Percentage onder norm (%)	5% (mg/l)	50% (mg/l)	95% (mg/l)
Melkvee	30,2	58	83	2	17	86
Akkerbouw	39,9	33	67	15	41	98
Overig	15,5	17	82	1	25	102



*Figuur 8: Cumulatief frequentiediagram van de gemiddelde nitraatconcentratie in het uitspoelingswater in de Kleiregio per bedrijfstype, 2007-2010*



Figuur 9: Cumulatief frequentiediagram van de gemiddelde fosfaatconcentratie in het uitspoelingswater in de Kleiregio per bedrijfstype, 2007-2010

### 3.2 Huidige kwaliteit slootwater

Slootwater wordt gerapporteerd per winterhalfjaargemiddelde en per zomerhalfjaargemiddelde (van de zomerbemonsteringen zijn de laatste drie jaar beschikbaar). Slootwater wordt in tegenstelling tot uitspoelingswater niet getoetst aan nitraat maar aan de stikstofconcentratie.

In het winterhalfjaar is de stikstofconcentratie in de sloten van de Zandregio gemiddeld het hoogst met 12 mg/l (zie Tabel 19). In de Kleiregio is deze 5,8 mg/l gemiddeld en in de Veenregio is de slootwaterconcentratie gemiddeld 4,1 mg/l. Voor alle drie de regio's geldt dat gemiddeld gezien de toetswaarde voor slootwater (2,4 mg/l) overschreden wordt.

In het zomerhalfjaar is de stikstofconcentratie in de sloten van de drie regio's gemiddeld ongeveer gehalveerd ten opzichte van het winterhalfjaar (zie Tabel 20). In het zomerhalfjaar is de stikstofconcentratie in de Zandregio het hoogst met 5,2 mg/l. Deze waarde is boven de toetswaarde van 2,4 mg/l. In de Kleiregio en in de Veenregio wordt deze toetswaarde wel gehaald met respectievelijk 2,4 en 2,1 mg/l.

In de Zandregio is in het winterhalfjaar de gemiddelde fosfaatconcentratie het laagst met 0,093 mg P/l (zie Tabel 19). In de Kleiregio is de gemiddelde concentratie in de sloten 0,27 mg P/l en in de Veenregio is de gemiddelde fosfaatconcentratie 0,17 mg P/l. Gemiddeld gezien voldoet alleen de Kleiregio niet aan de toetswaarde voor slootwater.

De sloten in de Zandregio hebben in de zomer een fosfaatconcentratie van 0,20 mg P/l, net onder de toetswaarde van 0,22 mg P/l. De sloten in de Kleiregio hebben gemiddeld een fosfaatconcentratie van 0,72 mg P/l, in de Veenregio wordt in de sloten een gemiddelde fosfaatconcentratie gemeten van

0,26 mg P/l. In zowel de Klei- als de Veenregio wordt de toetswaarde overschreden.

*Tabel 19: Gemiddelde concentratie nutriënten (mg/l) in het slootwater (gem) en standaardfout (se) in de winter in de regio's, 2007-2010*

	toetswaarde	Zand		Klei		Veen	
		gem	se	gem	se	gem	se
Nitraat		45	4,9	18	1,7	4,4	0,65
N-totaal	2,4	12	1,1	5,8	0,40	4,1	0,22
N-organisch		1,4	0,11	1,1	0,053	1,8	0,083
Ammonium		0,85	0,13	0,85	0,086	1,7	0,16
Ortho-fosfaat		0,078	0,015	0,23	0,031	0,12	0,022
Totaal fosfaat	0,22	0,093	0,018	0,27	0,033	0,17	0,027

*Tabel 20: Gemiddelde concentratie nutriënten (mg/l) in het slootwater (gem) en standaardfout (se) in de zomer in de regio's, 2008-2010*

	toetswaarde	Zand		Klei		Veen	
		gem	se	gem	se	gem	se
Nitraat		11	3,9	2,6	0,44	0,47	0,12
N-totaal	2,4	5,2	0,96	2,4	0,15	2,1	0,12
N-organisch		1,4	0,14	1,1	0,049	1,6	0,067
Ammonium		1,6	0,53	0,90	0,14	0,47	0,098
Ortho-fosfaat		0,16	0,038	0,64	0,070	0,21	0,033
Totaal fosfaat	0,22	0,20	0,048	0,72	0,078	0,26	0,038

Als er ingezoomd wordt op bedrijfsniveau ligt 4% van de bedrijven in Zandregio in de winter onder de toetswaarde. Voor sloten in de Kleiregio die gemeten zijn in de winter geldt dat 12% onder de toetswaarde ligt. Voor de sloten in de Veenregio geldt dat 13% van de bedrijven in de winter onder de toetswaarde blijft (zie Tabel 21 en Figuur 10).

In de zomer is de stikstofconcentratie lager dan in de winter. 31% van de bedrijven in de Zandregio heeft een gemiddelde stikstofconcentratie onder de toetswaarde (zie Tabel 21). Voor de Kleiregio in de zomer geldt dit voor 67% van de bedrijven, in de Veenregio voldoet 72% van de bedrijven in de zomer aan de toetswaarde voor stikstof in sloten.

*Tabel 21: Aantal bedrijven en percentage dat gemiddeld voldoet aan de toetswaarde voor stikstof (2,4 mg/l) in slootwater en percentielen zomer (2008-2010) en winter (2007-2010)*

Regio	Seizoen	Aantal bedrijven	Percentage onder toetswaarde (%)	5% (mg/l)	50% (mg/l)	95% (mg/l)
Zand	winter	56	4	3,2	9,3	25
	zomer	54	31	1,1	3,2	16
Klei	winter	104	12	1,8	4,5	13
	zomer	95	67	0,94	2,0	5,4
Veen	winter	61	13	1,7	3,7	7,2
	zomer	60	72	1,2	1,9	3,9

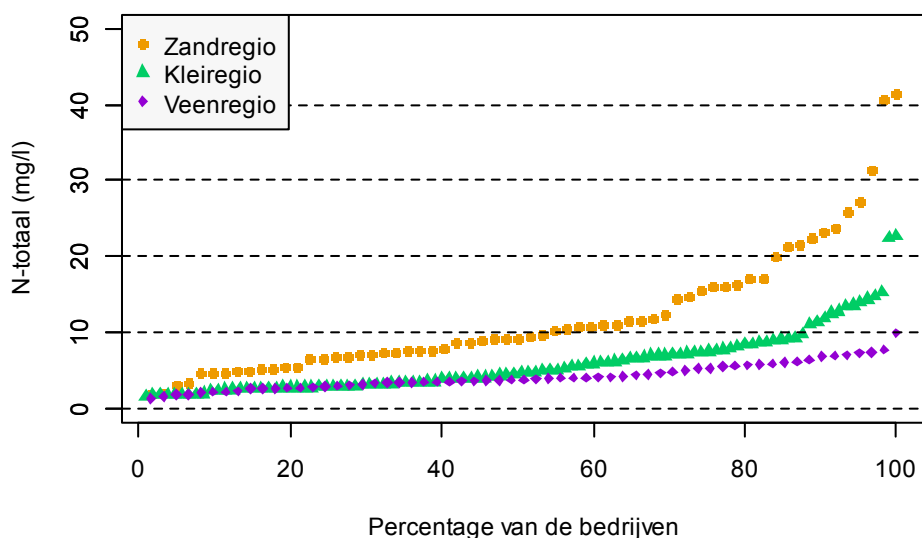
In de winter voldoet 86% van de bedrijven in de Zandregio aan de toetswaarde voor fosfaat (zie Tabel 22). In de Kleiregio voldoet in de winter 62% van de bedrijven gemiddeld aan de toetswaarde. In de Veenregio geldt dit voor 80% van de bedrijven.



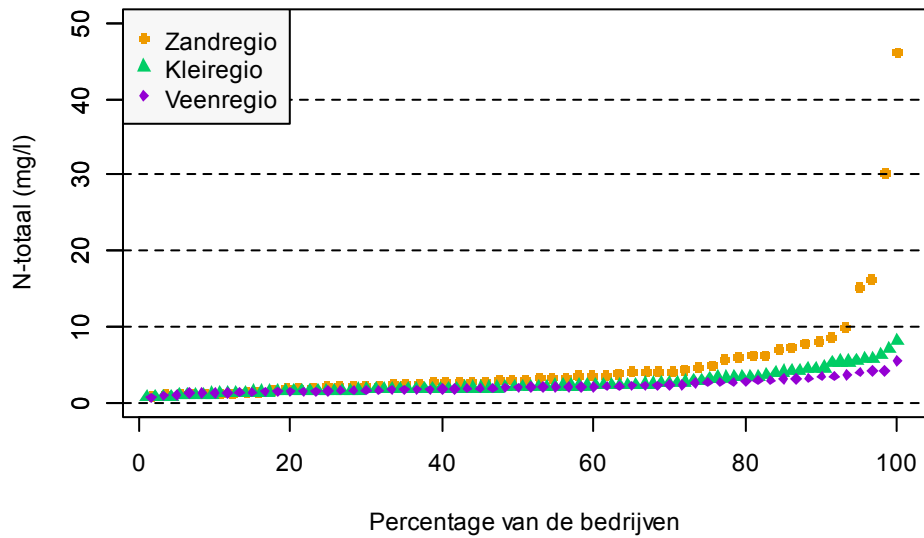
In de zomer is de fosfaatconcentratie hoger dan in de winter. 72% van de bedrijven in de Zandregio voldoet aan de toetswaarde (zie Tabel 22 en Figuur 12). Voor de Kleiregio geldt dat 39% van de bedrijven gemiddeld aan de toetswaarde voldoet. In de Veenregio heeft 60% van de bedrijven een gemiddelde fosfaatconcentratie die lager is dan de toetswaarde van 0,22 mg P/l.

*Tabel 22: Aantal bedrijven en percentage dat gemiddeld voldoet aan de toetswaarde voor fosfaat in slootwater (0,22 mg P/l) en percentielen zomer (2008-2010) en winter (2007-2010)*

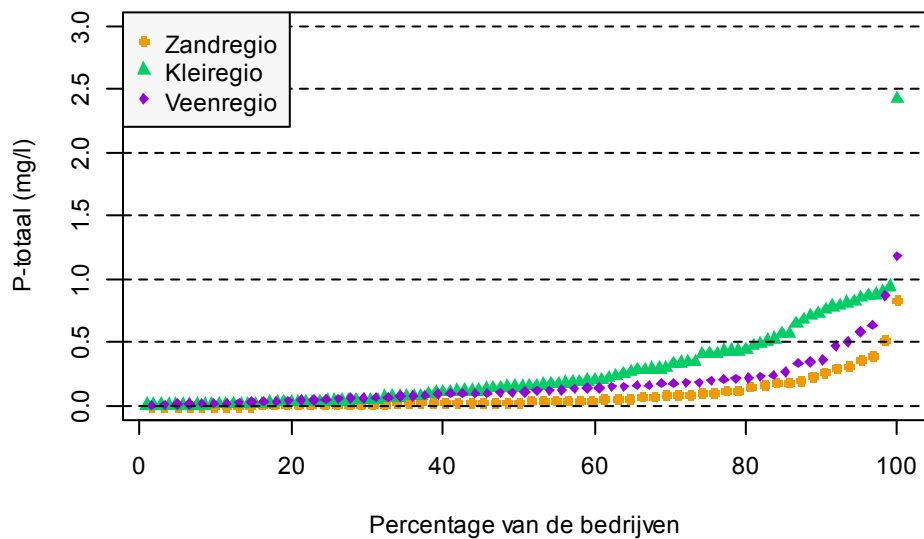
Regio	Seizoen	Aantal bedrijven	Percentage onder toetswaarde (%)	5% (mg P/l)	50% (mg P/l)	95% (mg P/l)
Zand	winter	56	86	<0,06	0,033	0,36
	zomer	54	72	<0,06	0,067	0,93
Klei	winter	104	62	<0,06	0,14	0,84
	zomer	95	39	<0,06	0,37	2,0
Veen	winter	61	80	<0,06	0,10	0,58
	zomer	60	60	<0,06	0,16	0,73



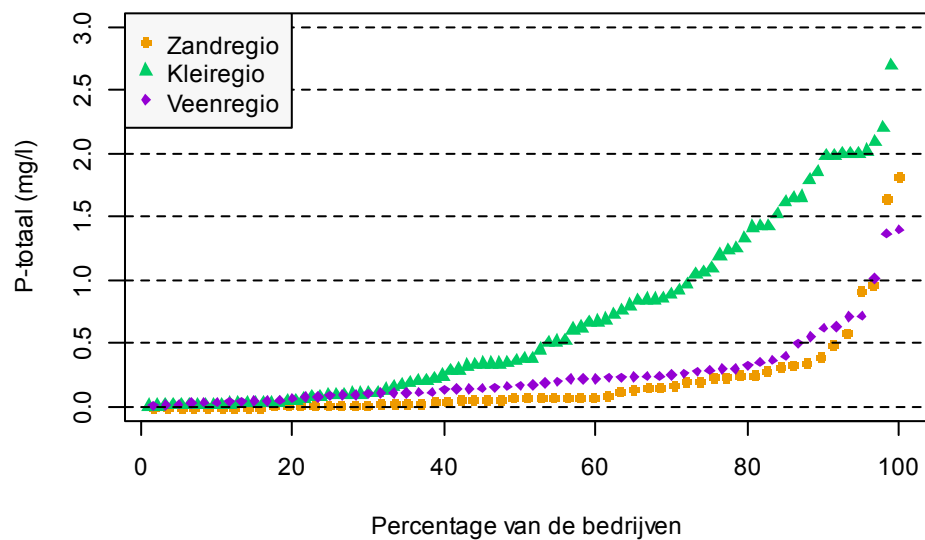
*Figuur 10: Cumulatief frequentiediagram van de gemiddelde stikstofconcentratie in het slootwater (winter) van de bedrijven in de Veenregio, Kleiregio en Zandregio, 2007-2010*



Figuur 11: Cumulatief frequentiediagram van de gemiddelde stikstofconcentratie in het slootwater (zomer) van de bedrijven in de Veenregio, Kleiregio en Zandregio, 2008-2010



Figuur 12: Cumulatief frequentiediagram van de gemiddelde fosfaatconcentratie in het slootwater (winter) van de bedrijven in de Veenregio, Kleiregio en Zandregio, 2007-2010



*Figuur 13: Cumulatief frequentiediagram van de gemiddelde fosfaatconcentratie in het slootwater (zomer) van de bedrijven in de Veenregio, Kleiregio en Zandregio, 2008-2010*

## 4 Trends in milieukwaliteit

In dit hoofdstuk wordt de vraag beantwoord:

*Wat is de ontwikkeling in tijd (jaren; sinds circa 1990) van de kwaliteit van het grondwater als het gaat om nitraat en fosfaat op een toetsdiepte van 0 tot 1 meter in het bovenste grondwater? Maak hierbij onderscheid naar de:*

- *in het LMM onderscheiden regio's (Zand, Klei, Veen en Löss) en binnen de Zandregio tussen LMM-landbouwbedrijven in Noord-, Midden- en Zuid-Nederland;*
- *in het LMM onderscheiden sectoren melkvee, akkerbouw, hokdierbedrijven en overige bedrijven.*

### 4.1 Trends in nitraatconcentratie in het uitspoelingswater

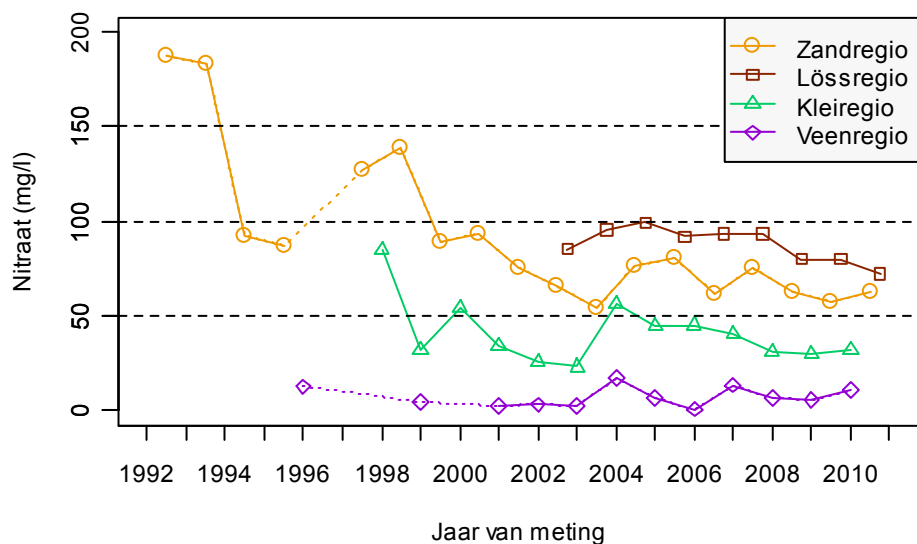
#### 4.1.1 **Verloop van de nitraatconcentratie per regio**

De nitraatconcentratie in de Zandregio is sinds 1992 gedaald van bijna 200 mg/l tot 65 mg/l (zie Figuur 14). Vanaf 2002 stabiliseert de gemeten nitraatconcentratie in de Zandregio. De trendgrafiek van nitraat in de Zandregio vertoont grote schommelingen tussen de jaren.

In de Lössregio is de nitraatconcentratie vanaf het begin van de metingen in 2002 tot en met 2004 toegenomen, vanaf 2004 is er sprake van een daling in de nitraatconcentratie.

De nitraatconcentratie in de Kleiregio vertoont grote variaties gedurende de meetperiode en lijkt vanaf 2004 iets te dalen. De concentratie in 2010 is echter niet lager dan in 2003. De concentratie vertoont in grote lijnen hetzelfde patroon als in de Zandregio, inclusief de grote schommelingen.

De nitraatconcentratie in de Veenregio is constant laag.

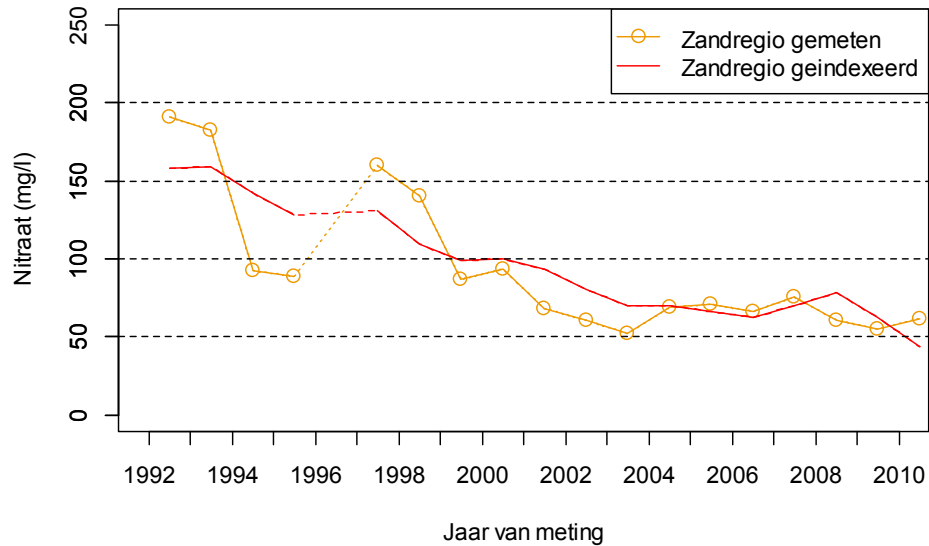


Figuur 14: Verloop van de nitraatconcentratie in het uitspoelingswater van de regio's

#### 4.1.2

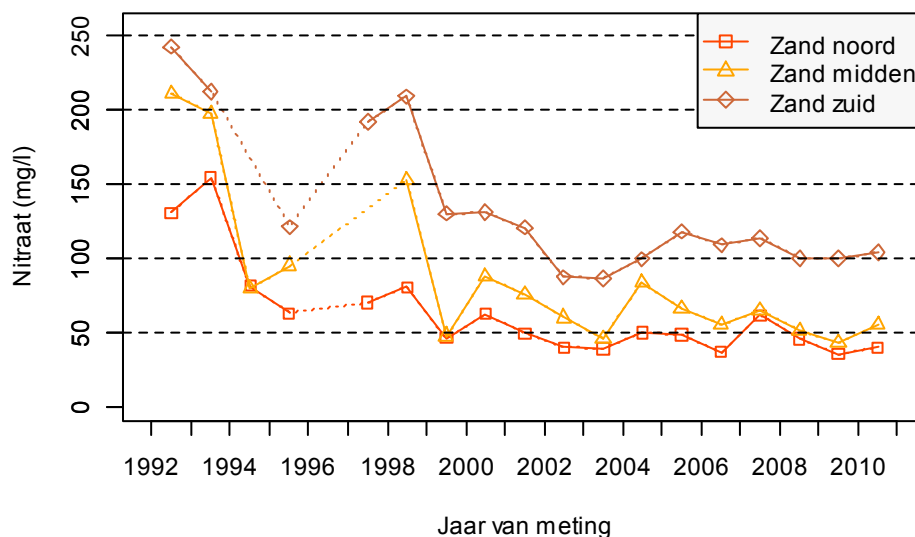
##### **De Zandregio**

De variatie in de trend voor nitraat in het uitspoelingswater van de Zandregio is voor een groot deel het gevolg van weersinvloeden (verdunding door neerslag) en variaties in de steekproef. Aangezien de neerslag per jaar varieert, worden er variaties geïntroduceerd in de nitraatconcentratie die niet gerelateerd kunnen worden aan het mestbeleid. Ook kan de nitraatconcentratie variëren doordat de steekproef verandert. Als er in een jaar bijvoorbeeld meer hokdierbedrijven zijn bemonsterd dan het jaar daarvoor is de nitraatconcentratie hoger. Met het statische model dat ontwikkeld is bij het RIVM worden deze factoren eruit gefilterd. De gecorrigeerde nitraatconcentratie laat een duidelijker trend zien, zonder de ruis van neerslag en steekproef. De gecorrigeerde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater van landbouwbedrijven in de Zandregio is tussen 1992 en 2009 met meer dan 50% afgenomen, van 150 tot 65 milligram per liter (Boumans en Fraters, 2011). In de periode tussen 2006 en 2008 is de gecorrigeerde nitraatconcentratie weer iets gestegen, daarna daalt het weer tot onder 50 mg/l (zie Figuur 15).



*Figuur 15: Trend in de nitraatconcentratie in het uitspoelingswater voor de gemeten (steekproefgecorrigeerde) nitraatconcentratie en de geïndexeerde nitraatconcentratie in de Zandregio*

De daling van de nitraatconcentratie die waargenomen is in de gehele Zandregio geldt voor alle drie de zandgebieden (zie Figuur 16). De nitraatconcentratie in Zand zuid is gedaald van 240 mg/l in 1992 tot ongeveer 100 mg/l vanaf 2002. Zand midden heeft de grootste daling van de nitraatconcentratie met 200 mg/l in 1992 tot 50 mg/l vanaf 2002. In Zand noord is de nitraatconcentratie gemiddeld gedaald van 150 mg/l in 1992 tot (meestal) onder de 50 mg/l vanaf 2002. Voor de drie gebieden geldt dat de gemeten nitraatconcentratie zich stabiliseert vanaf 2002.

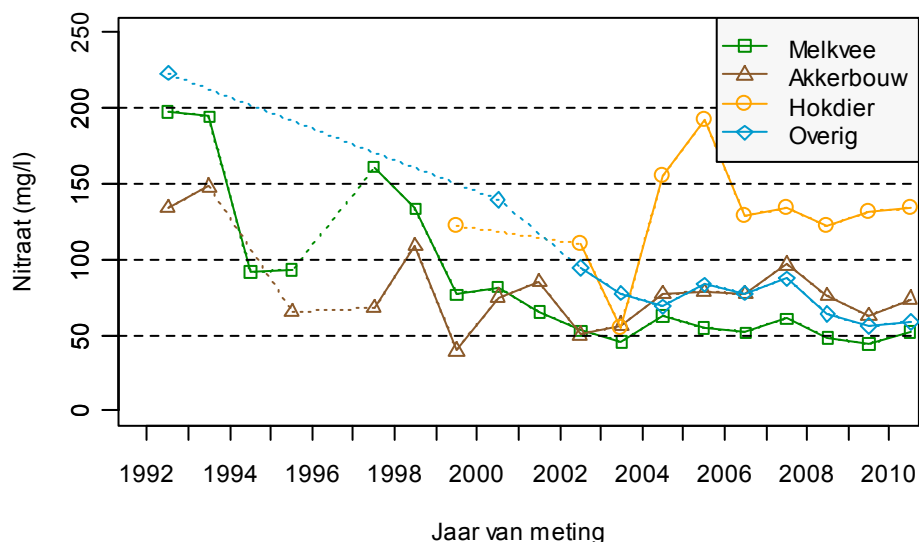


Figuur 16: Trend in de gemeten en ongewogen nitraatconcentratie in het uitspoelingswater voor de verschillende zandgebieden

Van alle bedrijfstypen in de Zandregio is de nitraatconcentratie op melkveebedrijven het meest gedaald (zie Figuur 17). De nitraatconcentratie daalt van 200 mg/l in 1992 naar rond de 50 mg/l in 2011. In 2002 was de nitraatconcentratie ook al op dat niveau, de nitraatconcentratie lijkt dus gestabiliseerd vanaf dat moment.

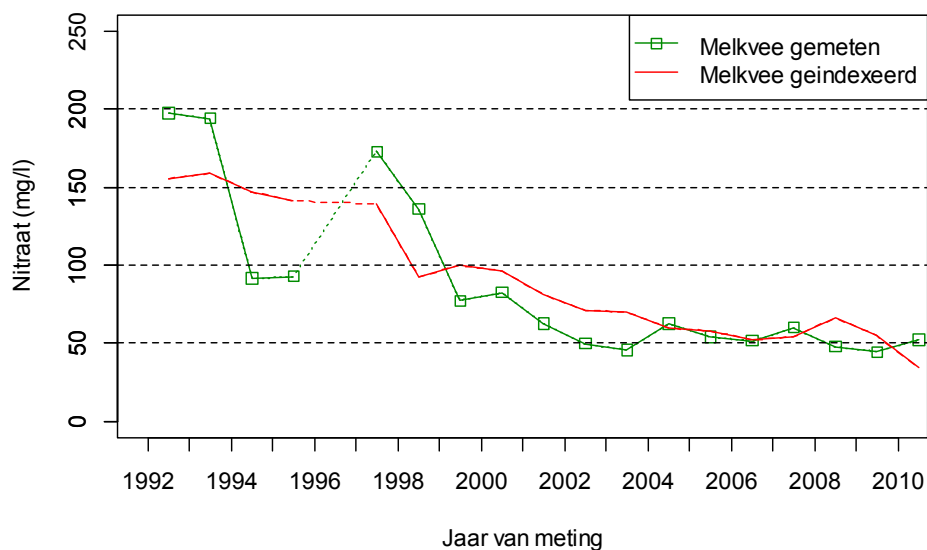
De nitraatconcentratie in het uitspoelingswater op akkerbouwbedrijven vertoont ook een dalende trend. In het begin van de meetperiode was de nitraatconcentratie 140 à 150 mg/l. Vanaf 2000 is er weliswaar veel jaarlijkse variatie (de nitraatconcentratie varieert tussen de 50 mg/l en 100 mg/l) maar is de dalende trend gestaakt. De akkerbouwbedrijven hadden in de jaren 90 een lagere uitspoeling dan melkveebedrijven, maar hebben sinds 2003 juist gemiddeld een hogere nitraatconcentratie dan de melkveebedrijven.

Ook de groep overige bedrijven vertoont een daling van meer dan 200 mg/l in 1992 tot net boven de 50 mg/l in 2010. De hokdierbedrijven vertonen een sterke variatie in de nitraatconcentratie tussen de verschillende jaren, maar de laatste jaren lijken de nitraatconcentratie zich te stabiliseren tussen de 120 en de 140 mg/l.



Figuur 17: Trend in de nitraatconcentratie in het uitspoelingswater voor de verschillende bedrijfstypen in de Zandregio

De melkveebedrijven in de Zandregio kunnen ook gecorrigeerd worden voor neerslag. De gecorrigeerde nitraatconcentratie voor de melkveebedrijven in de Zandregio laat veel minder variatie zien (zie Figuur 18). In de geïndexeerde nitraatconcentratie is de laatste jaren wel een daling zichtbaar. In 2010 wordt de laagste nitraatconcentratie tot nu toe bepaald, terwijl de nitraatconcentratie in de gemeten figuur juist lijkt te stabiliseren de laatste jaren.

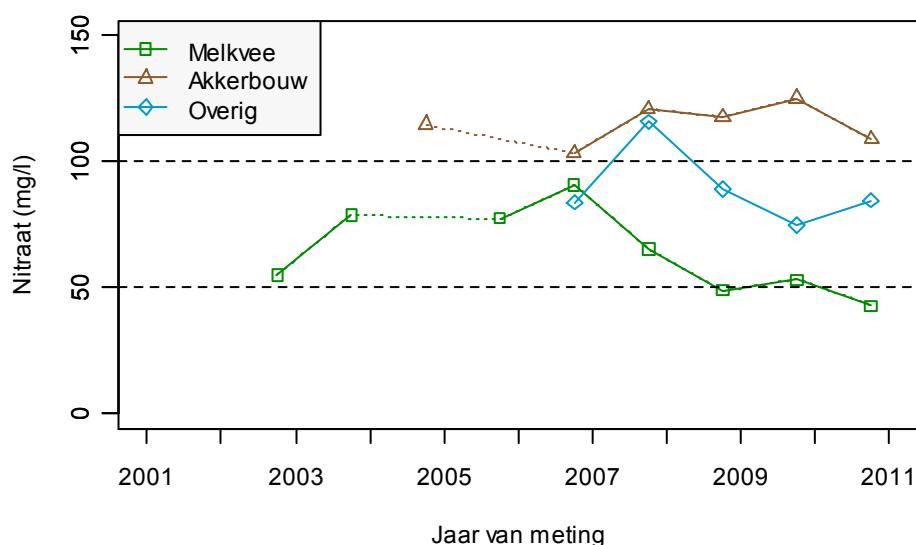


Figuur 18: Trend in de nitraatconcentratie in uitspoelingswater, gemeten en geïndexeerd, voor de melkveebedrijven in de Zandregio



#### 4.1.3 **De Lössregio**

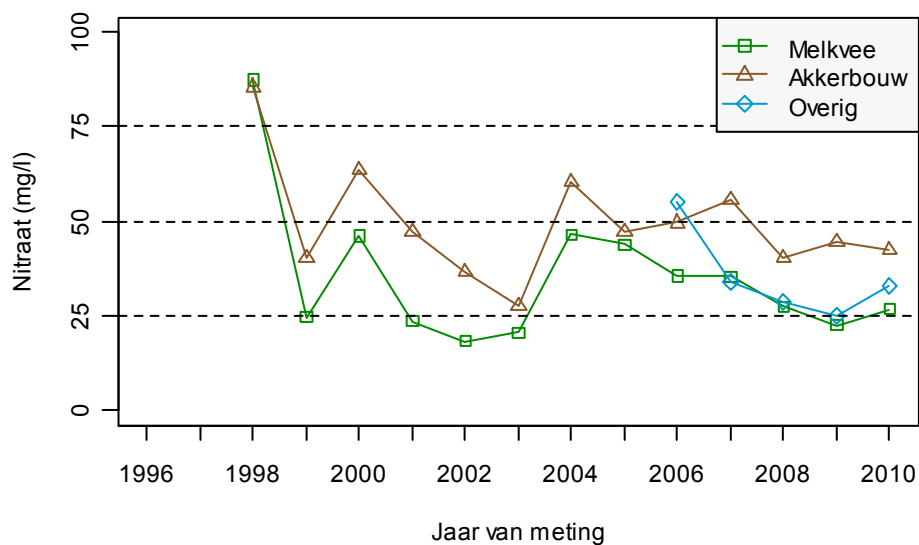
De nitraatconcentratie in het uitspoelingswater op melkveebedrijven in de Lössregio neemt toe van net boven 50 mg/l in 2002 tot 90 mg/l in 2006. Vanaf 2006 daalt de nitraatconcentratie weer, tot onder het niveau van 2002. De huidige nitraatconcentratie op de akkerbouwbedrijven en overige bedrijven in de Lössregio zijn ongeveer gelijk aan het niveau bij aanvang van de metingen (zie Figuur 19).



Figuur 19: Trend in de nitraatconcentratie in het uitspoelingswater voor de bedrijfstypen in de Lössregio

#### 4.1.4 **De Kleiregio**

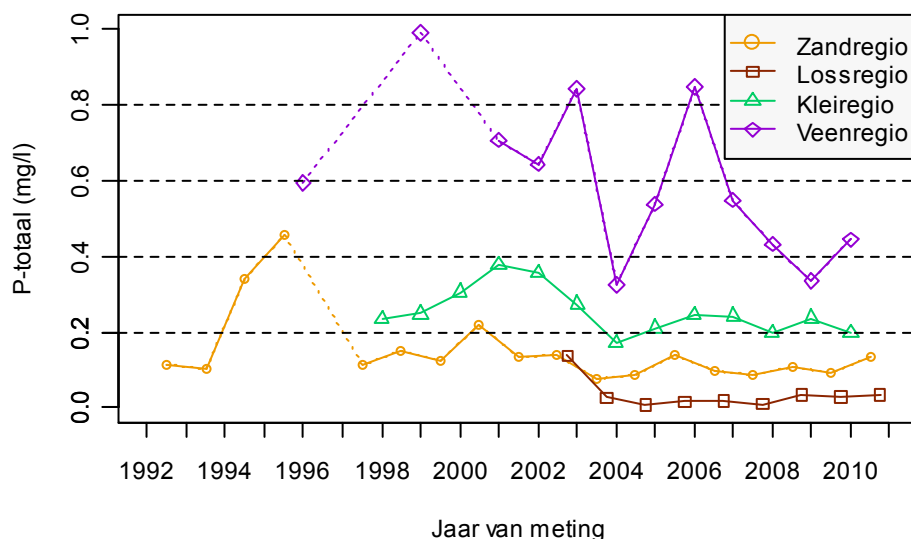
De trend in nitraatconcentratie voor de sectoren melkvee, akkerbouw en overige bedrijven in de Kleiregio is min of meer identiek. Er is sprake van een grote variatie tussen jaren. De laagste concentratie in het uitspoelingswater van melkvee- en akkerbouwbedrijven worden gemeten in 2002 en 2003. Daarna neemt de concentratie sterk toe in 2004 en lijkt er weer sprake van een daling vanaf 2004. Vanaf 2007 zitten alle bedrijfstypen in de Kleiregio gemiddeld gezien onder de nitraatnorm van 50 mg/l. De huidige nitraatconcentraties in het uitspoelingswater van de melkvee- en akkerbouwbedrijven in de Kleiregio liggen boven de waarden die in 2002 en 2003 zijn gemeten.



Figuur 20: Trend in de nitraatconcentratie in het uitspoelingswater voor de bedrijfstypen in de Kleiregio

#### 4.2 Verloop van de fosfaatconcentratie in het uitspoelingswater

In de fosfaatconcentratie wordt voor geen van de regio's een duidelijke trend waargenomen in het uitspoelingswater gedurende de meetperiode (zie Figuur 21). In de Zandregio is er een piek in 1995, maar daarna blijft de concentratie stabiel rond de 0,1 mg P/l. In de Lössregio wordt er, afgezien van de piek van 0,1 mg P/l fosfaat in 2002, nauwelijks fosfaat aangetroffen. De fosfaatconcentratie in de Kleiregio loopt op tussen 1998 en 2001, maar daalt daarna weer naar het oorspronkelijke niveau van 0,2 mg P/l. De fosfaatconcentratie in de Veenregio vertoont een sterke variatie, deze varieert tussen de 0,3 en 1 mg P/l. In 2010 is de fosfaatconcentratie ongeveer even hoog als in 1996.

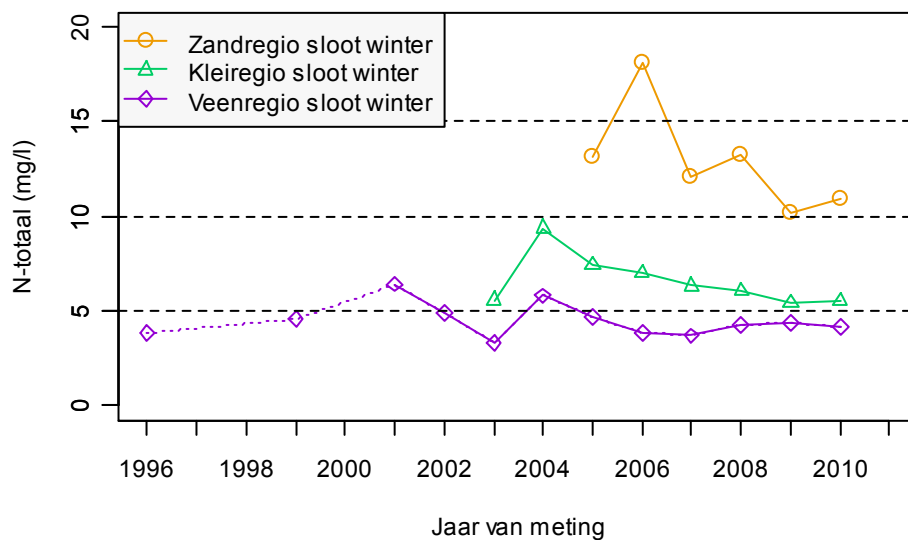


Figuur 21: trend in de fosfaatconcentratie in het uitspoelingswater voor de Zandregio, Kleiregio, Veenregio en Lössregio

Voor de sectoren melkvee, akkerbouw, hokdier en overige bedrijven geldt dat net als per regio geen duidelijke trend waarneembaar is in de fosfaatconcentratie van het uitspoelingswater.

### 4.3 Verloop van de stikstofconcentratie in slootwater

De stikstofconcentratie in het slootwater van de bedrijven in de Zandregio, gemeten in de winter, varieert per jaar maar lijkt te dalen van 13 mg/l in 2005 tot 11 mg/l in 2010 (zie Figuur 22). Door de combinatie van een sterke variatie per jaar en de relatief korte meetperiode is het onzeker of hier een daadwerkelijke daling optreedt. In de Kleiregio stijgt de stikstofconcentratie tussen 2003 en 2004 van 5 naar 9 mg/l, in de daarop volgende jaren daalt de concentratie in het slootwater weer tot ongeveer 5 mg/l. In de Veenregio is de variatie laag, vanaf 2005 blijft de stikstofconcentratie stabiel net onder de 5 mg/l.

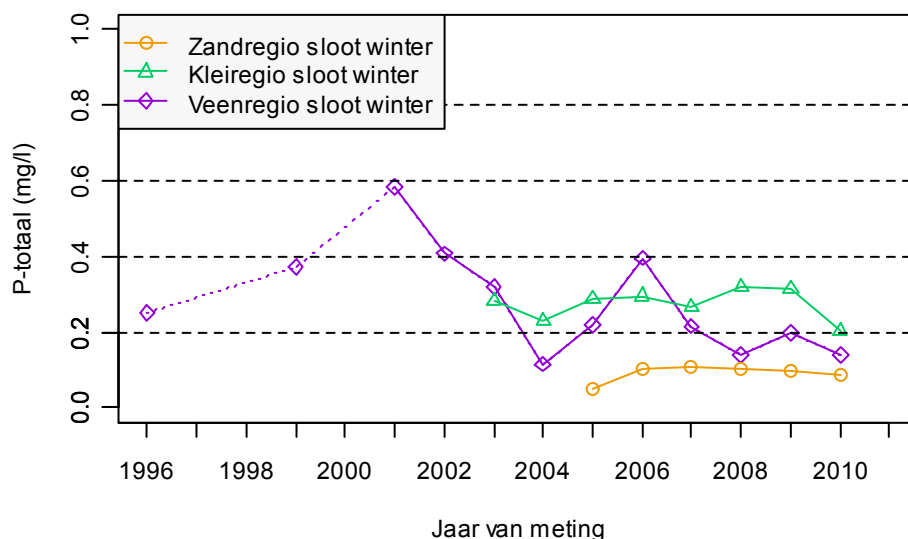


Figuur 22: Trend in de stikstofconcentratie in het slootwater van de bedrijven in de Veenregio, Kleiregio en Zandregio

Voor de zomergemiddelde stikstofconcentraties in het slootwater geldt dat de meetreeks nog te kort is om uitspraken over de trend te doen.

#### 4.4 Verloop van de fosfaatconcentratie in slootwater

De variatie in fosfaatconcentratie van het slootwater in de winter in de Zandregio is zeer laag. Waarschijnlijk wordt dit veroorzaakt doordat op veel bedrijven de concentraties fosfaat onder de detectielimiet liggen. In de Kleiregio worden hogere fosfaatconcentraties gemeten in het slootwater. De fosfaatconcentraties blijven vrij constant variëren tussen de 0,2 en 0,3 mg P/l. In de sloten van de Veenregio is de jaarlijkse variatie veel hoger. De concentratie schommelt daar tussen de 0,15 en 0,6 mg P/l.



Figuur 23: Trend in fosfaatconcentratie in het slootwater van de bedrijven in de Veenregio, Kleiregio en Zandregio

Voor de zomergemiddelde fosfaatconcentraties geldt dat de meetreeks nog te kort is om uitspraken over de trend te doen.

## 4.5 Verklaring van de trends in uitspoelingswater

### 4.5.1 Stikstofbodemoverschot (Van den Ham et al., 2012)

Het LEI houdt op landbouwbedrijven die meedoen aan het Bedrijveninformatienet de aanvoer en afvoer van stikstof en fosfaat bij. De hier gerapporteerde trends zijn bepaald op basis van alle bedrijven in het Informatienet. Uit het Informatienet worden weer de bedrijven geselecteerd die deelnemen aan het LMM. Het aantal bedrijven waarover het LEI de bodemoverschotten berekent, is dus groter dan het aantal bedrijven in het LMM.

De bedrijfsvoering die gemonitord wordt door het LEI bevat onder meer gegevens over bemesting en veevoeding en aan- en afvoer van producten. Uit de beschikbare gegevens kunnen bodemoverschotten voor stikstof en fosfaat worden berekend. De bodemoverschotten gelden voor een kalenderjaar. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de uitspoeling van dit bodemoverschot in het uitspoelingswater gemeten kan worden in de metingen volgend op dit kalenderjaar. Voor de Klei- en Veenregio is dit het aansluitende winterseizoen. Voor de Zandregio is dat de volgende zomer en voor de Lössregio is dat de volgende herfst.

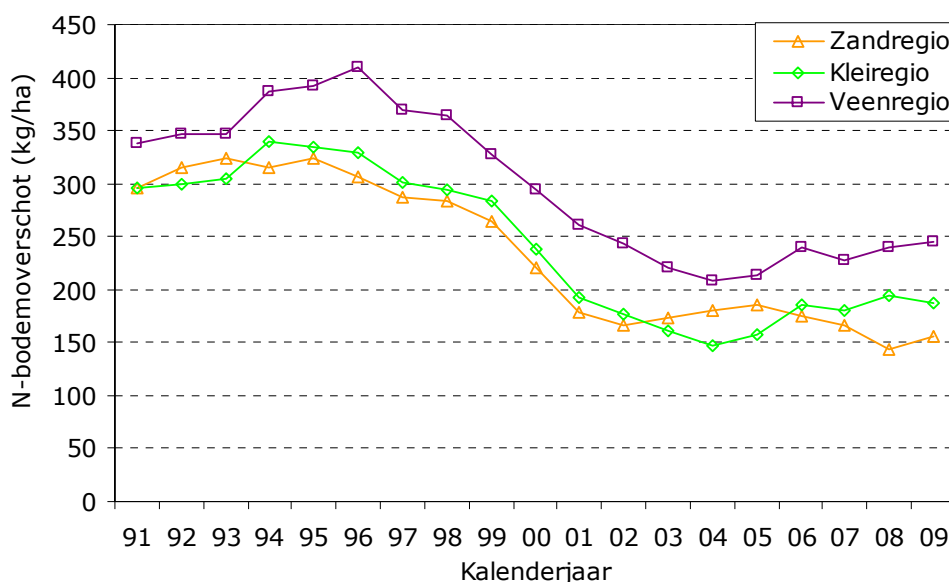
Om de zandgebieden met elkaar te vergelijken wordt naar de melkveebedrijven gekeken. Melkveebedrijven komen in alle regio's voor en beslaan een groot gedeelte van het totale landbouwareaal.

Stikstofbodemoverschotten op melkveebedrijven in de Veenregio zijn hoger dan in de Klei- en Zandregio (Van den Ham et al., 2012). De overschotten op melkveebedrijven in de Kleiregio en Zandregio zijn afwisselend het laagste (zie Figuur 24).

In de Zandregio stijgt het stikstofbodemoverschot op melkveebedrijven tussen 1991 en 1995 van 300 kg N/ha tot 325 kg N/ha. Tussen 1995 en 2002 vindt er een sterke daling van het stikstofbodemoverschot plaats tot 170 kg N/ha. Na een lichte stijging tot 2005 daalt het bodemoverschot tot circa 150 kg N/ha in 2009.

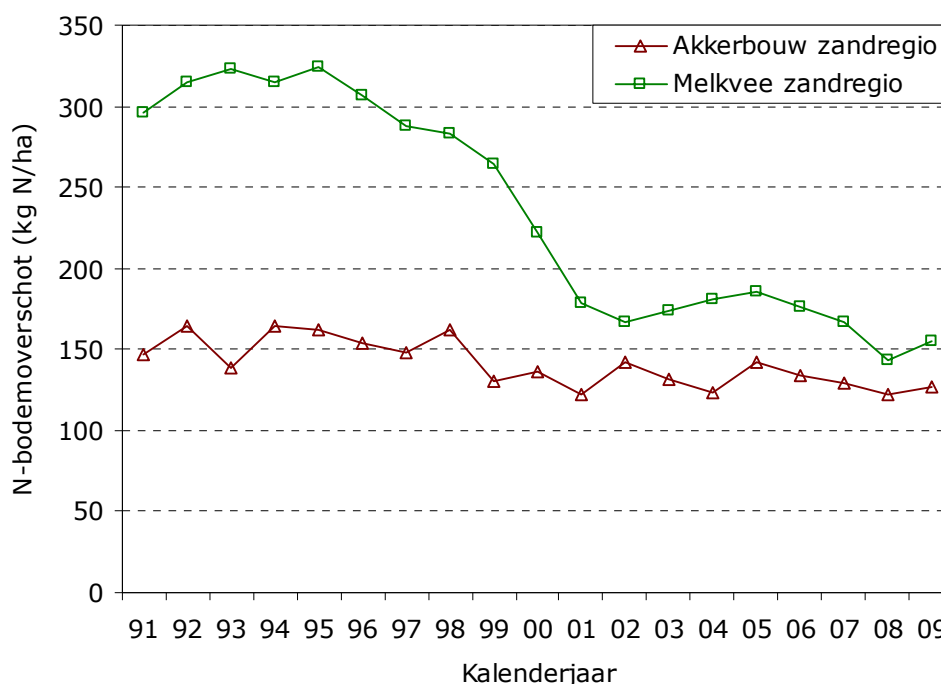
In de Kleiregio stijgt het stikstofbodemoverschot op melkveebedrijven tussen 1991 en 1994 van 295 kg N/ha tot 340 kg N/ha. Na 1994 daalt het stikstofbodemoverschot tot circa 150 kg/ha in 2004. Na 2004 stijgt het bodemoverschot tot circa 190 kg N/ha.

In de Veenregio zet de stijging langer door, van 345 kg/ha in 1991 tot 410 kg/ha in 1996. Daarna daalt het stikstofbodemoverschot tot 210 kg/ha in 2004. Hierna stijgt het stikstofbodemoverschot tot circa 245 in 2009 (zie Figuur 24).



Figuur 24: Het gemiddelde stikstofbodemoverschot voor melkvee in de Zandregio, Kleiregio en Veenregio (Van den Ham et al., 2012)

De daling van het stikstofbodemoverschot tussen 1995 en 2002 komt ook op de akkerbouwbedrijven voor, al is de daling veel kleiner. Op de akkerbouwbedrijven in de Zandregio (zie Figuur 25) daalt het stikstofbodemoverschot van circa 165 kg/ha in 1994 tot circa 120 kg/ha in 2004. Op melkveebedrijven zijn de stikstofbodemoverschotten nog steeds hoger dan op akkerbouwbedrijven, maar het verschil is kleiner geworden. In 1991 waren de stikstofbodemoverschotten op melkveebedrijven ruim twee keer zo hoog als op akkerbouwbedrijven in de Zandregio. In 2009 zijn de bodemoverschotten op melkveebedrijven gemiddeld 20% hoger dan op akkerbouwbedrijven in de Zandregio.



Figuur 25: Het gemiddelde stikstofbodemoverschot voor melkvee en akkerbouw in de Zandregio (Van den Ham et al., 2012)

#### 4.5.2 Verklaring van de trends

De gemeten nitraatconcentratie in de Zandregio is sinds 1992 gedaald van bijna 200 mg/l naar gemiddeld 65 mg/l in 2011 (zie Figuur 14). De voor weer en steekproef gecorrigeerde nitraatconcentratie in de Zandregio (zie Figuur 15) daalt gedurende de meetperiode van 160 mg/l in 1992 tot minder dan 50 mg/l in 2010. De stikstofbodemoverschotten op melkveebedrijven en akkerbouwbedrijven in de Zandregio zijn ook gedaald in deze periode. We kunnen spreken van een beleidseffect indien zowel de gemeten als de gecorrigeerde nitraatconcentratie en de stikstofbodemoverschotten zijn gedaald. Dit is het geval voor de Zandregio.

Voor de bedrijven in de Kleiregio geldt dat de stikstofbodemoverschotten op melkveebedrijven gedaald zijn, maar dat dit niet zichtbaar is in een dalende trend in de nitraatconcentratie. Voor de Kleiregio is nog geen gecorrigeerde nitraatconcentratie beschikbaar. De metingen in het uitspoelingswater in de Kleiregio beginnen in 1998, een groot deel van de daling in stikstofbodemoverschotten heeft dan al plaatsgevonden. Mogelijk dat hiervoor de nitraatconcentratie in het uitspoelingswater al gedaald is.

Voor de Veenregio geldt ook dat de stikstofbodemoverschotten op melkveebedrijven fors gedaald zijn. In de nitraatconcentratie wordt geen dalende trend waargenomen; de nitraatconcentratie is laag gedurende de monitoringsperiode.

De bodemoverschotten op melkveebedrijven in de Zandregio zijn veel sterker gedaald dan op akkerbouwbedrijven (zie Figuur 25). Ook de nitraatconcentratie op melkveebedrijven is sterker gedaald dan op akkerbouwbedrijven in de Zandregio (zie Figuur 17). Hierdoor is de nitraatconcentratie op melkveebedrijven vanaf 2003 gemiddeld lager dan op akkerbouwbedrijven. In

de jaren 90 was de nitraatconcentratie op melkveebedrijven nog ruim hoger dan op akkerbouwbedrijven in de Zandregio. Fraters en Boumans (2011) schrijven dat deze daling van nitraatconcentratie op melkveebedrijven in de Zandregio sterker is dan verwacht mag worden uit de daling van het stikstofbodemoverschot. Zij vermoeden dat de afgenomen beweiding invloed heeft op de daling van nitraat.

De gemeten nitraatconcentratie in de Zandregio lijkt zich vanaf 2002 te stabiliseren. De daling in de nitraatconcentratie vindt voornamelijk daarvoor plaats. De daling van de stikstofbodemoverschotten is sinds 2002 ook tot staan gekomen. De bodemoverschotten dalen vanaf 2005 weer tot onder het niveau van 2002. De gecorrigeerde nitraatconcentratie blijft wel dalen na 2002, met uitzondering van het jaar 2008. Mogelijk dat de gemeten nitraatconcentratie ook nog zal gaan dalen als gevolg hiervan. Er is pas sprake van een dalende trend als ook de gemeten, ongecorrigeerde nitraatconcentraties dalen omdat de daling ook een weers- of steekproefeffect kan zijn.





## 5 Relatie grondwater, drainwater en slootwater in de Zandregio

In dit hoofdstuk wordt de volgende vraag beantwoord:

*Wat is de relatie tussen de kwaliteit van het ondiepe grondwater en de kwaliteit van het drainwater en slootwater op landbouwbedrijven als het gaat om stikstof?*

### 5.1 Inleiding

Bij het beantwoorden van deze vraag worden de gegevens van de LMM-bemonstering op de gedraineerde delen van de Zandregio gebruikt (Buis et al., in voorbereiding; Figuur 26). Deze groep van circa zestig bedrijven wordt in de winter bemonsterd en is een selectie van bedrijven in de Zandregio met als criterium dat er drainage plaatsvindt door middel van drains en/of sloten. Op deze bedrijven zijn zowel grondwater, drainwater (indien aanwezig) als slootwater bemonsterd.

Het LMM is ingericht als trendmeetnet en heeft niet als doel om de relatie te onderzoeken tussen grondwater, drainwater en slootwater. De resultaten moeten daarom met die kanttekening beschouwd worden.

Diverse andere studies hebben de relatie tussen stikstof in het grondwater en in het oppervlaktewater onderzocht. Deze relatie kan gesimuleerd en gekwantificeerd worden aan de hand van modellen (Groenendijk et al., 2008; Kronvang et al., 2009; Van Boekel et al., 2008; Van Duinhoven et al., 2010). In andere studies zijn op kleine schaal, bijvoorbeeld een proefboerderij of klein stroomgebied, de relaties in het veld gemeten met intensieve meetcampagnes (De Vos et al., 2000; Van Duinhoven et al., 2010; Rozemeijer et al., 2010). Een grootschaliger onderzoek is uitgevoerd met provinciale monitoringsdata van de provincie Noord-Brabant (Rozemeijer en Broers, 2007).



het oppervlaktewater, terwijl ook de sloten waterafvoerend zijn. Daarnaast is er ook een directe flux van grondwater naar de sloten (Rozemeijer et al., 2006).

In de zomerperiode is veelal sprake van een omgedraaide situatie waarbij slootwater vanuit de sloten infiltreert naar het grondwater. In een aantal gevallen zullen sloten droogvallen. De inlaat van gebiedsvreemd water om de waterstanden voldoende hoog te houden, zoals gebruikelijk is in de Klei- en Veenregio, komt in beperkte gedeeltes van de Zandregio voor. Afhankelijk van de ligging van de percelen speelt dit een rol bij de gemeten kwaliteit in de zomer.

## 5.3 Resultaten

### 5.3.1 *Stikstofconcentratie per watertype*

De gemiddelde stikstofconcentratie in het grondwater in de winter (18 mg/l) is hoger dan in het drainwater in de winter (15 mg/l, zie Tabel 23). De concentratie in het slootwater is het laagst van de drie watertypen (11 mg/l) op de gedraineerde delen van de Zandregio.

*Tabel 23: Gemiddelden en percentielwaarden voor stikstof (mg N/l) in de winterperiode op bedrijven in de gedraineerde delen van de Zandregio (gemiddeld over de periode 2007/2008 tot 2009/2010<sup>1</sup>)*

Bedrijfstype	Aantal	Percentiel					Gemiddeld	St. afw
		10	25	50	75	90		
Grondwater	54	7,6	10	15	21	30	18	12
Drainwater	54	6,3	9,4	13	18	26	15	8,8
Slootwater	56	4,6	6,6	9,2	14	22	11	7,6

1.) Deze periode is korter dan de beleidsperiode. Op deze manier kan de winterperiode beter vergeleken worden met de zomerperiode, waar slechts van drie jaar metingen beschikbaar zijn.

Het is de verwachting dat grondwater en drainwater ongeveer hetzelfde water betreft. Drainwater is grondwater dat wordt afgevoerd via een drainagebuis. Een mogelijke verklaring voor dit verschil dat er is tussen grondwater en drainwater is dat grondwater op het gehele bedrijf wordt bemonsterd (dus alle percelen, ook op percelen zonder sloten of drainagebuizen). Er kan een behoorlijk verschil zitten in locatie en bedrijfsoppervlak dat bemonsterd wordt voor sloot/drainwater en voor grondwater (minimaal 25% van het oppervlak moet gedraineerd zijn (Fraters en Boumans, 2005)). De gedraineerde percelen zijn ook vaak de natste percelen met de hoogste nitraatafbraak.

De stikstofconcentratie in het grondwater in de zomer is over de periode 2008-2010 gemiddeld iets lager dan in de winter (16 mg/l). De nitraatconcentratie in het slootwater (5,3 mg/l) is fors lager dan in de winter (12 mg/l). Het verschil tussen de stikstofconcentratie in grondwater en slootwater is in de zomer hoger dan in de winter (zie Tabel 24). Er zijn geen drainwatergegevens beschikbaar ter vergelijking, want drains worden alleen in de winter bemonsterd omdat ze in de zomer niet of nauwelijks water afvoeren.

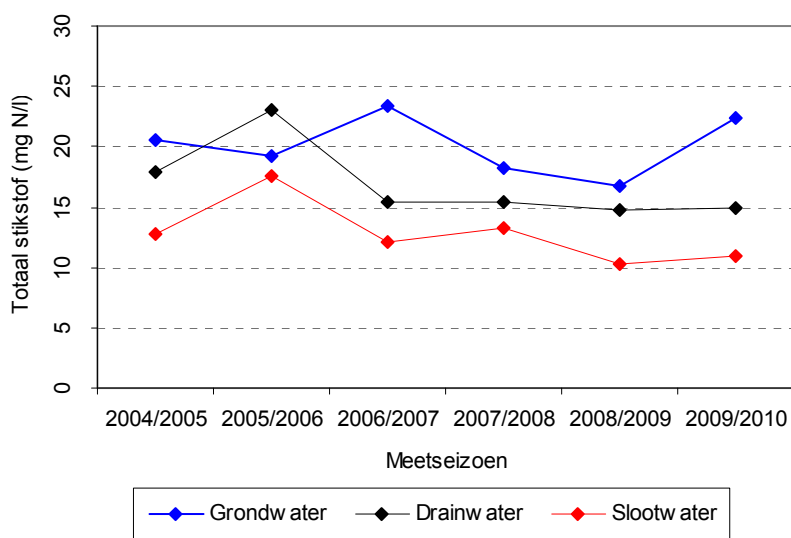
Tabel 24: Gemiddelden en percentielwaarden voor stikstof (mg N/l) in de zomerperiode op natte zandbedrijven (gemiddeld over periode 2008 tot 2010)

Bedrijfstype	Aantal	Percentiel					Gemiddeld	St. afw
		10	25	50	75	90		
Grondwater	54	5,2	9,1	13	20	28	16	11
Slootwater	54	1,3	2,2	3,2	5,1	8,5	5,3	7,4

In paragraaf 1.5 staat dat het verschil tussen de stikstofconcentratie in de zomer en winter verklaard kan worden met natuurlijke biologische processen in de sloten. Paragraaf 5.3.2 gaat in op het verschil tussen drainwater/grondwater en slootwater.

Ook per jaar afzonderlijk blijkt dat gemiddeld gezien het grondwater een hogere concentratie stikstof heeft dan het drainwater en slootwater (zie Figuur 27). Daarbij is opvallend dat drainwater en slootwater per jaar een vergelijkbaar patroon vertonen.

Dit is deels verklaarbaar doordat de sloten en drainagebuizen vaak in en rond dezelfde percelen liggen, waarbij de drainagebuizen afwateren in de sloten en er een directe relatie is. Ook worden de drainwater- en slootwatermonsters op dezelfde dag genomen.



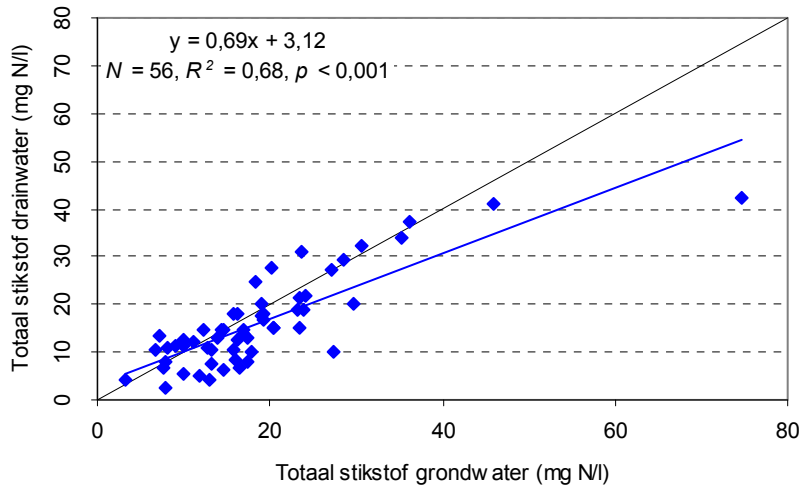
Figuur 27: Jaargemiddelde stikstofconcentratie per watertype uitgezet over de gehele meetperiode (2004/2005 tot 2009/2010)

Het patroon in nitraatconcentraties in de tijd voor grondwater wijkt duidelijk af. Hoewel er onvoldoende jaren beschikbaar zijn om een zekere trend te kunnen afleiden, lijkt het erop, zeker in de eerste jaren, dat grondwater vertraagd en/of afwijkend reageert op veranderingen. In de winter van 2009/2010 zijn minder bedrijven bemonsterd op grondwater vanwege de vorst.

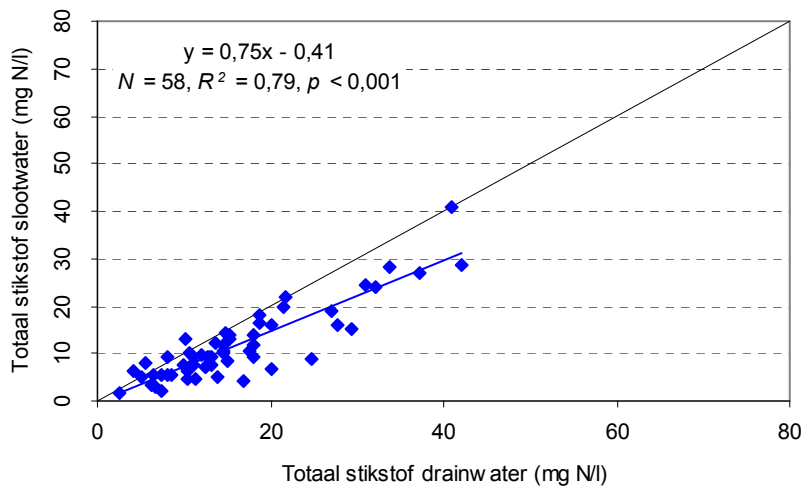
### 5.3.2 Relatie tussen watertypen

Er zijn sterke relaties tussen de stikstofconcentraties in grond-, drain- en slootwater op bedrijfsniveau (zie Figuur 29). Vooral de relatie tussen drainwater en slootwater is sterk, met een determinatiecoëfficiënt ( $R^2$ ) van 0,79. Ook de relaties tussen grondwater en drainwater en tussen grondwater en slootwater

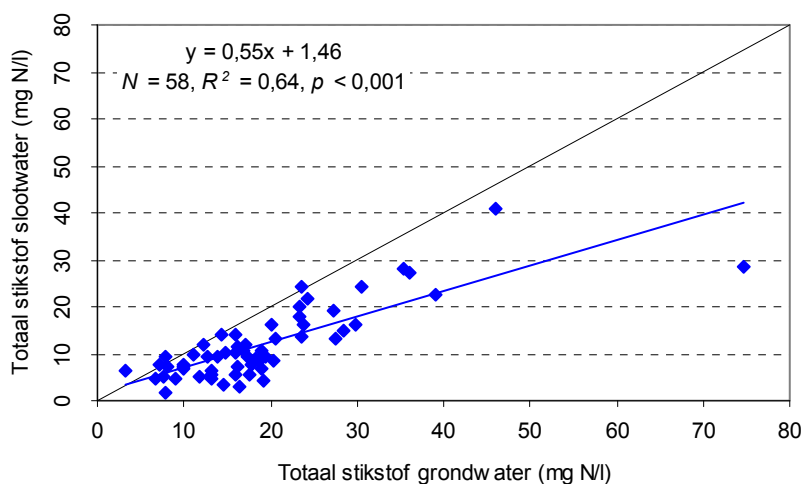
zijn sterk (respectievelijk  $R^2$  van 0,68 en 0,64). Een hoge stikstofconcentratie in grondwater op een bedrijf lijkt dus vaak samen te gaan met een hoge stikstofconcentratie in drainwater en slootwater. De relatie tussen drainwater en slootwater is duidelijk sterker dan tussen grondwater en slootwater en grondwater en drainwater.



Figuur 28A: Wintergemiddelde stikstofconcentratie (mg N/l) gemiddeld per bedrijf over de gehele meetperiode voor grondwater versus drainwater

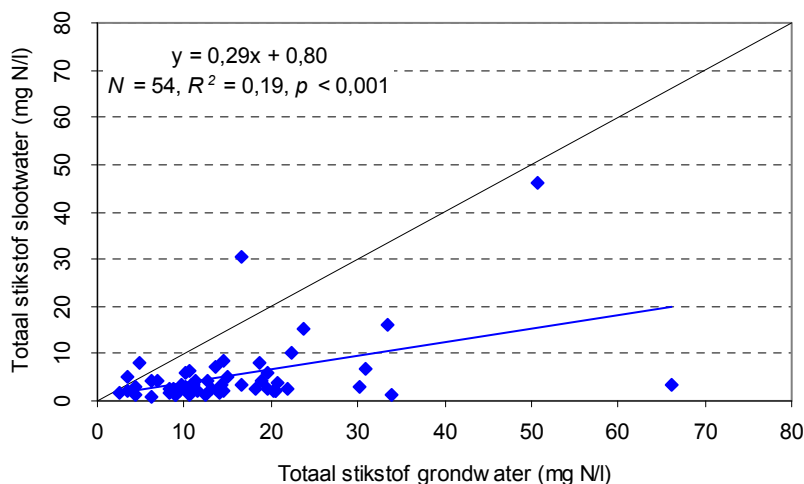


Figuur 28B: Wintergemiddelde stikstofconcentratie (mg N/l) gemiddeld per bedrijf over de gehele meetperiode voor drainwater versus slootwater



Figuur 29C: Wintergemiddelde stikstofconcentratie (mg N/l) gemiddeld per bedrijf over de gehele meetperiode voor grondwater versus slootwater

De relatie tussen de stikstofconcentratie in grondwater en slootwater in de zomer blijkt veel minder sterk dan in de winterperiode (zie Figuur 30). Wel blijkt de stikstofafname tussen grondwater en slootwater veel groter in de zomerperiode dan in de winterperiode; de hellingshoek van de regressielijn is veel kleiner (zie Figuur 29 en Figuur 30).



Figuur 30: Zomergemiddelde stikstofconcentratie (mg N/l) gemiddeld per bedrijf over de gehele meetperiode voor grondwater versus slootwater

Slootwater wordt deels gevoed via drainagebuizen (drainwater) en deels via kortsluitstroming via natuurlijke stroombanen (grondwater). De stikstofconcentratie in sloten is lager dan in grond- en drainwater. Naast de toestroom van deze twee watertypen, is er dus een andere oorzaak voor de lagere concentratie in slootwater.

Vanuit hydrologisch perspectief kan de stikstofconcentratie in het slootwater verlaagd worden door een directe aanvulling met regenwater. Door oppervlakkige afstroming bijvoorbeeld, of door influx van relatief schoon grondwater uit diepere lagen. Uit eerder onderzoek van Groenendijk et al.

(2008) blijkt echter dat de bijdragen vanuit het diepere grondwater (> 5 m diep) aan de totale waterafvoer via het oppervlaktewater klein is.

Nitraat kan worden afgebroken in de sloten door denitrificatie. In de sloot vindt denitrificatie vooral plaats in de slootbodem, waar de omstandigheden ideaal zijn: zuurstofarm en rijk aan organische stof (Durand et al., 2011; Krause et al., 2011). Dit is ook de zone waar opwellend grondwater de sloten in stroomt, en dus direct gedenitrificeerd kan worden.

Er is tussen de watertypen een sterke relatie zichtbaar, maar er kan niet geconcludeerd worden dat er een oorzakelijk verband bestaat tussen grondwater en slootwater. De vraag of het grondwater het slootwater beïnvloedt in de winterperiode of visa versa kan niet met de LMM-gegevens beantwoord worden.

Uit modelstudies (zoals Groenendijk et al., 2008; Van Duinhoven et al., 2010) is eerder geconcludeerd dat in de gedraineerde delen van de Zandregio het grondwater het oppervlaktewater beïnvloedt. Sterkere bewijzen voor de beïnvloeding van het slootwater door grondwater komen van veldmetingen. In de studie van Rozemeijer et al. (2010) wordt in een proefopstelling in het stroomgebied van de Hupselse Beek bepaald dat 90% van de jaarlijkse vracht nitraat afkomstig is van drains. Deze resultaten kunnen niet direct geëxtrapoleerd worden naar een grotere schaal, maar laat wel zien welke rol drains spelen bij de uitspoeling van nitraat. Uit een andere veldstudie (Rozemeijer en Broers, 2007) in de Zandregio van Noord Brabant blijkt dat grondwater een dominante bron is voor oppervlaktewaterverontreiniging. De chemische samenstelling van het oppervlaktewater wordt sterk beïnvloed door het diepe en ondiepe grondwater, met name in periode van hoge afvoer. Hierdoor neemt de kans op overschrijdingen van de stikstofnormen toe (Oenema et al., 2005; Plette et al., 2004).

De resultaten uit dit onderzoek, gecombineerd met de veldmetingen en modelresultaten laten daarmee zien dat de waterkwaliteit in landbouwsloten sterk gerelateerd is aan de drainwaterkwaliteit en de grondwaterkwaliteit op landbouwpercelen. Een toename van nitraat in het bovenste grondwater zal leiden tot een verhoogde stikstofafvoer naar het oppervlaktewater (Groenendijk et al., 2008).





## 6 Milieukwaliteit vollegrondsgroententeelt, bollenteelt en glastuinbouw

In dit hoofdstuk wordt de volgende vraag beantwoord:

*Wat is de milieukwaliteit van het ondiepe grondwater en slootwater bij de sectoren vollegrondsgroententeelt, grondgebonden glastuinbouw en bollenteelt als het gaat om nitraat en fosfaat?*

### 6.1 Inleiding

De steekproef van bedrijven in het LMM omvat de bedrijfstypen die samen een groot gedeelte van het landbouwareaal vertegenwoordigen. Door een keuze te maken in bedrijfstypen in het LMM worden automatisch ook bedrijfstypen uitgesloten. Bedrijfstypen die niet standaard in het LMM meedoen, zijn onder andere de drie tuinbouwsectoren vollegrondsgroenten, glastuinbouw en bollenteelt.

Voor deze sectoren (met name voor vollegrondsgroenten) geldt dat er een vermoeden is van hoge uitspoeling van nutriënten. Hoewel de tuinbouw slechts een beperkt deel van het landbouwareaal omvat, kan het daardoor plaatselijk voor milieuproblemen zorgen.

Om een indruk te krijgen van de uitspoeling op vollegrondsgroentenbedrijven is in de periode tussen 2007 en 2010 binnen het LMM het project Scouting Vollegrondsgroenten zand (SVz) uitgevoerd. In dit hoofdstuk worden de resultaten gegeven van dit project. Om ook een uitspraak te doen over andere tuinbouwsectoren bollenteelt en glastuinbouw is een literatuurstudie verricht.

De tuinbouwsectoren kenmerken zich door een zeer grote heterogeniteit. Er zijn diverse teelten binnen de drie beschouwde tuinbouwsectoren. Iedere teelt stelt zijn eigen eisen aan bemesting en bedrijfsvoering, en zal verschillende emissies veroorzaken.

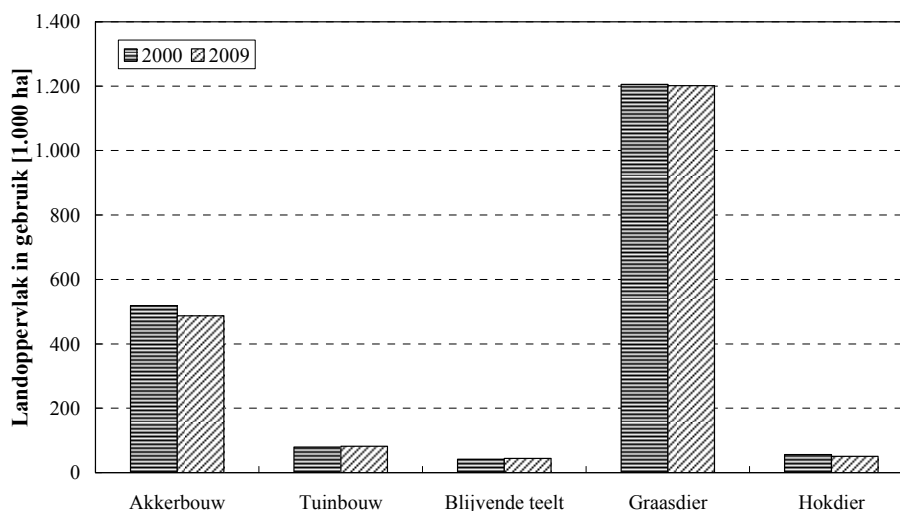
De drie hier beschouwde tuinbouwsectoren zijn vaak regiogebonden. De bollenteelt komt vaak voor in de zeekeleipolders en in het duinzandgebied, de glastuinbouw heeft een hoge concentratie in het Westland en de vollegrondsgroententeelt komt veel voor in Noord-Brabant en Noord Limburg. Hierdoor is het niet mogelijk om de grondsoort los te kunnen zien van het bedrijfstype en de teelt.

Informatie over de waterkwaliteit op tuinbouwbedrijven is beperkt, zowel wat betreft het aantal meetlocaties en de monitoringsfrequentie, als de duur van waarnemingen. De beperkte en versnipperde monitoringsinspanning in combinatie met de diversiteit aan teelten maakt het niet mogelijk een gedetailleerde evaluatie van effecten op de waterkwaliteit van de verschillende teelten te maken.

Er zijn overeenkomsten in de karakteristieken van de drie tuinbouwsectoren die invloed hebben op de uitspoelingsgevoeligheid voor nutriënten:

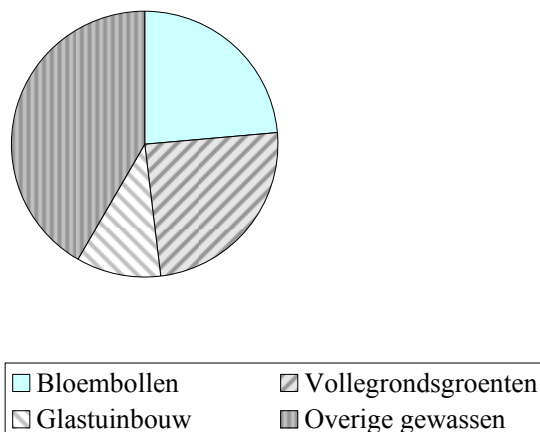
- onvolledige bedekking van de bodem;
- intensieve teelt met (vaak) korte periode tussen planten en oogsten (lange braakperiode);
- veelal ondiepe beworteling van de gewassen.

Het aandeel van het areaal tuinbouw ten opzichte van het totale landbouwareaal in Nederland is ongeveer 6%, (zie Figuur 31). Dit is ongeveer vergelijkbaar met het areaal hokdierbedrijven (5%) die in het LMM vertegenwoordigd worden.



*Figuur 31: Arealen van de belangrijkste agrarische sectoren (bron: CBS Statline, gewijzigd 12 maart 2010)*

De hier beschouwde tuinbouwsectoren vollegrondsgroenten, bloembollen en glastuinbouw beslaan ongeveer 60% van het totale areaal aan tuinbouwgrond in Nederland (circa 100.000 ha). Van deze sectoren beslaat glastuinbouw het kleinste oppervlak, terwijl de oppervlakken aan bloembollen- en vollegrondsgroentenbedrijven vergelijkbaar zijn (zie Figuur 32). De overige sectoren die onder tuinbouw vallen maar niet beschouwd worden in dit hoofdstuk zijn bijvoorbeeld bloemen- en sierplantenteelt.



Figuur 32: Vergelijking van de arealen van de drie beschouwde sectoren in relatie tot totaal areaal aan tuinbouwgrond (situatie 2009; bron CBS Statline)

## 6.2 Resultaten Scouting Vollegrondsgroenten Zand

### 6.2.1 Opzet project SVz

Het project Scouting Vollegrondsgroenten zand is uitgevoerd tussen 2007 en 2010 als onderdeel van het LMM. Het doel was het onderzoeken van de uitspoeling onder vollegrondsgroentenbedrijven in Zand zuid.

Tot de vollegrondsgroentenbedrijven worden de bedrijven gerekend die groente of fruit telen in de volle grond. De extensieve groenteteelten (onder andere conservengroenten en de grote oppervlakten knolselderij, waspeen, winterpeen, spinazie, tuinbonen, stamsperziebonen) worden tot de akkerbouw gerekend, wanneer een bepaalde hectaregrens wordt overschreden (Poppe, 2004). Vollegrondsgroentenbedrijven zijn arbeidsintensievere bedrijven dan de akkerbouw bedrijven.

Het is bekend dat vollegrondsgroentenbedrijven veel doen aan grondrolatie/landruil (in verband met ziekten en vruchtbaarheidsproblemen van de grond). Ook wordt er veel gerouleerd met gewassen. In veel gevallen worden er meerdere teelten per jaar geoogst op de bedrijven.

De monitoring op vollegrondsgroentenbedrijven heeft zich gericht op Zand zuid. In de andere zandgebieden is het aantal vollegrondsgroentenbedrijven beperkt en zijn de gronden vaak minder kwetsbaar voor uitspoeling van nitraat.

Bij de selectie van bedrijven voor het project Scouting Vollegrondsgroenten zand zijn de volgende criteria gehanteerd:

- In het project worden gespecialiseerde vollegrondsgroentenbedrijven geselecteerd waarop de belangrijkste groentegewassen in de Zandregio tenminste 50% van het bedrijfsareaal uitmaken.
- Het zijn bedrijven die per jaar voor 80% dezelfde percelen in gebruik hebben.
- De vollegrondsgroentenbedrijven liggen in Zand zuid.
- Het project SVz richt zich op bedrijven met vier hoofdgewassen (aardbeien, prei, asperges en bladgewassen).

De opzet van het project was om zestien bedrijven te monitoren, vier bedrijven per hoofdgewas. In de winter van 2007/2008 is het project gestart op negen

bedrijven, in de zomer van 2008 en die van 2009 is dit aantal uitgebreid naar twaalf. Uiteindelijk bleek het niet mogelijk om voldoende bedrijven te vinden die aan de criteria voldeden en bereid waren deel te nemen aan het project.

*Tabel 25: Aantal bedrijven per categorie in het project Scouting Vollegrondsgroenten zand*

<i>Hoofdgewas</i>	<i>Beoogd</i>	<i>Gerealiseerd 2007/2008</i>	<i>Gerealiseerd 2008 t/m 2010</i>
Aardbeien	4	2	4
Asperges	4	3	3
Prei	4	2	2
Overig	4	2	3
Totaal	16	9	12

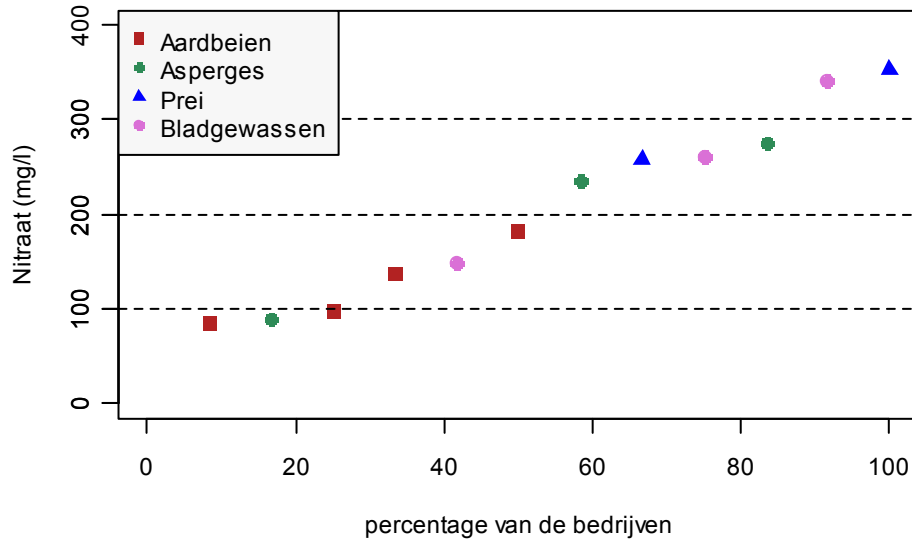
Daarnaast moesten de volgende concessies gedaan worden aan de selectie om tot de twaalf bedrijven te komen:

- Een van de drie aspergeb企业n ligt niet Zand zuid maar in de Veenkoloniën.
- Vijf van de twaalf bedrijven bleken geen gespecialiseerd vollegrondsgroentenbedrijf maar een gespecialiseerd glasgroentenbedrijf (1x), een overig groentenbedrijf (3x) of een gewassencombinatie (1x).

#### 6.2.2 **Nitraat in het uitspoelingswater op bedrijven uit het project SVz**

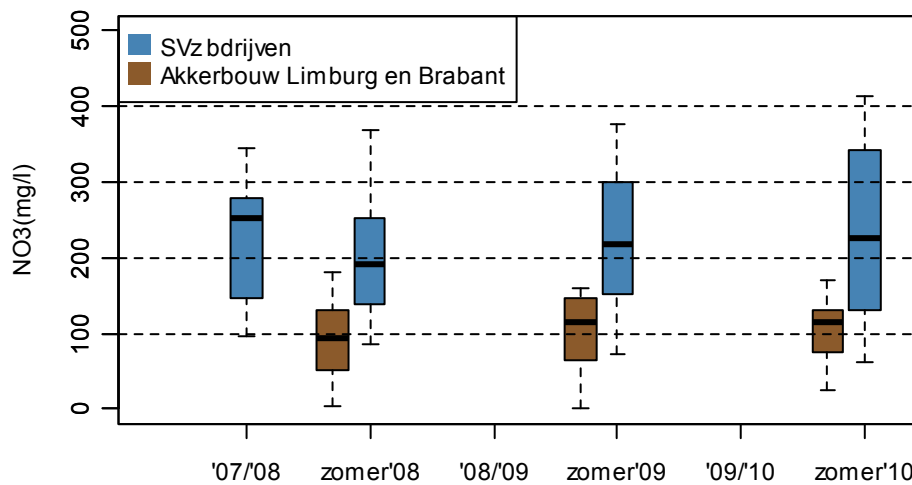
Er kan niet gesproken worden van een voor de sector representatieve groep bedrijven. De groep vollegrondsgroentenbedrijven is uiterst heterogeen, niet bij alle bedrijven is aan de criteria voldaan en de groep bedrijven is klein. Er kan wel een gemiddelde bepaald worden van de twaalf bedrijven die gemonitord zijn, maar dit geeft mogelijk een vertekend beeld en komt dus mogelijk niet overeen met het werkelijke gemiddelde voor de sector.

Voor de individuele bedrijven is het gemiddelde bepaald over de vier meetronden (zie Figuur 33). De eerste meetronde vond plaats in de winter van 2007-2008, de andere drie rondes vonden plaats in de zomers van 2008, 2009 en 2010. Bij drie bedrijven zijn alleen de laatste drie meetronden beschikbaar. Alle bedrijven hebben een gemiddelde nitraatconcentratie in het uitspoelingswater boven de nitraatnorm. De bedrijven hebben een gemiddelde nitraatconcentratie rond de 100 mg/l of hoger. Alle bedrijven hebben ook een hogere nitraatconcentratie in het uitspoelingswater dan het gemiddelde voor de akkerbouwbedrijven in de Zandregio (71 mg/l). Er blijkt uit de groep bedrijven geen duidelijk verschil in nitraatconcentratie tussen de soorten bedrijven (zie Figuur 33). Alleen de aardbeibedrijven (allen < 200 mg/l) overlappen de preibedrijven niet (>250 mg/l).



Figuur 33: Cumulatief frequentiediagram van de gemiddelde nitraatconcentratie in het uitspoelingswater op de bedrijven uit het project SVz

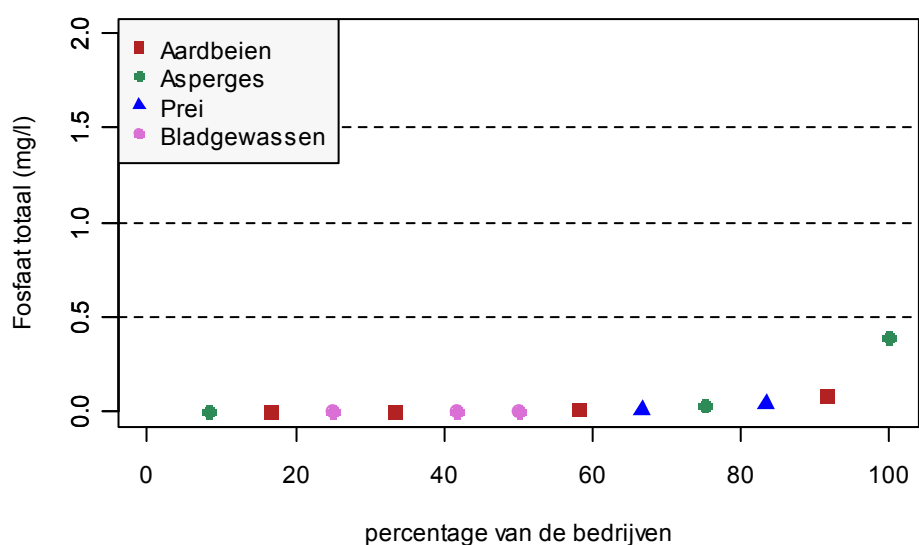
De variatie in de nitraatconcentratie op de vollegrondsgroentenbedrijven tussen de vier meetjaren is klein (zie Figuur 34). Dit geldt ook voor de akkerbouwbedrijven in Noord-Brabant en Noord-Limburg. De 75-percentiel van de akkerbouwbedrijven ligt onder de 25-percentiel van de vollegrondsgroentenbedrijven. De nitraatconcentratie in het uitspoelingswater op de bedrijven uit het SVz-project ligt hoger dan op de akkerbouw bedrijven van het LMM uit dezelfde regio.



Figuur 34: Jaarlijkse variatie in de nitraatconcentratie op bedrijven die meedoen in het project SVz en LMM-akkerbouwbedrijven in ditzelfde gebied

### 6.2.3 Fosfaat in het uitspoelingswater op SVz-bedrijven

De fosfaatconcentratie op de bemonsterde bedrijven is zeer laag. In veel van de gevallen werd geen fosfaat aangetroffen boven de detectielimiet (Figuur 35). De gevonden fosfaatconcentraties bij de bedrijven zijn in de meeste gevallen dan ook lager dan het gemiddelde bij akkerbouwbedrijven in de Zandregio.



Figuur 35: Cumulatief frequentiediagram van de gemiddelde fosfaatconcentratie op de bedrijven uit het project SVz (2007-2009)

## 6.3 Literatuurstudie vollegrondsgroenten, bollenteelt en glastuinbouw

### 6.3.1 Inleiding

Naast de rapportage van het project Scouting Vollegrondsgroenten zand heeft het RIVM een literatuuronderzoek gedaan om een zo volledig mogelijk beeld te krijgen van de kwaliteit die gemeten is in de tuinbouwsectoren vollegrondsgroententeelt, bollenteelt en glastuinbouw. Hiervoor wordt onder andere geput uit het project Telen met toekomst, waarvan de bedrijven ook in het LMM-kader zijn gemonitord en het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit. Het betreft veelal gegevens van een aantal jaar geleden. Uit Figuur 15 blijkt dat de nitraatconcentratie in de Zandregio sinds 1992 gedaald is. Het is daarom goed mogelijk dat ook de gegevens van de tuinbouwbedrijven niet meer up to date zijn.

### 6.3.2 Vollegrondsgroententeelt

#### Grondwater

In het project Telen met toekomst (Tmt) is geconstateerd dat op vollegrondsgroentenbedrijven de nitraatconcentratie in het grondwater het hoogst is van alle in het onderzoek beschouwde bedrijfstypen (van den Berg en Pulleman, 2003). Daarnaast is vastgesteld dat de verschillen tussen de bedrijven binnen de sector groot zijn (De Ruijter en Boumans, 2005).

De bedrijfsgemiddelde nitraatconcentraties in het grondwater in 2002 op de vollegrondsgroentenbedrijven liggen allemaal ruim boven de nitraatnorm van 50 mg/l (van den Berg en Pulleman, 2003); het bedrijfsgemiddelde ligt tussen 85 en 313 mg/l, met een sectorgemiddelde waarde van 189 mg/l.

Ook Van den Berg en Pullman (2003) constateren dat onder vergelijkbare omstandigheden de nitraatconcentratie in het grondwater op vollegrondsgroentenbedrijven in het algemeen hoger is dan bij akkerbouwers op zand.

Hetzelfde beeld als hierboven beschreven voor nitraat, komt ook naar voren uit de resultaten van het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit (Groot, et al., 2003). Voor de waarnemingen in 1997 wordt een gemiddelde waarde van circa 250 mg/l gerapporteerd, waarbij 95% van de waarnemingen binnen het interval 125 en 375 mg/l ligt.

Uit het Tmt-project blijkt dat de fosfaatconcentraties in het grondwater onder vollegrondsgroentenbedrijven zeer laag zijn (Van den Berg en Pulleman, 2003).

#### *Oppervlaktewater*

Er zijn voor de vollegrondsgroentenbedrijven geen oppervlaktewatergegevens beschikbaar.

### 6.3.3

#### **Bollenteelt**

De bloembollenteelt is sterk geconcentreerd in Noord-Holland (meer dan 50% van het totale areaal), op afstand gevolgd door de provincies Zuid-Holland (14%) en Flevoland (12%). In Noord- en Zuid-Holland zijn de bedrijven geconcentreerd op de zogenaamde geestgronden aan de landzijde van de duinen (geestgronden bestaan uit duinzand, vermengd met klei en/of veen). In Flevoland bestaat de ondergrond vooral uit zeeklei.

#### *Grondwater*

In Noord- en Zuid-Holland zijn in 2008 geen overschrijdingen van de nitraatnorm aangetroffen (Landelijk Milieuoverleg Bloembollen, 2009). In de periode daarvoor (1995-2008) is heel sporadisch een waarde gemeten boven de 25 mg/l. Er is geen sprake van normoverschrijdende vermessing van het grondwater voor nitraat (Landelijk Milieuoverleg Bloembollen, 2009). Hetzelfde beeld met betrekking tot nitraat komt naar voren uit de Tmt-metingen op bloembollenbedrijven (Van den Berg en Pulleman, 2003)

De fosforconcentraties in het grondwater op bollenteeltbedrijven zijn echter hoog. Van den Berg en Pulleman (2003) rapporteren in het kader van het Tmt-project voor de bollentelers een gemiddeld totaal-P-concentratie van 7,4 mg P/l, met uitschieters tot 13,2 mg P/l.

De factoren die volgens Van den Berg en Pulleman (2003) waarschijnlijk verantwoordelijk zijn voor de hoge fosfaatconcentraties in het grondwater van de bollentelers zijn het geringe vastleggende vermogen van de betreffende duingronden, de hoge fosfaatoverschotten (met name in het verleden), de hoge grondwaterstand en de diepe grondbewerking waardoor de fosfaatrijke bovengrond naar het grondwater wordt toegewerkt.

Groot et al. (2003) rapporteren voor de bloembollensector een gemiddelde concentratie ortho-fosfaat van ongeveer 6,3 mg P/l.



*Oppervlaktewater*

De kwaliteit van het oppervlaktewater voldoet in het merendeel van de gevallen niet aan toetsnormen. Voor stikstof worden in het slootwater concentraties aangetroffen tot 20 mg N/l (Landelijk Milieuoverleg Bloembollen, 2009). Voor fosfor is de maximaal gemeten gemiddelde bedrijfswaarde 9,6 mg P/l.

Voor stikstof worden de hoogste gemiddelde jaarconcentraties gevonden in Flevoland: tussen 6 en 14 mg N/l. De laagste concentraties, tussen 2 en 3 mg N/l komen voor in Kennemerland. In de overige regio's liggen de concentraties tussen globaal 4 en 6 mg N/l.

In Kennemerland fluctueert de jaarlijks gemiddelde P-totaal-concentratie tussen 2,6 en 6,3 mg P/l. In het Noord-Hollands zandgebied ligt die jaarlijkse waarde nabij de 2 mg P/l. In het Noord-Hollandse kleigebied en in de Bollenstreek 'de Zuid' ligt de corresponderende waarde omstreeks 1 mg P/l. De laagste gemiddelde P-totaal-concentratie wordt waargenomen in Flevoland: circa 0,2 mg P/l. In de bloembollengebieden waarover gerapporteerd is, blijken de nutriëntconcentraties in het oppervlaktewater vrijwel steeds hoger dan de toetswaarde. Voor fosfor geldt dit het sterkst in de oude bollengebieden. In het nieuwe bollengebied Flevoland zijn de fosfaatconcentraties lager (Landelijk Milieuoverleg Bloembollen, 2009).

## 6.3.4

**Glastuinbouw**

Het grootste areaal aan glastuinbouw komt voor in Zuid-Holland (51%, vooral in het Westland), met op de tweede plaats Noord-Brabant (14%). Daarop volgend hebben Noord-Holland en Limburg, elk met circa 9% van het totale areaal, een belangrijk aandeel in de glastuinbouw. In Zuid- en Noord-Holland zijn de bedrijven gelegen op een klei- of veen ondergrond. In Noord-Brabant en Limburg liggen de bedrijven op zandgrond.

*Oppervlaktewater*

Voor de glastuinbouwsector is alleen (beperkte) informatie beschikbaar voor de oppervlaktewaterkwaliteit in het Westland. Over grondwaterkwaliteit is geen informatie gevonden.

In de periode 2005-2009 is in het Westland sprake van een duidelijk neergaande trend in de stikstofconcentraties in het slootwater: van een zomergemiddelde concentratie van 15,8 in 2005 naar een zomergemiddelde van 9,6 mg/l in 2009 (daling ongeveer 40%, Tolman 2010).

Het concentratieverloop van fosfaat is grilliger (met een zomergemiddelde fosforconcentratie van 1,6 tot 1,8 mg P/l). De fosforconcentratie is in de periode 2005-2009 niet duidelijk afgenomen. In de periode 1980-1995 was er nog wel sprake van een daling. Deze dalende trend in fosforconcentratie is het afgelopen decennium overgegaan in een gelijkblijvende concentratie (Tolman, 2010).

De waterkwaliteit in het glastuinbouwgebied is ook duidelijk minder dan in andere delen van het beheergebied (Tolman, 2010).

In de periode 2005-2009 laat de concentratie stikstof een duidelijke daling zien. De verlaging van de stikstofemissies vanuit de glastuinbouwsector leidt dus meetbaar tot een vermindering van de hoeveelheid stikstof (Tolman, 2010).

## 7 Conclusies

### *Nitraat in uitspoelingswater*

De gemiddelde nitraatconcentratie in de Zandregio ligt met 69 mg/l boven de nitraatnorm. De gemiddelde concentratie in de Lössregio ligt met 82 mg/l ook boven deze norm. De nitraatnorm wordt gemiddeld gezien wel gehaald in de Kleiregio met 35 mg/l en in de Veenregio met 8 mg/l.

In de Zandregio wordt de nitraatnorm gemiddeld net niet gehaald op melkveebedrijven (52 mg/l), ook de akkerbouw-, hokdier- en overige bedrijven halen deze norm gemiddeld niet (79 mg/l, 131 mg/l en 70 mg/l). In de Lössregio is de concentratie nitraat op melkveebedrijven (54 mg/l) net boven de norm, de akkerbouwbedrijven en overige bedrijven zitten ruim boven de norm (115 mg/l en 88 mg/l). In de Kleiregio wordt de norm gemiddeld gezien op alle bedrijfstypen gehaald (27 mg/l, 47 mg/l en 32 mg/l voor melkvee, akkerbouw en overige bedrijven).

Binnen de Zandregio is er een groot verschil tussen de verschillende zandgebieden. De nitraatconcentratie op landbouwbedrijven in Zand zuid is gemiddeld met 106 mg/l het hoogst, gevolgd door bedrijven gelegen in Zand midden (56 mg/l). De nitraatconcentratie op landbouwbedrijven in Zand noord ligt met 46 mg/l het laagst.

### *Fosfaat in uitspoelingswater*

In de Zand- en Lössregio wordt nauwelijks fosfaat gemeten in het grondwater. In de Kleiregio is de concentratie gemiddeld 0,23 mg P/l en in de Veenregio 0,45 mg P/l.

### *Trends in nitraatconcentratie*

De nitraatconcentratie in het bovenste grondwater van landbouwbedrijven in de Zandregio is tussen 1992 en 2009 met meer dan 50% afgenomen, van 150 tot 65 mg/l. De daling vond voornamelijk plaats voor 2002, hierna stabiliseert de gemeten nitraatconcentratie zich. De daling is het grootste op melkveebedrijven in de Zandregio met een daling van 200 mg/l tot ongeveer 50 mg/l. De stikstofbodemoverschotten op bedrijven in de Zandregio zijn in dezelfde periode ook gedaald, waarbij de grootste daling ook plaatsvond tussen 1992 en 2002 en daarna een stabilisatie. We kunnen spreken van een beleidseffect, als zowel het stikstofbodemoverschot en de nitraatconcentratie (gemeten en gecorrigeerd) zijn gedaald. Dit is het geval in de Zandregio. De laatste jaren daalt het bodemoverschot weer alsook de gecorrigeerde nitraatconcentratie.

Op akkerbouwbedrijven in de Zandregio is de nitraatconcentratie veel minder gedaald dan op de melkveebedrijven, van 140 à 150 mg/l in het begin van de monitoring tot 79 mg/l gemiddeld over de laatste jaren. Ook de stikstofbodemoverschotten zijn op akkerbouwbedrijven veel minder sterk gedaald dan op de melkveebedrijven, hoewel ze nog steeds lager zijn dan op melkveebedrijven. De akkerbouwbedrijven hadden in de jaren 90 een lagere nitraatconcentratie dan melkveebedrijven, maar sinds 2003 is de nitraatconcentratie op akkerbouwbedrijven juist hoger dan op de melkveebedrijven.

### *Slootwater*

In het winterhalfjaar geldt dat gemiddeld gezien de toetswaarde voor stikstof in sloten (2,4 mg/l) overschreden wordt in alle regio's. In de Zandregio wordt 11 mg/l gemeten, in de Kleiregio 5,8 mg/l en de Veenregio heeft gemiddeld de laagste concentratie met 4,1 mg/l.

In het zomerhalfjaar is de stikstofconcentratie in het slootwater gehalveerd in alle regio's ten opzichte van de stikstofconcentratie in de winter. Alleen in de Zandregio wordt dan met 5,8 mg/l de toetswaarde nog overschreden. De Klei- en Veenregio voldoen gemiddeld gezien met respectievelijk 2,4 mg/l en 2,1 mg/l aan deze toetswaarde.

In de Zandregio is in het winterhalfjaar de fosfaatconcentratie het laagst met 0,09 mg P/l. In de Kleiregio is de fosfaatconcentratie 0,27 mg P/l en in de Veenregio is de gemiddelde fosfaatconcentratie in de winter 0,17 mg P/l. Gemiddeld gezien voldoet alleen de Kleiregio niet aan de toetswaarde voor slootwater.

In de zomer is de fosfaatconcentratie ten opzichte van de winter gestegen tot 0,20 mg P/l in de Zandregio, 0,72 mg P/l in de Kleiregio en 0,26 mg P/l in de Veenregio. Alleen de Zandregio blijft gemiddeld gezien onder de toetswaarde.

### *Tuinbouwbedrijven*

Op twaalf vollegrondsgroentenbedrijven wordt een hoge nitraatconcentratie gemeten, variërend van 90 tot 350 mg/l. Ook in andere projecten worden hoge nitraatconcentraties gerapporteerd voor vollegrondsgroentenbedrijven. Op bollenbedrijven wordt in de literatuur een lage nitraat- maar hoge fosfaatconcentratie gerapporteerd in het uitspoelingswater. Zowel van de bollenbedrijven als de glastuinbouwbedrijven wordt een uitspoeling naar het oppervlaktewater gerapporteerd met overschrijdingen van de toetswaarde voor stikstof en fosfaat. De beschikbare informatie is te beperkt om een uitspraak op sectorniveau te doen.

### *Relatie grondwater en slootwater*

Op basis van de gepresenteerde resultaten kan gesteld worden dat er een goede relatie bestaat tussen de kwaliteit van het bovenste grondwater enerzijds, en de kwaliteit van het slootwater anderzijds in de gedraineerde delen van de Zandregio. Een verhoging van de concentraties stikstof in het grondwater zal gemiddeld genomen leiden tot een verhoging van de concentraties in het slootwater.

## Literatuurlijst

- Berg, M. van den en Pulleman, M.M., 2003. Kwaliteit van grond- en oppervlaktewater in het project Telen met toekomst 2002. Telen met toekomst OV0303, Plant Research International, Wageningen, 48 pp. + 48 p. bijl.
- Boekel, E.M.P.M. van, Renaud, L.V., van der Bolt, F.J.E. en Groenendijk, P., 2008. Bronnen van nutriënten in het landelijke gebied. Analyse van de bijdrage van landbouw aan oppervlaktewaterkwaliteit met STONE 2.3 resultaten. 1816, Alterra, Wageningen.
- Bolt, F.J.E. van der, O.F. Schoumans (Eds.), E.M.P.M. van Boekel, P. Bogaart, H.P. Broers, B. van der Grift, C.H.G. Daatselaar, W. van Dijk, P. Groenendijk, A. van den Ham, A.E.J. Hooijboer, A. de Klijne, R.L.M. Schils en T.P. Tol-Leenders, 2012. Ontwikkeling van de bodem- en waterkwaliteit. Evaluatie Meststoffenwet 2012: eindrapport ex post. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2318.
- Boumans, L.J.M. en B. Fraters, 2011. Nitraatconcentraties in het bovenste grondwater van de Zandregio en de invloed van het mestbeleid. Visualisatie afname in de periode 1992 tot 2009. RIVM Rapport 680717020, RIVM, Bilthoven.
- Buis, E., van den Ham, A., Daatselaar, C.H.G. en Fraters, B., in voorbereiding. Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid; overzicht voor de natte gronden in de Zandregio. Landbouwpraktijk en waterkwaliteit (hoofdrapport). RIVM Rapport 680717025, RIVM, Bilthoven.
- Duinhoven, G. van, M. Bettonville, 2010. Monitoring stroomgebieden, een tussenrapport. Alterra en Deltares.
- Durand, P., Breuer, L. en Johnes, P.J., 2011. Nitrogen processes in aquatic ecosystems. In: M.A. Sutton et al. (Editors), The European Nitrogen Assessment. Cambridge University Press, Cambridge.
- Evers, C.H.M., van den Broek, A.J.M., Buskens, R., van Leerdam, A., 2007, Omschrijving MEP en maatlatten voor sloten en kanalen voor de kaderrichtlijn water, STOWA 32b, RWS-WD 2007 019.
- Fraters, B. en Boumans, L.J.M., 2005. De opzet van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid voor 2004 en daarna. Uitbreiding van LMM voor onderbouwing van Nederlands beleid en door Europese monitorverplichtingen. RIVM Rapport 680100001, RIVM, Bilthoven.
- Fraters, B., Boumans, L.J.M., Van Leeuwen, T.C. en Reijs, J.W., 2007. De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en oppervlaktewater op landbouwbedrijven, RIVM rapport 680716002, RIVM, Bilthoven.
- Groenendijk, P., Renaud, L.V., Roelsma, J., Janssen, G.M.C.M., Jansen, S., Heerdink, R., Griffioen, J., van der Grift, B., 2008. A new compliance checking level for nitrate in groundwater. Modelling nitrate leaching

and the fate of nitrogen in the upper 5 meter of the groundwater system, Alterra, Wageningen UR.

Groot, M.S.M., Bronswijk, J.J.B. en Leeuwen<sup>1</sup>, T.C. van, 2003. Resultaten 1997. Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit. RIVM Rapport 714801029/2003, RIVM, Bilthoven. Hooijboer, A.E.J., Fraters, B. en Boumans, L.J.M., 2007. Waterkwaliteit op landbouwbedrijven. Evaluatie Meststoffenwet 2007, RIVM Rapport 680130002, RIVM, Bilthoven.

Ham, A. van den, en Daatselaar, C.H.G., 2012. Bodemoverschotten op landbouwbedrijven. Evaluatie Meststoffenwet 2012: deelrapport ex post. LEI-rapport 2012-012, Projectcode 2275000429. LEI, onderdeel van Wageningen UR, Den Haag

Klijne, A. de, Reijs, J.W., Fraters, B., de Hoop, J., van Leeuwen, T.C., RIVM, 2010. Eindrapport van de evaluatie van het Landelijk Meetnet Effecten Mestbeleid, RIVM Rapport 680717012, RIVM, Bilthoven.

Krause, S., Hannah, D. M., Fleckenstein, J. H., Heppell, C. M., Kaeser, D., Pickup, R., Pinay, G., Robertson, A. L., Wood, P. J., 2011. Inter-disciplinary perspectives on processes in the hyporheic zone. *Ecohydrology*, 4: 481-499.

Kronvang, B., Behrendt, H., Andersen, H.E., Arheimer, B., Barr, A., Borgvang, S.A., Bouraoui, F., Granlund, K., Grizzetti, B., Groenendijk, P., Schwaiger, E., Hejzlar, J., Hoffmann, L., Johnsson, H., Panagopoulos, Y., Lo Porto, A., Reisser, H., Schoumans, O., Anthony, S., Silgram, M., Venohr M., Larsen, S.E., 2009. Ensemble modeling of nutrient loads and nutrient load partitioning in 17 European catchments. *Journal of Environmental Monitoring*, 11: 572-583.

Landelijk Milieuoverleg Bloembollen, 2009, voortgangsrapportage Landelijk milieuoverleg bloembollen, 2007-2008, Hillegom.

Oenema, O., Van Liere, L. en Schoumans, O.F., 2005. Effects of lowering nitrogen and phosphorus surpluses in agriculture on the quality of groundwater and surface water in the Netherlands. *Journal of Hydrology*, 304(1-4): 289-301.

Payne R.W., Harding S.A., Murray D.A., Soutar D.M., Baird D.B., Glaser A.I., Channing I.C., Welham S.J., Gilmour A.R., Thompson R., Webster R., 2008a. GenStat® Release 11 Reference Manual Part 3: Procedure Library PL19; VSN International, 5 The Waterhouse, Waterhouse Street, Hemel Hempstead, Hertfordshire HP1 1ES, UK.

Payne R.W., Harding S.A., Murray D.A., Soutar D.M., Baird D.B., Glaser A.I., Channing I.C., Welham S.J., Gilmour A.R., Thompson R., Webster R., 2008b. GenStat® Release 11 Reference Manual The Guide to GenStat® Release 11, Part 2: Statistics; VSN International, 5 The Waterhouse, Waterhouse Street, Hemel Hempstead, Hertfordshire HP1 1ES, UK.

Plette, S., Van Beek, C.L. en van der Salm, C., 2004. Mest en oppervlaktewater. Een synthese van de 3 DOVE projecten t.b.v. de evaluatie meststoffenwet 2004. 2004.092x, RIZA, Lelystad.

- Poppe, K. J. (2004) Het Bedrijven-Informatienet van A tot Z. Den Haag, Landbouw Economisch Instituut, WUR/LEI Rapport 1.03.06.
- Rozemeijer, J., Boumans, L.J.M. en Fraters, B., 2006. Drainwaterkwaliteit in de kleigebieden in de periode 1996-2001. Evaluatie van een meetprogramma voor de inrichting van een monitoringnetwerk, RIVM Rapport 680100004, RIVM, Bilthoven.
- Rozemeijer, J.C. en Broers, H.P., 2007. The groundwater contribution to surface water contamination in a region with intensive agricultural land use (Noord-Brabant, The Netherlands). *Environmental Pollution*, 148(3): 695-706.
- Rozemeijer, J. C., van der Velde, Y., McLaren, R.G., van Geer, F.C., Broers, H.P., Bierkens, M. F. P., 2010. Integrated modeling of groundwater-surface water interactions in a tile-drained agricultural field: The importance of directly measured flow route contributions. *Water Resources Research*, 46: W11537.
- Ruijter, F.J. de en Boumans, L.J.M., 2005. Waterkwaliteit op open teeltbedrijven en de relatie met bodem- en bemestingsvariabelen. Resultaten van het project. Telen met toekomst, 2000-2004. Telen met Toekomst.
- Schröder, in voorbereiding. Rapport van de Werkgroep Onderbouwing Gebruiksnormen (WOG).
- Tolman Yora, 2010. Waterkwaliteit glastuinbouwgebied Delfland 2005-2009. Opdrachtgever: Hoogheemraadschap van Delfland, sector Beleid & Onderzoek, Team Watersysteemkwaliteit. Uitgave: Delft, september 2010.
- Vliet, M. van, 2010. Evaluatie van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid, Bijlagenrapport, RIVM Rapport 680717013, RIVM, Bilthoven.
- Vos, J.A. de, Hesterberg, D. en Raats, P.A.C., 2000. Nitrate leaching in a tile-drained silt loam. *Soil Science Society of America Journal*, 64(2): 517-527.
- Vries, F. de, W.J.M. de Groot, T. Hoogland en J. Denneboom, 2003. De Bodem van Nederland digitaal. Toelichting bij inhoud, actualiteit en methodiek en korte beschrijving van additionele informatie. Alterra, Wageningen, Rapport 811.
- Waterdienst, 2009. overzicht indicatoren fosfaat nalevering vanuit de waterbodem, C01012.200064/SD.



## Bijlage 1 Overzicht van de bedrijfscategorieën in het LMM

Tabel B1.1: Overzicht van de bedrijfscategorieën in de LMM-steekproefpopulatie per regio

<b>Regio</b>	<b>LMM-bedrijfstypen</b>	<b>NEG(hoofd)typen</b>
Zand en Löss	Akkerbouw *	NEG-hoofdtype 1: akkerbouwbedrijven
	Melkvee	NEG-typen: 4110: sterk gespecialiseerde melkveebedrijven 4120: gespecialiseerde melkveebedrijven 4370: andere melkveebedrijven
	Hokdieren **	NEG-hoofdtype 5: hokdierbedrijven NEG-type 4380: vleeskalveren
	Overig	NEG-hoofdtypen: 7: veeteeltcombinaties 8: gewassen/veeteeltcombinaties 4: graasdierbedrijven (m.u.v. de NEG-typen 4110, 4120, 4370 en 4380)
Klei	Akkerbouw *	NEG-hoofdtype 1: akkerbouwbedrijven
	Melkvee	NEG-typen: 4110: sterk gespecialiseerde melkveebedrijven 4120: gespecialiseerde melkveebedrijven 4370: andere melkveebedrijven
	Overig	NEG-hoofdtypen: 8: gewassen/veeteeltcombinaties 4: graasdierbedrijven (m.u.v. de NEG-typen 4110, 4120, 4370 en 4380)
Veen	Melkvee	NEG-typen: 4110: sterk gespecialiseerde melkveebedrijven 4120: gespecialiseerde melkveebedrijven

\* Een beperkt aantal akkerbouwbedrijven blijkt vanwege veranderingen in de bedrijfsopzet te transformeren naar een 'andere gewassencombinatie' (NEG-type 6090). Zolang akkerbouwgewassen tenminste 80% van het areaal uitmaken, worden dergelijke bedrijven als 'akkerbouwbedrijf' beschouwd.

\*\* In de Lössregio vormen de hokdierbedrijven, vanwege het te kleine potentieel, geen aparte groep, maar maken ze wel deel uit van het LMM-bedrijfstype 'overig'.





## Bijlage 2: Aantal bedrijven

Tabel B2.1: Aantal bedrijven per regio per jaar, uitspoelingswater

<i>Jaar</i>	<i>Zand</i>	<i>Löss</i>	<i>Jaar</i>	<i>Klei</i>	<i>Veen</i>
1992	92	*	1992/1993	*	*
1993	88	*	1993/1994	*	*
1994	35	*	1994/1995	*	*
1995	83	*	1995/1996	*	*
1996	*	*	1996/1997	1	16
1997	27	*	1997/1998	6	*
1998	41	*	1998/1999	27	*
1999	41	*	1999/2000	53	15
2000	42	*	2000/2001	57	*
2001	43	*	2001/2002	55	8
2002	56	16	2002/2003	52	22
2003	82	14	2003/2004	48	10
2004	103	15	2004/2005	66	13
2005	109	15	2005/2006	52	22
2006	194	44	2006/2007	55	21
2007	200	40	2007/2008	86	58
2008	198	42	2008/2009	85	58
2009	197	40	2009/2010	86	58
2010	193	39			

Tabel B2.2: Aantal bedrijven per zandgebied, uitspoelingswater

<i>Jaar</i>	<i>Noord</i>	<i>Midden</i>	<i>Zuid</i>
1992	34	40	18
1993	33	39	16
1994	13	18	4
1995	31	38	14
1996	*	*	*
1997	13	6	8
1998	17	12	12
1999	10	10	21
2000	13	16	13
2001	17	16	10
2002	16	16	24
2003	28	31	23
2004	33	49	21
2005	30	40	39
2006	69	77	48
2007	67	80	53
2008	67	76	55
2009	64	73	60
2010	64	74	55

*Tabel B2.3: Aantal bedrijven in de Zandregio per bedrijfstype, uitspoelingswater*

	<i>Melkvee</i>	<i>Akkerbouw</i>	<i>Hokdier</i>	<i>Overig</i>
1992	67	18	*	7
1993	64	19	*	5
1994	32	*	*	3
1995	62	18	*	3
1996	*	*	*	*
1997	14	10	*	3
1998	18	11	6	6
1999	17	8	11	5
2000	23	8	4	7
2001	30	8	3	2
2002	31	10	7	8
2003	40	17	12	13
2004	68	15	12	8
2005	67	13	16	13
2006	148	15	14	17
2007	127	30	18	25
2008	117	33	20	28
2009	123	32	20	22
2010	119	30	16	28

*Tabel B2.4: Aantal bedrijven in de Lössregio per bedrijfstype, uitspoelingswater*

	<i>Melkvee</i>	<i>Akkerbouw</i>	<i>Overig</i>
1992	*	*	*
1993	*	*	*
1994	*	*	*
1995	*	*	*
1996	*	*	*
1997	*	*	*
1998	*	*	*
1999	*	*	*
2000	*	*	*
2001	*	*	*
2002	7	5	4
2003	7	4	3
2004	6	7	2
2005	7	6	2
2006	22	14	8
2007	19	14	7
2008	18	12	12
2009	18	12	10
2010	18	11	10

**Tabel B2.5: Aantal bedrijven in de Klei- en Veenregio per bedrijfstype, uitspoelingswater**

Jaar	Keiregio			Veenregio
	Melkvee	Akkerbouw	Overig	Melkvee
1992/1993	*	*	*	*
1993/1994	*	*	*	*
1994/1995	*	*	*	*
1995/1996	*	*	*	*
1996/1997	1	*	*	16
1997/1998	2	4	*	*
1998/1999	15	11	1	*
1999/2000	23	26	4	15
2000/2001	26	27	4	*
2001/2002	26	25	4	8
2002/2003	24	22	6	21
2003/2004	29	16	3	10
2004/2005	26	36	4	13
2005/2006	20	28	4	22
2006/2007	20	28	7	21
2007/2008	48	23	15	58
2008/2009	47	23	15	58
2009/2010	46	29	11	58

**Tabel B2.6 Aantal voor de regio's Zand, Klei en Veen, slotwater**

Jaar	Zandregio		Kleiregio		Veenregio	
	Winter	Zomer	Winter	Zomer	Winter	Zomer
1996/1997	1	*	1	*	16	*
1997/1998	*	*	*	*	*	*
1998/1999	*	*	*	*	*	*
1999/2000	1	*	1	*	15	*
2000/2001	*	*	*	*	*	*
2001/2002	1	*	3	*	21	*
2002/2003	3	*	41	*	10	*
2003/2004	3	*	72	*	11	*
2004/2005	24	*	51	*	22	*
2005/2006	25	*	54	*	20	*
2006/2007	40	*	85	*	58	*
2007/2008	43	46	84	78	57	57
2008/2009	50	47	85	82	57	57
2009/2010	51	48	87	85	57	57

**Tabel B2.7: Aantal bedrijven in het programma voor de het gedraineerde gedeelte van de Zandregio, uitspoelingswater**

Jaar	Grondwater	Drainwater
2004/2005	24	25
2005/2006	29	26
2006/2007	42	39
2007/2008	51	42
2008/2009	49	46
2009/2010	22	49

A.E.J. Hooijboer | A. de Klijne

RIVM rapport 680123001/2012

Dit is een uitgave van:



**Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven  
[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)

juni 2012

