



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

Landelijk

Meetnet

effecten

Mestbeleid

Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM).  
Het programma in de kleiregio 1996-2008.

*Overzichtsrapport voor de programma-evaluatie*



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

**Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid  
(LMM). Het programma in de kleiregio  
1996-2008**

Overzichtsrapport voor de programma-evaluatie

RIVM Rapport 680717024A/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'.

S. Lukács, Centrum voor MilieuMonitoring, RIVM  
A. van den Ham, LEI, onderdeel van Wageningen UR  
C.H.G. Daatselaar, LEI, onderdeel van Wageningen UR

Contact:  
Saskia Lukács  
Centrum voor MilieuMonitoring  
saskia.lukacs@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (I&M) en het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (EL&I), in het kader van het Project Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM, projectnummer M/680717)



## Rapport in het kort

### **Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM). Het programma in de kleiregio 1996-2008**

Overzichtsrapport voor de programma-evaluatie

Van 1996 tot en met 2008 zijn in de kleiregio in Nederland als gevolg van het mestbeleid gemiddeld genomen minder meststoffen op landbouwbedrijven gebruikt. Hierdoor is de bodem van deze bedrijven minder belast met meststoffen, en zijn de zogenoemde bodemoverschotten afgenomen. Een bodemoverschot is het deel van mest dat gewassen niet gebruiken om te groeien en naar het grondwater en oppervlaktewater kan uitspoelen. Ook is de kwaliteit van dit uitspoelingswater verbeterd.

Dit blijkt uit het overzicht dat het RIVM en het LEI, onderdeel van Wageningen Universiteit en Research Centrum, hebben gemaakt op basis van gegevens van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) in de kleiregio. Deze regio omvat meerdere gebieden, verspreid over Nederland.

### **Concentraties fluctueren door de jaren heen**

De waterkwaliteit is getoetst door de nitraatconcentratie in het uitspoelingswater op de bemonsterde landbouwbedrijven te meten. Deze concentraties zijn gedaald, maar de gemiddelde concentraties per jaar vertonen in de onderzochte periode een grillig patroon. Dit heeft onder andere te maken met de weersinvloeden, zoals de hoeveelheid regen. Deze effecten maken het moeilijk om een directe relatie te leggen tussen de gedaalde bodemoverschotten en de verbeterde waterkwaliteit in de kleiregio.

### **Evaluatievragen**

Met behulp van deze resultaten wordt het kleiprogramma, dat sinds 1996 bestaat, de komende maanden geëvalueerd. Hierbij wordt onder andere bekeken of de huidige strategie en manier van bemonsteren de beste manier is om veranderingen in de uitspoeling van meststoffen te bepalen. En daarmee of de strategie van het LMM voor de kleiregio nog voldoet om de beleidsvragen waarvoor het LMM indertijd is opgericht, te beantwoorden. Daarnaast wordt de relatie tussen mestgebruik en kwaliteit van het uitspoelingswater nader onderzocht.

Trefwoorden: Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM), kleiregio, mestbeleid, waterkwaliteit, landbouwpraktijk



## Abstract

### **Minerals Policy Monitoring Programme. The programme in the clay region 1996-2008**

Survey report for use in the evaluation of the LMM monitoring programme in the clay region

On average, the amount of fertilizer used on Dutch farms in the clay region declined during the period 1996–2008 as a result of the minerals policy. This has resulted in a decline in the nitrogen and phosphate loads of the soil, as well as in a fall in the so-called soil surpluses of nitrogen and phosphate.

A soil balance surplus is that portion of the fertilizer which is not used by crops for growth and which has the potential to leach into the groundwater and surface water. The quality of this leaching water has also improved on average during this period.

This is the conclusion drawn by researchers from the LEI of Wageningen University and Research Centre and the RIVM based on the results of a survey carried out jointly by both institutions using data on the clay region provided by the Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM). The clay region comprises several areas that are dispersed throughout the Netherlands.

### **Concentrations fluctuate over the years**

The quality of the leaching water on the sampled farms was tested for nitrate. Nitrate concentrations have dropped, but the annual average concentrations over the entire measured period show a fluctuating pattern. Many factors may account for this pattern, including weather conditions, such as the amount of rainfall. Due to these effects, it is difficult to clearly elucidate the relationship between soil balance surpluses and nitrate concentrations in the leaching water for the clay region.

### **Questions for evaluation**

The results of this survey will be used as the basis for an evaluation of the LMM in the clay region. Among the points to be addressed is whether the current strategy and method of sampling is the best way to determine changes in nutrient leaching. Also to be explored is how the representativeness of the LMM for agricultural activities in the clay region can be increased at no or low cost and how the analysis of the trend and status determination can be improved.

Keywords: Minerals Policy Monitoring Programme (LMM), clay region, manure management, water quality, agricultural practice



## Inhoud

Samenvatting—9

### **1 Inleiding—13**

- 1.1 Het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid—13
- 1.1.1 Opzet van het LMM—14
- 1.2 De ontwikkeling van het LMM in de kleiregio—14
- 1.2.1 Overzicht—14
- 1.2.2 Onderverdelingen van het LMM in de kleiregio—15
- 1.3 Doel van het rapport—15

### **2 Gegevensverzameling en verwerking—17**

- 2.1 Opzet en realisatie van het kleiprogramma 1996-2009—17
- 2.1.1 Selectie van bedrijven—17
- 2.2 Gegevensverzameling landbouwkundige bedrijfsvoering—19
- 2.2.1 De bedrijfsstructuur—19
- 2.2.2 De berekening van de mestproductie en het mestgebruik—19
- 2.2.3 De berekening van de bodemoverschotten aan mineralen—20
- 2.2.4 Andere kengetallen—20
- 2.3 Gegevensverzameling waterkwaliteit—21
- 2.3.1 Waterbemonstering—21
- 2.3.2 Analyses van waterkwaliteit—23
- 2.3.3 Gegevens grondsoorten en grondwatertrappen—23
- 2.4 Koppeling gegevens landbouwpraktijk en waterkwaliteit—23
- 2.4.1 Berekening waterkwaliteitsgegevens—24
- 2.4.2 Berekening grondsoortverdeling en grondwatertrappen—24
- 2.5 Aantal onderzochte bedrijven—24
- 2.5.1 Bemonsteringstypen en -ronden—27

### **3 Vertegenwoordiging LMM-steekproef kleiregio—29**

- 3.1 Inleiding—29
- 3.2 LMM steekproefpopulatie voor de kleiregio—29
- 3.3 Vertegenwoordiging deelgebieden—30

### **4 Landbouwpraktijk en bedrijfskarakteristieken—33**

- 4.1 Inleiding—33
- 4.2 Melkveebedrijven—33
- 4.2.1 Bedrijfsstructuur en bedrijfsvoering—33
- 4.2.2 Bemesting en overschotten—34
- 4.2.3 Verschillen tussen deelgebieden—36
- 4.3 Akkerbouwbedrijven—38
- 4.3.1 Bedrijfsstructuur—38
- 4.3.2 Bemesting en overschotten—39
- 4.3.3 Verschillen tussen deelgebieden—40
- 4.4 Overige bedrijven—41
- 4.4.1 Bedrijfsstructuur—41
- 4.4.2 Bemesting en overschotten—42
- 4.5 Verdeling grondsoorten—44

### **5 Waterkwaliteit—47**

- 5.1 Overzicht waterkwaliteit—47
- 5.2 Stikstof—50



5.2.1	Totaalstikstof—50
5.2.2	Nitraat—52
5.3	Fosfor—56
5.4	Macro-elementen—58
5.4.1	Calcium—58
5.4.2	Chloride—60
5.4.3	Sulfaat—61
5.5	Sporenelementen—61
5.5.1	Koper—61
5.5.2	Zink—62
5.6	Sloten nader bekeken—62
<b>6</b>	<b>Evaluatievragen—65</b>
6.1	Optimalisatie van het meetprogramma—65
6.1.1	Keuze watertype—65
6.1.2	Keuze waterkwaliteitsparameters—65
6.1.3	Strategie en wijze van bemonstering—66
6.1.4	Keuze vastleggen gegevens—67
6.1.5	Representativiteit van het LMM voor de landbouw in de kleiregio—67
6.2	Verbetering van de analyse van de trend- en toestandbepaling—68
<b>7</b>	<b>Literatuur—69</b>

## Samenvatting

### Inleiding

Het doel van het Landelijk meetnet effecten Mestbeleid (LMM) is het volgen en vastleggen van de effecten van het mestbeleid op waterkwaliteit in relatie tot bedrijfsopzet en bedrijfsvoering op Nederlandse landbouwbedrijven. De aandacht richt zich vooral op uitspoeling van stikstof en fosfor naar het grondwater en het oppervlaktewater. Voor de monitoringsactiviteiten in het LMM wordt Nederland onderverdeeld in vier hoofdgrondsoortregio's: de zandregio, kleiregio, veenregio en lössregio. Het monitoringsprogramma in de kleiregio is in 1996 van start gegaan en heeft sinds die tijd verschillende veranderingen ondergaan. Doel van dit rapport is om een overzicht te geven van de resultaten in de kleiregio over de periode 1996-2008 en het formuleren van evaluatievragen ter verbetering van de monitoring in de kleiregio. Bij dit rapport hoort een Bijlagenrapport met nummer 680717024B (Van den Ham et al., 2012).

### Opzet

Voor het LMM worden gegevens van de landbouwpraktijk verzameld door het LEI, onderdeel van Wageningen Universiteit en Research Centrum, via het Bedrijveninformatienet. Het RIVM verzamelt de waterkwaliteitsgegevens. Per regio zijn voor deelname aan het LMM aselect bedrijven gezocht uit de belangrijkste bedrijfstypen in de regio voor wat betreft bodemgebruik. In de kleiregio wordt informatie verzameld over akkerbouw-, melkvee- en overige dierbedrijven. De kleiregio is bij de selectie onderverdeeld in vier deelgebieden voor een goede spreiding van de bedrijven in de kleiregio, dit zijn het Centraal zeekleigebied, het Zuidwestelijk zeekleigebied, het Noordelijk zeekleigebied en het Rivierkleigebied.

Om effecten van het mestbeleid te meten, wordt het water dat uitspoelt uit de wortelzone bemonsterd. Dit gebeurt in de kleiregio door het nemen van drainwatermonsters en, indien drains niet voldoende aanwezig zijn, van grondwatermonsters. Daarnaast wordt ook het slotwater bemonsterd.

### Representativiteit van de LMM-steekproef in de kleiregio

De oppervlakte cultuurgrond die door de LMM-steekproef wordt gedekt, bedraagt voor alle jaren in de kleiregio 81 à 82%; voor Nederland als geheel is dat 81%.

### Bemesting en nutriëntenoverschotten

Zowel het gebruik van nutriënten als de overschotten zijn in de periode 1997-2008 bij alle bedrijfstypen afgenomen, uitgezonderd het stikstofbodemoverschot bij overige bedrijven (zie Tabel S1).

*Tabel S1 Samenvatting gegevens bemesting en nutriëntenoverschotten in de kleiregio*

	Akkerbouw		Melkvee		Overig	
	1997*	2008	1997*	2008	2005	2008
N-bemesting totaal (kg/ha)	265	241	637	391	268	246
N-overschot bodembalans (kg/ha)	137	118	323	209	89	138
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -bemesting totaal (kg/ha)	98	73	136	91	127	70
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -bodemoverschot (kg/ha)	38	20	52	16	66	21

\* 1997 is het eerste jaar dat voldoende bedrijven deelnamen voor betrouwbare uitspraken

### Nutriënten in het uitspoelingswater en slootwater

De nitraatconcentraties in het uitspoelingswater zijn afgenomen in de periode 1997-2008, (zie Tabel S2), net als de stikstofoverschotten. Een vergelijking van de trendlijnen voor nutriëntenoverschotten en uitspoelingswater laat echter geen duidelijk verband zien. Om een dergelijk verband te kunnen leggen is nadere analyse nodig waarbij rekening wordt gehouden met storende factoren, zoals verschillen in neerslaghoeveelheid tussen de jaren. De fosfaatconcentraties in het grondwater zijn nauwelijks tot niet gedaald. De trendlijnen voor slootwater en uitspoelingswater vertonen overeenkomstige patronen.

Tabel S2 Samenvatting gegevens waterkwaliteit voor nutriënten in de kleiregio

	Akkerbouw		Melkvee		Overig	
	1997	2008	1997	2008	2005	2008
Nitraat in uitspoeling (mg/l)	88	45	88	21	55	29
Orthofosfaat in uitspoeling (mg/l)	0,17	0,14	0,26	0,24	0,38	0,27
	2002	2008	2002	2008	2005	2008
Nitraat in slootwater (mg/l)	21	22	12	10,3	26	15
Orthofosfaat in slootwater (mg/l)	0,14	0,14	0,26	0,33	0,24	0,24

### Invloed van grondsoort

De deelgebieden in de kleiregio verschillen onderling in, onder andere, de voorkomende grondsoorten. In het Noordelijk zeekleigebied is zeeklei met 95% de belangrijkste grondsoort, terwijl in de andere gebieden dit percentage lager is. In het Centraal zeekleigebied is het percentage zeeklei 68% en komen de meeste veen- en zandgronden voor; respectievelijk 8% en 24%. Het percentage veengrond is hoger op melkveebedrijven dan op akkerbouw- en overige bedrijven. Voor alle gebieden geldt bovendien dat melkveebedrijven gemiddeld op nattere gronden liggen dan akkerbouwbedrijven. Deze verschillen in grondsoort kunnen deels een verklaring zijn voor verschillen in gemeten concentratie tussen deelgebieden en bedrijfstypen.

In het Noordelijk zeekleigebied zijn bijvoorbeeld duidelijk lagere nitraatconcentraties gevonden dan in de overige gebieden. Dat geldt zowel voor melkveebedrijven als voor akkerbouwbedrijven.

Calcium en sulfaat zijn waterkwaliteitsparameters die duiden op mariene invloed. Calcium is in hoge concentraties aangetroffen in het Zuidwestelijk zeekleigebied. Sulfaat vooral in het Centraal zeekleigebied.

### Evaluatievragen

Op basis van het onderzoek zijn verschillende vragen geformuleerd die bij de evaluatie van het kleiprogramma aan de orde zouden moeten komen.

Samengevat kunnen deze vragen beschouwd worden als deelvragen van de volgende hoofdvragen:

- Welke watertypen en welke parameters zijn het meest geschikt om (veranderingen in) de effecten van de landbouwkundige praktijk op de waterkwaliteit in de kleiregio aan te tonen?
- Is de huidige strategie en wijze van bemonstering de meest effectieve en meest efficiënte manier om in de kleiregio de verandering van de uitspoeling van nutriënten te bepalen?
- Is het huidige analysepakket en/of het pakket van omgevingsfactoren, die in het veld of via geografische informatiesystemen wordt vastgelegd, nog optimaal?

- Is het mogelijk om de representativiteit van het LMM voor de landbouw in de kleiregio te vergroten zonder of tegen geringe kosten?
- Welke knelpunten treden op bij de analyse van de trend- en toestandbepaling, waaronder het leggen van een relatie tussen nutriëntenoverschot en nutriëntenuitspoeling?



# 1 Inleiding

## 1.1 Het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid

Het mestbeleid van de rijksoverheid is gericht op verbetering van de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater. Door het mestgebruik te beperken wordt verwacht dat meststoffen minder ophopen in de bodem en minder uitspoelen naar grond- en oppervlaktewater. Dit is nodig om aan de milieueisen voor bodem, grond- en oppervlaktewater te voldoen van zowel Nederland als de Europese Commissie (EC).

Naar aanleiding van de Evaluatienota Mestbeleid eerste fase (LNV, 1991) is het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) opgezet. Met het LMM kan eveneens worden voldaan aan de monitoringsverplichting die geldt vanuit de Europese Nitraatrichtlijn (EU, 1991), om de effecten van het actieprogramma in beeld te brengen.

Het doel van het LMM is het volgen en vastleggen van de effecten van het mestbeleid op de waterkwaliteit in relatie tot de landbouwpraktijk op Nederlandse landbouwbedrijven. De aandacht richt zich vooral op de uitspoeling van stikstof en fosfor naar het grondwater en het oppervlaktewater. Hierbij wordt aangenomen dat de effecten van beleid op de waterkwaliteit het best tot uiting komen in het water dat uitspoelt uit de wortelzone (het recente neerslagoverschot). Dit kan worden gemeten door de bemonstering van het bovenste grondwater, drainwater of bodemvocht onder de wortelzone. In die gebieden waar het water vooral wordt afgevoerd door greppels en sloten en niet via de diepe ondergrond wordt ook de kwaliteit van slootwater en greppelwater bepaald.

Afhankelijk van de hydrologische omstandigheden verschillen de achterliggende beschermingsdoelen iets. In een situatie van voornamelijk infiltratie van het neerslagoverschot naar diepere grondlagen, zoals in Hoog Nederland (delen van de zandregio en de lössregio), is vooral de bescherming van drinkwater en grondwater van belang en daarmee het risico van uitspoeling van nitraat naar het grondwater. In een situatie van afvoer van het neerslagoverschot naar het oppervlaktewater via bijvoorbeeld greppels en drainagebuizen, zoals in Laag Nederland (klei- en veenregio en natte delen van de zandregio), ligt de nadruk op oppervlaktewaterbescherming (ecologie) en het risico van uitspoeling van nitraat naar het oppervlaktewater.

In het LMM werkt het RIVM samen met het LEI, onderdeel van Wageningen University and Research Centre. Het LEI verzamelt in het Bedrijveninformatienet gegevens over de bedrijfsvoering. Uit het Bedrijveninformatienet wordt een representatieve selectie van te monitoren bedrijven gemaakt. Op die bedrijven verzamelt het RIVM waterkwaliteitsgegevens. De in het veld genomen watermonsters worden in het laboratorium geanalyseerd, waarna de gegevens worden geïnterpreteerd en gebruikt om de uitspoeling van verschillende stoffen zoals nitraat vast te stellen.

De LMM-gegevens worden onder andere gebruikt voor de jaarlijkse Milieubalans, de jaarlijkse voortgangsrapportage derogatiemeetnet en de vierjaarlijkse monitoringsrapportages voor de Nitraatrichtlijn en de Evaluatie Meststoffenwet.



Daarnaast worden de gegevens gebruikt ter onderbouwing van gebruiksnormen en modelinstrumenten (De Klijne et al., 2010).

### 1.1.1 *Opzet van het LMM*

Tot 2010 bestond het LMM uit een drietal monitoringsprogramma's (Fraters en Boumans, 2005; De Goffau et al., 2012), de Evaluerende Monitoring (EM), de Derogatie Monitoring (DM) en de Verkennende Monitoring (VM). De EM is opgezet om het effect te bepalen van het geïmplementeerde beleid op de ontwikkeling van de waterkwaliteit op landbouwbedrijven in Nederland in samenhang met de ontwikkeling van de landbouwpraktijk. Deze monitor wordt momenteel nog uitgevoerd.

De DM is opgestart in 2006 en heeft tot doel de waterkwaliteit en de veranderingen daarin in beeld te brengen in relatie tot de landbouwpraktijk voor landbouwbedrijven die in aanmerking komen voor derogatie. Derogatiebedrijven zijn bedrijven die toestemming hebben gevraagd om jaarlijks tot maximaal 250 kg stikstof per hectare met dierlijke mest toe te dienen in plaats van 170 kg. Deze bedrijven dienen onder andere op minimaal 70% van het bedrijfsoppervlak met gras bedekt te zijn en een bemestingsplan op te stellen. De DM bestond in de periode 2006-2010 uit een derogatiemeetnet met 300 bedrijven, verplicht door de Europese Commissie (EC), en een Referentie Monitoring (RM). In de RM werd gemonitord op melkveebedrijven met derogatie, maar een relatief laag gebruik van dierlijke mest. De RM is in 2010 afgesloten.

De Verkennende Monitoring (VM), opgedeeld in verschillende deelprogramma's, was erop gericht zichtbaar te maken welke waterkwaliteit op landbouwbedrijven realiseerbaar is als maatregelen worden genomen die verder gaan dan de huidige verplichtingen. Deze monitor is per 2011 afgesloten.

De monitoring vindt plaats in heel Nederland, waarbij er onderscheid gemaakt wordt in vier hoofdgrondsoortregio's: zand, klei, veen en löss. De regio's zijn bepaald aan de hand van overheersende grondsoorten per gemeente. Op deze wijze zijn grote aaneengesloten regio's gevormd. Voor de kleiregio geldt dat klei de overheersende grondsoort is. Dat betekent dat bedrijven die in de kleiregio liggen niet uitsluitend uit kleigrond bestaan. Percelen van een bedrijf in de kleiregio kunnen in meer of mindere mate ook zand- en veengrond bevatten. Verder richt het meetprogramma zich op het gehele bedrijf. Veranderingen in opzet of omvang worden gevolgd en kunnen aanleiding vormen om bedrijven die niet meer voldoen actief te vervangen.

Sinds 2006 is het aantal deelnemende bedrijven sterk toegenomen door met name het opstarten van de DM. In de periode 2011-2013 is er sprake van een basismeetnet (ten behoeve van Nitraatrichtlijn) en een derogatiemeetnet (ten behoeve van Derogatiebeschikking). De overige programma's zijn uit bezuinigingsoverwegingen afgesloten. In 2011 bevat het basismeetnet circa 245 bedrijven en het derogatiemeetnet circa 300 bedrijven. Omdat de meetnetten deels overlappen kan worden volstaan met een jaarlijkse bemonstering van ongeveer 450 bedrijven (De Klijne et al., 2010).

## 1.2 **De ontwikkeling van het LMM in de kleiregio**

### 1.2.1 *Overzicht*

De ontwikkeling van het kleiprogramma voor de Evaluerende Monitoring is gestart in 1993 met metingen van de waterkwaliteit op een beperkte groep van landbouwbedrijven in deze regio. Dit betrof een oriënterend onderzoek, waarbij

bemonsteringstechnieken voor drainwaterbemonstering getest werden op landbouwbedrijven die vaak deelnamen aan andere onderzoeksprojecten. Dit onderzoek is in 1996 afgesloten. Op deze wijze werd ook een globaal beeld van de waterkwaliteit in de kleiregio verkregen (Meinardi en Van den Eertwegh, 1995, 1997).

Van 1996 tot 2002 is het Meetprogramma Kwaliteit Bovenste Grondwater op Landbouwbedrijven in kleigebieden (MKBGL-klei) uitgevoerd. In dit programma werd op de deelnemende landbouwbedrijven zowel de landbouwpraktijk als de waterkwaliteit gemeten. Ervaringen met de bemonsteringsstrategie zijn geëvalueerd (Rozemeijer et al., 2006) en gebruikt voor de optimale inrichting van het uiteindelijke MONitoringsnetwerk effecten mestbeleid op Landbouwbedrijven in de kleiregio (MOL-klei).

Tussen 2002 en 2004 is een aanvullende onderzoeksmonitor uitgevoerd: Uitbereiding Klei (UK), waarin op 40 bedrijven zowel het drainwater, grondwater als oppervlaktewater is bemonsterd. Hierover is alleen beperkt gerapporteerd in de jaarrapporten (Wattel-Koekkoek et al., 2008; Swen et al., 2009).

Het huidige monitoringsprogramma MOL-klei, dat gestart is in 2002, is een voortzetting van het MKBGL-klei in verbeterde opzet. De waterkwaliteit wordt bepaald voor zowel drainwater als slootwater. Wanneer sprake is van beperkte drainage via buizendrainen op een bedrijf (<25% van het areaal) wordt in plaats van drainwater het grondwater bemonsterd via tijdelijke boorgaten.

Naast metingen voor de Evaluerende Monitoring zijn ook metingen voor de Derogatie Monitoring, Referentie Monitoring en Verkennende Monitoring in de kleiregio uitgevoerd. De Derogatie Monitoring bevat deels bedrijven die ook gebruikt worden voor de EM. De Referentie Monitoring bevat bedrijven die geselecteerd zijn op een verminderde mestgift en komen in dit rapport niet aan de orde. Verkennende Monitoring-programma's zijn Koeien en Kansen en Bioveem. Deze programma's worden in dit rapport eveneens buiten beschouwing gelaten.

### 1.2.2 *Onderverdelingen van het LMM in de kleiregio*

Bij de selectie van bedrijven voor het LMM zijn meerdere onderverdelingen gehanteerd. Allereerst worden verschillende bedrijfstypen onderscheiden, omdat deze wezenlijk verschillen in landbouwpraktijk. In de kleiregio worden de volgende bedrijfstypen gemonitord; akkerbouwbedrijven; melkveebedrijven en overige bedrijven. Overige bedrijven zijn onder meer bedrijven die veeteelt en het verbouwen van gewassen combineren.

Daarnaast is een onderverdeling gemaakt naar geografische ligging in Nederland. De kleiregio is opgedeeld in de deelgebieden; Noordelijk zeekleigebied, Zuidwestelijk zeekleigebied, Centraal zeekleigebied en het Rivierkleigebied. Deze deelgebieden kennen een verschillende samenstelling van bodemtypen, zoals zeeklei, rivierklei, veen- en zandgrond. Naast de landbouwpraktijk kan ook het bodemtype en de bodemgesteldheid van invloed zijn op de mate van uitspoeling van nutriënten naar het grond- en oppervlaktewater.

## 1.3 **Doel van het rapport**

Omdat het LMM in de loop van de jaren is uitgebreid en hier en daar is gewijzigd, is het goed om stil te staan bij de vraag of het meetprogramma (nog)

voldoet om de beleidsvragen te beantwoorden. Ook is het belangrijk om te weten of het meetprogramma op efficiënte wijze wordt uitgevoerd. Om de eerste vraag te beantwoorden is in 2009 en 2010 een evaluatie over het gehele LMM uitgevoerd (De Klijne et al., 2010). Daarnaast zijn en worden per regio meer gedetailleerde evaluaties uitgevoerd om de verschillende meetprogramma's te kunnen verbeteren. Voor de kleiregio is eerder in 2005-2006 een beperkte evaluatie uitgevoerd (Rozemeijer et al., 2006).

Dit rapport maakt onderdeel uit van de evaluatie van het kleiprogramma. Het doel van dit rapport is om een overzicht te geven van de opzet, de wijze van uitvoering en de uitkomsten het kleiprogramma tussen 1996 en 2009 en de wijzigingen die in deze periode hebben plaatsgevonden.

Om inzicht te geven in mogelijke verschillen in waterkwaliteit en landbouwpraktijk zijn de gegevens gepresenteerd naar bedrijfstypen en naar deelgebied, of een combinatie van beiden. Dit overzicht moet uitmonden in een lijst van vragen voor de evaluatie van het kleiprogramma. In een volgend rapport zal nader worden ingegaan op deze specifiek voor het kleiprogramma opgestelde evaluatievragen.

Hoofdstuk 2 beschrijft hoe de selectie van bedrijven voor het LMM in het algemeen plaatsvindt en de gegevensverzameling voor het kleiprogramma in het bijzonder.

Hoofdstuk 3 geeft een uitgebreide beschrijving van de representativiteit van het LMM in de kleiregio. Daarbij wordt gekeken naar de kleiregio als geheel en naar de representativiteit binnen de deelgebieden in de kleiregio.

In hoofdstuk 4 komt de ontwikkeling van de landbouwkundige bedrijfsvoering aan de orde. De bedrijfskarakteristieken van de LMM-bedrijven worden vergeleken met gegevens van de Landbouwtelling in de kleiregio. Ook worden hier bemestingsgegevens en bodemoverschotten behandeld.

Hoofdstuk 5 presenteert de waterkwaliteitsgegevens. Daarbij wordt enerzijds onderscheid gemaakt tussen bedrijfstypen, zoals akkerbouw en melkveebedrijven en anderzijds tussen de deelgebieden binnen de kleiregio.

In hoofdstuk 6 zijn de evaluatievragen geformuleerd met betrekking tot optimalisatie van het meetprogramma en verbeteringen in de trend- en toestandbepaling.

## 2 Gegevensverzameling en verwerking

### 2.1 Opzet en realisatie van het kleiprogramma 1996-2009

#### 2.1.1 *Selectie van bedrijven*

Het LMM is gericht op de belangrijkste in Nederland voorkomende vormen van grondgebruik en bemestingspraktijk. Daarom worden LMM-bedrijven geworven uit het Bedrijveninformatienet. Dit informatienet is een steekproef van 1500 land- en tuinbouwbedrijven waarvoor een uitgebreide registratie van bedrijfsgegevens wordt bijgehouden (Vrolijk et al., 2011). Door kandidaten voor het LMM uit het Bedrijveninformatienet te selecteren, zijn ontwikkelingen in de waterkwaliteit in samenhang met de bedrijfsvoering, milieudruk en economische resultaten te analyseren.

Bedrijven voor het Bedrijveninformatienet worden op basis van een gestratificeerde aselechte steekproef (door middel van loting) geselecteerd vanuit de Landbouwtelling. De Landbouwtelling is de integrale telling van alle land en tuinbouwbedrijven in Nederland die jaarlijks rond 1 mei plaatsvindt. In het Bedrijveninformatienet wordt op nationaal niveau gestratificeerd naar bedrijfstype en economische omvang. Op regionaal niveau wordt vrijwel niet gestratificeerd. Extreem kleine en grote bedrijven worden uitgesloten van deelname aan het Bedrijveninformatienet (Poppe, 2004).

De LMM-deelnemers worden gekozen uit de bestaande deelnemers aan het Bedrijveninformatienet (informatienet-bedrijven). Alleen indien onvoldoende bedrijven aanwezig zijn in Bedrijveninformatienet worden bedrijven aselechte (door middel van loting) bij gekozen uit de Landbouwtelling. Dit gebeurt alleen voor de DM of voor speciale LMM-programma's.

Bij de selectie van LMM-deelnemers wordt, vergelijkbaar met het Bedrijveninformatienet, gewerkt met gestratificeerde steekproeven. Hierbij worden doelpopulaties afgebakend op basis van:

- bedrijfstype;
- economische omvang;
- geografische ligging (gebieden binnen een regio).

#### *Selectie voor MOL-klei (2002-2009)*

Hier worden de selectiecriteria beschreven die gebruikt zijn voor de periode 2002-2009. In 2011 is overgestapt naar een andere systematiek om bedrijven in te delen.

Om monitoringsinspanningen te beperken zijn in het LMM, in afwijking van het Bedrijveninformatienet, bedrijfstypen die slechts een klein areaal vertegenwoordigen van deelname uitgesloten.

Voor de kleiregio zijn de volgende bedrijfstypen onderscheiden:

- akkerbouw (NEG-hoofdtype 1);
- melkvee (NEG-typen 4110, 4120, 4370);
- overige bedrijven (NEG-hoofdtype 8: gewas/veeteelt combinatie en 4: graasdierbedrijven).

De afkorting NEG staat voor 'Nederlandse variant van Europese Gemeenschap typering'. Met het NEG-typeringssysteem worden land- en tuinbouwbedrijven op

basis van hun activiteiten en de hierbij horende economische omvang ingedeeld in bedrijfstypen (CBS, 2009). Met ingang van 2010 is de NEG-typing vervangen door de NSO-typing.

Binnen het LMM is de bedrijfsomvang van de steekproefbedrijven op twee manieren begrensd. Er geldt een minimumomvang van 10 ha cultuurgrond, waardoor een zekere mate van oppervlakterepresentativiteit gewaarborgd wordt. Als tweede gelden er, net als voor het Bedrijveninformatienet, eisen aan de economische omvang uitgedrukt in Nederlandse grootte-eenheden, NGE's (website CBS, De Bont et al., 2003). Zeer kleine bedrijven (<16 NGE) en zeer grote bedrijven (>800 NGE) zijn van deelname uitgesloten.

Binnen de kleiregio zijn de volgende gebieden onderscheiden:

- Noordelijk zeekleigebied;
- Zuidwestelijk zeekleigebied;
- Centraal zeekleigebied (voorheen Noord-Holland en IJsselmeerpolders);
- Rivierkleigebied.

Voor elke combinatie van bedrijfstype en deelgebied is bij de keuze een spreiding aan grote, gemiddelde en kleine bedrijven nagestreefd.

#### *Selectie voor MKBGL-Klei (1996-2001)*

Voor het programma MKBGL-Klei is gebruikgemaakt van informatienet bedrijven, waarbij de voorkeur uitging naar geschikte bedrijven die ook deelnamen aan het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit (LMB).

#### *Selectie voor Uitbreiding Klei (UK, 2002-2004)*

Voor het Uitbreiding klei programma van 2002-2004 is gebruikt gemaakt van bedrijven die deelnamen aan het LMB. Omdat voor het LMB-programma niet voor alle ronden landbouwgegevens verzameld zijn, ontbreken ook voor UK-bedrijven in veel gevallen landbouwpraktijkgegevens. In aanvulling op de selectie uit LMB-bedrijven, zijn ook bedrijven uit het Bedrijveninformatienet geselecteerd.

#### *Selectie voor de derogatie*

De selectieprocedure van bedrijven in het derogatiemeetnet, onderdeel van de DM, is beschreven in Fraters et al. (2008). De belangrijkste verschillen met de selectie voor de EM zijn:

- uitsluitend selectie binnen melkveebedrijven en overige bedrijven;
- spreiding binnen hoofdgrondsoortregio over KRW-grondwaterlichamen.

Voor het derogatiemeetnet is in eerste instantie geselecteerd binnen deelnemende LMM- en/of informatienet-bedrijven. Vervolgens is aanvulling gezocht vanuit de Landbouwtelling. Een deel van de bedrijven uit het derogatiemeetnet voldoet daarom ook aan de selectiecriteria voor de EM. Dit zijn de zogenaamde EM-waardige bedrijven.

## 2.2 Gegevensverzameling landbouwkundige bedrijfsvoering

In deze paragraaf wordt kort beschreven welke kengetallen uit het Bedrijveninformatienet worden gebruikt voor de weergave van de landbouwkundige bedrijfsvoering en waarom dat gebeurt. Een uitgebreide beschrijving staat in Wattel-Koekkoek et al. (2008) en De Goffau et al. (2012).

De hoofdonderdelen zijn:

- de bedrijfsstructuur;
- de berekening van het gebruik van dierlijke mest en meststoffen;
- de berekening van de bodemoverschotten aan mineralen;
- andere kengetallen.

Van ieder hoofdonderdeel volgt nu een korte beschrijving.

### 2.2.1 *De bedrijfsstructuur*

De bedrijven worden gekarakteriseerd op basis van de oppervlakte cultuurgrond, de dieraantallen (bedrijfsomvang) en de soort dieren (bedrijfstype) die gehouden worden, de melkproductie per hectare (intensiteit) en de indeling van het bedrijfsareaal (bedrijfstype).

#### *Oppervlakte cultuurgrond*

De bedrijfsoppervlakte is belangrijk omdat bemesting en nutriëntoverschotten worden uitgedrukt in hoeveelheden per hectare. Het betreft dan de oppervlakte cultuurgrond die bedrijven in gebruik hebben en die daadwerkelijk wordt bemest en gebruikt voor de gewasproductie.

#### *Dieraantallen*

De aantallen dieren (staldieren en graasdieren) zijn gebaseerd op de indeling die in het Gebruiksnormenstelsel wordt gehanteerd (LNV, 2006). Ze worden uitgedrukt in grootvee-eenheden (GVE) per hectare cultuurgrond. Het aantal GVE is de som van het aantal landbouwdieren op een bedrijf omgerekend naar de fosfaatproductie van één melkkoe.

#### *Melkproductie*

Voor melkveebedrijven wordt het melkproductieniveau gerapporteerd, zowel per hectare als per gemiddeld aanwezige koe. Hierbij wordt gebruikgemaakt van de meetmelkproductie (FPCM). Deze, voor het vet- en eiwitgehalte gecorrigeerde, melkproductie heeft een relatie met de voederbehoefte van het vee.

#### *Geteelde gewassen*

Omdat de behoefte en opname van mineralen per gewas verschilt, is de waterkwaliteit mogelijk gerelateerd aan het soort gewas dat wordt verbouwd. Op melkveebedrijven worden vooral voedergewassen geproduceerd zoals gras, snijmaïs en overige voedergewassen. Op akkerbouwbedrijven is de productie van zogenoemde marktbaar gewassen het hoofddoel.

### 2.2.2 *De berekening van de mestproductie en het mestgebruik*

Toediening van dierlijke mest, kunstmest of overige organische meststoffen is de belangrijkste bron van mineralenaanvoer naar de bodem van landbouwbedrijven. Wanneer meer mineralen worden toegediend dan met het gewas van het perceel worden afgevoerd, neemt het risico van verliezen naar het milieu toe.

#### *Dierlijke mest*

Voor bedrijven met vee wordt (een deel van) de toegediende mest op het bedrijf zelf geproduceerd. Voor de mestproductie worden de betreffende dieraantallen



vermenigvuldigd met landelijke excretieforfaits zoals vastgesteld door de Werkgroep Uniformering Mestcijfers (Van Bruggen, 2009). De totale hoeveelheid gebruikte dierlijke mest wordt als volgt berekend:

$$[1] \quad \text{Gebruik} = \text{productie} + \text{beginvoorraad} - \text{eindvoorraad} + \text{aanvoer} - \text{afvoer}$$

#### *Kunstmest en overige organische mest*

Op landbouwbedrijven worden ook nutriënten aangevoerd met kunstmest en overige organische meststoffen. De totale hoeveelheid gebruikte kunstmest en overige organische meststoffen wordt als volgt berekend:

$$[2] \quad \text{Gebruik} = \text{beginvoorraad} - \text{eindvoorraad} + \text{aanvoer} - \text{afvoer}$$

### 2.2.3

#### *De berekening van de bodemoverschotten aan mineralen*

De bodemoverschotten voor stikstof en fosfaat (in kg N en kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha) worden gebruikt als indicator voor de hoeveelheid stikstof en fosfaat die beschikbaar zijn voor uitspoeling uit de wortelzone, afspoeling naar het oppervlaktewater en ophoping in de bodem. Bodemoverschotten worden berekend aan de hand van overschotten aan mineralen op de bedrijfsbalans (bedrijfsoverschotten). Een uitgebreide beschrijving staat in Bijlage 1 van het Bijlagenrapport.

De bedrijfsoverschotten worden met de volgende formule berekend:

$$[3] \quad \text{Bedrijfsoverschot} = \text{aanvoer} + \text{beginvoorraad} - \text{afvoer} - \text{eindvoorraad}$$

In de bodemoverschotten wordt rekening gehouden met de aanvoer van mineralen vanuit de lucht (depositie en binding door vlinderbloemigen) en vanuit de bodem (netto mineralisatie), en de afvoer van mineralen als N-emissie in de vorm van ammoniak. Deze aan- en afvoerposten hebben alleen betrekking op stikstof.

$$[4] \quad \text{Bodemoverschot fosfaat} = \text{bedrijfsoverschot} / \text{oppervlakte}$$

$$[5] \quad \text{Bodemoverschot stikstof} = (\text{bedrijfsoverschot} + \text{depositie} + (\text{netto mineralisatie} + \text{binding door vlinderbloemigen} - \text{NH}_3\text{-vervluchtiging}) / \text{oppervlakte}$$

### 2.2.4

#### *Andere kengetallen*

##### *Opbrengst van gras- en maisland*

De opbrengst van het grasland wordt berekend door de energiebehoefte van de melkveestapel op basis van de gerealiseerde melkproductie en groei te verminderen met de energiebehoefte die gedekt wordt door aangekocht voer en de energieopname uit zelf geproduceerde snijmais en andere voedergewassen, anders dan van grasland. De voorraadmutatie aan voer op het bedrijf wordt eveneens in rekening gebracht. De gevolgde procedure is grotendeels gelijk aan de procedure die beschreven is Aarts et al. (2008). Een uitgebreide beschrijving staat in Bijlage 2 van het Bijlagenrapport.

##### *Opslagcapaciteit van mest*

Met het kengetal 'percentage opslagcapaciteit dierlijke mest' wordt aangegeven hoe de beschikbare opslagcapaciteit van dierlijke mest zich verhoudt tot de productie er van.

*Beweiding*

Het kengetal 'aandeel weide-uren mei-oktober melkkoeien (%)' geeft aan hoe intensief het melkvee wordt geweid van mei t/m oktober. Heeft een bedrijf het kengetal 100, dan betekent dit dat de koeien in deze periode 24 uur per dag zijn geweid.

*Maaipercentage*

Het maaipercentage geeft aan hoe vaak het beschikbare grasland in een jaar, gemiddeld, wordt gemaaid. Een maaipercentage van 100 betekent dat het grasland gemiddeld een keer is gemaaid.

*Graslandvernieuwing*

Graslandvernieuwing vindt plaats door scheuren voor herinzaai van blijvend grasland of in een wisselbouwsysteem met andere gewassen, bijvoorbeeld maïs, aardappelen of bloembollen. Bij graslandvernieuwing wordt meestal eerst de oude zode ondergeploegd. Door mineralisatie van organische stof uit de ondergeploegde oude zode kan een grote hoeveelheid stikstof vrijkomen en uitspoelen. Sinds 2006 wordt het aandeel (%) graslandvernieuwing geregistreerd in het Bedrijveninformatienet.

*Stikstofleverend vermogen van grasland (NLV)*

Het stikstofleverend vermogen van grasland geeft de hoeveelheid stikstof aan die in het groeiseizoen vrijkomt door mineralisatie van de organische stof in de bodem. Het vermogen (de NLV-waarde) volgt uit een omrekening van het organisch stikstofgehalte in de bovenste 20 cm grond. Sinds 2006 wordt de NLV-waarde geregistreerd in het Bedrijveninformatienet.

## **2.3 Gegevensverzameling waterkwaliteit**

### *2.3.1 Waterbemonstering*

Binnen de kleiregio wordt onderscheid gemaakt tussen bedrijven met buizendrainen gedraineerde en ongedraineerde gronden. Wanneer een bedrijf voor minder dan 25% van het areaal gedraineerd is of als er minder dan zestien drainbuizen beschikbaar zijn, dan wordt het bedrijf als niet-gedraineerd beschouwd. Op de gedraineerde bedrijven wordt drain- en slootwater bemonsterd. Op niet-gedraineerde bedrijven wordt grondwater en slootwater bemonsterd. Niet-gedraineerde bedrijven worden pas bemonsterd sinds 2002.

*Drainwaterbemonstering*

Drainwater wordt in het winterseizoen, de periode van oktober tot en met april, maximaal vier keer bemonsterd. Per bedrijf worden zestien drainagebuizen geselecteerd voor bemonstering. Het aantal te bemonsteren drainagebuizen per perceel is afhankelijk van de grootte van het perceel. Binnen het perceel zijn de drains geselecteerd op een uniforme, in een werkinstructie beschreven procedure.

Bij iedere drainbuis worden twee polyethyleenflessen gevuld: één van 100 ml voor de individuele analyses en één van 250 ml om een mengmonster te maken. De bemonstering vindt plaats door het opvangen van het drainwater in een maatbeker. Het debiet wordt vastgelegd. Sinds 2002 worden ook drains die onder slootwaterniveau afwateren bemonsterd met behulp van een bemonsteringsslang en pomp. De watermonsters worden in een koelbox opgeslagen en binnen een dag naar het RIVM vervoerd.

In het laboratorium worden de individuele monsters geanalyseerd op zuurgraad (pH), geleidendheid (EC) en nitraat. Per bemonsteringsronde worden van de zestien drainmonsters één mengmonster gemaakt dat wordt gefiltreerd en zo nodig aangezuurd. Alle monsters worden gekoeld en donker bewaard tot de analyse.

#### *Grondwater bemonstering*

Grondwater wordt twee maal per winter bemonsterd door grondwater uit een tijdelijk boorgat op te pompen. De eerste bemonsteringsronde vindt plaats in de periode november-december en de tweede ronde in de periode februari-maart. Er worden per ronde zestien monsterlocaties voor grondwaterbemonstering geselecteerd. Het aantal te bemonsteren locaties per perceel is afhankelijk van de grootte van het perceel. Binnen het perceel zijn de locaties via een, in een werkinstructie beschreven, lotingsprocedure gekozen.

De grondwatermonsters worden in het veld gefiltreerd en geanalyseerd op pH, EC en nitraat. Ook worden de luchttemperatuur en de grondwaterstand bepaald. De grondwatermonsters worden vervolgens aangezuurd en donker en koel opgeslagen voor transport naar het laboratorium. In het laboratorium worden per ronde twee mengmonsters gemaakt (acht monsters per mengmonster) en geanalyseerd.

#### *Slootwater bemonstering*

Op alle bedrijven worden in de winterperiode vier ronden slootbemonstering uitgevoerd. Er worden verschillende sloottypen onderscheiden: bedrijfseigen sloten en doorgaande sloten. Daarnaast wordt nog onderscheid gemaakt bij doorgaande sloten tussen bovenstrooms en benedenstrooms gelegen punten. Per bedrijf worden twee sloottypen geselecteerd en per sloottype worden maximaal vier punten geselecteerd.

Slootwatermonsters die gelijktijdig met grondwaterbemonstering worden genomen, worden in het veld individueel gefiltreerd, waarna ook ter plaatse de pH, EC en nitraatconcentratie wordt bepaald. Vervolgens worden de monsters aangezuurd. Van de slootwatermonsters wordt in het laboratorium per watertype een mengmonster gemaakt dat wordt geanalyseerd.

Slootwaterbemonstering in overige gevallen vindt plaats door het vullen van twee polyethyleenflessen: één van 100 ml voor de individuele analyses en één van 250 ml om een mengmonster te maken. De watermonsters worden in een koelbox opgeslagen en binnen een dag naar het RIVM vervoerd.

In het laboratorium worden de individuele monsters geanalyseerd op pH, EC en nitraat. Per bemonsteringsronde wordt van elk sloottype een mengmonster gemaakt dat wordt gefiltreerd en zo nodig aangezuurd. Deze mengmonsters worden gekoeld en donker bewaard tot de analyse.

Sinds de zomer van 2008 wordt het slootwater van de bedrijven uit het kleiprogramma ook 's zomers bemonsterd. Bemonstering vindt dan plaats op dezelfde punten als de winterslootbemonstering. Ook worden per zomer vier bemonsteringsronden uitgevoerd, één per maand in de periode juni-september.

Bemonstering van drain- en slootwater werd tot en met 2006 uitgevoerd door de agrariërs zelf, waarbij het RIVM controlebemonsteringen uitvoerde. Bedrijven met drains die onder slootwaterniveau afwaterden zijn door RIVM bemonsterd. Sinds 2007 wordt de bemonstering uitgevoerd door gespecialiseerde bedrijven in

opdracht van het RIVM. Het RIVM voert jaarlijks controlebemonsteringen uit. Op elk deelnemend bedrijf is minimaal eenmaal een bemonstering door het RIVM uitgevoerd.

#### *Uitbreiding Klei*

In het programma Uitbreiding Klei zijn naast winterbemonsteringen ook zomerbemonsteringen uitgevoerd van grond- en slootwater.

#### *MKBGL Kleiprogramma*

In het MKBGL Kleiprogramma is uitsluitend drainwater bemonsterd.

### 2.3.2 *Analyses van waterkwaliteit*

De chemische analyses van de watermonsters zijn verricht in het geaccrediteerde analytisch laboratorium van het RIVM. In Tabel 1 is weergegeven voor de verschillende programma's welke parameters geanalyseerd zijn.

*Tabel 1 Chemische analyses watermonsters per programma*

MKBGL-Klei 1996-2002 drainwater		Uitbreiding Klei 2002-2004 drain-, grond- en slootwater		MOL-Klei 2002-2008 drain-, grond- en slootwater		parameters
individuele monsters	meng- monsters	individuele monsters	meng- monsters	individuele monsters	meng- monsters	
X		X X		X X		pH, EC, zuurstof* en NO <sub>3</sub> NO <sub>2</sub> **
	X		X		X	DOC
	X		X		X	NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> , Kjeldahl-N***, N-totaal***
	X		X		X	P-ortho en P-totaal
	X		X		X	Na, K, Mg, Ca, SO <sub>4</sub> , Cl en Fe
	X***		X		X	As, Cd, Cu, Zn, Pd, Cr en Ni
			X		X	Al, Ba, Mn en Sr

\* Zuurstof wordt vanaf 2006 gemeten in grondwatermonsters

\*\* Alleen in sloot- en drainwater

\*\*\* Medio 2005 is de Kjeldahl-N bepaling vervangen door N-totaal

\*\*\*\* Vanaf 1997 zijn deze sporenelementen bij een deel van de MKBGL-bedrijven geanalyseerd

### 2.3.3 *Gegevens grondsoorten en grondwatertrappen*

Met behulp van de bodemkaart van Nederland (Steur en Heijink, 1991) is voor elk LMM-bedrijf bepaald welk percentage van het bedrijfsoppervlak tot een bepaalde grondsoort behoort. Hierbij is een vereenvoudiging gemaakt naar: veen, zand, zeeklei, rivierklei, oude klei, leem/löss en moerige/overige gronden (Van Drecht en Scheper, 1998). Daarnaast is ook voor elk LMM-bedrijf bepaald welke grondwatertrappen voorkomen. Dat is uitgedrukt in percentage bedrijfsoppervlak per grondwatertrap.

## 2.4 **Koppeling gegevens landbouwpraktijk en waterkwaliteit**

De landbouwpraktijkgegevens worden verzameld per kalenderjaar. Zoals beschreven in paragraaf 2.3.1 worden waterkwaliteitgegevens verzameld in het winterseizoen van oktober tot en met april. Waterkwaliteitsgegevens van planjaar 2007 zijn dus verzameld in de winter van 2007-2008.

Om inzicht te krijgen in de effecten van de bemesting op de uitspoeling worden de waterkwaliteitsgegevens van het winterseizoen 2007-2008 (planjaar 2007) gekoppeld aan de landbouwgegevens van kalenderjaar 2007.

#### 2.4.1 *Berekening waterkwaliteitsgegevens*

De waterkwaliteitsgegevens zijn afkomstig van alle EM-waardige bedrijven, inclusief bedrijven van het programma Uitbreiding Klei, ook als BIN-gegevens voor deze bedrijven ontbraken. De waterkwaliteitsgegevens zijn gegeven voor uitspoeling uit de wortelzone en slootwater. Kwaliteitsgegevens voor uitspoeling zijn verkregen uit drain- en grondwatermonsters. De gegevens betreffen wintergegevens tenzij anders vermeld. Als wintergegevens zijn de monsters gebruikt die verzameld zijn tussen 1 oktober en 30 april.

Gemiddelden zijn berekend met de bedrijfslocatie als uitgangspunt. Een jaargemiddelde is als volgt berekend: per bedrijf is, voor elk watertype apart, een bedrijfsjaargemiddelde bepaald op basis van de ronde gemiddelden op dat bedrijf. Het aantal waarnemingen (n) slaat dan op het aantal bedrijven waarvan de bedrijfsjaargemiddelden zijn meegenomen.

Voor periodegemiddelden geldt hetzelfde met dien verstande, dat per bedrijf een periodegemiddelde is bepaald op basis van de bedrijfsjaargemiddelden. Een periodegemiddelde is dan het gemiddelde van alle bedrijven die één of meer jaren in die periode bemonsterd zijn.

De aanname hierbij is geweest dat variatie tussen bedrijven belangrijker is dan tussen jaren.

#### 2.4.2 *Berekening grondsoortverdeling en grondwatertrappen*

Per deelgebied zijn de gegevens van de grondsoorten en grondwatertrappen van alle LMM-bedrijven in het betreffende deelgebied gemiddeld. Vervolgens zijn binnen elk deelgebied de gegevens van de grondsoorten en grondwatertrappen per bedrijfstype gemiddeld.

### 2.5 **Aantal onderzochte bedrijven**

Het aantal bedrijven in het kleiprogramma is in de loop der jaren flink toegenomen (zie Tabel 2). In 1997 zijn 27 bedrijven bezocht, vanaf 1998 tot en met 2005 zijn minimaal 50 bedrijven per jaar bezocht. Met de start van de Derogatie Monitoring in 2006 is het aantal melkvee- en overige bedrijven dat ook voor de Evaluerende Monitoring gebruikt kon worden meer dan verdubbeld. In 2008 zijn in totaal 91 bedrijven bezocht.

Niet van alle bedrijven zijn zowel waterkwaliteitsgegevens als landbouwpraktijkgegevens beschikbaar. Voor het jaar 2000 zijn helemaal geen landbouwpraktijkgegevens beschikbaar.

Binnen het LMM is de verdeling van bedrijfstypen over de deelgebieden in de kleiregio niet gelijkmatig (zie Figuur 1). In het Rivierkleigebied worden in het LMM geen akkerbouwbedrijven bemonsterd. In het Zuidwestelijk zeeleigebied domineren de akkerbouwbedrijven, terwijl in het Noordelijk zeeleigebied meer melkveebedrijven in het LMM opgenomen zijn. Meer gedetailleerde informatie is opgenomen in Bijlage 3 van het Bijlagenrapport.

Tabel 2 Aantal bezochte bedrijven per programma per planjaar

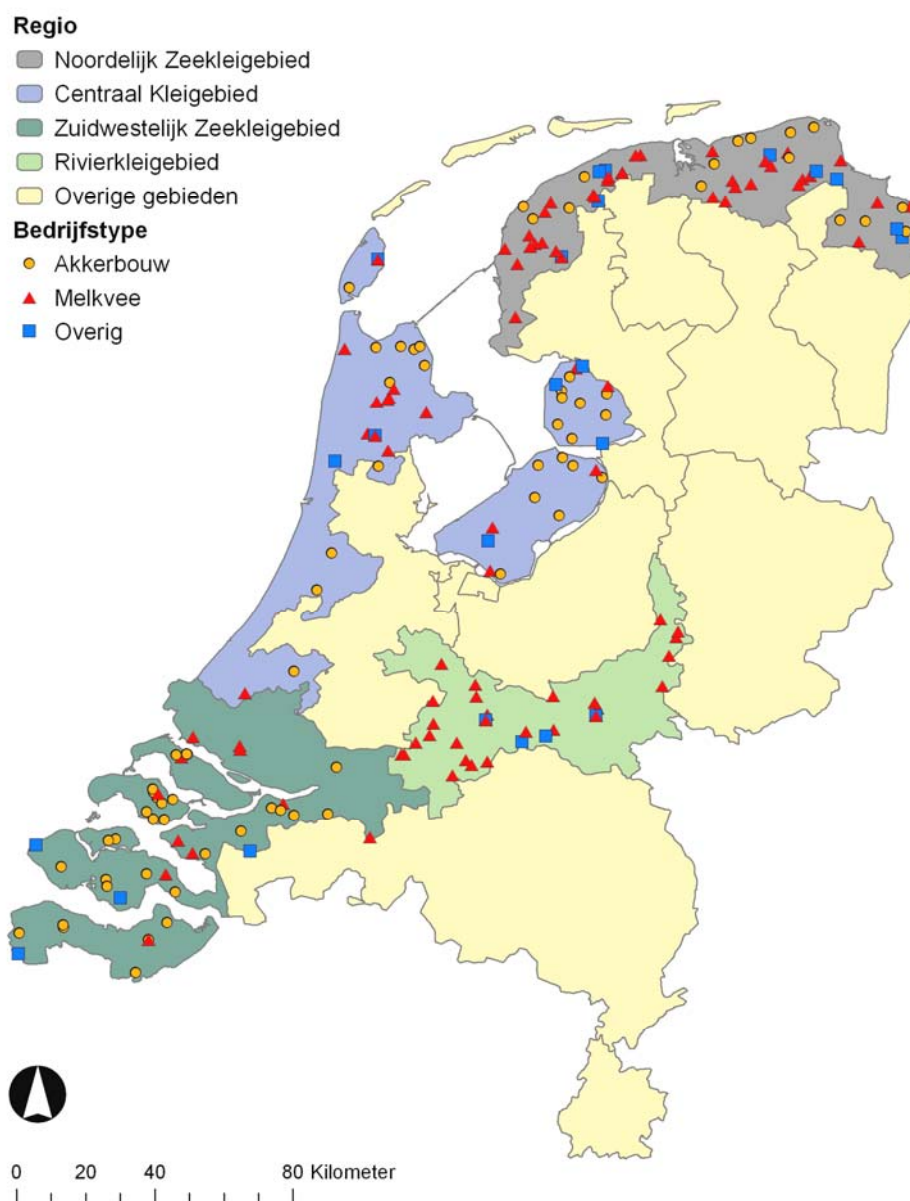
Planjaar	programma	Akkerbouw		Melkvee		Overig		Totaal	
		RIVM	BIN	RIVM	BIN	RIVM	BIN	RIVM	BIN
1996	MKBGL Klei	4	4	2	2	-	-	6	6
1997	MKBGL Klei	11	11	15	15	1	1	27	27
1998	MKBGL Klei	26	26	22	21	4	4	52	51
1999	MKBGL Klei	27	25	26	25	4	4	57	54
2000	MKBGL Klei	25	-	24	-	5	-	54	-
2001	MKBGL Klei	22	17	20	9	6	4	49	30
	MOL-Klei	-	-	1 (1)	1	-	-	1	1
2002	MOL-Klei	3	3	9(4)	9	1 (1)	1	13 (5)	13
	Uitbreiding Klei*	14	5	20	4	2	-	36	9
2003	MOL-Klei	24 (3)	24	12 (5)	12	2	1	38 (8)	37
	Uitbreiding Klei*	12	4	14	4	2	-	36	9
2004	MOL-Klei	29 (4)	28	18 (5)	18	4	3	51 (9)	49
2005	MOL-Klei	29 (4)	27	19 (5)	18	7 (2)	7	55 (11)	52
2006	MOL-Klei**	25 (3)	25	51 (14)	51	16 (5)	16	92 (22)	92
2007	MOL-Klei**	24 (3)	24	50 (12)	49	15 (4)	14	89 (19)	87
2008	MOL-Klei**	29 (4)	28	50 (12)	50	13 (4)	13	92 (20)	91

\* In Uitbreiding klei is op de bedrijven zowel drain- als grondwater bemonsterd

\*\*Uitsluitend EM-waardige bedrijven

( ) aantal bedrijven waar grondwater is bemonsterd





*Figuur 1 Alle EM-waardige bedrijven in de kleiregio die bezocht zijn in de periode 1996-2009*

### 2.5.1 *Bemonsteringstypen en -ronden*

Tot 2001 is in het programma MKBGL-Klei uitsluitend drainwater bemonsterd. Gestreefd is om twee tot vier ronden per winterseizoen per bedrijf uit te voeren. Dit is in de meeste gevallen gelukt (zie Tabel 3).

In het programma Uitbreiding Klei (2001-2003) zijn zowel slootwater, drainwater als grondwater op dezelfde bedrijven bemonsterd. De bemonsteringsopzet is per planjaar verschillend geweest. In het planjaar 2002 is in de winterperiode grondwater, drainwater en slootwater bemonsterd en in de zomerperiode grondwater. In planjaar 2003 is alleen drain- en slootwater in de winter bemonsterd en in de zomer uitsluitend grondwater.

Voor de winterbemonsteringen werd voor grondwater één ronde per bedrijf aangehouden. Voor drain- en slootwater zijn bedrijven meestal één of twee ronden bemonsterd (zie Tabel 3).

In het huidige kleiprogramma (MOL Klei, vanaf 2002) worden twee ronden grondwater, vier ronden drainwater en vier ronden slootwater in de winterperiode gepland. Deze aantallen zijn niet altijd gehaald. Voor nieuwe bedrijven, die opgenomen worden als vervanging van weggefallen bedrijven, gelden lagere aantallen. Wel blijkt dat vanaf planjaar 2007 dat bij de meeste bedrijven deze planning wel gehaald wordt (zie Tabel 3).

Voor het niet behalen van alle bemonsteringsronden zijn verschillende oorzaken. Drainbemonsteringen worden afgestemd op regenachtige perioden als ze water afvoeren. Wanneer bij een bedrijf geen drainafvoeren kunnen worden bemonsterd, wordt overgegaan op grondwaterbemonstering. Voor sloten geldt dat vorstperioden ernstig belemmerend kunnen werken.

Daarnaast is in 2006 de DM opgestart met een enorme uitbreiding van aantal bedrijven tot gevolg, waardoor het aantal ronden niet gehaald is.

*Tabel 3 Aantallen bedrijven waarbij bepaald aantal ronden winterbemonsteringen is uitgevoerd.*

jaar	Aantal ronden	drainwater				grondwater		slootwater			
		4	3	2	1	2	1	4	3	2	1
<b>1996</b>	akkerbouw	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-
	melkvee	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	overig	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<b>1997</b>	akkerbouw	4	3	3	1	-	-	-	-	-	-
	melkvee	9	4	2	-	-	-	-	-	-	-
	overig	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>1998</b>	akkerbouw	11	7	5	2	-	-	-	-	-	-
	melkvee	15	3	3	1	-	-	-	-	-	-
	overig	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>1999</b>	akkerbouw	11	7	5	4	-	-	-	-	-	-
	melkvee	8	14	1	3	-	-	-	-	-	-
	overig	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>2000</b>	akkerbouw	14	6	1	4	-	-	-	-	-	-
	melkvee	9	4	8	3	-	-	-	-	-	-
	overig	2	1	1	1	-	-	-	-	-	-
<b>2001</b>	akkerbouw	6	5	5	6	-	-	-	-	-	-
	melkvee	3	9	4	4	-	1	-	-	-	-
	overig	-	3	2	1	-	-	-	-	-	-
<b>2002</b>	akkerbouw	1	-	2	10	-	14	1	-	3	13
	melkvee	-	-	3	14	-	27	-	-	3	20
	overig	-	-	-	1	-	3	-	-	-	1
<b>2003</b>	akkerbouw	2	6	18	3	1	2	2	6	18	9
	melkvee	5	1	9	7	5	-	4	1	11	8
	overig	-	2	2	-	-	-	-	2	3	-
<b>2004</b>	akkerbouw	9	11	5	-	3	1	9	11	6	1
	melkvee	4	4	1	4	4	1	4	4	5	4
	overig	1	2	1	-	-	-	1	2	1	-
<b>2005</b>	akkerbouw	6	8	9	2	3	1	6	8	12	3
	melkvee	4	5	2	3	5	-	4	5	2	3
	overig	1	-	2	2	2	-	1	-	2	2
<b>2006</b>	akkerbouw	9	6	6	1	3	-	9	8	7	1
	melkvee	8	4	21	15	15	13	8	16	25	24
	overig	4	-	8	3	4	3	2	5	8	4
<b>2007</b>	akkerbouw	19	1	1	-	3	-	19	1	4	-
	melkvee	36	8	7	2	21	-	36	8	26	2
	overig	11	1	2	-	6	-	11	1	8	-
<b>2008</b>	akkerbouw	12	9	3	2	3	1	27	2	-	-
	melkvee	47	4	2	-	20	1	69	1	-	-
	overig	10	1	1	-	5	1	16	3	-	-

In deze tabel zijn alle bedrijven van de verschillende programma's meegenomen.

## 3 Vertegenwoordiging LMM-steekproef kleiregio

### 3.1 Inleiding

De representativiteit van de LMM-steekproef voor de kleiregio wordt in dit hoofdstuk beschreven voor areaal en aantallen bedrijven. De periode 1996-2008 is ingedeeld in vier verschillende tijdvakken: 1996-1999, 2001-2002, 2003-2005 en 2006-2008. Deze tijdvakindeling is ingegeven om uitspraken te kunnen doen over bedrijfstypen op gebiedsniveau, omdat de groepen per jaar te klein zijn (<7 bedrijven per groep). Bij de keuze voor de tijdvakken is rekening gehouden met de lengte van de tijdvakken, wijzigingen in de opzet van het Bedrijveninformatienet en het LMM en de relevante wijzigingen in mestbeleid. Het Bedrijveninformatienet is in 2000 sterk gewijzigd. Het LMM kende wijzigingen in 2003 en 2006. Wat betreft het beleid waren er wijzigingen in Nitraatrichtlijn Actieprogramma's in 2000, 2004 en 2006. Tot en met 1999 bestond het beleidsprogramma Emissiearme aanwending. Vanaf 1998 is het MINAS stelsel in werking getreden. Vanaf 2006 wordt het gebruiksnormenstelsel gehanteerd.

In Bijlage 4 van het Bijlagenrapport staan uitgebreide tabellen over de ontwikkeling van de verdeling van cultuurgrond en bedrijfsaantallen in de kleiregio en de representativiteit van de steekproef. Hieronder zijn de belangrijkste conclusies weergegeven.

### 3.2 LMM steekproefpopulatie voor de kleiregio

Volgens de Landbouwtelling hebben akkerbouwbedrijven in de kleiregio over de hele periode 1996-2008 ongeveer 40% van de cultuurgrond in deze regio in gebruik, voor melkveebedrijven is dat circa 30% en voor overige graasdierbedrijven varieert dat tussen de 8 en 10%. Hoewel voor alle bedrijfstypen sprake is van afname van aantallen bedrijven over de periode 1996-2008, zijn er procentueel per bedrijfstype nauwelijks wijzigingen: circa 25% van de bedrijven in de kleiregio zijn akkerbouwbedrijven, circa 18% melkveebedrijven en circa 16% overige graasdierbedrijven.

De oppervlakte cultuurgrond in de Landbouwtelling die door de LMM-steekproef wordt gedekt, bedraagt voor alle jaren in de kleiregio 81 à 82%; voor Nederland als geheel is dat 81% (Van Vliet, 2010). Hierin treedt tussen de jaren geen verschil op (zie Tabel 4). Het aandeel bedrijven in de Landbouwtelling dat door de LMM-steekproef in de kleiregio wordt gedekt, is van 1996-1999 tot 2006-2008 toegenomen van 42% naar 45% (zie Tabel 5).

Verschillen in de dekkingsgraad voor cultuurgrond en voor het aandeel bedrijven in de LMM-steekproef worden vooral veroorzaakt door het type bedrijven dat in het LMM wordt meegenomen. De dekking van de LMM-steekproef is gebaseerd op het streven naar een zo groot mogelijk percentage cultuurgrond in het LMM, met zo homogeen mogelijke groepen. Tuinbouwbedrijven en intensieve veehouderijen, die een relatief klein aandeel cultuurgrond beslaan, zijn uitgesloten in het LMM-kleiprogramma. Ook akkerbouw-, melkvee- en overige bedrijven kleiner dan 10 ha zijn uitgesloten. Dit laatste heeft een marginaal effect op de dekkingsgraad.

*Tabel 4 Verdeling aandeel cultuurgrond (%) per LMM-regio en binnen de kleiregio per bedrijfstype*

	1996-1999	2001-2002	2003-2005	2006-2008
zandregio	47	47	47	47
kleiregio	39	39	39	40
veenregio	12	12	12	12
lössregio	1,6	1,6	1,6	1,5
Totaal cultuurgrond Nederland (*1.000 ha)	1958	1925	1923	1921
Totaal cultuurgrond kleiregio (*1.000 ha)	618	616	617	623
Dekkingsgraad LMM in kleiregio	81	81	81	82
Verdeling aandeel cultuurgrond in kleiregio				
- akkerbouwbedrijven	50	47	47	46
- melkveebedrijven	38	36	37	37
- overige bedrijven	13	15	16	17

Bron: CBS-Landbouwtelling

*Tabel 5 Verdeling aandeel bedrijven (%) per LMM-regio en binnen de kleiregio per bedrijfstype*

	1996-1999	2001-2002	2003-2005	2006-2008
zandregio	53	53	53	53
kleiregio	35	35	34,6	35
veenregio	11	11	11,0	11
lössregio	1,6	1,5	1,5	1,6
Totaal bedrijven Nederland (*1.000)	106	91	84	77
Totaal bedrijven kleiregio (*1.000)	15	14	13	12
Dekkingsgraad LMM in kleiregio	42	44	44	45
Verdeling aandeel bedrijven in kleiregio				
- akkerbouwbedrijven	42	42	42	41
- melkveebedrijven	41	39	38	37
- overige bedrijven	17	20	20	22

Bron: CBS-Landbouwtelling

### 3.3 Vertegenwoordiging deelgebieden

De vertegenwoordiging van de steekproefpopulatie per deelgebied verschilt (zie Tabel 6 en Tabel 7). Het aandeel bedrijven in de Landbouwtelling dat in door LMM-steekproef wordt vertegenwoordigd, is voor het Zuidwestelijk zeeleigebied met 50 tot 53% iets hoger dan voor de kleiregio als geheel. Voor het vertegenwoordigde areaal is dit ongeveer gelijk aan het regiogemiddelde circa 81%.

In het Noordelijk zeeleigebied is de vertegenwoordiging van het aandeel bedrijven en areaal in de LMM steekproef aanzienlijk hoger dan gemiddeld. Daar wordt 71 tot 73% van het aandeel bedrijven en ongeveer 94% van het areaal gedekt. Dit laatste getal benadert het Nederlands gemiddelde qua areaaldekking van de Landbouwtelling, door de steekproef van het Bedrijveninformatienet.

In de gebieden Centraal zeelei en Rivierlei daarentegen is de dekkingsgraad lager dan gemiddeld. Ongeveer 30 tot 35% van de bedrijven in de Landbouwtelling in die regio's wordt door de LMM-steekproef gedekt. Voor het areaal is dat 72 à 73%.

*Tabel 6 Aandeel cultuurgrond(%) per deelgebied dat tot de LMM-steekproefpopulatie behoort*

	1996-1999	2001-2002	2003-2005	2006-2008
<b>Noordelijk zeeklei (* 1.000 ha)</b>	<b>189</b>	<b>190</b>	<b>192</b>	<b>193</b>
- steekproefpopulatie	93	94	94	94
<b>Centraal zeeklei (* 1.000 ha)</b>	<b>230</b>	<b>224</b>	<b>224</b>	<b>225</b>
- steekproefpopulatie	73	73	72	73
<b>Zuidwestelijk zeeklei (* 1.000 ha)</b>	<b>215</b>	<b>214</b>	<b>213</b>	<b>211</b>
- steekproefpopulatie	81	82	82	82
<b>Rivierklei (* 1.000 ha)</b>	<b>133</b>	<b>132</b>	<b>129,</b>	<b>134</b>
- steekproefpopulatie	75	76	78	78

Bron: CBS-Landbouwtelling

*Tabel 7 Aandeel bedrijven (%) per deelgebied dat tot de LMM-steekproefpopulatie behoort*

	1996-1999	2001-2002	2003-2005	2006-2008
<b>Noordelijk zeeklei (aantal * 1.000)</b>	<b>5,0</b>	<b>4,6</b>	<b>4,3</b>	<b>4,1</b>
- steekproefpopulatie	71	72	73	73
<b>Centraal zeeklei (aantal * 1.000)</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>9,8</b>
- steekproefpopulatie	31	32	33	35
<b>Zuidwestelijk zeeklei (aantal * 1.000)</b>	<b>8,4</b>	<b>7,3</b>	<b>6,8</b>	<b>6,3</b>
- steekproefpopulatie	50	52	52	53
<b>Rivierklei (aantal * 1.000)</b>	<b>8,8</b>	<b>7,4</b>	<b>6,7</b>	<b>6,5</b>
- steekproefpopulatie	35	37	38	38

Bron: CBS-Landbouwtelling



## 4 Landbouwpraktijk en bedrijfskarakteristieken

### 4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn per bedrijfstype de bedrijfskarakteristieken van de LMM-bedrijven vergeleken met die uit de Landbouwtelling. Daarnaast zijn de bemestingsgegevens en de overschotten van de LMM-bedrijven grafisch weergegeven voor de periode van 1997-2008. Tabellen met achterliggende data zijn opgenomen in Bijlage 5 van het Bijlagenrapport. Tevens zijn uitgebreide gegevens van bedrijfskarakteristieken per deelgebied opgenomen in Bijlage 5 van het Bijlagenrapport.

### 4.2 Melkveebedrijven

#### 4.2.1 Bedrijfsstructuur en bedrijfsvoering

Uit de Landbouwtelling blijkt dat er minder melkveebedrijven zijn die gemiddeld groter zijn geworden en licht extensiever (zie Tabel 9). De LMM-melkveebedrijven in de kleiregio waren tot 2004 in aantal koeien aanzienlijk groter dan de melkveebedrijven in de Landbouwtelling, circa 30% meer koeien per bedrijf (zie Tabel 8 en Tabel 9). Na 2004 zijn de verschillen afgenomen tot circa 11% meer koeien. De intensiteit in graasdieren verschilt in het LMM meestal weinig met die van de Landbouwtelling. Alleen in 2002 en 2003 zijn de LMM-melkveebedrijven significant intensiever. De hoeveelheid jongvee per 10 melkkoeien was in 2007 en 2008 op de LMM-melkveebedrijven significant hoger terwijl dit in 1998 op die bedrijven nog significant lager was. In de jaren 2002 t/m 2008 is het aandeel mais in de bedrijfsoppervlakte op de LMM-bedrijven significant hoger dan gemiddeld voor de Landbouwtelling en het aandeel grasland voor de meeste van genoemde jaren significant lager (zie Bijlage 5 van het Bijlagenrapport).

*Tabel 8 Bedrijfsstructuur voor LMM-melkveebedrijven in de kleiregio*

	1997	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Aantal waarnemingen	15	13	23	11	13	15	17	18	51	48	49
Aantal melkkoeien	82	80	85	85	78	83	85	80	83	87	94
Graasdieren (GVE/ha)	2,2	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,1	2,0	2,0	2,1	2,2
Jongvee/10 mk	8,2	8,3	8,5	8,9	8,2	7,6	8,0	7,2	7,1	7,4	7,7
Totaal dieren (GVE/ha)	2,4	2,2	2,3	2,4	2,6	2,4	2,2	2,1	2,1	2,2	2,3
Opp. Cultuurgrond (ha)	49	51	54	57	45	47	52	53	53	54	57
% grasland	92	87	87	78	70	75	76	74	82	79	81
% snijmais	5,3	6,9	8,5	16	24	24	19	18	14	16	15
% overig	2,5	6,5	4,1	6,0	6,2	1,2	5,5	8,6	3,6	4,7	3,9

Bron: Bedrijveninformatienet van het LEI, LMM-bedrijven



*Tabel 9 Bedrijfsstructuur voor alle melkveebedrijven in de kleiregio*

	1997	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Aantal waarnemingen	6405	6187	6043	5472	5229	5040	4970	4807	4589	4486	4449
Aantal melkkoeien	55	58	60	65	66	69	70	71	75	78	83
Graasdieren (GVE/ha)	2,2	2,2	2,1	2,2	2,0	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1
Jongvee/10 mk	9,8	9,1	8,1	7,7	8,0	7,4	7,4	7,7	6,8	6,8	7,0
Totaal dieren (GVE/ha)	2,3	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	2,1	2,1
Opp. cultuurgrond	36	37	38	41	44	45	46	47	49	51	53
% grasland	89	89	87	86	85	85	85	84	86	85	84
% snijmaïs	8,2	8,2	9,6	9,8	10	11	11	11	10	11	12
% overig	2,9	3,3	3,4	4,1	4,9	4,7	4,6	4,5	3,9	4,0	4,1

Bron: CBS-Landbouwteiling 1997-1999/2001-2008, bewerking LEI

In de bedrijfsvoering valt op dat vooral de beweiding is afgenomen en het maaipercentage is toegenomen in de loop der jaren. Daarnaast is ook de melkproductie per koe en per hectare toegenomen (zie Tabel 10).

*Tabel 10 Bedrijfsvoering voor LMM-melkveebedrijven in de kleiregio*

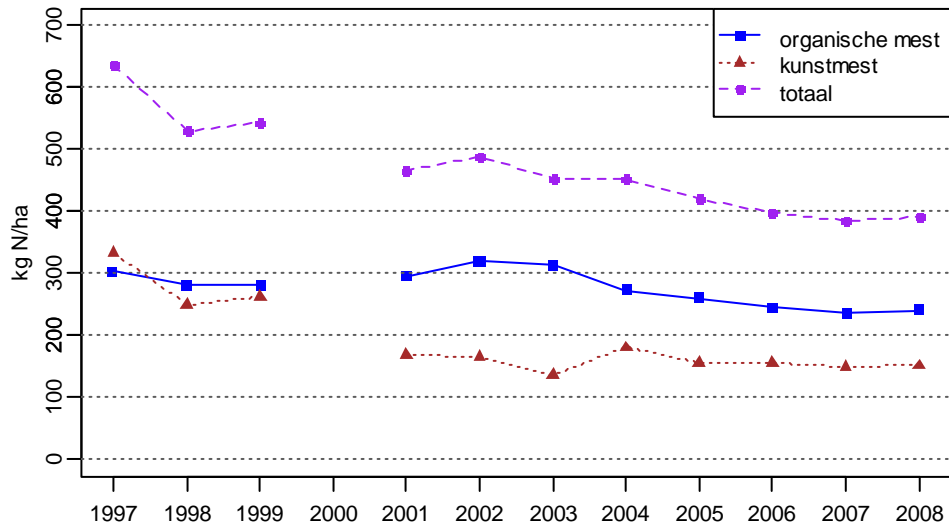
	1997	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Aantal waarnemingen	15	13	23	11	13	15	17	18	51	48	49
Kg melk/ha voeropp.	13891	13033	13472	13868	15108	15010	14129	13453	13747	14513	14814
Kg melk/koe	7968	7956	8175	8541	8013	8187	8126	7976	8492	8554	8432
% weide-uren mei-okt	nb	nb	nb	51	42	44	33	45	41	34	31
% maaïen	221	223	217	208	296	268	284	266	269	296	302
% opslagcap. dierlijke mest	155	144	142	120	130	126	123	138	155	161	155
% grasland-vernieuwing	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	14	9,9	13
NLV grasland	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	167	165	163

Bron: Bedrijveninformatienet van het LEI, LMM-bedrijven

#### 4.2.2

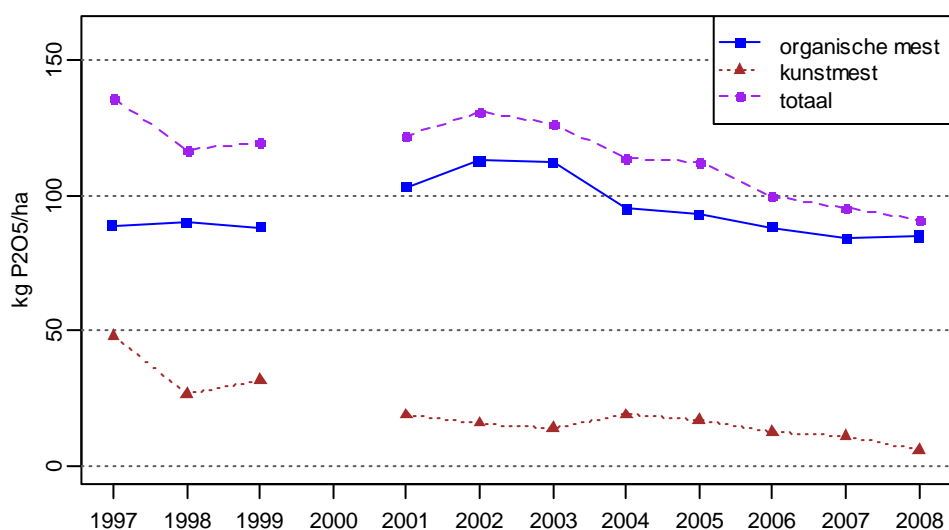
##### *Bemesting en overschotten*

De afname van het stikstofgebruik op melkveebedrijven in de kleiregio (zie Figuur 2) is voor het grootste deel toe te schrijven aan de vermindering van de aanvoer van kunstmest. De vermindering van het stikstofgebruik in organische mest tussen 2002 en 2004 is te verklaren doordat minder stikstof met het voer werd aangevoerd. De afvoer van mest van melkveebedrijven is pas vanaf 2006, de datum van invoering van het gebruiksnormenstelsel, structureel gestegen (zie Bijlage5 van het Bijlagenrapport).



Figuur 2 Stikstofgebruik in kg N/ha op LMM-melkveebedrijven in de kleiregio  
Bron: Bedrijveninformatienet van het LEI, LMM-bedrijven

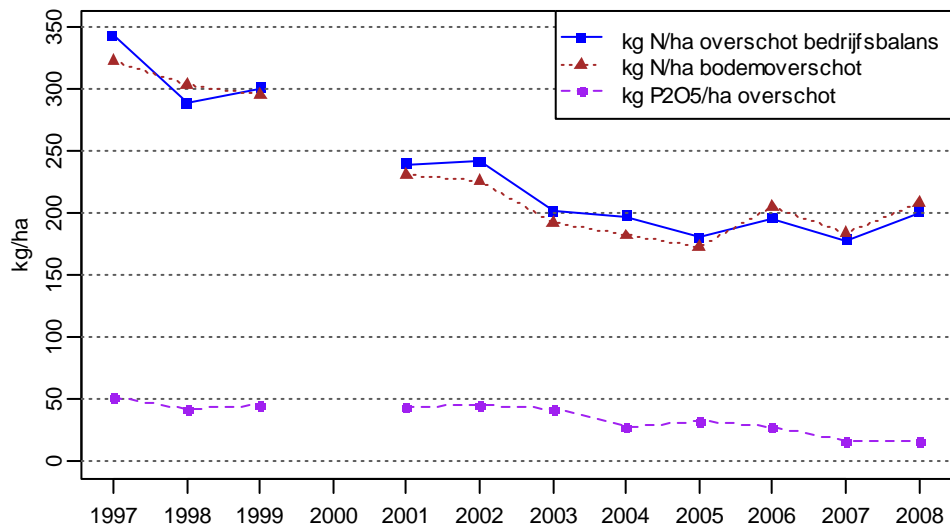
De daling van het fosfaatgebruik uit kunstmest wordt tot 2003 gecompenseerd met een toename van fosfaatgebruik uit dierlijke mest. Pas vanaf 2003 daalt het totale fosfaatgebruik (zie Figuur 3). De vermindering van de aanvoer van kunstmest heeft vanaf 2006 een extra impuls gekregen doordat sinds de invoering van het gebruiksnormenstelsel fosfaat in kunstmest ook voor de mestwetgeving wordt meegeteld. In 2008 werd per hectare cultuurgrond op melkveebedrijven in de kleiregio nog maar 6 kg fosfaat uit kunstmest gebruikt, dat is significant lager dan in voorgaande jaren (zie voor gedetailleerde data Bijlage 5 van het Bijlagenrapport).



Figuur 3 Fosfaatgebruik in kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha op LMM-melkveebedrijven in de kleiregio  
Bron: Bedrijveninformatienet van het LEI, LMM-bedrijven

De overschotten aan stikstof en fosfaat dalen in de periode 1998-2008 (zie Figuur 4). Vanaf 2006, het jaar waarin het gebruiksnormenstelsel werd ingevoerd, is de aanvoer van stikstof en fosfaat via het voer weer gestegen, wat

bij het stikstofoverschot is terug te vinden in een lichte verhoging de laatste jaren. Het verschil in stikstofoverschot op de bodembalans en op de bedrijfsbalans is klein. Het fosfaatoverschot vertoont, ook de laatste jaren, een voortgaande dalende tendens, vooral doordat de aanvoer van kunstmest bleef dalen.



Figuur 4 Overschotten in kg/ha op LMM-melkveebedrijven in de kleiregio

Bron: Bedrijveninformatienet van het LEI, LMM-bedrijven

#### 4.2.3 Verschillen tussen deelgebieden

In de periode 2006-2008 is het gemiddelde stikstofgebruik in het Zuidwestelijk zeeleigebied met 431 kg N/ha het hoogst (zie Tabel 11). In het Centraal en Noordelijk zeeleigebied wordt respectievelijk 407 en 382 kg N/ha gebruikt. In het Rivierkleigebied is in die periode het minste stikstof gebruikt, gemiddeld 369 kg N/ha. Dit is significant lager dan in het Zuidwestelijk zeeleigebied. Ook het stikstofbodemoverschot is het hoogst in het Zuidwestelijk zeeleigebied (213 kg N/ha). Het laagste bodemoverschot is in het Centraal zeeleigebied (184 kg N/ha). Deze verschillen zijn niet significant (zie Bijlage 6 van het Bijlagenrapport).

*Tabel 11 Stikstofgebruik en overschotten op melkveebedrijven in de deelgebieden*

	Vóór 2000	2001-2002	2003-2005	2006-2008
<b>Noordelijk zeeklei</b>				
Aantal waarnemingen	13		8	21
Kg N/ha totaal	596		408	382
Kg N/ha overschot bedrijfsbalans	328		176	176
Kg N/ha bodemoverschot	305		164	195
<b>Centraal zeeklei</b>				
Aantal waarnemingen				10
Kg N/ha totaal stikstofgebruik				407
Kg N/ha overschot bedrijfsbalans				189
Kg N/ha bodemoverschot				184
<b>Zuidwestelijk zeeklei</b>				
Aantal waarnemingen				7
Kg N/ha totaal stikstofgebruik				431
Kg N/ha overschot bedrijfsbalans				207
Kg N/ha bodemoverschot				213
<b>Rivierklei</b>				
Aantal waarnemingen		10	10	16
Kg N/ha totaal stikstofgebruik		469	431	369
Kg N/ha overschot bedrijfsbalans		242	181	195
Kg N/ha bodemoverschot		234	177	201

Bron: Bedrijveninformatienet van het LEI, LMM-bedrijven

Het fosfaatgebruik en de bodemoverschotten op de melkveebedrijven verschillen slechts beperkt tussen de deelgebieden (zie Tabel 12). Voor detailinformatie zie Bijlage 6 van het Bijlagenrapport.

*Tabel 12 Fosfaatgebruik en bodemoverschotten op melkveebedrijven in de deelgebieden*

	Vóór 2000	2001-2002	2003-2005	2006-2008
<b>Noordelijk zeeklei</b>				
Aantal waarnemingen	13		8	21
kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha totaal fosfaatgebruik	127		103	92
Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha overschot bedrijfsbalans	47		25	16
<b>Centraal zeeklei</b>				
Aantal waarnemingen				10
kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha totaal fosfaatgebruik				97
Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha overschot bedrijfsbalans				16
<b>Zuidwestelijk zeeklei</b>				
Aantal waarnemingen				7
kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha totaal fosfaatgebruik				106
Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha overschot bedrijfsbalans				22
<b>Rivierklei</b>				
Aantal waarnemingen		10	10	16
kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha totaal fosfaatgebruik		120	113	92
Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha overschot bedrijfsbalans		43	29	25

Bron: Bedrijveninformatienet van het LEI, LMM-bedrijven

## 4.3 Akkerbouwbedrijven

### 4.3.1 Bedrijfsstructuur

Net als voor de melkveebedrijven blijkt uit de landbouwtelling dat het aantal akkerbouwbedrijven in de kleiregio is afgenomen en dat de bedrijven groter zijn geworden in de periode 1996-2008 (zie Tabel 14). De akkerbouwbedrijven in het LMM zijn gemiddeld aanzienlijk groter qua bedrijfsoppervlakte dan de akkerbouwbedrijven in de Landbouwtelling in deze regio (zie Tabel 13 en Tabel 14). Vooral in de jaren 2002 t/m 2008 is in het LMM sprake van relatief grote bedrijven ten opzichte van het gemiddelde in de Landbouwtelling; voor die jaren is het verschil significant. Zie voor meer informatie Bijlage 5 van het Bijlagenrapport.

Tabel 13 Bedrijfsstructuur voor LMM-akkerbouwbedrijven in de kleiregio

	1997	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Aantal											
waarnemingen	10	26	25	20	7	27	28	24	23	22	27
Opp. cultuurgrond	63	58	55	64	97	89	98	102	97	103	85
% aardappelen	30	27	28	27	32	20	22	20	21	21	24
% suikerbieten	17	15	15	14	15	15	14	11	11	10	11
% granen	33	31	28	35	30	33	32	33	34	37	41
% peulvruchten	0,5	1,8	1,7	2,3	2,2	1,7	0,9	2,2	2,3	1,9	0,6
% voedergewassen	5,6	2,4	3,5	1,4	0,2	6,9	4,5	6,1	6,3	5,9	4,8
% graszaad	3,8	8,7	6,1	5,7	3,9	8,6	8,3	5,6	6,9	6,5	4,4
% braak	1,3	0,8	2,2	3,1	3,3	4,9	3,9	6,1	5,5	3,6	1,8
% overig	8,8	13	15	11	13	10	16	16	14	14	13
% gewassen met winterbedekking	nb	nb	nb	20	31	42	38	38	43	43	43
Totaal dieren (GVE/ha)	0,11	0,10	0,07	0,01	0,00	0,12	0,25	0,25	0,08	0,20	0,07

Bron: Bedrijveninformatienet van het LEI, LMM-bedrijven

Tabel 14 Bedrijfsstructuur voor alle akkerbouwbedrijven in de kleiregio

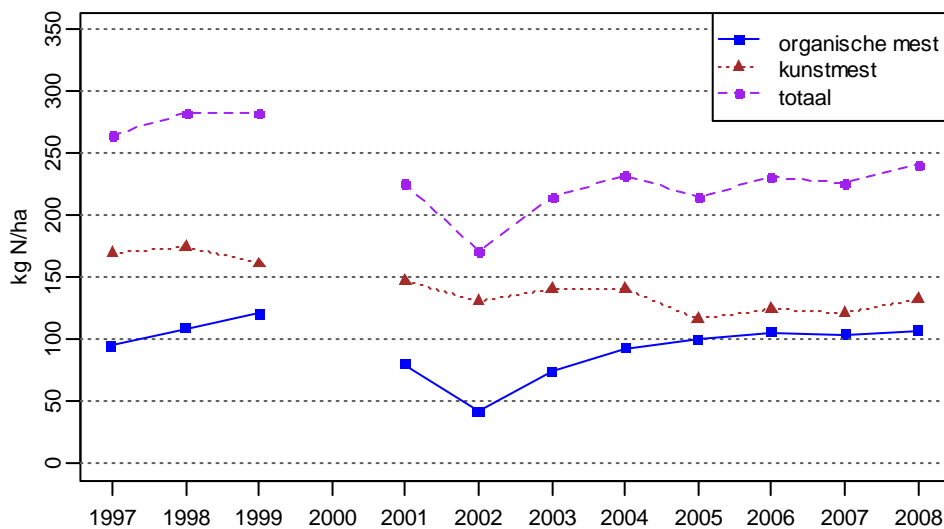
	1997	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Aantal											
waarnemingen	6553	6363	6249	5808	5663	5440	5368	5260	5040	4954	4814
Opp. cultuurgrond	47	48	47	50	52	54	54	56	56	58	60
% aardappelen	24	25	25	24	23	22	23	22	22	23	22
% suikerbieten	17	17	19	18	17	17	16	15	14	14	12
% granen	33	32	29	33	33	32	32	33	34	35	39
% peulvruchten	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	1,2	1,0	0,6	0,7	0,6	0,6
% voedergewassen	5,5	5,4	6,1	5,3	5,2	5,1	5,3	5,3	5,7	5,9	5,9
% graszaad	4,6	5,3	4,1	4,0	3,7	4,7	5,3	5,8	5,9	4,6	3,6
% braak	0,9	1,0	2,9	3,0	0,4	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
% overig	13	14	14	14	17	18	18	18	18	17	16
% gewassen met winterbedekking	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
Totaal dieren (GVE/ha)	0,07	0,09	0,09	0,09	0,08	0,09	0,08	0,07	0,07	0,07	0,06

Bron: CBS-Landbouwtelling 1997-1999/2001-2008, bewerking LEI

#### 4.3.2 Bemesting en overschotten

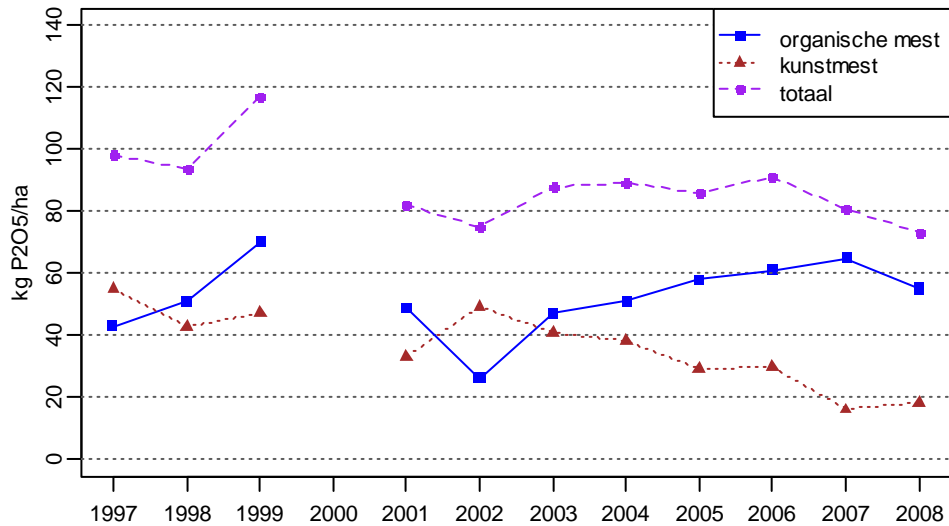
De aanzienlijke vermindering van de stikstofbemesting in de periode 1999-2002 is vooral het gevolg van minder aanvoer van zowel mest als kunstmest (zie Figuur 5). De verminderde mestaanvoer zal vermoedelijk samenhangen met de natte weersomstandigheden in het najaar van zowel 2001 als 2002, waardoor op klei minder mest zal zijn toegediend. De stikstofaanvoer met mest is daardoor in dat jaar significant lager (zie voor gedetailleerde informatie Bijlage 5 van het Bijlagenrapport). De verminderde aanvoer met mest werd niet gecompenseerd met extra aanvoer van kunstmest.

De aanvoer van stikstof met mest vertoont na 2002 weer een stijgende lijn, waarbij de hoeveelheid aangevoerde kunstmest aanvankelijk daalde maar vanaf 2005 tamelijk stabiel blijft. De stikstofaanvoer met kunstmest is in 2005 significant lager dan in de voorgaande jaren. Voor de totale stikstofaanvoer op akkerbouwbedrijven is dat het geval in 2001 ten opzichte van 1999.



Figuur 5 Stikstofgebruik in kg N/ha op LMM-akkerbouwbedrijven in de kleiregio  
Bron: Bedrijveninformatienet van het LEI, LMM-bedrijven

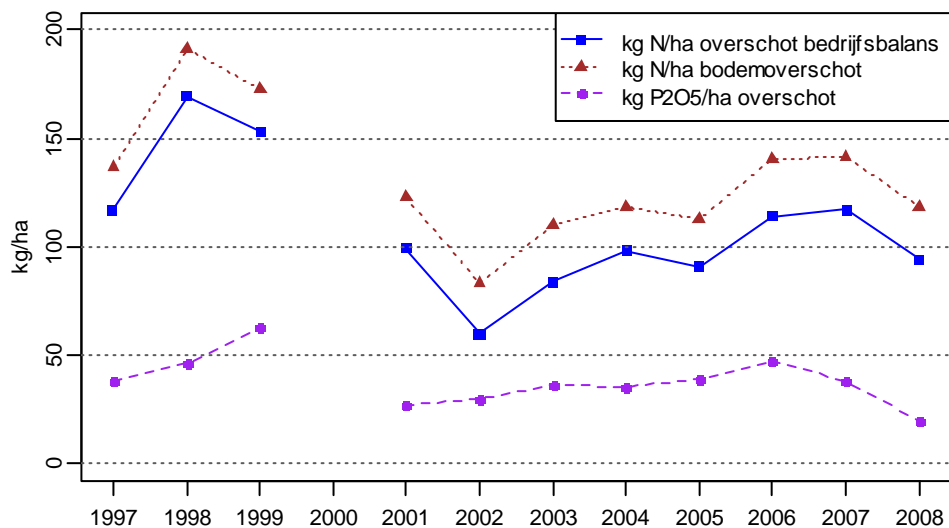
Ook bij fosfaat is sprake van een afname van de aanvoer met dierlijke mest (significant) en kunstmest tot 2002 (zie Figuur 6). De lagere aanvoer van mest in 2002 werd voor fosfaat deels wel gecompenseerd met de aanvoer van extra fosfaat met kunstmest. De aanvoer van fosfaat met dierlijke mest nam daarna langzaam toe tot 2007, de aanvoer met kunstmest bleef afnemen waardoor de totale aanvoer uiteindelijk vanaf 2006 weer daalde. Het percentage fosfaat uit dierlijke mest is voor 2002 dan ook significant lager dan in vooral de jaren 2005 t/m 2008. De aanvoer van fosfaat met kunstmest op akkerbouwbedrijven is in 2007 significant lager dan in de jaren 1997 t/m 2004 (zie verder Bijlage 5 van het Bijlagenrapport).



Figuur 6 Fosfaatgebruik in kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha op LMM-akkerbouwbedrijven in de kleiregio

Bron: Bedrijveninformatienet van het LEI, LMM-bedrijven

Het beeld dat bij de bemesting werd beschreven, is terug te vinden in de gerealiseerde overschotten voor stikstof en fosfaat (zie Figuur 7). De overschotten zijn in 2001 en 2002 veel lager dan daarvoor, maar vertonen vanaf 2002 weer een toename tot 2006-2007. Vanaf 2006-2007 nemen de overschotten af. Of deze daling een mogelijk een trend is of een incidentele daling zullen meer recente cijfers moeten uitwijzen (zie voor meer gedetailleerde informatie Bijlage 5 van het Bijlagenrapport).



Figuur 7 Overschotten in kg/ha op LMM-akkerbouwbedrijven in de kleiregio

Bron: Bedrijveninformatienet van het LEI, LMM-bedrijven

#### 4.3.3 Verschillen tussen deelgebieden

Voor 2000 was in het Zuidwestelijk zeekleigebied zowel het stikstofgebruik als het bodemoverschot op akkerbouwbedrijven significant hoger dan in de andere

deelgebieden. In de periode 2006-2003 zijn er nauwelijks verschillen in stikstofgebruik en bodemoverschotten.

*Tabel 15 Stikstofgebruik en overschotten op akkerbouwbedrijven in de deelgebieden*

	Vóór 2000	2001-2002	2003-2005	2006-2008
<b>Noordelijk zeeklei</b>				
Aantal waarnemingen	7		12	9
Kg N/ha totaal stikstofgebruik	216		211	224
Kg N/ha overschot bedrijfsbalans	91		90	121
Kg N/ha bodemoverschot	108		105	130
<b>Centraal zeeklei</b>				
Aantal waarnemingen	9		9	9
Kg N/ha totaal stikstofgebruik	256		218	232
Kg N/ha overschot bedrijfsbalans	137		89	96
Kg N/ha bodemoverschot	156		102	118
<b>Zuidwestelijk zeeklei</b>				
Aantal waarnemingen	16	12	16	12
Kg N/ha totaal stikstofgebruik	312	237	223	233
Kg N/ha overschot bedrijfsbalans	189	124	87	94
Kg N/ha bodemoverschot	212	150	122	130

Bron: Bedrijveninformatienet van het LEI, LMM-bedrijven

In alle gebieden is het gemiddelde fosfaatgebruik afgenomen bij de akkerbouwbedrijven, evenals de overschotten (zie Tabel 16). Verschillen tussen de gebieden zijn niet significant (zie Bijlage 6 van het Bijlagenrapport).

*Tabel 16 Fosfaatgebruik en bodemoverschotten in akkerbouwbedrijven in de deelgebieden*

	Vóór 2000	2001-2002	2003-2005	2006-2008
<b>Noordelijk zeeklei</b>				
Aantal waarnemingen	7		12	9
kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha totaal fosfaatgebruik	101		92	80
Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha overschot bedrijfsbalans	47		43	32
<b>Centraal zeeklei</b>				
Aantal waarnemingen	9		9	9
kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha totaal	118		112	95
Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha overschot bedrijfsbalans	68		62	41
<b>Zuidwestelijk zeeklei</b>				
Aantal waarnemingen	16	12	16	12
kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha totaal fosfaatgebruik	98	70	75	73
Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha overschot bedrijfsbalans	46	19	23	29

Bron: Bedrijveninformatienet van het LEI, LMM-bedrijven

#### 4.4 Overige bedrijven

##### 4.4.1 Bedrijfsstructuur

De overige bedrijven zijn gemengde bedrijven met meer veehouderijtakken, meer teelttakken of met zowel akkerbouw als veehouderij. Het zijn dus veehouderijcombinaties, gewascombinaties of gewasveehouderijcombinaties. In de jaren vóór 2005 zijn er voor de LMM-bedrijven te weinig waarnemingen. In 2005 is er een groot verschil met het gemiddelde van de Landbouwtelling qua bedrijfsstructuur.



Het percentage grasland varieert tussen de 30 en 67% in het LMM, terwijl dit in de Landbouwtelling rond de 72% schommelt. Op de LMM-bedrijven is vooral sprake van meer aardappelen en granen en iets meer suikerbieten (zie Tabel 17 en Tabel 18).

*Tabel 17 Bedrijfsstructuur voor LMM-overige bedrijven in de kleiregio*

	2005	2006	2007	2008
Aantal waarnemingen	7	14	13	9
Aantal melkkoeien	5	9	7	3
Graasdieren (GVE/ha)	0	1	1	1
Jongvee/10 mk	28	27	23	46
Totaal dieren (GVE/ha)	4	2	2	2
Opp. cultuurgrond	55	53	52	63
% grasland	30	57	67	60
% snijmais	5	8	8	10
% aardappelen	20	10	3	9
% suikerbieten	7	6	6	1
% granen	9,2	8,7	8,2	9,7
% peulvruchten	0	0	1	1
% graszaad	9	7	7	2
% braak	0	1	0	0
% overig	6	0	0	1
% gewassen met winterbedekking	59	71	80	77

Bron: Bedrijveninformatienet van het LEI, LMM-bedrijven

*Tabel 18 Bedrijfsstructuur voor overige bedrijven in de kleiregio*

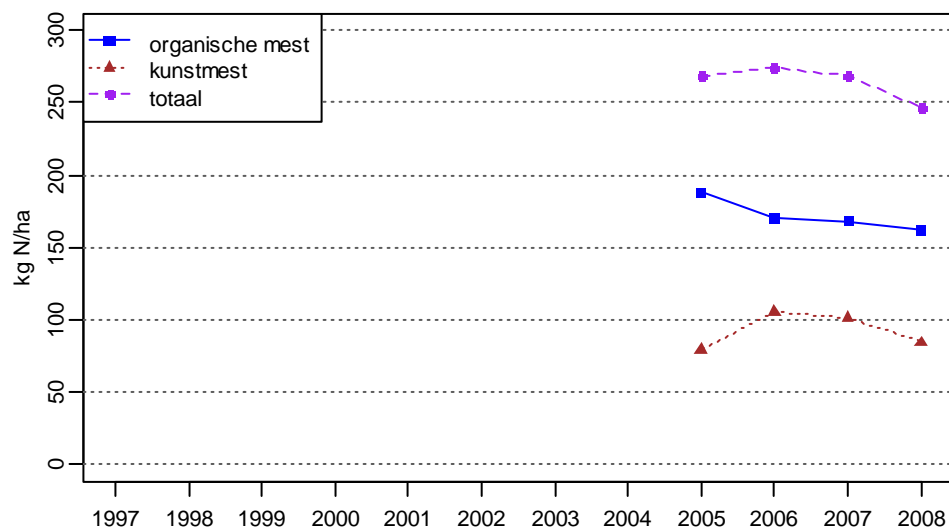
	2005	2006	2007	2008
Aantal waarnemingen	2513	2635	2755	2623
Aantal melkkoeien	9,5	9,0	8,7	8,6
Graasdieren (GVE/ha)	1,0	1,1	1,1	1,0
Jongvee/10 mk	17	28	32	22
Totaal dieren (GVE/ha)	1,7	1,7	1,7	1,7
Opp. cultuurgrond	40	40,	40	41
% grasland	71	72	73	71
% snijmais	6,7	6,3	6,5	7,0
% aardappelen	3,5	3,3	3,3	3,3
% suikerbieten	3,1	2,7	2,6	2,3
% granen	22	9	9	17
% peulvruchten	0,2	0,2	0,2	0,1
% graszaad	1,3	1,1	0,9	0,6
% braak	0,0	0,0	0,0	0,0
% overig	5,1	5,4	5,8	6,0
% gewassen met winterbedekking	nb	nb	nb	nb

Bron: CBS-Landbouwtelling 2005-2008, bewerking LEI

#### 4.4.2 *Bemesting en overschotten*

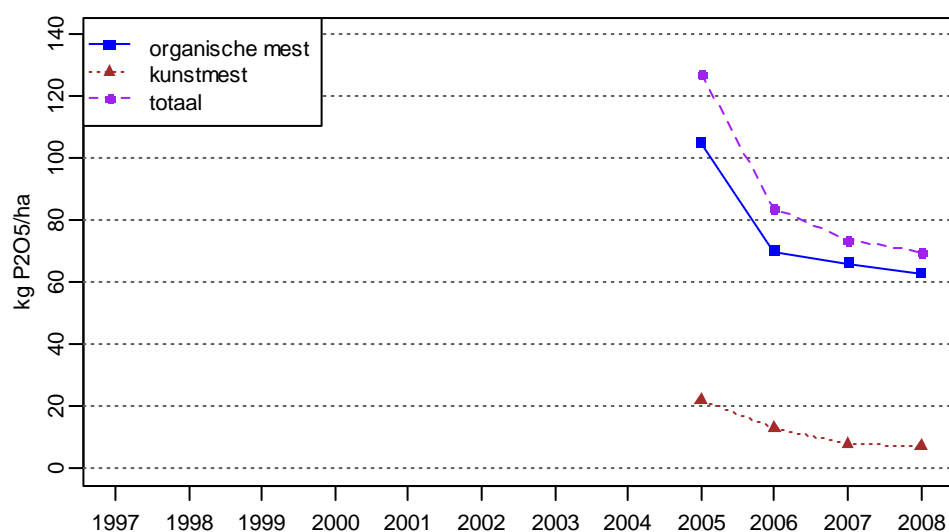
De bemesting met stikstof uit dierlijke mest neemt vanaf 2005 af op de overige bedrijven (zie Figuur 8). In 2006 en 2007 wordt dit nog gecompenseerd met kunstmest.

De daling in fosfaatbemesting is zowel toe te schrijven aan verminderd gebruik van dierlijke mest als kunstmest (zie Figuur 9).



Figuur 8 Stikstofgebruik in kg N/ha op LMM-overige bedrijven in de kleiregio

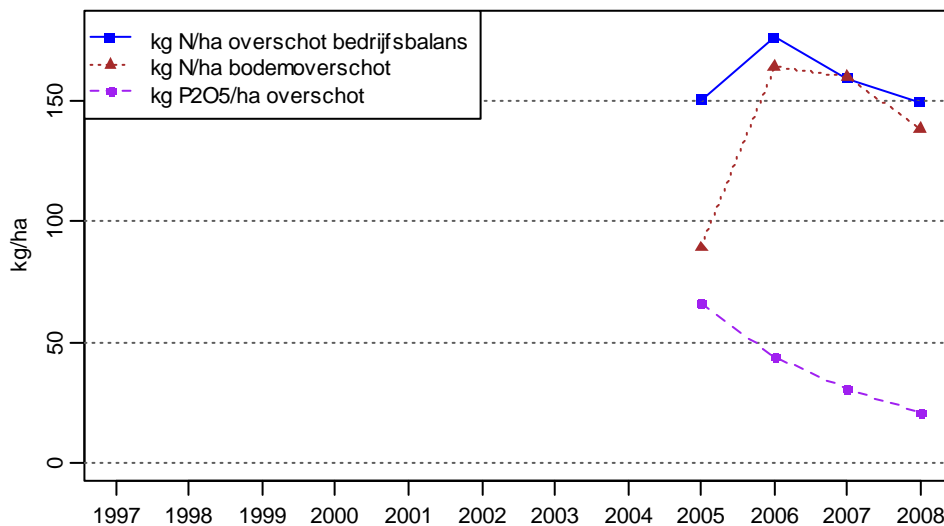
Bron: Bedrijveninformatienet van het LEI, LMM-bedrijven



Figuur 9 Fosfaatgebruik in kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha op LMM-overige bedrijven in de kleiregio

Bron: Bedrijveninformatienet van het LEI, LMM-bedrijven

Hoewel het totale stikstofgebruik in 2005 vergelijkbaar was met 2006 en 2007 (zie Figuur 8), is het bodemoverschot in 2005 juist lager (zie Figuur 10). Dit is het gevolg van een grotere stikstofafvoer dat jaar (zie ook Bijlage 5 van het Bijlagenrapport). Het fosfaatbodemoverschot toont een vergelijkbaar verloop als de fosfaatbemesting.



Figuur 10 Overschot in kg /ha op LMM-overige bedrijven in de kleiregio

Bron: Bedrijveninformatienet van het LEI, LMM-bedrijven

#### 4.5 Verdeling grondsoorten

De verdeling van grondsoorten op de LMM-bedrijven verschilt per deelgebied (zie Tabel 19). De bodem van bedrijven in het Noordelijk en Zuidwestelijk zeekleigebied bestaat voor 95%, respectievelijk 78% uit zeeklei, terwijl de bodem van bedrijven in het Centraal zeekleigebied voor 68% uit zeeklei bestaat.

Tabel 19 Relatieve oppervlakte (%) per bodemtype per deelgebied en bedrijfstype

	Zeeklei	Rivierklei	Zand	Veen	Overig
<b>Noordelijk zeeklei</b>	<b>95</b>		<b>1,6</b>	<b>1,8</b>	<b>1,5</b>
- akkerbouw	94		3,6	1,0	1,6
- melkvee	95			3,1	2,8
- overig	96		1,1	1,2	1,4
<b>Centraal zeeklei</b>	<b>68</b>		<b>24</b>	<b>8</b>	<b>0,5</b>
- akkerbouw	72		28		0,4
- melkvee	76		16	7,2	0,2
- overig	57		26	16	0,9
<b>Rivierklei</b>		<b>90</b>	<b>8,5</b>	<b>0,9</b>	<b>0,7</b>
- melkvee		80	17	1,8	1,6
- overig		100			
<b>Zuidwestelijk zeeklei</b>	<b>78</b>		<b>17</b>	<b>3,6</b>	<b>1,4</b>
- akkerbouw	94		6,1		0,5
- melkvee	79		10	11	0,2
- overig	63		34		3,3

Veengrond wordt voornamelijk aangetroffen in het Centraal zeekleigebied. Echter de akkerbouwbedrijven in dat deelgebied hebben geen veen. Bedrijven in het Centraal zeekleigebied hebben ook het hoogste percentage zandgrond, waarbij geldt dat melkveebedrijven in dat gebied relatief het minste zand hebben.

De bedrijven in het Noordelijk en het Zuidwestelijk zeekleigebied kennen vergelijkbare grondwaterstanden (zie Tabel 20). Bedrijven in het Centraal

zeekleigebied liggen op gronden met relatief hoge grondwaterstanden (relatief natte gronden). In alle gebieden liggen melkveebedrijven op nattere gronden dan akkerbouwbedrijven. Melkveehouderij is op nattere gronden beter mogelijk dan akkerbouw.

Deze verschillen in grondsoorten en mate van natheid in de gronden tussen de deelgebieden en bedrijfstypen kunnen mede oorzaak zijn van eventuele verschillen in de mate van uitspoeling tussen deelgebieden en bedrijfstypen.

*Tabel 20 Relatieve oppervlakte (%) per grondwatertrap per deelgebied en bedrijfstype*

	Nat (I-IV)	Gemiddeld (V,VI)	Droog (VII, VIII)
<b>Noordelijk zeeklei</b>	<b>17,4</b>	<b>79,6</b>	<b>2,5</b>
- akkerbouw	5,1	88,8	5,6
- melkvee	24,8	73,3	1,3
- overig	22,2	76,6	0,7
<b>Centraal zeeklei</b>	<b>53,7</b>	<b>30,4</b>	<b>14,9</b>
- akkerbouw	26,7	58,9	13,4
- melkvee	52,0	30,8	16,9
- overig	82,4	1,3	14,5
<b>Rivierklei</b>	<b>22,1</b>	<b>66,6</b>	<b>10,8</b>
- melkvee	41,8	41,4	15,9
- overig	2,5	91,8	5,7
<b>Zuidwestelijk zeeklei</b>	<b>18,6</b>	<b>77,1</b>	<b>2,9</b>
- akkerbouw	8,2	80,4	7,4
- melkvee	34,4	63,8	1,2
- overig	13,0	87,0	0,0



## 5 Waterkwaliteit

### 5.1 Overzicht waterkwaliteit

De gemiddelde uitspoeling uit de wortelzone, hierna uitspoeling, verschilt tussen akkerbouwbedrijven en melkveebedrijven in de kleiregio (zie Tabel 21). Op akkerbouwbedrijven zijn de nitraat- (50 mg/l) en totaalstikstofconcentraties (13 mg/l) hoger dan bij melkveebedrijven (31 en 9,4 mg/l). De ammoniumconcentraties zijn vergelijkbaar voor akkerbouwbedrijven (0,97 mg/l) en melkveebedrijven (0,91 mg/l). Organisch stikstof is bij melkveebedrijven (1,40 mg/l) net iets hoger dan bij akkerbouwbedrijven (1,03 mg/l).

De concentraties ortho-P zijn juist bij melkveebedrijven (0,22 mg/l) hoger dan bij akkerbouwbedrijven (0,15 mg/l).

De calcium- en sulfaatconcentraties liggen bij akkerbouwbedrijven (240 en 256 mg/l) significant hoger dan bij melkveebedrijven (178 en 147 mg/l). Dit is mogelijk een aanwijzing voor meer invloed van mariene sedimenten bij akkerbouwbedrijven. Deze mariene invloed is ook zichtbaar in de natrium- en chlorideconcentraties. Natrium en chloride zijn ook hoger bij akkerbouwbedrijven (212 en 368 mg/l) dan bij melkveebedrijven (137 en 234 mg/l), maar deze verschillen zijn niet significant.

De concentraties aan de sporenelementen lood, koper, zink, cadmium en nikkel zijn vergelijkbaar voor de verschillende bedrijfstypen. Chroom, aluminium en barium worden in hogere concentraties aangetroffen bij melkveebedrijven. Strontium is hoger bij akkerbouwbedrijven. Lood, koper, zink en chroom zijn bij meer dan 25% van de bedrijven aangetroffen onder de detectiegrenswaarde.

De uitspoeling op overige bedrijven is meer vergelijkbaar met melkveebedrijven dan met akkerbouwbedrijven. Dit hangt samen met de aanwezigheid van grasland bij melkvee- en overige bedrijven. Daarnaast liggen overige bedrijven, net als melkveebedrijven, meer op nattere en veniger gronden dan akkerbouwbedrijven.

De kwaliteit van het slootwater vertoont vergelijkbare verschillen tussen de bedrijfstypen als de uitspoeling (zie Tabel 22). Ook in slootwater zijn nitraat en totaalstikstof hoger bij akkerbouwbedrijven dan bij melkveebedrijven, terwijl ammonium niet verschilt en N-organisch iets hoger is bij melkvee. Wel zijn in slootwater nitraat en totaalstikstof in veel lagere concentraties aanwezig dan in de uitspoeling. N-organisch en ammonium komen in beide watertypen in dezelfde ordegrootte voor.

Tabel 21 Gemiddelde uitspoeling voor de periode 1996-2008 per bedrijfstype en het gemiddelde gewogen naar areaal bedrijfstype

	Akkerbouwbedrijven				Melkveebedrijven				Overige bedrijven				Gew gem
	n	gem	st dev	A	n	gem	st dev	A	n	gem	st dev	A	
pH	76	7,1	0,2	A	83	7,0	0,3	A	24	7,0	0,3	A	7,0
EC (mS/m)	76	218	190	A	83	163	170	A	24	150	127	A	187
NO <sub>3</sub> (mg/l)	77	50	30	A	89	31	26	B	23	34	36	B	41
NH <sub>4</sub> (mg/l)	77	0,97	1,70	A	89	0,91	1,47	A	24	0,60	0,66	A	0,89
Norg (mg/l)	77	1,0	0,56	A	89	1,4	0,71	B	24	1,3	0,51	B	1,21
Totaal-N (mg/l)	77	13	6,9	A	89	9,4	6,3	B	24	9,5	8,2	B	11
Otho-P (mg/l)	77	0,15	0,16	A	89	0,22	0,20	B	24	0,22	0,25	AB	0,18
Totaal-P (mg/l)	77	0,19	0,19	A	89	0,29	0,25	B	24	0,28	0,29	AB	0,24
DOC (mg/l)	77	10	4,8	A	89	17	11	B	24	14	8,0	AB	13
Al (µg/l)	53	13	28	A	76	89	150	B	22	14	29	AB	33
As (µg/l)	75	3,0	3,3	A	85	5,1	5,1	B	24	5,2	5,6	AB	4,1
Ba (mg/l)	53	31	30	A	76	47	42	B	22	30	31	AB	37
Ca (mg/l)	77	240	89	A	89	178	84	B	24	181	77	B	207
Cd (µg/l)	75	0,11**	0,52	A	86	0,05**	0,10	A	24	0,05**	0,04	A	0,08**
Cl (mg/l)	77	368	658	A	89	234	612	A	24	175	407	A	287
Cr (µg/l)	75	0,10***	0,21	A	86	0,32***	0,69	B	24	0,10***	0,24	AB	0,18***
Cu (µg/l)	75	2,6	1,8	A	86	3,4	2,9	A	24	2,7	1,5	A	2,9
Fe (mg/l)	77	0,57**	1,60	A	89	1,0*	2,06	A	24	0,99*	2,23	A	0,81**
K (mg/l)	77	12	12	A	89	11	10	A	24	10	9,0	A	11
Mg (mg/l)	77	45	48	A	89	39	41	A	24	33	23	A	41
Mn (mg/l)	53	0,49	0,75	A	76	0,57	0,44	A	22	0,42	0,35	A	0,51
Na (mg/l)	77	212	360	A	89	137	312	A	24	111	206	A	168
Ni (µg/l)	75	5,9	6,9	A	86	7,3	10	A	24	5,6	4,4	A	6,3
Pb (µg/l)	75	0,09***	0,16	A	85	0,19**	0,43	A	24	0,09***	0,14	A	0,13***
SO <sub>4</sub> (mg/l)	77	256	228	A	89	147	155	B	24	179	201	AB	208
Sr (µg/l)	53	994	485	A	76	746	520	B	22	629	308	B	842
Zn (µg/l)	77	10**	31	A	89	7,9*	14	A	24	5,2**	6,0	A	8,5*

Letters geven aan of bedrijfstypen significant van elkaar verschillen ( $p < 0,05$ )

\* aantal bedrijfsgemiddelden onder detectiegrens >25%, maar <50%

\*\* aantal bedrijfsgemiddelden onder detectiegrens >50%, maar <75%

\*\*\* aantal bedrijfsgemiddelden onder detectiegrens >75%

Een belangrijke vraag voor de evaluatie van het LMM is of de verschillen tussen akkerbouwbedrijven en melkveebedrijven veroorzaakt worden door een verschil in bedrijfsvoering of door verschillen in de grondsoort en mate van natheid van de gronden. Daarom worden gegevens (ook) gepresenteerd per bedrijfstype en deelgebied.

Een andere belangrijke vraag is of het mestbeleid van invloed is op de concentraties van nutriënten in het water dat uitspoelt uit de wortelzone en in het slotwater. Daarom wordt de ontwikkeling van de waterkwaliteit in de tijd nader bekeken.

Tabel 22 Gemiddelde slootwaterkwaliteit voor de periode 1996-2008 per bedrijfstype en het gemiddelde gewogen naar areaal bedrijfstype

	Akkerbouwbedrijven				Melkveebedrijven				Overige bedrijven				Gew. gem
	n	gem	st.dev	A	n	gem	st.dev	A	n	gem	st.dev	A	
pH	52	7,5	0,2	A	67	7,5	0,4	A	22	7,4	0,3	A	7,5
EC (mS/m)	52	218	193	A	67	181	253	A	22	112	53	A	189
NO <sub>3</sub> (mg/l)	53	29	17	A	73	15	15	B	22	24	33	AB	23
NH <sub>4</sub> (mg/l)	53	0,93	1,06	A	73	0,90	0,89	A	22	0,71	0,89	A	0,88
Norg (mg/l)	53	0,90	0,43	A	73	1,22	0,63	B	22	1,15	0,47	B	1,06
Totaal N (mg/l)	53	8,2	4,1	A	73	5,3	3,7	B	22	7,2	7,5	AB	6,9
Ortho-P (mg/l)	53	0,16	0,16	A	73	0,28	0,36	A	22	0,21	0,25	A	0,21
Totaal-P (mg/l)	53	0,19	0,19	A	73	0,35	0,39	B	22	0,26	0,29	AB	0,26
DOC (mg/l)	52	11	4,7	A	73	16	8,5	B	22	15	5,9	B	13
Al (µg/l)	53	10*	24	A	73	34*	72	B	22	11*	17	AB	19*
As (µg/l)	53	3,7	4,4	A	73	3,6	3,5	A	22	3,5	3,5	A	3,6
Ba (mg/l)	53	29	38	A	73	35	31	A	22	30	32	A	31
Ca (mg/l)	53	205	78	A	73	147	92	B	22	137	70	B	174
Cd (µg/l)	53	0,02	0,02	A	73	0,03	0,11	A	22	0,02	0,01	A	0,02
Cl (mg/l)	53	404	639	A	73	342	877	A	22	119	97	A	339
Cr (µg/l)	53	0,09**	0,15	A	73	0,24**	0,46	A	22	0,08**	0,20	A	0,14**
Cu (µg/l)	53	1,7	0,79	A	73	2,4	1,78	B	22	2,2	1,00	AB	2,0
Fe (mg/l)	53	0,14*	0,45	A	73	0,25	0,57	A	22	0,21*	0,40	A	0,19
K (mg/l)	53	14	11	A	73	14	11	A	22	10	5,1	A	14
Mg (mg/l)	53	42	41	A	73	40	53	A	22	26	15	A	39
Mn (mg/l)	53	0,41	0,56	A	73	0,41	0,27	A	22	0,39	0,30	A	0,41
Na (mg/l)	53	228	343	A	73	192	449	A	22	80	70	A	192
Ni (µg/l)	53	2,9	1,1	A	73	5,9	14	A	22	3,6	1,3	A	4,1
Pb (µg/l)	53	0,03**	0,07	A	73	0,13*	0,25	B	22	0,05**	0,11	A	0,07**
SO <sub>4</sub> (mg/l)	53	195	162	A	73	132	148	A	22	120	174	A	160
Sr (µg/l)	53	893	416	A	73	663	511	B	22	531	294	B	754
Zn (µg/l)	53	3,6	9,0	A	73	4,6	12	A	22	1,7	1,6	A	3,7

Letters geven aan of bedrijfstypen significant van elkaar verschillen ( $p < 0,05$ )

\* aantal bedrijfsgemiddelden onder detectiegrens >25%, maar <50%

\*\* aantal bedrijfsgemiddelden onder detectiegrens >50%, maar <75%

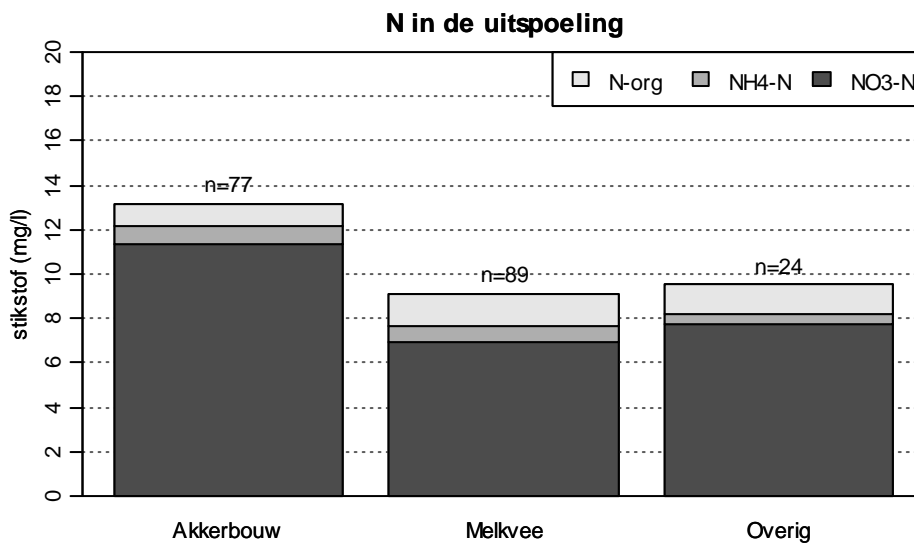
\*\*\* aantal bedrijfsgemiddelden onder detectiegrens >75%



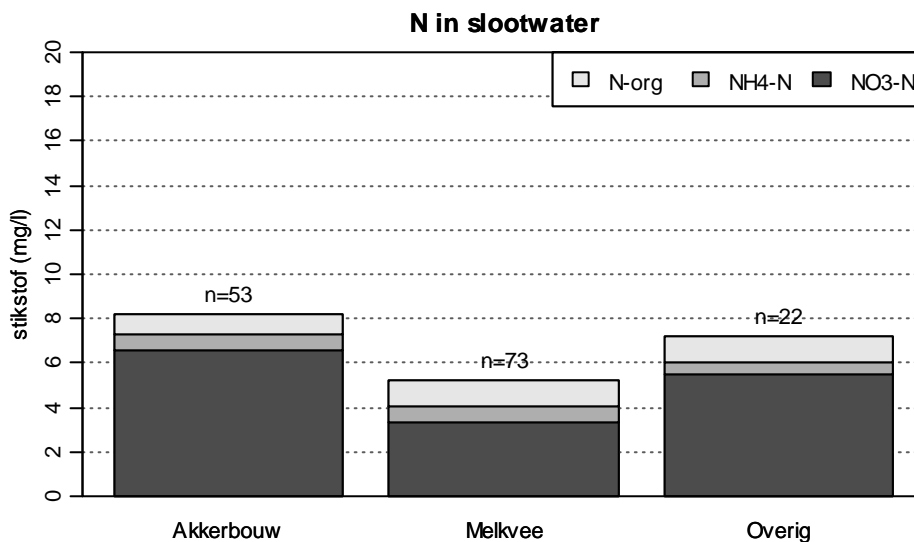
## 5.2 Stikstof

### 5.2.1 Totaalstikstof

Totaalstikstof omvat nitraatstikstof ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ), nitrietstikstof ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ), ammoniumstikstof ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) en opgeloste organische stikstof. De hoeveelheid nitrietstikstof is onder normale omstandigheden verwaarloosbaar. De verschillen in concentraties totaalstikstof tussen bedrijfstypen worden voor het grootste deel bepaald door verschillen in nitraatstikstof. Dit geldt zowel voor uitspoeling als slotwater (zie Figuur 11 en Figuur 12).



Figuur 11 Samenstelling totaalstikstof in de uitspoeling gemiddeld voor alle jaren in de kleiregio

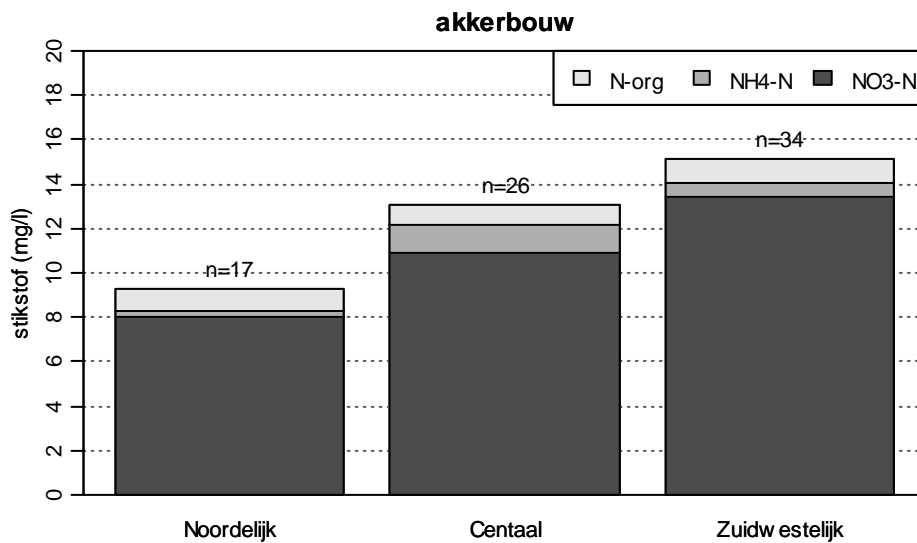


Figuur 12 Samenstelling totaalstikstof in het slotwater gemiddeld voor alle jaren in de kleiregio

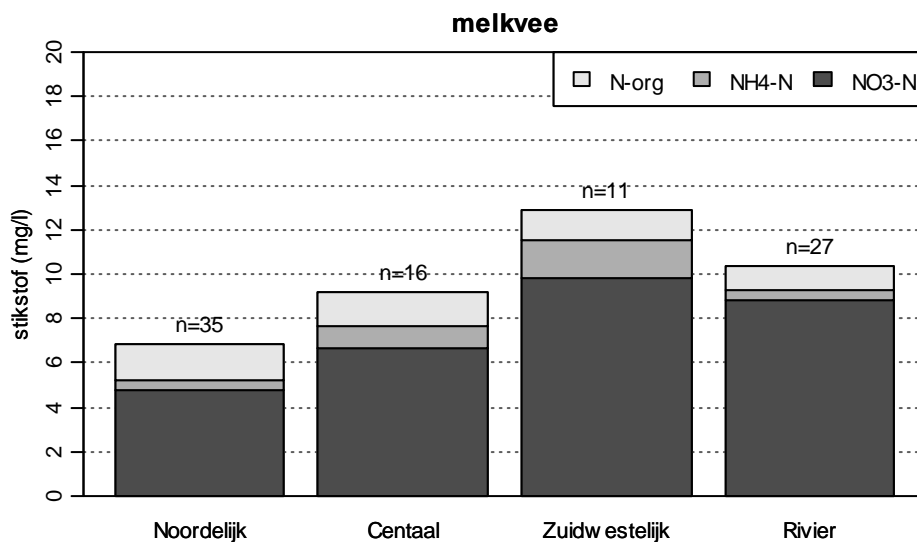
De concentraties aan totaalstikstof verschillen niet alleen per bedrijfstype maar ook per deelgebied binnen de kleiregio (zie Figuur 13, Figuur 14 en Figuur 15). Voor alle bedrijfstypen geldt dat de hoogste gemiddelde concentraties

totaalstikstof (en nitraat) voorkomen in het Zuidwestelijk zeekleigebied en de laagste in het Noordelijk zeekleigebied.

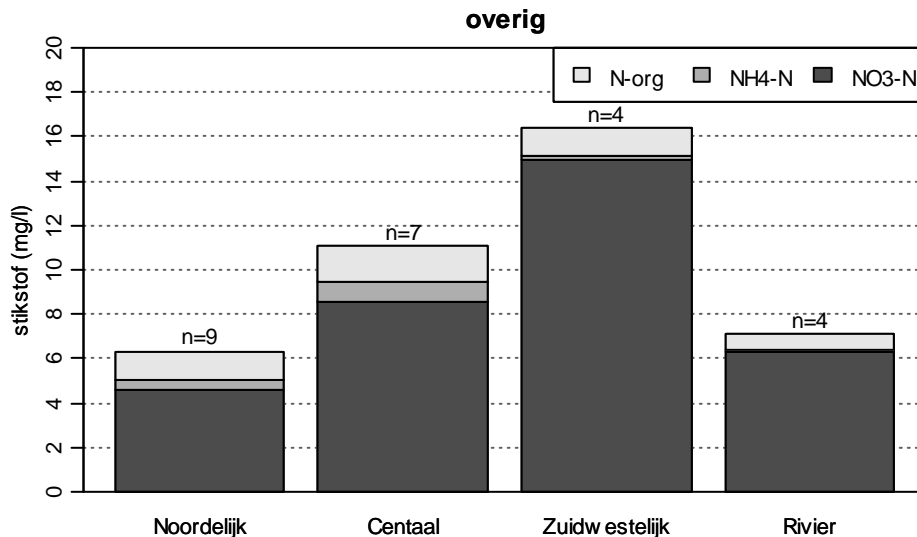
Verschillen in nitraatconcentraties tussen de deelgebieden zijn weer de belangrijkste oorzaak van verschillen in totaalstikstof. Ook geldt voor akkerbouw- en melkveebedrijven dat in het Zuidwestelijk zeekleigebied het relatieve aandeel nitraat groter is dan in de andere deelgebieden.



Figuur 13 Samenstelling totaalstikstof in de uitspoeling op akkerbouwbedrijven per deelgebied gemiddeld voor alle jaren



Figuur 14 Samenstelling totaalstikstof in de uitspoeling op melkveebedrijven per deelgebied gemiddeld voor alle jaren



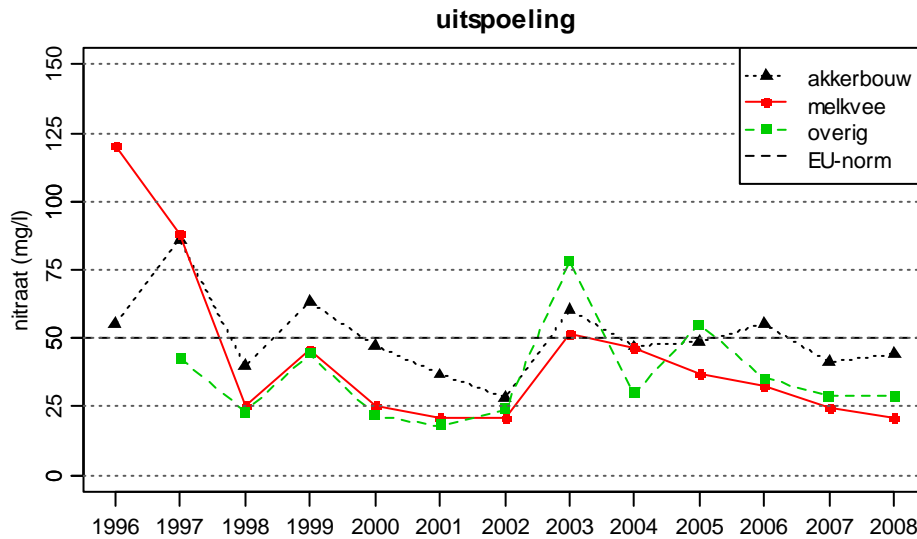
*Figuur 15 Samenstelling totaalstikstof in de uitspoeling op melkveebedrijven per deelgebied gemiddeld voor alle jaren*

### 5.2.2

#### Nitraat

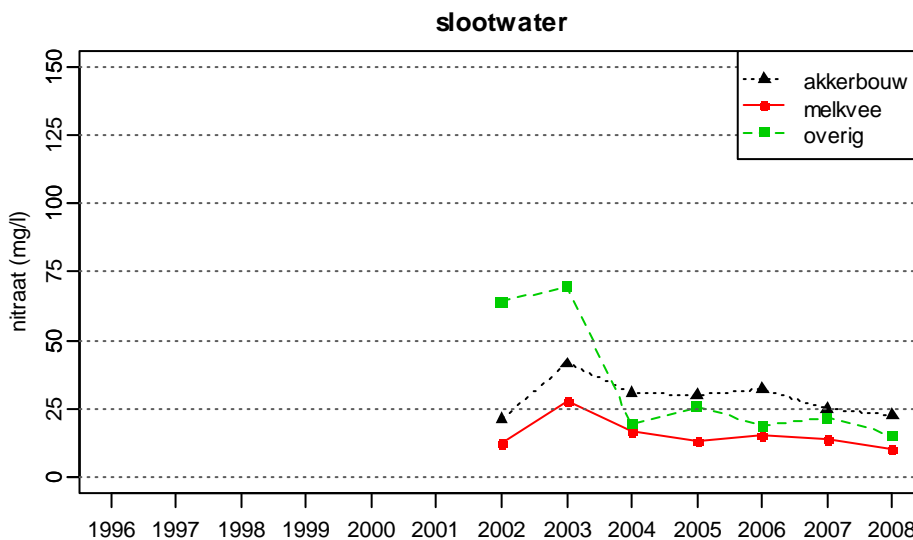
In de kleiregio toont de trendlijn voor nitraat in de uitspoeling voor alle bedrijfstypen een vergelijkbaar grillig verloop (zie Figuur 16). Ondanks dit grillige verloop lijkt er wel sprake van een daling in nitraatconcentraties bij akkerbouw- en melkveebedrijven. Hoewel voor akkerbouwbedrijven deze daling in latere jaren niet lijkt door te zetten. Zie voor meer gedetailleerde informatie Bijlage 7 van het Bijlagenrapport.

Hoewel er sprake lijkt van een daling in nitraatconcentraties, is het moeilijk een relatie te leggen met de gerealiseerde stikstofbodemoverschotten. Bij melkveebedrijven is de lichte daling van de nitraatconcentratie in lijn met de afname van het stikstofbodemoverschot (zie Figuur 4). Bij akkerbouwbedrijven is de stijgende lijn in het stikstofbodemoverschot tussen 2002 tot 2007 (zie Figuur 7) niet duidelijk terug te vinden in de nitraatconcentraties (uitgezonderd in 2003). Dat pieken in nitraatconcentraties in de jaren 1999 en 2003 bij alle bedrijfstypen voorkomen, lijkt te duiden op sterke afhankelijkheid van weersinvloeden.



Figuur 16 Gemiddelde nitraatconcentratie in de uitspoeling in de kleiregio

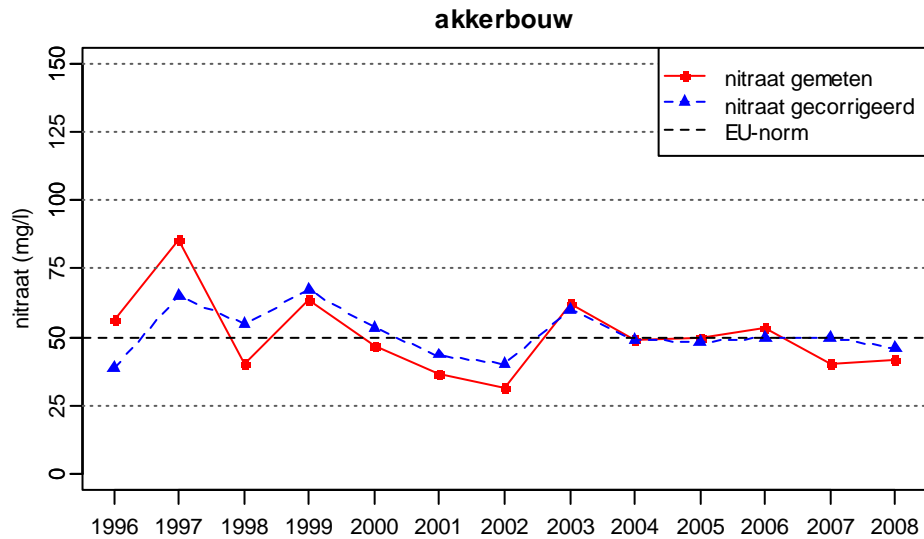
In slootwater lijken nitraatconcentraties voor de verschillende bedrijfstypen een zeer lichte daling te vertonen (zie Figuur 17). Net als in de uitspoeling liggen nitraatconcentraties op akkerbouwbedrijven hoger dan op melkveebedrijven.



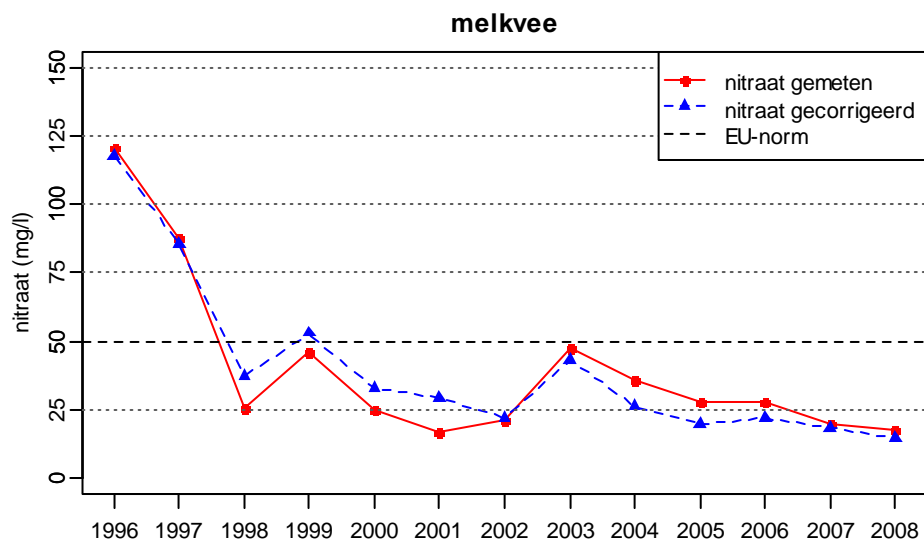
Figuur 17 Gemiddelde nitraatconcentratie in het slootwater in de kleiregio

Om weereffecten en steekproefeffecten uit te sluiten kunnen de nitraatconcentraties hiervoor gecorrigeerd worden. Voor zandgronden lijkt deze correctiemethode functioneel (Boumans en Fraters, 2011). Voor kleibedrijven kan deze correctie toegepast worden op gegevens van drainwaterbemonsteringen.

Uit Figuur 18 en Figuur 19 blijkt dat de verschillen in nitraatconcentraties tussen de jaren enigszins afgevlakt worden, maar dat gecorrigeerde nitraatwaarden nog steeds een grillig verloop vertonen.



Figuur 18 Gemiddelde gemeten en geïndexeerde nitraatconcentratie bij akkerbouwbedrijven (drainwater) in de kleiregio



Figuur 19 Gemiddelde gemeten en geïndexeerde nitraatconcentratie bij melkveebedrijven (drainwater) in de kleiregio

Om trends in de deelgebieden weer te geven zijn de gemeten data geclusterd voor een aantal jaren samen, omdat anders per deelgebied te weinig bedrijven beschikbaar waren (zie ook paragraaf 3.1). Voor elke periode zijn bedrijfsgemiddelden berekend. Periodegemiddelden zijn berekend met deze meerjarige bedrijfsgemiddelden.

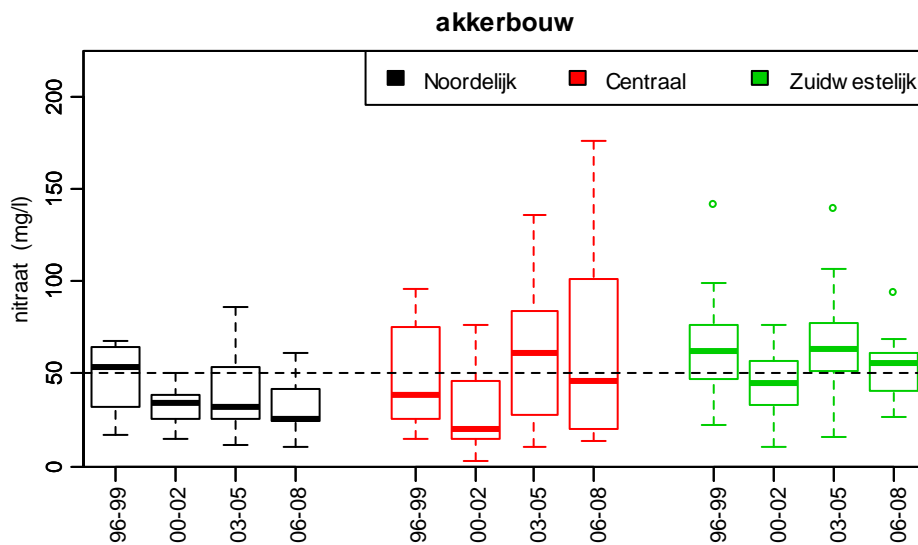
Opvallend is de dalende trend in nitraatconcentratie in de uitspoeling in het Noordelijk zeeleigebied (zie Figuur 20 en Figuur 21). Deze daling geldt vooral voor melkveebedrijven maar ook voor akkerbouwbedrijven.

Voor de melkveebedrijven is de nitraatconcentratie in het Noordelijk zeeleigebied in de laatste periode significant lager dan die in het Zuidwestelijk

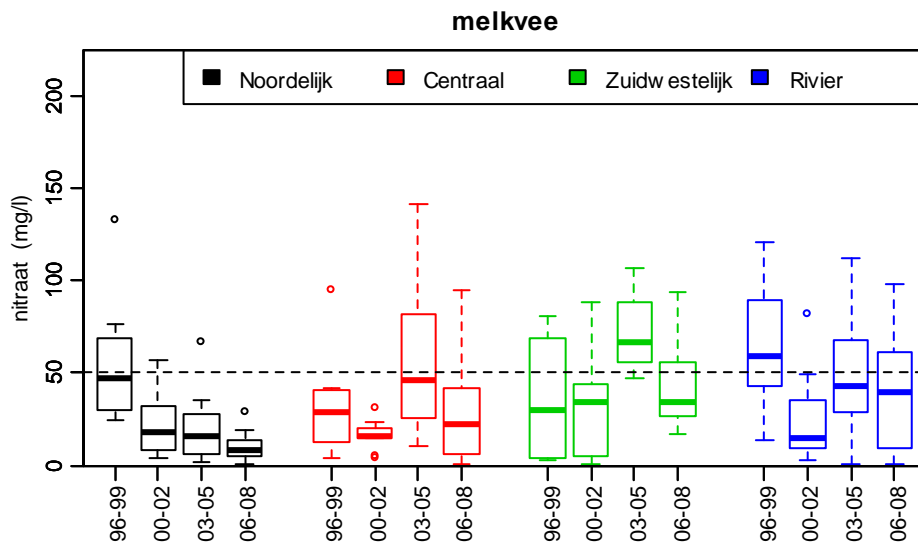
zeekleigebied en het Rivierkleigebied. De achterliggende data zijn opgenomen in Bijlage 7 van het Bijlagenrapport.

Voor akkerbouwbedrijven geldt dat de medianen van de nitraatconcentraties in het Zuidwestelijk en het Centraal zeekleigebied schommelen rond de nitraatnorm van 50 mg/l. Dat wil zeggen dat de helft van de bedrijven voldoet aan de EU-norm.

De lage nitraatconcentraties in de jaren 2000 t/m 2002 zijn in alle deelgebieden terug te vinden. Hier lijkt ook weer sprake te zijn van weerseffecten.



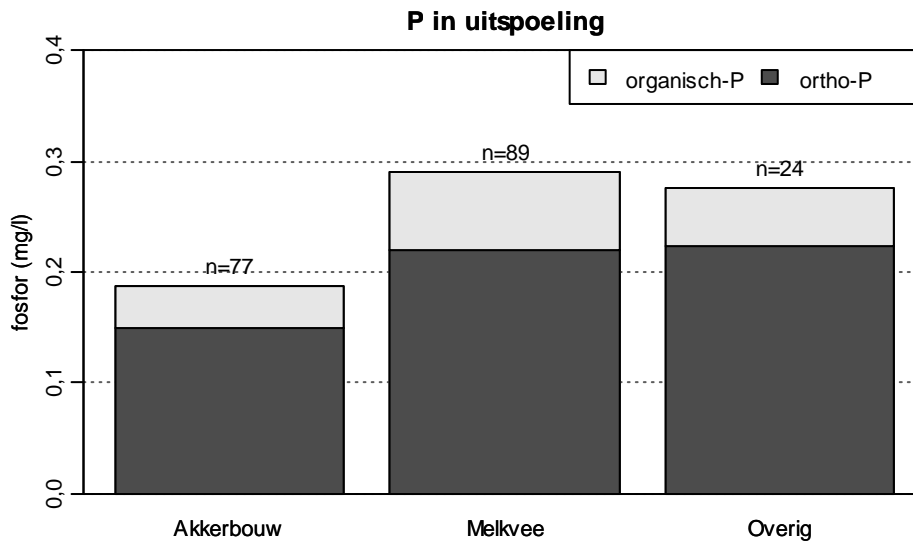
Figuur 20 Boxplot nitraatconcentratie (mg/l) in de uitspoeling per deelgebied bij akkerbouwbedrijven. Elke box vertegenwoordigt geclusterde jaren. EU-norm voor nitraat is 50 mg/l



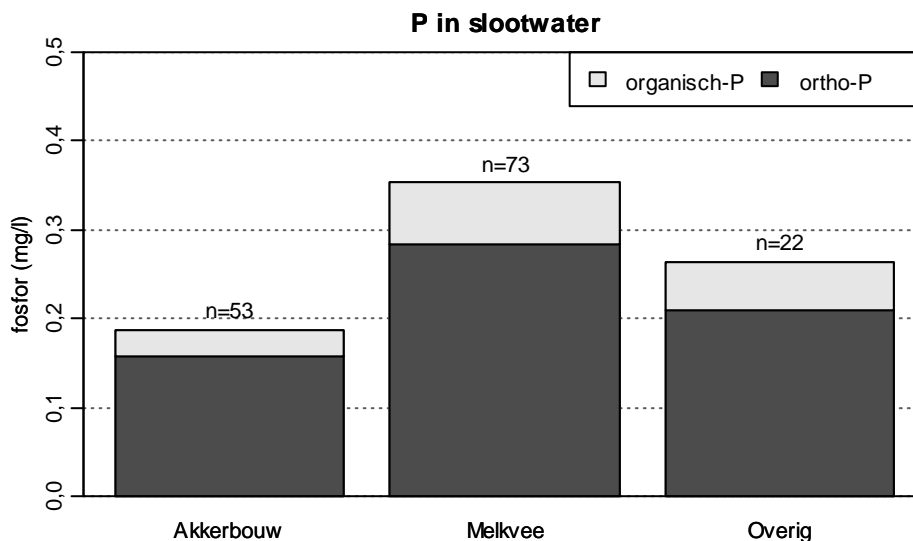
Figuur 21 Boxplot nitraatconcentratie (mg/l) in de uitspoeling per deelgebied bij melkveebedrijven. Elke box vertegenwoordigt geclusterde jaren. EU-norm voor nitraat is 50 mg/l

### 5.3 Fosfor

Fosfor komt in de uitspoeling en slootwater voornamelijk voor in de vorm van anorganisch fosfaat ofwel orthofosfaat (zie Figuur 22 en Figuur 23).



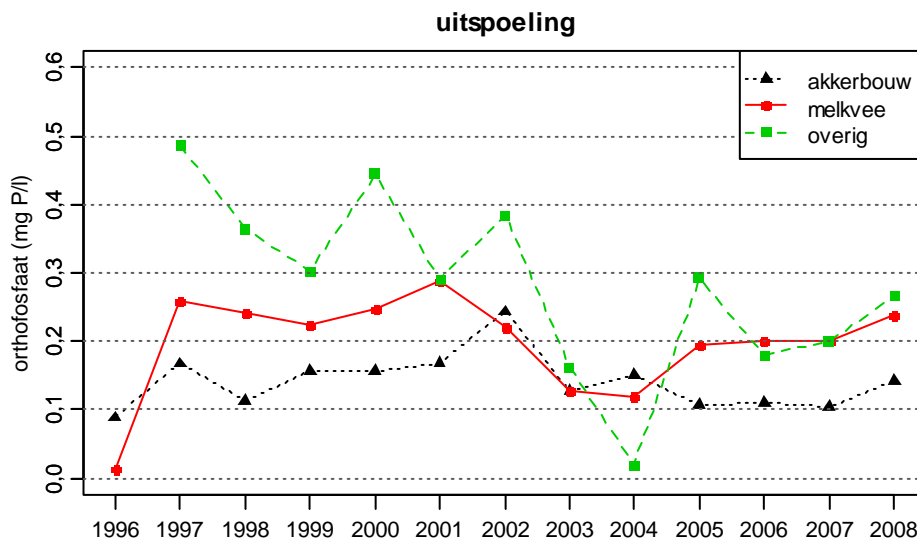
Figuur 22 De relatieve bijdrage van fosfor uit orthofosfaat en organisch fosfor aan totaalfosfor in de uitspoeling in de kleiregio gemiddeld voor alle jaren



Figuur 23 De relatieve bijdrage van fosfor uit orthofosfaat en organisch fosfor aan totaalfosfor in slootwater in de kleiregio gemiddeld voor alle jaren

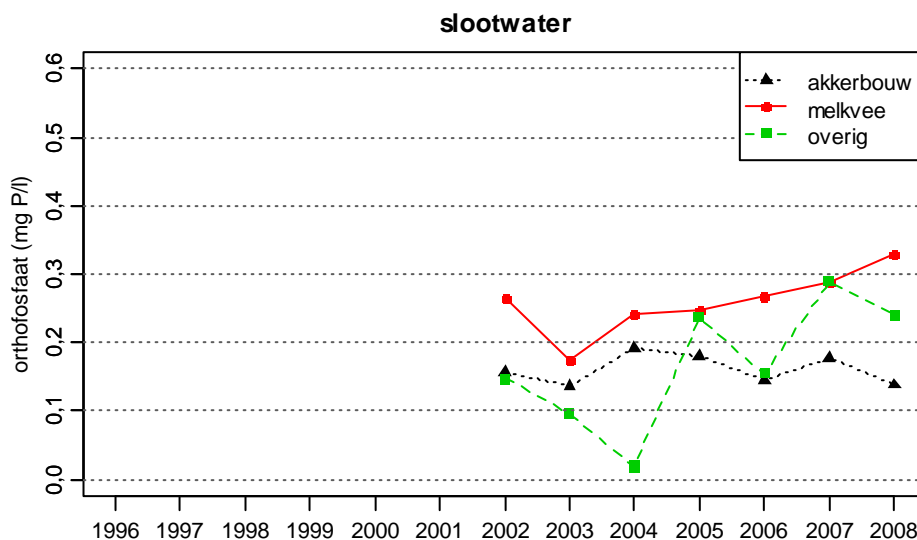
Er is geen duidelijke trend in de orthofosfaatconcentratie voor akkerbouw- en melkveebedrijven in de kleiregio (zie Figuur 24). Na een daling vanaf 2001 bij melkveebedrijven stijgt de gemiddelde orthofosfaatconcentratie vanaf 2004 tot het niveau van vóór 2001. Bij akkerbouwbedrijven varieert de gemiddelde concentratie tussen 0,1 en 0,2 mg/l. Voor overige bedrijven lijkt over de jaren heen wel sprake van een neerwaartse trend.

Net als voor stikstof, geldt ook voor fosfor dat de relatie tussen uitspoeling en gerealiseerde fosfaatbodemoverschotten niet eenduidig te leggen valt. Voor melkveebedrijven geldt over de gehele periode een dalende tendens in het fosfaatbodemoverschot (zie Figuur 4), terwijl de fosforconcentraties in de uitspoeling vanaf 2004 juist weer een stijging laten zien. Ook de daling van het fosfaatoverschot op akkerbouwbedrijven vanaf 1999 (zie Figuur 7) is niet duidelijk terug te vinden in de fosforconcentraties in de uitspoeling.



Figuur 24 Gemiddelde orthofosfaatconcentraties in de uitspoeling in de kleiregio

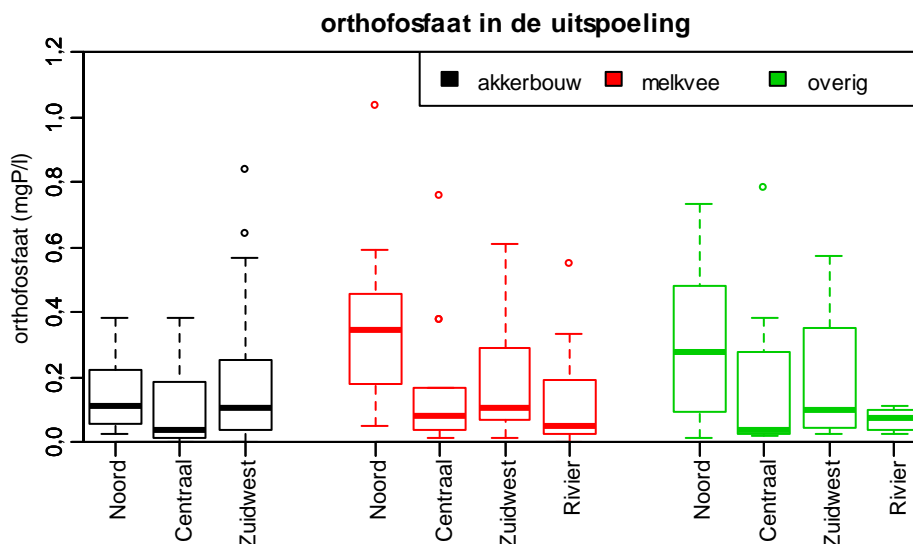
Voor slootwater geldt dat zowel bij de akkerbouwbedrijven als de melkveebedrijven de gemiddelde concentraties hoger liggen dan in de uitspoeling (zie Figuur 25). Nalevering van orthofosfaat vanuit de slootbodem zou hier een oorzaak van kunnen zijn.



Figuur 25 Gemiddelde orthofosfaatconcentratie in slootwater in de kleiregio



In het Noordelijk en Zuidwestelijk zeekleigebied worden relatief hogere fosforconcentraties aangetroffen. Dit geldt zowel voor melkveebedrijven en overige bedrijven en in mindere mate voor akkerbouwbedrijven. Het Rivierkleigebied kent relatief lage fosforconcentraties in de uitspoeling (zie Figuur 26).



Figuur 26 Gemiddelde orthofosfaatconcentraties in de uitspoeling per deelgebied

## 5.4 Macro-elementen

Natrium, kalium, calcium, magnesium, sulfaat, chloride en ijzer zijn de macro-elementen die in het LMM gemeten zijn. Kalium en calcium worden specifiek als meststof toegepast. Sulfaat en chloride in het grondwater kunnen ook afkomstig zijn van mest. Daarnaast kunnen grondsoort en de mate van natheid van de bodem sterk van invloed zijn op het voorkomen van macro-elementen in het grondwater.

### 5.4.1 Calcium

Calcium komt in de bodem voor in anorganische vorm, bijvoorbeeld in silicaten. In zeeklei en rivierklei afzettingen komt het voor als kalk ( $\text{CaCO}_3$ ). Calcium is goed oplosbaar en spoelt gemakkelijk uit.

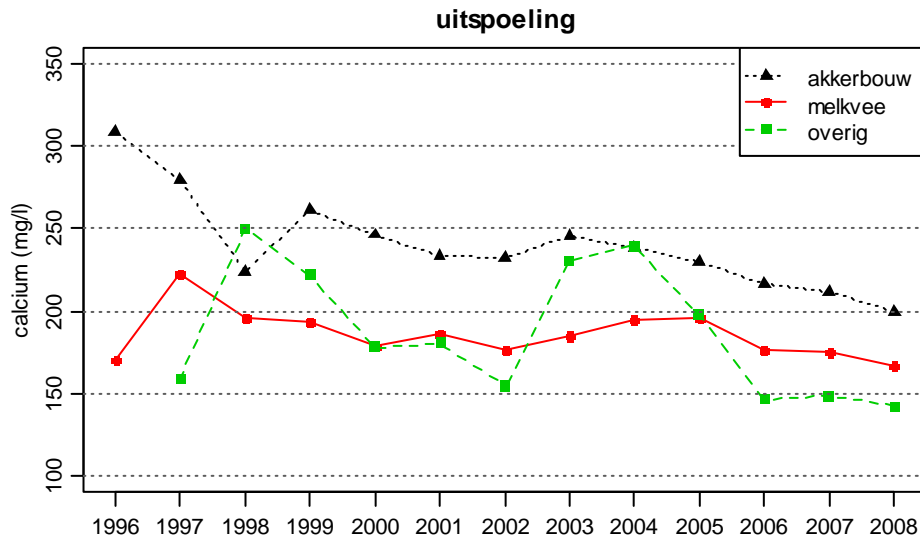
De significante verschillen in gemiddelde concentraties tussen akkerbouwbedrijven en melkveebedrijven zoals beschreven in Tabel 21 gelden voor de hele meetperiode (zie Figuur 27).

In het slotwater zijn de concentraties lager dan in de uitspoeling, maar het patroon over de jaren is vergelijkbaar (zie Figuur 28)

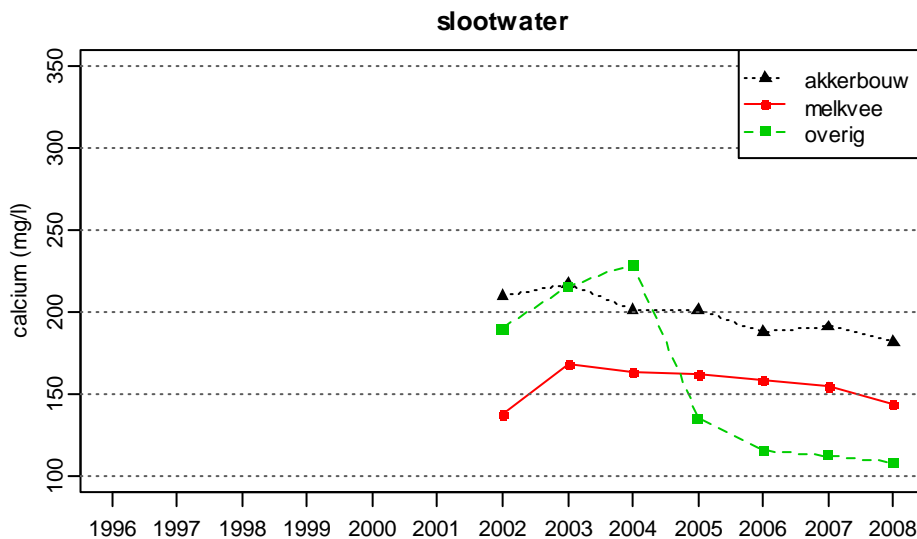
De grote pieken in calciumconcentraties bij overige bedrijven, die zowel in de uitspoeling als in slotwater zichtbaar zijn, lijken samen te hangen met een relatieve oververtegenwoordiging van overige bedrijven in het Centraal zeekleigebied de betreffende jaren (zie Bijlage 3 van het Bijlagenrapport).

Ook de lichte daling in calciumconcentraties bij akkerbouw- en melkveebedrijven zou het gevolg kunnen zijn van steekproefeffecten. Zo is bij melkveebedrijven het Noordelijk zeekleigebied vanaf 2006 veel sterker vertegenwoordigd dan

daarvoor (zie ook Bijlage 3 van het Bijlagenrapport). Voor akkerbouwbedrijven geldt dat in de eerste jaren het Centraal zeeleigebied sterker vertegenwoordigd was dan het Noordelijk zeeleigebied, maar dat dit vanaf 2003 is omgedraaid.

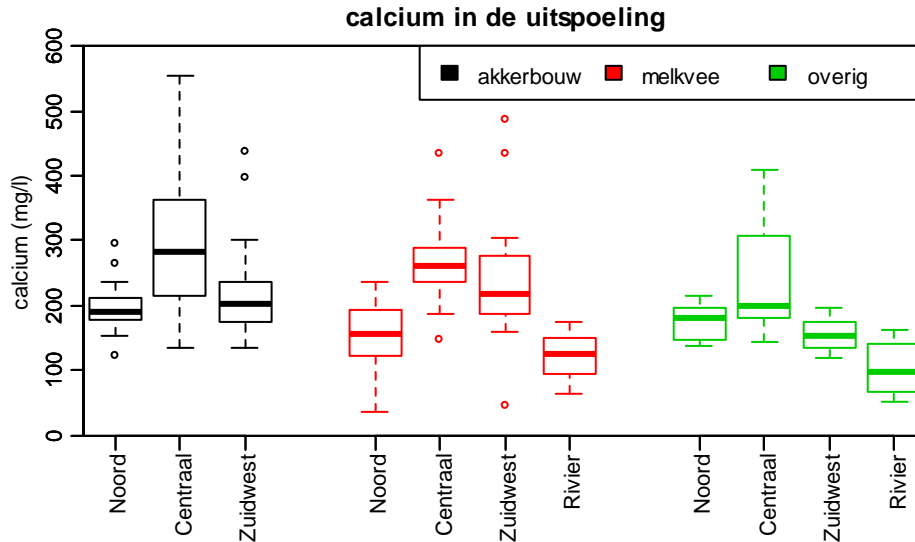


Figuur 27 Gemiddelde calciumconcentratie in de uitspoeling in de kleiregio



Figuur 28 Gemiddelde calciumconcentratie in slootwater in de kleiregio

Het Centraal zeeleigebied kent gemiddeld hogere calciumconcentraties in de uitspoeling dan de overige deelgebieden. In het Rivierkleigebied zijn juist meer lagere calciumconcentraties aangetroffen (zie Figuur 29). Deze verschillen zijn mogelijk gerelateerd aan de verdeling van kalkrijke en kalkarme kleigronden in de deelgebieden. Het rivierkleigebied kent grote delen kalkarme gronden. Kalkloze kleigronden zijn ook aanwezig in het Noordelijk zeeleigebied. Terwijl de klei in de diepe droogmakerijen en de IJsselmeerpolders van in het Centrale zeeleigebied juist kalkrijk zijn.



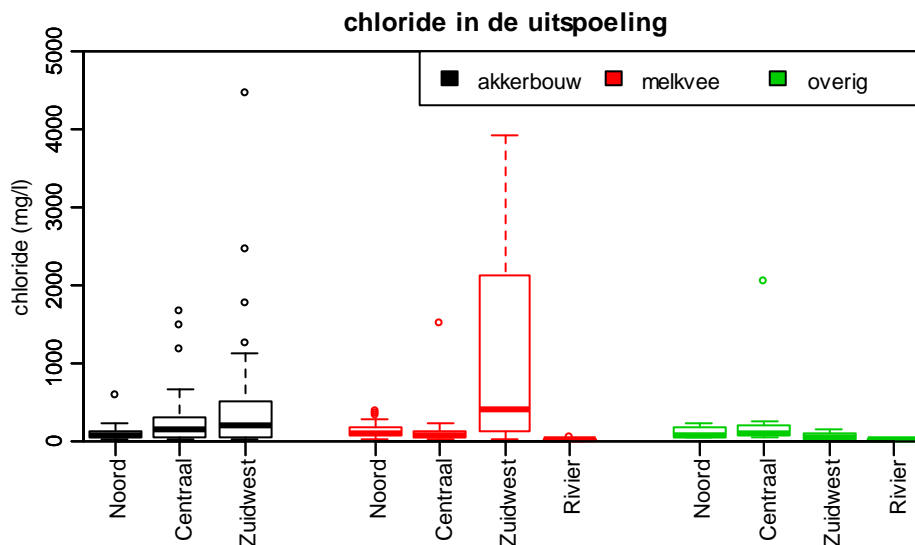
Figuur 29 Gemiddelde calciumconcentraties in de uitspoeling per deelgebied

#### 5.4.2

#### Chloride

Chloride is afkomstig uit kunstmest, dierlijke mest en atmosferische depositie en wordt vooral in de zeekleigebieden aangevoerd door zout kwelwater.

Voor chlorideconcentraties in de uitspoeling zijn duidelijke verschillen zichtbaar tussen de deelgebieden. In het algemeen wordt zoute kwel geassocieerd met zeeklei. Het blijkt dat extreem hoge concentraties chloride van meer dan 1000 mg/l worden vooral aangetroffen in het Zuidwestelijk kleigebied en het Centraal zeekleigebied (zie Figuur 30), dat ook voor een groot deel uit zeeklei bestaat (zie Tabel 19). Het Noordelijk zeekleigebied (98% zeeklei) kent echter geen extreem hoge chlorideconcentraties. In het Rivierkleigebied zijn de chlorideconcentraties wel veel lager dan in de overige deelgebieden.

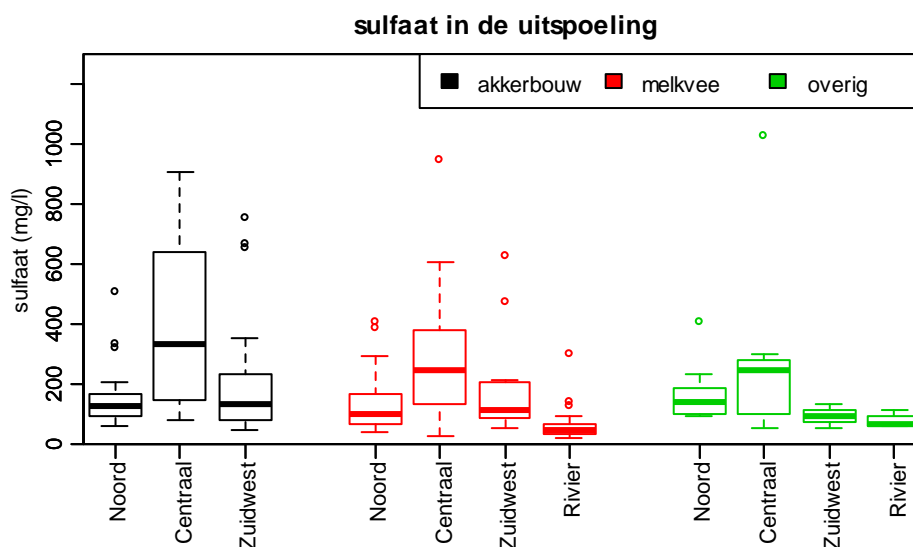


Figuur 30 Gemiddelde chlorideconcentraties in de uitspoeling per deelgebied

### 5.4.3 Sulfaat

Zwavel kan in vaste vorm in de bodem voorkomen als ijzersulfide, waaronder pyriet. Wanneer ijzersulfide oxideert, bijvoorbeeld bij ontwatering van zeeklei, kan sulfaat in het grondwater terecht komen.

Net als voor calcium, geldt ook voor sulfaat dat gemiddeld hogere concentraties gevonden worden in het Centraal zeekleigebied vergeleken met de andere kleigebieden (zie Figuur 31). Oxidatie van pyriet, dat in ruggen in diepe droogmakerijen in het Centraal kleigebied wordt aangetroffen, kan een mogelijke verklaring zijn.



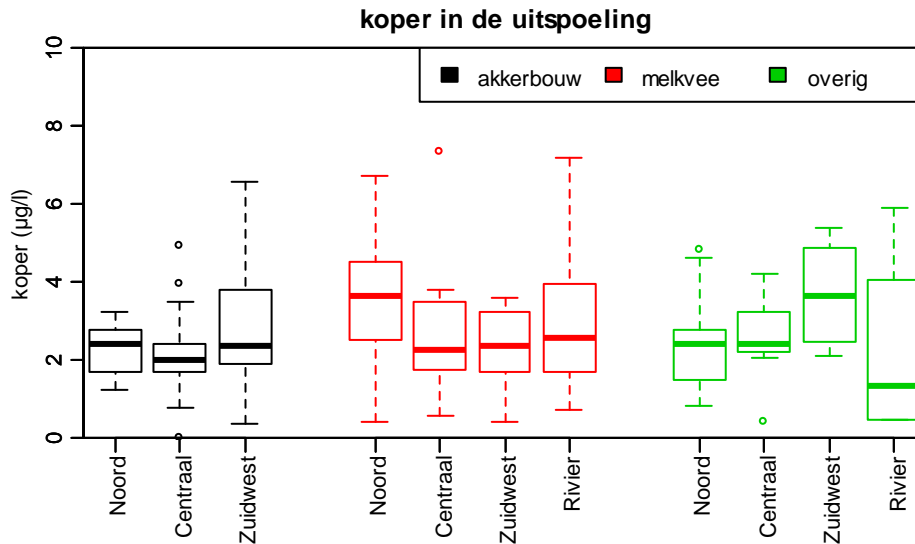
Figuur 31 Gemiddelde sulfaatconcentraties in de uitspoeling per deelgebied

## 5.5 Sporenelementen

In het LMM worden meerdere sporenelementen gemeten. Hier wordt ingegaan op koper en zink, omdat deze toegevoegd worden aan diervoeders, waardoor deze elementen ook in meststoffen kunnen zitten. Kleigronden zijn echter goed in staat zware metalen te binden.

### 5.5.1 Koper

Koper in grondwater op landbouwgronden kan afkomstig zijn uit veevoer. In de kleiregio zijn geen duidelijke verschillen waarneembaar tussen bedrijfstypen of deelgebieden voor de concentratie aan koper in de uitspoeling (zie Figuur 32).

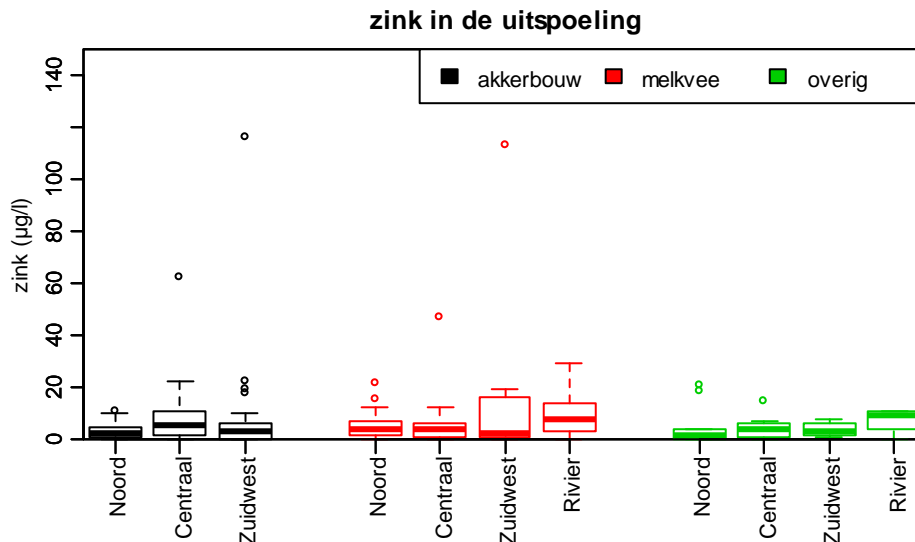


Figuur 32 Gemiddelde koperconcentraties in de uitspoeling per deelgebied

### 5.5.2

#### Zink

Zink komt van nature voor in de atmosfeer, bodem en water. Zink wordt ook toegevoegd aan veevoer. De gemiddelde zinkconcentratie in de uitspoeling in de kleiregio was 8,6 microgram/l (zie Tabel 21). Voor de meeste bedrijven lag de gemiddelde zinkconcentratie onder de 20 microgram/l. Er zijn geen duidelijke verschillen tussen bedrijfstypen of deelgebieden (zie Figuur 33).



Figuur 33 Gemiddelde zinkconcentraties in de uitspoeling per deelgebied

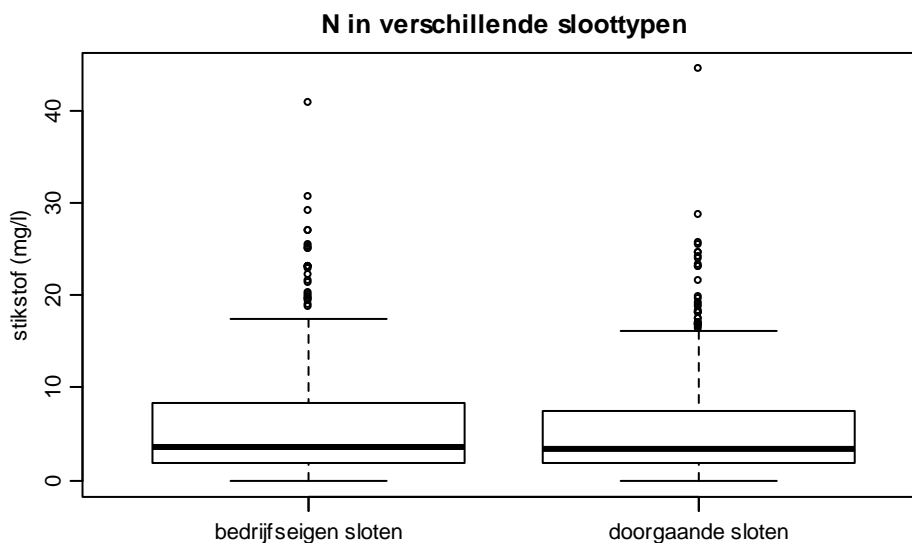
### 5.6

#### Sloten nader bekeken

Slootwater wordt bemonsterd in verschillende typen sloten die op bedrijven voor kunnen komen. Bij voorkeur worden bedrijfseigen sloten bemonsterd. Dat zijn sloten die alleen water afvoeren dat afkomstig is van het betreffende bedrijf. Daarnaast worden ook doorgaande of langsgaande sloten bemonsterd. Dit zijn sloottypen die ook water van elders (andere bedrijven) aangevoerd krijgen.

Het zou kunnen dat bemonstering van doorgaande sloten niet zinvol is, omdat de aanvoer van bedrijfsvreemd water de kwaliteit van het bedrijfsgemiddelde slootwater sterk beïnvloedt, zodat een eventuele relatie met bijvoorbeeld grondwater of landbouwpraktijk niet valt te onderscheiden. Het zou kunnen dat bijvoorbeeld hoge stikstofconcentraties worden gevonden in doorgaande sloten, terwijl die concentraties in bedrijfseigen sloten veel minder hoog zijn.

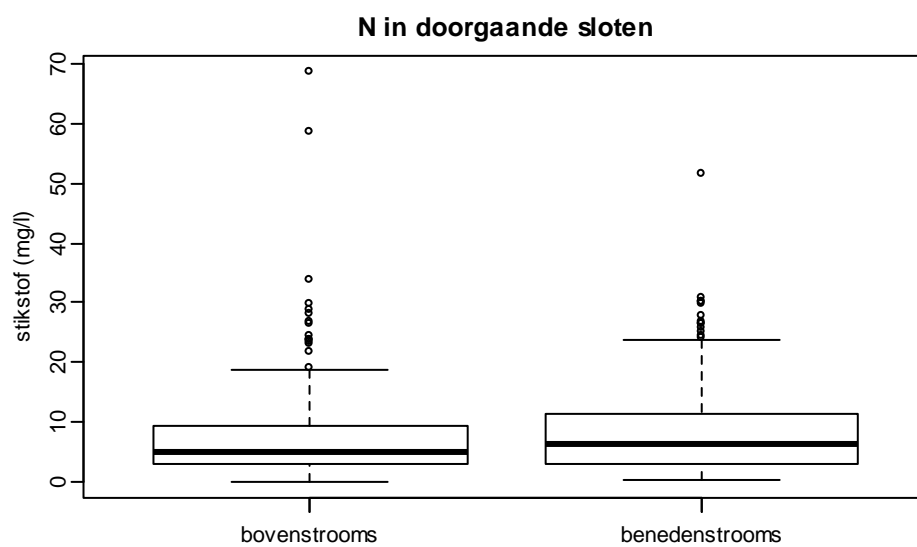
Bedrijfseigen sloten en doorgaande sloten verschillen niet van elkaar in stikstofconcentratie (zie Figuur 34). Ook een paarsgewijze toetsing van deze sloottypen toont geen significante verschillen.



*Figuur 34 Stikstofconcentraties in bedrijfseigen en doorgaande sloten*

Ook voor andere stoffen zijn geen opzienbarende verschillen gevonden in slootwaterkwaliteit tussen bedrijfseigen en doorgaande sloten. Evenmin laten de gegevens van sloten met bedrijfsvreemd water een sterkere spreiding zien in concentraties.

Wanneer geen bedrijfseigen sloten aanwezig zijn op een bedrijf, wordt gekozen om doorgaande sloten zowel bovenstrooms als benedenstrooms te bemonsteren. Met een paarsgewijze toetsing is ook op deze meetpunten geen verschil in concentratie totaalstikstof gevonden (zie Figuur 35).



Figuur 35 Stikstofconcentraties in doorgaande sloten, bovenstrooms en benedenstrooms

## 6 Evaluatievragen

Het doel van dit overzicht van het kleiprogramma 1996-2009 was het formuleren van evaluatievragen. Hierbij is onderscheid gemaakt in vragen ten behoeve van:

- Optimalisatie van het meetprogramma, met nadruk op de waterkwaliteit.
- Verbetering van de analyse voor de trendbepaling en de toestandbeschrijving.

### 6.1 Optimalisatie van het meetprogramma

#### 6.1.1 *Keuze watertype*

In het LMM wordt de relatie gelegd tussen nutriëntenoverschotten op de landbouwbedrijven en uitspoeling van nutriënten naar grond en oppervlaktewater. In het kleiprogramma wordt de kwaliteit van drainwater en de bovenste meter grondwater als maat genomen voor deze nutriënten uitspoeling. Daarnaast wordt ook slootwater bemonsterd (paragraaf 2.3.1).

De trendlijnen voor nitraat (paragraaf 5.2.2) en orthofosfaat (paragraaf 5.3) vertonen in uitspoeling en slootwater vergelijkbare patronen. De trendlijnen vertonen in sommige jaren grote pieken en dalen. Deze variatie lijkt samen te hangen met weersinvloeden. In zandgronden is hier goed voor de corrigeren, bij kleigronden lijkt deze correctiemethode minder effectief. Voor slootwater is nog geen correctiemethode ontwikkeld.

Het bemonsteren van slootwater is minder arbeidsintensief dan het meten van uitspoeling. De vraag kan dus gesteld worden of het meten van uitspoeling ook beter geschikt is dan het meten van slootwater voor trendbepaling. Belangrijk hierbij is of de kwaliteit van uitspoelend water sneller reageert op veranderingen in de landbouwpraktijk dan de slootwaterkwaliteit. En of versturende effecten zoals het weer makkelijker zijn uit te filteren in uitspoelend water of slootwater.

#### 6.1.2 *Keuze waterkwaliteitsparameters*

Omdat stikstof een belangrijk bestanddeel van de bemesting is en stikstof in het bovenste grondwater voornamelijk aanwezig is in de vorm van nitraat, wordt nitraat gebruikt als belangrijkste effectparameter voor de uitspoeling van stikstof. Nu het kleiprogramma een flink aantal jaren loopt, kan bekeken worden of de keuze voor nitraat als parameter om effecten van het mestbeleid in beeld te brengen de juiste is.

Uit paragraaf 2.5.1 blijkt dat nitraatstikstof inderdaad het grootse bestanddeel is van totaalstikstof in het uitspoelingswater. Vergelijking van trends in nitraatconcentraties en stikstofoverschotten laten echter zien dat een eenduidige relatie niet makkelijk te leggen valt (paragraaf 5.2.2).

Naast nitraat worden in het LMM ook ammonium en totaalstikstof geanalyseerd (paragraaf 2.3.2). Tot 2005 werd de analyse voor Kjeldahl-N uitgevoerd in plaats van totaalstikstof. Hiermee is een verandering gekomen in bepaling van organisch stikstof en totaalstikstof.

Met behulp van Kjeldahl-N en ammonium kon de hoeveelheid organisch stikstof berekend worden. De totale hoeveelheid stikstof werd berekend door nitraat en Kjeldahl-N op te tellen. Met de huidige analyse van totaalstikstof, wordt



organisch stikstof berekend door ammonium-N en nitraat-N van totaalstikstof af te trekken. Hierbij kan de vraag gesteld worden of de analyse van totaalstikstof een betere indicator is dan de som van nitraat en Kjeldahl-N.

Fosfor, het andere belangrijke bestanddeel in meststoffen, wordt ook in de uitspoeling aangetroffen (paragraaf 5.3). Hoewel het fosfaatgebruik in de bemesting is afgenomen lijkt dit niet terug te vinden in de fosfaatconcentratie in uitspoelingswater. Hier rijst de vraag of ortho-P of totaal-P een indicatie geven voor veranderingen in waterkwaliteit als gevolg van maatregelen of dat de bodemvoorraad en bodemprocessen dominante factoren zijn.

### 6.1.3 *Strategie en wijze van bemonstering*

#### *Drainwater en grondwater*

De huidige strategie in het LMM-kleiprogramma is om grondwater én drainwater als maat voor uitspoeling te gebruiken. Zoals beschreven in paragraaf 2.3.1 wordt drainwater of grondwater bemonsterd afhankelijk van het percentage gedraineerd oppervlak bij een bedrijf. Op bedrijven waarvan het areaal voor meer dan 25% met drainagebuizen gedraineerd is, wordt vier maal per winterseizoen, van oktober t/m april op zestien (vaste) locaties drainwater bemonsterd. Bij bedrijven waar minder dan 25% van het areaal gedraineerd is, worden twee maal per winterseizoen, van oktober tot april, zestien grondwatermonsters van de bovenste meter grondwater genomen op wisselende locaties.

Hierbij kan de vraag gesteld worden of drainwater en grondwater in de kleiregio beide als een zelfde soort uitspoeling kunnen worden beschouwd. Is de ontwikkeling van de kwaliteit van het drainwater en grondwater in de kleiregio op vergelijkbare wijze te analyseren?

Hieraan gerelateerd is de vraag of de strategie van toewijzing van één bemonsteringsmethode per bedrijf (of drainwater of grondwater) toereikend is. Zouden bedrijven met een gedraineerd areaal tussen de 25 en 100% niet ook op grondwater bemonsterd moeten worden?

Een ander punt van evaluatie is de verdeling van ronden en aantal locaties per bedrijf. Is de keuze van de huidige verdeling wel de meest optimale? Hierbij zou gelet moeten worden op het verloop van concentraties gedurende het bemonsteringsseizoen. Dan kan bepaald worden of het aantal ronden toereikend is.

Ook zou in de evaluatie van de wijze van bemonstering gekeken moeten worden naar knelpunten die in de praktijk worden ervaren bij zowel grondwaterbemonstering als drainwaterbemonstering.

Bemonstering van grondwater kan in de klei lastig zijn wanneer het grondwater slechts langzaam toestroomt in het boorgat. In sommige gevallen kan het een etmaal duren voordat voldoende water is toegestroomd, daardoor komt het grondwater gedurende langere tijd in contact met zuurstof. Effecten hiervan op de waterkwaliteit zouden nader onderzocht moeten worden.

Bij bemonstering van drainwater worden in het veld verschillen in afvoerdebieten uit de drains waargenomen. Ook liggen op sommige locaties de drains gedurende één of meerdere ronden onder het slootwaterniveau.

Interessant is om te kijken of deze verschillen in veldomstandigheden effect hebben op de drainwaterkwaliteit.

#### *Slootwater*

Slootwater wordt vier maal per winterseizoen bemonsterd. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen bedrijfseigen sloten, die alleen water van het betreffende bedrijf afvoeren, en doorgaande sloten die ook water afkomstig van elders afvoeren (paragraaf 2.3.1). Wanneer geen bedrijfseigen sloten aanwezig zijn worden doorgaande sloten zowel bovenstrooms als benedenstrooms bemonsterd.

Hierbij is de vraag of deze sloottypen verschillen in waterkwaliteit. Uit een eerste vergelijking van de verschillende sloottypen op totaalstikstof lijken er geen verschillen in waterkwaliteit te zijn. Dit zou verder geanalyseerd moeten worden voor andere kwaliteitsparameters.

Ook voor de slootwaterbemonstering zou de strategie ten aanzien van aantal ronden en meetpunten tegen het licht gehouden moeten worden.

Daarnaast is er verschil in behandeling van de slootwatermonsters bij grondwaterbedrijven en drainwaterbedrijven. Slootwatermonsters die gelijktijdig met grondwatermonsters worden genomen, worden in het veld gefiltreerd en aangezuurd. Dit in verband met de relatief langere duur termijn tussen monsternamen en analyse in het laboratorium. Overige slootwatermonsters worden ongefiltreerd en niet-aangezuurd binnen 24 uur naar het laboratorium getransporteerd en daar geanalyseerd of geconserveerd. Gekeken zou moeten worden of dit verschil in behandeling ook effect heeft op de gemeten waterkwaliteit.

#### 6.1.4 *Keuze vastleggen gegevens*

In het LMM wordt een groot aantal gegevens vastgelegd. Dit betreft niet alleen gegevens over de landbouwpraktijk (paragraaf 2.2) en de analysegegevens van de waterkwaliteit (paragraaf 2.3), maar ook gegevens van de veldsituatie tijdens de bemonstering van de waterkwaliteit. Dit betreft onder andere locaties van monsterpunten, wijzigingen ten opzichte van voorgaande ronden en weersomstandigheden tijdens de bemonstering.

Het zou goed zijn om het overzicht van alle gegevens die vastgelegd worden, met de nieuwe kennis te evalueren, waarbij ingegaan wordt op de reden van vastlegging. Daarbij zou inzichtelijk gemaakt moeten worden of de gegevens gebruikt worden voor verplichte rapportages, kwaliteitscontrole, modellering van trends of validatie en kalibratie voor modellen. Ook zou dan bekeken moeten worden of er nog gegevens zijn die niet vastgelegd worden of dat er gegevens zijn die niet gebruikt worden.

#### 6.1.5 *Representativiteit van het LMM voor de landbouw in de kleiregio*

Bij de selectie van bedrijven voor het LMM, zoals beschreven in paragraaf 2.1.1, wordt getracht een zo groot mogelijk percentage cultuurgrond te representeren. Daarbij wordt onder andere gekeken naar de verdeling van verschillende typen landbouwbedrijven, zoals akkerbouw- en melkveebedrijven over de verschillende deelgebieden die in de kleiregio onderscheiden worden.

De LMM-akkerbouwbedrijven in de kleiregio zijn gemiddeld aanzienlijk groter in oppervlakte dan de akkerbouwbedrijven in de Landbouwtelling (paragraaf 3.2).

Het is belangrijk na te gaan of een wegingsfactor voor bedrijfsomvang in de LMM-populatie nodig is, zoals momenteel voor Bedrijveninformatienet wordt gedaan.

Tussen deelgebieden zijn aanzienlijke verschillen in areaal cultuurgrond en aandeel bedrijven dat door de steekproef gedekt wordt (paragraaf 3.3). In de evaluatie zou nader ingegaan moeten worden op oorzaken hiervan. Komen bepaalde bedrijfstypen of bedrijven die anderszins buiten de selectiecriteria vallen meer voor in bepaalde deelgebieden. En is dit aanleiding om de selectiecriteria (deels) te herzien?

## **6.2 Verbetering van de analyse van de trend- en toestandbepaling**

De regiogrenzen in het LMM zijn bepaald aan de hand van overheersende grondsoorten per gemeente. Op deze wijze zijn grote aaneengesloten regio's gevormd. Voor de kleiregio geldt dat klei de overheersende grondsoort is; individuele bedrijven in de kleiregio hoeven niet uitsluitend uit kleigrond te bestaan. Percelen van een bedrijf in de kleiregio kunnen in meer of mindere mate ook zand- en veengrond bevatten.

De verschillende deelgebieden binnen de kleiregio worden gekenmerkt door verschillende samenstelling van grondsoorten (paragraaf 4.5). In de deelgebieden hebben akkerbouwbedrijven over het algemeen meer zandgrond dan melkveebedrijven. Melkveebedrijven hebben juist meer veengrond en melkveebedrijven liggen ook op nattere gronden dan akkerbouwbedrijven.

Uit de waterkwaliteitsgegevens blijkt dat er verschillen zijn tussen de verschillende bedrijfstypen, maar ook tussen de deelgebieden, met hun verschillende bodemtypen en hydrologische omstandigheden.

Het is van belang om na te gaan of bij de trenddetectie en toestandbepaling de bestaande correctie kan worden verbeterd en uitgebreid voor grondsoort en hydrologische omstandigheden.

Er is geen duidelijke relatie te leggen tussen de bodemoverschotten en de uitspoeling van nutriënten. De vraag is of deze relatie beter wordt als voor de waterkwaliteit in een bepaald jaar de bodemoverschotten van meer voorafgaande jaren in aanmerking worden genomen.

## 7 Literatuur

- Aarts, H.F.M., C.H.G. Daatselaar en G. Holshof (2008).  
Bemesting, meststofbenutting en opbrengst van productiegrasland en snijmaïs op melkveebedrijven. PRI rapport nr. 208. Plant Research International, Wageningen.
- Bont, C. J. A. M. de, J. F. M. Helming en J. H. Jager (2003).  
Hervorming Gemeenschappelijk Landbouwbeleid 2003; Gevolgen van de besluiten voor de Nederlandse landbouw. Rapport 6.03.15, LEI, Den Haag.
- Boumans, L. J. M. en B. Fraters (2011).  
Nitratconcentraties 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.
- Bruggen, C. van. (2009).  
Dierlijke mest en mineralen 1990 – 2008. Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen.
- CBS (2009).  
Brochure NEG typering 2009  
[www.cbs.nl/nl-NL/menu/methoden/classificaties/overzicht/neg/](http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/methoden/classificaties/overzicht/neg/) (d.d. december 2011).
- Drecht, G. van, en E. Scheper (1998).  
Actualisering van model NLOAD voor nitraatuitspoeling van landbouwgronden; beschrijving van model en GIS-omgeving. RIVM rapport 711501002, RIVM, Bilthoven.
- EU (1991).  
Richtlijn van de raad van 12 december 1991 inzake de bescherming van water tegen verontreinigingen door nitraten uit agrarische bronnen. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen. nr. L375: 1-8.
- Fraters, B. en L. J. M. Boumans (2005).  
De opzet van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid voor 2004 en daarna. RIVM Rapport 680100001, RIVM, Bilthoven.
- Fraters, B., J. W. Reijs, T. C. van Leeuwen en L. J. M. Boumans (2008).  
Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid. Resultaten van de monitoring van waterkwaliteit en bemesting in meetjaar 2006 in het derogatiemeetnet. RIVM rapport 680717004, RIVM, Bilthoven.
- Goffau, A. de, G. J. Doornewaard en B. Fraters (2012).  
Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid. Resultaten 2007 en 2008. RIVM Rapport 680717031, RIVM, Bilthoven.
- Ham, A. van den, C.H.G. Daatselaar en S. Lukács (2012).  
Bijlagenrapport LMM in de kleiregio 1996-2008. RIVM Rapport 680717024B, RIVM, Bilthoven.

Klijne, A., J. de, W. R., B. Fraters, J. de Hoop en T.C. van Leeuwen (2010). Eindrapport van de evaluatie van het LMM. Scenario's voor het programma vanaf 2011. RIVM Rapport 680717012, RIVM, Bilthoven.

LNV (1991).  
Evaluatienota Mestbeleid eerste fase. Tweede Kamer, Den Haag.

LNV (2006).  
[www.hetinvloket.nl](http://www.hetinvloket.nl), zoekterm 'brochure mestbeleid 2006'. Assen, Dienst Regelingen van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, d.d. 14 maart 2007.

Meinardi, C. R. en G.A.P.H. van den Eertwegh (1995).  
Onderzoek aan drainwater in de kleigebieden van Nederland, Deel I: Resultaten van het veldonderzoek. RIVM Rapport 714901007, RIVM, Bilthoven.

Meinardi, C. R. en G.A.P.H. van den Eertwegh (1997).  
Onderzoek aan drainwater in de kleigebieden van Nederland, Deel II: Gegevens van het oriënterend onderzoek. RIVM Rapport 714801013, RIVM, Bilthoven.

Poppe, K. J. (Ed.) (2004).  
Het Bedrijven-Informatienet van A tot Z. Rapport 1.03.06, LEI, Den Haag.

Rozemeijer, J. C., L. J. M. Boumans en B. Fraters (2006).  
Drainwaterkwaliteit in de kleigebieden in de periode 1996-2001. RIVM Rapport 680100004, RIVM, Bilthoven.

Steur, G. G. L. en W. Heijink (1991).  
Bodemkaart van Nederland 1:50000, 4e uitgave, Staring Centrum (Stiboka), Wageningen.

Swen, H. M., J. W. Reijs, T. C. van Leeuwen, G. J. Doornewaard, B. Fraters, E. J. W. Wattel-Koekkoek en L. J. M. Boumans (2009).  
Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid. LMM-jaarrapport 2004. RIVM rapport 680717006, RIVM, Bilthoven.

Vliet, M. van, (Ed.) (2010).  
Evaluatie van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid. Bijlagenrapport. RIVM Rapport 680717013. RIVM, Bilthoven.

Vrolijk H. C. J., H. B. van der Veen en J. P. M. van Dijk (2011).  
Sample of Dutch FADN 2008; Design principles and quality of the sample of agricultural and horticultural holdings. Rapport 2010-096, LEI, Den Haag.

Wattel-Koekkoek, E. J. W., J. W. Reijs, T. C. van Leeuwen, G. J. Doornewaard, B. Fraters, H. M. Swen en L.J.M. Boumans (2008).  
Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid. LMM-jaarrapport 2003. RIVM Rapport 680717003, RIVM, Bilthoven.

Website CBS.  
<http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/landbouw/nieuws/default.htm> (d.d. december 2011).

S. Lukács | A. van den Ham | C.H.G. Daatselaar

Rapport 680717024A/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

