

rivm

Rapport 680717003/2008

E.J.W. Wattel-Koekkoek et al.

Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid

LMM-jaarrapport 2003



LEI

WAGENINGEN UR

RIVM rapport 680717003/2008

Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid LMM-jaarrapport 2003

E.J.W. Wattel-Koekkoek, RIVM
J.W. Reijs, WUR-LEI
T.C. van Leeuwen, WUR-LEI
G.J. Doornewaard, WUR-LEI
B. Fraters, RIVM
H.M. Swen, RIVM
L.J.M. Boumans, RIVM

Contact:
Harald Swen
Laboratorium voor Milieumetingen
harald.swen@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van project 680717, Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid.

© RIVM 2008

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'.

Rapport in het kort

Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid, LMM-jaarrapportage 2003

Het RIVM en het LEI hebben gegevens gebundeld over de bedrijfsvoering en de grondwaterkwaliteit van bedrijven die in 2003 voor het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) zijn bemonsterd. Uit de gegevens over de bedrijfsvoering blijkt dat de bemesting en nutriëntenoverschotten op melkveebedrijven sinds eind jaren negentig van de vorige eeuw eerst fors zijn gedaald en sinds 2000 zijn gestabiliseerd. Op akkerbouwbedrijven is een minder duidelijke trend zichtbaar.

Op 42% van de onderzochte bedrijven is de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater (recente neerslagoverschot) te hoger dan de Europese norm van 50 mg/l. De meeste van deze overschrijdingen zijn aangetroffen bij bedrijven in de zand/lössregio (53%). Bij bedrijven in de kleiregio zijn aanzienlijk minder overschrijdingen aangetoond (12%). In beide gevallen daalt de nitraatconcentratie wel sinds de jaren negentig. In de veenregio lagen alle metingen beneden de EU-norm. Een lagere nitraatconcentratie in het bovenste grondwater op landbouwbedrijven belast het milieu minder.

Het LMM is opgezet om de kwaliteit van grondwater op landbouwbedrijven te beschrijven en verklaren in relatie tot milieuvervuiling, beleidsmaatregelen en bedrijfsvoering. De grondwaterkwaliteit wordt bepaald door de hoeveelheid nutriënten (waaronder nitraat) in het bovenste grondwater te meten (net onder de 'wortelzone'). Metingen op dit punt geven weer welk deel van het nutriëntenoverschot naar het grondwater is uitgespoeld. De metingen zijn verricht op de typen landbouwbedrijven die in Nederland het meest voorkomen (akkerbouw en melkvee) in drie hoofdgrondsoortregio's (zand/löss, klei en veen).

Trefwoorden:

Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid, LMM 2003, mestbeleid, derogatie, nitraat, Nitraatrichtlijn, waterkwaliteit, recent neerslagoverschot, bovenste grondwater, drainwater, slootwater.

Abstract

Minerals Policy Monitoring Programme 2003 (LMM)

The RIVM and the LEI have pooled data on farm practices and groundwater quality obtained from agricultural enterprises sampled in 2003 within the framework of the Minerals Policy Monitoring Programme (LMM). The data on farm practices of dairy farms reveal a marked reduction in fertilization application and nutrient surpluses since the late 1990s as well as an apparent stabilization since 2000. This trend is much less evident in the data set on arable farms.

The nitrate concentration in the upper groundwater (recent rainfall surplus) of 42% of the farms sampled is higher than the European target value of 50 mg/l. Most of these exceedances were found on farms situated on sandy/loess soils (53%), while significantly fewer exceedances were observed for farms situated on clay soils (12%). The nitrate concentration has decreased since the 1990s on farms located in both soil regions. All measurements on farms located in peat regions were below the EU target value. A lower concentration of nitrate in the upper groundwater on farms places less strain on the environment.

The LMM has been established to assess and account for the quality of groundwater on farms in relation to environmental pollution, governmental policies and farm practices. The quality of the groundwater is determined by measuring the levels of nutrients (including nitrate) in the upper groundwater (just below the root zone). Measurements in this part of the soil profile reveal the proportion of the nutrient surplus that has been transferred into the groundwater. The measurements were carried out on representatives of the most common types of farms in the Netherlands (arable and dairy farms) in the three main soil regions (sand/loess, clay and peat).

Key words:

National Programme for Monitoring the Effectiveness of the Minerals Policy, nutrient management, Nitrates directive, water quality, shallow groundwater.

Voorwoord

In opdracht van het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) en het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) is het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) samen met Landbouw Economisch Instituut (LEI) verantwoordelijk voor het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM). Het LMM is opgezet om de effecten van het mestbeleid op de bedrijfsvoering en de waterkwaliteit op landbouwbedrijven in beeld te brengen.

Er is besloten om zowel overheid als burgers jaarlijks te gaan informeren over het LMM. Dit betreft de werkzaamheden die binnen het LMM zijn uitgevoerd, de resultaten van de waterkwaliteitsmetingen en van resultaten van de vastlegging in het Bedrijven-Informatienet (BIN) van de daarmee samenhangende landbouwpraktijk in het voorafgaande jaar. Dit jaar zullen de jaarrapporten voor de jaren 2003 tot en met 2005 verschijnen. Vanaf volgend jaar zal jaarlijks gerapporteerd worden over de resultaten.

In het voorliggende jaarrapport 2003 wordt ingegaan op de wijze van gegevensverzameling en de bedrijfskarakteristieken van de bedrijven die deel uitmaken van het LMM. De belangrijkste waterkwaliteitsgegevens (nitraat en fosfaat) worden uitgebreid behandeld en de overige gemeten waterkwaliteitskenmerken (macro-elementen en sporenelementen) worden kort omschreven.

Een eerdere versie van dit rapport is besproken in de begeleidingscommissie van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid. De auteurs bedanken de deelnemende agrariërs voor hun medewerking en de leden van de begeleidingscommissie van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid voor hun inbreng.

Esther Wattel-Koekkoek, Joan Reijs, Ton van Leeuwen, Dico Fraters, Harald Swen, Leo Boumans, Gerben Doornewaard

november 2008

Inhoud

Samenvatting	9
1 Inleiding	13
1.1 Geschiedenis van het LMM	13
1.2 Geplande activiteiten	15
1.3 Doel en opzet jaarrapport	16
2 Gegevensverzameling en verwerking	17
2.1 Opzet en realisatie van het LMM 2003	17
2.1.1 Het LMM-steekproefkader	17
2.1.2 Stratificatie en de selectie en werving van nieuwe EM-bedrijven	21
2.1.3 Gerealiseerd aantal onderzochte bedrijven	22
2.1.4 Evaluatie van de gerealiseerde steekproef	23
2.2 Gegevensverzameling landbouwkundige bedrijfsvoering	24
2.2.1 Inleiding	24
2.2.2 Typering van bedrijven	25
2.2.3 Berekening mestgebruik	26
2.2.4 Berekening mineralenoverschotten	26
2.2.5 Opslagcapaciteit, beweiding en maaipercantage	30
2.3 Gegevensverzameling waterkwaliteit	31
2.3.1 Bemonstering door RIVM	31
2.3.2 Analyses waterkwaliteit (RIVM)	35
3 Karakteristieken van steekproefbedrijven	41
3.1 Inleiding	41
3.2 Melkvee	41
3.3 Niet-melkveebedrijven	44
3.3.1 Akkerbouw	44
3.3.2 Hokdier- en overige bedrijven	46
4 Gemeten waterkwaliteit	49
4.1 Inleiding	49
4.2 Stikstof	50
4.3 Fosfor	57
4.4 Overige waterkwaliteitskenmerken	61
4.4.1 Algemene karakteristieken	61
4.4.2 Macro-elementen	67
4.4.3 Sporenelementen	80
5 Bijzondere projecten	94
5.1 Koeien & Kansen	94
5.2 Bioveem	98
5.3 Uitbreiding Klei	101
5.4 Scouting Löss	103
6 Ontwikkelingen van nutriëntenoverschotten, bemesting en waterkwaliteit	105
6.1 Nutriëntenoverschotten en bemesting	105
6.1.1 Inleiding	105
6.1.2 Nutriëntenoverschotten	105

6.1.3	Bemesting	107
6.2	Waterkwaliteit	111
6.2.1	Nitraat	111
6.2.2	N-Totaal	112
6.2.3	P-totaal	112
Literatuur		115
Bijlage 1 Overzicht van gemeenten per LMM-grondsoortgebied in 2003		119
Bijlage 2 Overzicht van bedrijfstypen binnen de NEG-typering		125
Bijlage 3 Grondgebruik van land- en tuinbouwbedrijven in 2003		127
Bijlage 4 Grondwatertrap en bodemtype per regio en bedrijfstype		129
Bijlage 5 Kwaliteit van grond- en drainwater EM-bedrijven		129
Bijlage 6 Kwaliteit van slootwater EM-bedrijven		137
Bijlage 7 Kwaliteit van grond- en drainwater Koeien & Kansen		139
Bijlage 8 Kwaliteit van grond- en drainwater Bioveem		141

Samenvatting

Inleiding

Het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) is opgezet om de effecten van het mestbeleid op de bedrijfsvoering en de waterkwaliteit op landbouwbedrijven in beeld te brengen. Hiertoe wordt elk jaar op een aantal bedrijven de kwaliteit van het bovenste grondwater bepaald en worden de gegevens van de landbouwkundige bedrijfsvoering van die bedrijven verzameld. Doel van dit jaarrapport is om het publiek (overheid en burgers) te informeren welke werkzaamheden in 2003 binnen het LMM zijn uitgevoerd, wat de resultaten zijn van de waterkwaliteitsmetingen in dat jaar en van de geregisteerde landbouwpraktijk in het voorafgaande jaar.

Opzet

Het LMM kende in 2003 twee belangrijke peilers. Ten eerste het Bedrijven-Informatienet (BIN) van LEI Wageningen UR, en ten tweede de verzameling van waterkwaliteitsgegevens door het RIVM. In het BIN brengt het LEI de landbouwkundige bedrijfsvoering in beeld. Uit het BIN zijn bedrijven geselecteerd aan de hand van een gestratificeerde steekproef. Om een representatieve steekproef samen te stellen is de beschikbare monitoringscapaciteit zo goed mogelijk verdeeld over regio's, bedrijfstypen en bedrijfsomvang. Op de geselecteerde bedrijven zijn door het RIVM in het veld watermonsters verzameld. Deze monsters zijn geanalyseerd en deze gegevens zijn geïnterpreteerd en gebruikt om de uitspoeling van diverse stoffen zoals nitraat en fosfaat te bepalen.

In het LMM 2003 is getracht om zo efficiënt mogelijk het recente neerslagoverschot (bovenste grondwater) te bemonsteren waarvan de kwaliteit het duidelijkst is beïnvloed door de landbouwpraktijk in het voorgaande jaar (2002). De in dit rapport gepresenteerde landbouwkundige bedrijfsvoering heeft daarom betrekking op het jaar 2002 terwijl de waterkwaliteit het jaar 2003 betreft.

De bemonstering van het grondwater heeft plaatsgevonden door bemonstering van het water dat uitspoelt uit de wortelzone. Dit is gebeurd door bemonstering van de bovenste meter van het grondwater via tijdelijke boorgaten (in de regio's zand en veen), de bemonstering van drainwater (regio's klei en veen) en van het bodemvocht (lössregio). Daarnaast heeft bemonstering van het slootwater plaatsgevonden om de effecten op het oppervlaktewater en veranderingen daarin in beeld te brengen (regio's klei en veen).

Twee monitoringsprogramma's

Het LMM is wat betreft de onderzoeksdoelen opgesplitst in twee monitoringsprogramma's: een Evaluerende Monitor (EM) om de effecten van het geïmplementeerde beleid te bepalen en een Verkennende Monitor (VM) om de effecten van voorgenomen beleidsmaatregelen te onderzoeken. De EM was opgedeeld in vier hoofdgrondsoortregio's; zand, klei, veen en löss. Voor de VM liepen er in 2003 programma's met een beleidsverkennend karakter (Koeien & Kansen en Bioveem) en programma's die waren bedoeld om de bemonsteringmogelijkheden in specifieke gebieden te onderzoeken (Scouting Löss voor Zuid-Limburg, Uitbreiding Klei voor de kleiregio).

Dit rapport beschrijft de waterkwaliteit en de landbouwkundige bedrijfsvoering (bemesting en nutriëntenoverschotten) van alle in 2003 bemonsterde EM-bedrijven waarvan zowel waterkwaliteit als de landbouwkundige bedrijfsvoering aanwezig zijn. Voor de programma's in de VM wordt alleen de waterkwaliteit gepresenteerd.

Bemesting en nutriëntenoverschotten

Qua bedrijfsopzet komen de bemonsterde EM-bedrijven in redelijke mate overeen met het gemiddelde bedrijf in de steekproefpopulatie. Uitzonderingen hierop zijn de bedrijfsomvang van de bemonsterde akkerbouwbedrijven (de bemonsterde bedrijven zijn gemiddeld groter) en de intensiteit van de bemonsterde melkveebedrijven in de kleiregio (melkproductie en veebezetting per hectare zijn gemiddeld hoger). Tabel S1 geeft een samenvatting van de in dit rapport gepresenteerde bemesting en nutriëntenoverschotten voor het jaar 2002.

Tabel S1 Bemesting en nutriëntenoverschotten per grondsoort/bedrijfstype voor de landbouwpraktijk in 2002.

Regio	Bedrijfstype	Aantal bedrijven	N bemesting totaal (kg ha ⁻¹)	N overschot bodembalans (kg ha ⁻¹)	P ₂ O ₅ bemesting totaal (kg ha ⁻¹)	P ₂ O ₅ overschot bodembalans (kg ha ⁻¹)
Zand en löss	Akkerbouw	19*	208	133	90	44
	Melkvee	38	400	194	113	34
	Hokdier	10	--**	--**	--**	--**
	Overig	15	--**	--**	--**	--**
Klei	Akkerbouw	8*	170	86	75	31
	Melkvee	16	489	231	137	45
Veen	Melkvee	3	--***	--***	--***	--***

* *Het gemiddelde is gebaseerd 1 bedrijf minder vanwege onvolledige vastlegging.*

** *Bemesting en overschotten van deze bedrijfstypen zijn niet betrouwbaar vast te stellen (zie hoofdstuk 2).*

*** *De groepsgrootte laat niet toe om de gemiddelden te presenteren.*

Op de bemonsterde akkerbouwbedrijven in de zand/lössregio werd in 2002 gemiddeld 208 kg stikstof en 90 kg fosfaat toegediend. Voor stikstof is dit gelijk en voor fosfaat iets hoger dan de gemiddelde bemesting op alle akkerbouwbedrijven in het Bedrijven-Informatienet (BIN). Het overschot aan stikstof en fosfaat op de bodembalans in deze regio was met respectievelijk 133 en 44 kg per ha hoger dan het BIN-gemiddelde. In de kleiregio was de bemesting met stikstof en fosfaat op de bemonsterde akkerbouwbedrijven lager doordat er minder dierlijke mest werd gebruikt. Ook het overschot op de bodembalans was lager dan in de zand/lössregio.

De bemesting op de bemonsterde melkveebedrijven in de zand/lössregio bedroeg gemiddeld 400 kg stikstof en 113 kg fosfaat per ha. Dit komt nagenoeg overeen met de uit het BIN afgeleide gemiddelde bemesting op melkveebedrijven in Nederland. Op de bemonsterde bedrijven in de kleiregio was de gemiddelde bemesting met respectievelijk 489 en 137 kg per ha fors hoger. Ook de gemiddelde overschotten aan stikstof en fosfaat op de bodembalans lagen in de kleiregio boven het BIN-gemiddelde.

Nutriëntenconcentratie grondwater

In Tabel S2 wordt een overzicht gegeven van de nutriëntenconcentraties in het water uit de wortelzone op de LMM-bedrijven in 2003 voor stikstof totaal, nitraat, organisch stikstof, fosfaat totaal en orthofosfaat.

De gemiddelde nitraatconcentratie in het recente neerslagoverschot in de zandregio overschrijdt in 2003 de norm van de Europese Nitraatrichtlijn (50 mg/l) bij meer dan 50% van de bedrijven. De

hoogste gemiddelde nitraatconcentratie werd in 2003 gemeten in de zandregio bij het bedrijfstype 'overig' en was 76 mg/l. In deze categorie lag de nitraatconcentratie bij ongeveer 70% van de bedrijven boven de Europese norm. Op bedrijven in de kleiregio ligt de nitraatconcentratie bij ongeveer 90% van de bedrijven onder de EU-norm. Melkvee en akkerbouwbedrijven in de kleiregio hadden een gemiddelde nitraatconcentratie van 30 mg/l. In de veenregio lagen alle metingen beneden de EU-norm. Voor een beschrijving van de overige parameters wordt verwezen naar de betreffende paragrafen in het jaarrapport.

De gemiddelde nitraatconcentratie in het recente neerslagoverschot in de zandregio is in 2003 gedaald ten opzichte van voorgaande jaren. De daling van de nitraatconcentratie in het grondwater op landbouwbedrijven houdt in dat het milieu minder belast wordt.

Tabel S2 Overzicht van de nutriëntenconcentraties in het water uitspoelende uit de wortelzone op de LMM-bedrijven in 2003: gemiddelde concentratie voor stikstof totaal, nitraat, organisch stikstof, fosfaat totaal en orthofosfaat (mg/l in grondwater, bodemvocht en drainwater).

Regio	Bedrijfstype	N-totaal (mg N/l)	Nitraat (mg NO ₃ /l)	Nitraat-N (mg N/l)	Organisch-N (mg N/l)	Ammonium-N (mg N/l)	P-totaal (mg P/l)	Ortho-P (mg P/l)
Zand en löss	Melkvee	14,0	50	11,3	1,9	0,8	0,06*	0,07*
	Akkerbouw	17,8	67	15,1	1,7	1,0	0,06	0,06
	Hokdier	15,7	56	12,6	2,4	0,7	0,08	0,08
	Overige bedrijven	18,6	76	17,2	1,0	0,4	0,12	0,10
Klei	Melkvee	9,1	30	6,8	1,3	1,0	0,16	0,15
	Akkerbouw	9,3	29	6,5	0,7	2,0	0,14*	0,15*
Veen	Melkvee	7,3	1	0,2	4,1	3,1	0,51	0,37

* Door verschil in detectiegrens voor P-totaal (0,06 mg/l, 48% < detectiegrens) en Ortho-P (0,04 mg/l, 15 % < dan detectiegrens) is het berekende gemiddelde voor P-totaal < Ortho-P.

1 Inleiding

1.1 Geschiedenis van het LMM

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 het grond- en oppervlaktewater. Dit is nodig om aan milieueisen voor bodem, grond- en oppervlaktewater te voldoen. De Evaluatienota Mestbeleid eerste fase (LNV, 1991) concludeerde dat er zowel voor bodem, grondwater als voor klein oppervlaktewater een gerichte monitoringsinspanning nodig was om de effectiviteit van de beleidsmaatregelen te kunnen evalueren. Verder werd in de nota gesteld dat het voor het bijstellen van de mestregelgeving van belang is om na te gaan hoe de kwaliteit van natuur en milieu zich als gevolg van de maatregelen ontwikkelt.

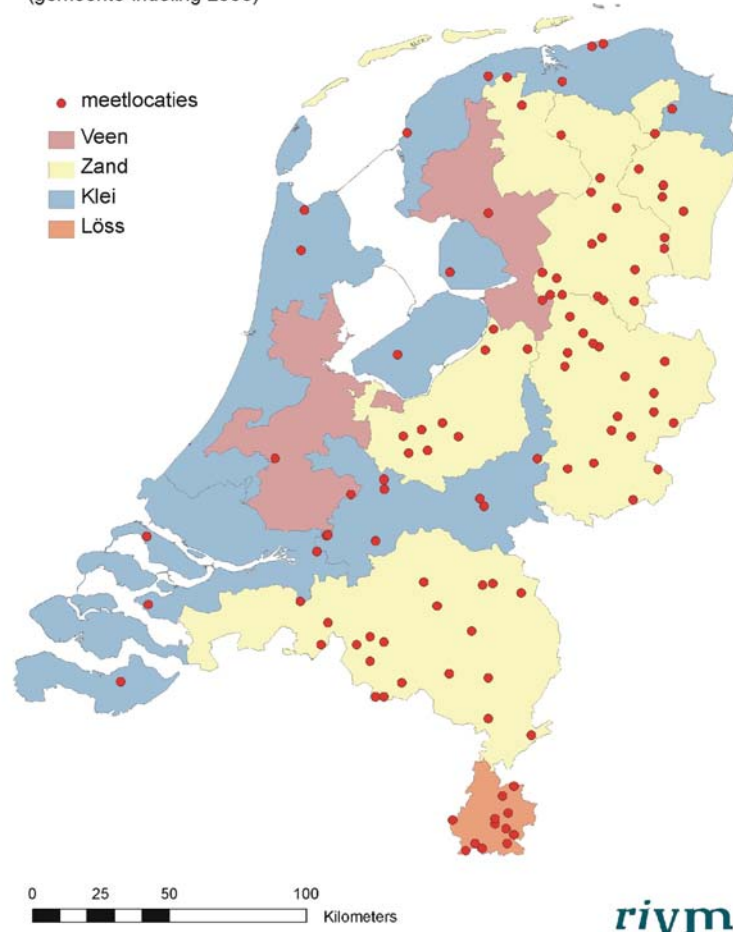
In de periode 1989-1991 zijn verschillende voorstellen geformuleerd voor de opzet van een monitoringsprogramma voor het bovenste grondwater. Vooral voor stoffen als nitraat en kalium en in mindere mate fosfaat werd het monitoren van het bovenste grondwater gezien als de meest efficiënte methode om de effecten van het mestbeleid te onderzoeken. Samen met de ministeries van LNV en VROM, Staring Centrum, Dienst Landbouwkundig Onderzoek (SC-DLO), Informatie- en KennisCentrum Landbouw (IKC-L) en de Rijksuniversiteit Leiden hebben het LEI en het RIVM gewerkt aan een definitieve opzet van het Landelijke Meetnet effecten Mestbeleid.

Het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) is opgezet om de effecten van het mestbeleid op de bedrijfsvoering en de waterkwaliteit op landbouwbedrijven in beeld te brengen. Het LMM kent twee belangrijke peilers. Ten eerste het Bedrijven-Informatienet (BIN) van het Landbouw Economisch Instituut (LEI), waarin gegevens worden verzameld met betrekking tot de bedrijfsvoering. Hieruit wordt een representatieve selectie van te monitoren bedrijven gemaakt. Ten tweede de verzameling van waterkwaliteitsgegevens en informatie over omgevingsfactoren die hierop van invloed zijn door het RIVM. Hierbij worden de in het veld genomen watermonsters in het lab geanalyseerd waarna de gegevens worden geïnterpreteerd en gebruikt om de uitspoeling van diverse stoffen zoals nitraat vast te stellen.

Het LMM kan wat betreft de onderzoeksdoelen voor het jaar 2003 opgesplitst worden in twee monitoringsprogramma's: een Evaluerende Monitor (EM) om de effecten van het geïmplementeerde beleid te bepalen en een Verkennende Monitor (VM) om de effecten van voorgenoemde beleidsmaatregelen te onderzoeken. Voor een uitgebreide beschrijving van de opzet van het LMM wordt verwezen naar Fraters en Boumans (2005). De Evaluerende Monitor van het LMM is opgezet in vier deelprogramma's voor vier verschillende hoofdgrondsoortregio's; de zand-, klei-, veen- en lössregio (hierna ook wel regio's genoemd). In Figuur 1.1 zijn de verschillende regio's weergegeven.

LMM-indeling naar hoofdgrondsoortregio's

(gemeente-indeling 2006)



Figuur 1.1 De vier hoofdgrondsoortregio's waarvoor deelprogramma's van het LMM zijn opgezet en de ligging van de in 2003 gemonitorde bedrijven waarvan waterkwaliteitsgegevens bedrijfsgegevens beschikbaar zijn.

Verzameling van waterkwaliteitsgegevens door het RIVM

Bij de opzet van het LMM is getracht om zo efficiënt mogelijk het recente neerslagoverschot (het recent uit de wortelzone gespoelde water/bovenste grondwater) te bemonsteren waarvan de kwaliteit het meest duidelijk is beïnvloed door de landbouw. De bemonstering van het water dat uitspoelt uit de wortelzone gebeurt via de bemonstering van de bovenste meter grondwater via boorgaten, de bemonstering van drainwater en de bemonstering van het bodemvocht uit de lagen onder de wortelzone (zie Figuur 1.2 en Figuur 1.3).

In de zandregio werd in 2003 het water dat uitspoelt uit de wortelzone voornamelijk bemonsterd door de bemonstering van de bovenste meter van het grondwater via boorgaten. In de kleiregio werd voornamelijk het drain- en het slootwater bemonsterd. In de veenregio werd zowel het bovenste grondwater via boorgaten als het slootwater bemonsterd. In de lössregio ten slotte werd het bodemvocht onder de wortelzone bemonsterd.

Op met buizen gedraineerd land heeft geen bemonstering via boorgaten plaatsgevonden maar is het drainwater bemonsterd. Dit is gedaan omdat drainwater beter gerelateerd is aan het recente neerslagoverschot en een directere relatie heeft met de oppervlaktewaterkwaliteit. Ook belangrijk is de grotere representativiteit van een drainwatermonster ten opzichte van een boorgat (puntlocatie). Verder vergt de bemonstering van drainwater minder inspanning, en is er geen kans op beschadiging van drainagebuizen door het boren. De details van de bemonsteringswijzen worden besproken in paragraaf 2.3.



Figuur 1.2 Bemonstering van de bovenste meter van het grondwater op veengrond (links) en de bodemvochtbemonstering op lössgronden (rechts).



Figuur 1.3 Bemonstering van water uit drainagebuizen (drainwater), links met een maatbeker bij een drainbuis die boven het slootwaterniveau uitmondt, rechts met een lans en slangenpomp bij een drainbuis die onder het slootwaterniveau uitmondt.

1.2 Geplande activiteiten

Het LMM-programma zoals dat in 2003 is uitgevoerd voor de Evaluerende Monitor omvatte de in paragraaf 1.1 beschreven deelprogramma's per regio. Daarnaast liepen er enkele programma's met een

verkennend karakter (Koeien & Kansen, Bioveem) of met een onderzoeks karakter om te kijken naar de bemonstering in specifieke gebieden (Scouting Löss voor Zuid-Limburg, Uitbreiding Klei voor de kleigebieden). In de gevallen dat de programma's door derden getrokken werden, heeft het RIVM de waterbemonstering verzorgd. Dit betreft de programma's Koeien & Kansen, Bioveem en deels Scouting Löss.

De LMM-deelprogramma's voor de Evaluerende Monitor van zand, klei en veen kenden in 2003 een geleidelijke vervanging van de steekproef. Een bedrijf deed zes of zeven jaar mee en werd in die periode in de zand/löss- en veenregio drie keer bemonsterd (in jaar 1, 4 en 7). In de kleiregio werden de bedrijven elk jaar bemonsterd (Fraters en Boumans, 2005). In Tabel 1.1 staat het geplande aantal te onderzoeken bedrijven per programma waargegeven.

Tabel 1.1 Oorspronkelijke planning aantal te onderzoeken bedrijven voor het LMM in 2003, uitgesplitst naar regio en programma (EM of VM).

Regio	Specifiek programma	Meetnet	Aantal bedrijven	Waarvan in het reguliere programma	Waarvan (ook) in specifieke programma's
Zand	-	EM	81	81	-
Löss	-	EM	6	6	-
	Scouting Löss	EM	21	21	21
Klei	-	EM	40	40	-
	Uitbreiding Klei	EM	40	40	40
Veen	-	EM	12	12	-
-	Bioveem	VM	6	-	6
-	Koeien & Kansen	VM	18	-	18
Totaal			224	200	85

1.3 Doel en opzet jaarrapport

Doel van de jaarrapportage 2003 is om het publiek (overheid en burgers) te informeren welke werkzaamheden binnen het LMM zijn uitgevoerd, wat de resultaten zijn van de waterkwaliteitsmetingen in dat jaar en van de landbouwpraktijk in het voorafgaande jaar. In hoofdstuk 2 wordt uiteengezet welke gegevens zijn verzameld. De landbouwkundige bedrijfsvoering wordt in hoofdstuk 3 beschreven, de waterkwaliteitsgegevens in hoofdstuk 4. De twee belangrijkste voedingsstoffen die worden toegevoegd aan de bodem om gewasgroei te stimuleren zijn stikstof en fosfor (in de vorm van de voor gewassen opneembare vormen, zoals nitraat en fosfaat). Met name bij deze stoffen is te verwachten dat het landbouwkundig handelen de grondwaterkwaliteit beïnvloedt en daarom worden aan deze voedingsstoffen aparte paragrafen gewijd (paragraaf 4.1 en 4.2).

Overige waterkwaliteitskenmerken zoals kalium (na nitraat en fosfaat de belangrijkste meststof), magnesium, opgeloste organische stof, elektrische geleidbaarheid en enkele sporenelementen zoals de zware metalen koper en arseen, worden in paragraaf 4.3 beschreven. In hoofdstuk 5 komen de specifieke onderzoeksprogramma's aan bod. Tot slot wordt in hoofdstuk 6 de ontwikkeling van de nutriëntenoverschotten en de waterkwaliteit in de tijd beknopt weergegeven.

2 Gegevensverzameling en verwerking

2.1 Opzet en realisatie van het LMM 2003

In deze paragraaf staan de in 2003 gehanteerde steekproefopzet en de daadwerkelijk gerealiseerde steekproef van LMM-bedrijven voor de Evaluerende Monitor¹ (EM) centraal. Als eerste wordt het LMM-steekproefkader beschreven en gekwantificeerd (paragraaf 2.1.1). Het steekproefkader omvat het geheel aan bedrijven en arealen dat door de vier LMM-steekproefpopulaties (één per regio) wordt gedekt. Vervolgens komt aan bod op welke wijze bedrijven uit deze steekproefpopulaties voor het LMM worden geselecteerd en geworven. In de derde en in de laatste paragraaf wordt de in het jaar 2003 gerealiseerde LMM-steekproef besproken en geëvalueerd.

2.1.1 Het LMM-steekproefkader

Niet alle agrarische bedrijven komen voor deelname aan de EM in aanmerking. Voor elk EM-deelprogramma (regio) zijn specifieke doelpopulaties gedefinieerd waaruit potentiële deelnemers worden geselecteerd. Het afbakenen van doelpopulaties gebeurt met gegevens uit de Landbouwtelling. De Landbouwtelling is een jaarlijkse telling die wordt gehouden door de Dienst Regelingen in samenwerking met het Centraal Bureau voor de Statistiek. Elke doelpopulatie aan bedrijven is op basis van drie kenmerken (variabelen) afgebakend, te weten: geografische ligging, bedrijfstype en bedrijfsomvang. Hieronder wordt elke afbakeningsvariabele toegelicht.

2.1.1.1 Geografische ligging

Binnen Nederland worden in LMM-verband vier hoofdgrondsoortregio's (regio's) onderscheiden (Figuur 1.1). De hoofdgrondsoortregio's zijn onderverdeeld in dertien grondsoortgebieden, waarvan er zes de zandregio, vier de kleiregio en twee de veenregio vormen. De lössregio omvat Zuid-Limburg.

De indeling naar grondsoortgebieden is gebaseerd op individuele gemeenten. Het dominante bodemtype op gemeenteniveau bepaalt in welk grondsoortgebied de agrarische bedrijven ingedeeld zijn. Binnen iedere regio is een variatie aan bodemtypen te vinden. Zo kan het voorkomen dat een bedrijf in een gemeente ligt die volgens de bodemkaart gedomineerd wordt door zand, waardoor het bedrijf in de zand/lössregio valt, maar dat het bedrijf in de praktijk vooral veenrijke percelen omvat. Deze variatie in bodemtypen binnen een regio heeft invloed op de uiteindelijke waterkwaliteit binnen een regio.

Als gevolg van gemeentelijke herindelingen hebben er in de loop der jaren wijzigingen plaatsgevonden in de indeling (en dus gebiedsomvang) van de grondsoortgebieden. Figuur 1.1 geeft de ligging van de vier regio's weer, op basis van het gemeentebestand ten tijde van de Landbouwtelling 2006. In Bijlage 1 zijn voor alle dertien grondsoortgebieden de daarbinnen opgenomen gemeenten weergegeven, gebaseerd op het bestand aan gemeenten in 2003.

¹ De bedrijven die deelnamen aan de Verkennende Monitor en het onderzoeksprogramma Uitbreiding Klei worden niet in deze paragraaf beschouwd. De VM meet niet zozeer effecten van reeds geïmplementeerd beleid (ex post), maar is veel meer gericht op het vooraf inschatten van toekomstig beleid (ex ante). De projecten die met dit doel zijn opgezet kennen doorgaans geen rotatie, maar een eenmalige selectie en werving waarna bedrijven gedurende het project worden gevolgd.

2.1.1.2 Bedrijfstypering

Het LMM is, gegeven een beperkte bemonsteringscapaciteit, gericht op de belangrijkste in Nederland voorkomende vormen van grondgebruik en bemestingspraktijk. Voor het identificeren hiervan worden agrarische bedrijven getypeerd volgens de NEG-bedrijfstypering (Poppe, 2004). Met het NEG-typeringsysteem worden land- en tuinbouwbedrijven op basis van hun activiteiten (productie van gewassen en/of dieren) ingedeeld in bedrijfstypen. Het systeem kent 41 verschillende bedrijfstypen en 8 hoofdtypen. Alle gewasoppervlaktes en aanwezige aantallen dieren per diersoort worden daarbij omgerekend middels zogenoemde bruto standaardsaldi (bss²). Een bedrijf wordt als ‘gespecialiseerd’ bedrijf getypeerd wanneer een belangrijk deel (veelal minimaal twee derde) van de totale bedrijfsomvang uit een bepaalde productierichting (bijvoorbeeld melkvee, akkerbouw of varkens) komt.

In totaal worden in de NEG-typering acht hoofdbedrijfstypen onderscheiden waarvan vijf zuivere bedrijfstypen en drie gecombineerde bedrijfstypen. De vijf zuivere hoofdbedrijfstypen zijn: akkerbouw, tuinbouw, blijvende teelten (fruitteelt en boomkwekerij), graasdieren en hokdieren (intensieve veehouderij). Gecombineerde bedrijven worden opgedeeld in gewassencombinaties, veeteeltcombinaties en de gewas- en veeteeltcombinaties. Elk hoofdbedrijfstype omvat weer een verzameling aan (meer gespecificeerde) bedrijfstypen; zo is bijvoorbeeld binnen het hoofdbedrijfstype graasdierenbedrijven weer onderscheid te maken tussen melkvee- en geitenhouderijen. Een compleet overzicht van alle bedrijfstypen per hoofdbedrijfstype is opgenomen in Bijlage 2.

De keuze voor de in de doelpopulatie op te nemen bedrijfstypen in een bepaalde regio hangt af van de verdelingen van het areaal cultuurgrond over de diverse bedrijfstypen. Daarnaast is het voor een trendmeetnet als het LMM van belang dat de heterogeniteit binnen een bedrijfstype niet te groot is. Hoe homogener een bedrijfstype, hoe kleiner de groep van deelnemers kan zijn. In alle vier de regio's hebben de melkveebedrijven een substantieel aandeel in het grondgebruik. In de veenregio is dat aandeel zo dominant dat het meetprogramma geheel is gericht op melkveebedrijven. In de andere regio's bepalen naast de melkveehouderij nog andere bedrijfstypen het grondgebruik. Bedrijven van de hoofdbedrijfstypen tuinbouw (type 2, zie ook Bijlage 2), blijvende teelten (type 3) en gewassencombinaties (type 6) zijn vanwege de relatief kleine grondarealen (en grote onderlinge verschillen) geheel niet in het EM-programma van het LMM opgenomen.

Voor de selectie en werving van deelnemers en rapportage over resultaten zijn alle in LMM vertegenwoordigde bedrijfstypen ingedikt tot enkele, min of meer homogene bedrijfstypen. Tabel 2.1 geeft per regio het aantal bedrijfstypen en daartoe behorende NEG-(hoofd)bedrijfstypen weer.

² De bss van een gewas of dier betreft het saldo (opbrengsten minus toegerekende kosten) dat op jaarbasis onder normale omstandigheden kan worden behaald. Het aandeel van de productie dat tot stand komt door bepaalde dieren te houden en/of bepaalde gewassen te telen, wordt afgezet tegen de totale productie. Dit geeft de mate van specialisatie aan en bepaalt daarmee het bedrijfstype.

Tabel 2.1 Overzicht van de bedrijfstypen in de LMM-steekproefpopulatie per regio.

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

2.1.1.3 Bedrijfsomvang

De omvang van een bedrijf kan op verschillende wijzen worden uitgedrukt. Binnen het LMM is de bedrijfsomvang van de steekproefbedrijven op twee manieren begrensd. Als eerste wordt een minimum omvang van 10 hectare cultuurgrond gehanteerd. Door bedrijven met weinig grond uit te sluiten, wordt een zekere mate van oppervlakterepresentativiteit gewaarborgd. Als tweede gelden er, voorvloeiend uit het feit dat deelnemers voor het LMM uit het LEI-BIN (paragraaf 2.2.1) worden geselecteerd, eisen aan de economische omvang uitgedrukt in Nederlandse grootte-eenheden, NGE's (website CBS; De Bont et al., 2003). Zeer kleine bedrijven (minder dan zestien NGE) en zeer grote bedrijven (meer dan achthonderd NGE) worden van deelname aan het LMM uitgesloten.

2.1.1.4 Kwantificering van het steekproefkader in 2003

Nu de steekproefpopulatie in kwalitatieve zin beschreven is, kan op basis van de Landbouwtelling 2003 worden overgegaan tot de kwantificering ervan.

Tabel 2.2 geeft aan welke aantallen bedrijven en hectaren cultuurgrond door het LMM-steekproefkader in 2003 werden gedekt. De tabel laat zien dat binnen het LMM ca. 48% van alle bedrijven en circa 82% van alle cultuurgrond zijn vertegenwoordigd. De tabel is omwille van de overzichtelijkheid beperkt. Voor een compleet overzicht van het areaal en grondgebruik van alle (in 2003 getelde) land- en tuinbouwbedrijven, met onderverdeling naar NEG-hoofdbedrijfstype, wordt verwezen naar Bijlage 3.

Tabel 2.2 Bedrijven en arealen die door het LMM-steekproefkader in 2003 werden gedekt, landelijk en verdeeld naar hoofdgrondsoort en LMM-bedrijfstype.

	Aantal bedrijven (geteld)	Grasland (ha)	Maïs/andere voeder- gewassen (ha)	Akkerbouw- gewassen (ha)	Overige grond (ha)	Totaal Areaal (ha)
Totale land- en tuinbouw in NL	85.501	985.166	230.861	582.776	120.118	1.918.920
- w.v. in LMM-regio ZAND	45.126	477.620	169.205	213.020	38.778	898.623
- w.v. in LMM-regio KLEI	29.739	290.450	43.620	348.889	75.839	758.798
- w.v. in LMM-regio VEEN	9.342	206.301	14.243	7.064	3.902	231.511
- w.v. in LMM-regio LÖSS	1.294	10.794	3.792	13.803	1.598	29.987
Steekproefpopulatie regio ZAND						
- akkerbouwbedrijven	2.479	6.853	8.218	107.140	4.276	126.487
- melkveebedrijven	12.088	319.580	101.487	21.607	1.220	443.894
- hokdierbedrijven	1.498	6.164	9.716	11.473	629	27.982
- overige bedrijven	6.848	90.151	29.718	37.531	3.564	160.964
Totaal (in % van totale regio)	50,8%	88,5%	88,1%	83,4%	25,0%	84,5%
Steekproefpopulatie regio KLEI						
- akkerbouwbedrijven	5.433	8.232	5.426	263.002	13.823	290.483
- melkveebedrijven	5.043	187.444	25.566	11.751	524	225.286
- overige bedrijven	2.862	60.715	6.004	24.793	2.244	93.757
Totaal (in % van totale regio)	44,9%	88,3%	84,8%	85,9%	21,9%	80,3%
Steekproefpopulatie regio VEEN						
- melkveebedrijven	4.271	163.150	11.609	1.575	68	176.403
In % van totale regio	45,7%	79,1%	81,5%	22,3%	1,7%	76,2%
Steekproefpopulatie regio LÖSS						
- akkerbouwbedrijven	221	606	379	7.385	116	8.485
- melkveebedrijven	210	5.241	2.111	1.352	5	8.709
- hokdierbedrijven	11	47	32	151	1	231
- overige bedrijven	252	3.678	942	3.047	115	7.781
Totaal (in % van totale regio)	53,6%	88,7%	91,4%	86,5%	14,8%	84,1%
Totale LMM-steekproefkader	41.216	851.861	201.208	490.807	26.585	1.570.462
- In % totale NL land- en tuinbouw	48,2%	86,5%	87,2%	84,2%	22,1%	81,8%

Bron: Landbouwtelling 2003

2.1.2 Stratificatie en de selectie en werving van nieuwe EM-bedrijven

Voor de Evaluerende Monitor van het LMM vindt elk jaar selectie en werving van nieuwe deelnemers plaats. Enerzijds gaat het om geplande vervanging van bedrijven die de gehele cyclus van zes (het kleiprogramma) of zeven (de andere programma's) monitoringsjaren hebben volbracht. Daarnaast komt het voor dat een LMM-bedrijf tussentijds afvalt, bijvoorbeeld omdat de bedrijfsactiviteiten worden beëindigd.

Bij het selecteren van potentiële deelnemers wordt gebruikgemaakt van een gestratificeerde steekproef waarbij bedrijfsomvang (NGE) en geografische ligging als stratificatievariabelen worden gebruikt. Bij de stratificatie naar bedrijfsomvang (NGE) worden drie grootteklassen onderscheiden. Stratificatie naar geografische ligging wordt alleen toegepast voor melkveebedrijven in de zand en de veenregio. Door LMM-deelnemers uit afzonderlijke strata (deelpopulaties) te werven, wordt een grotere betrouwbaarheid van de steekproef verkregen dan bij een niet-gestratificeerde steekproef van dezelfde omvang. Daarnaast helpt stratificatie ook de representativiteit te bewaken wanneer een geselecteerd bedrijf weigert deel te nemen (of wanneer een al bekende deelnemer afvalt). Indien beschikbaar kan dan een vervangend bedrijf worden geselecteerd dat qua bedrijfskenmerken (bedrijfstype, bedrijfsomvang, gebied) zoveel mogelijk op het weggefallen bedrijf lijkt.

Het gewenste aantal steekproefbedrijven varieert, afhankelijk van grondsoortregio en bedrijfstype. Bij de selectie van bedrijven voor het LMM is het streven om de verdeling (over de strata) van de beschikbare bemonsteringscapaciteit per bedrijfstype zoveel mogelijk overeen te laten komen met het grondgebruik binnen de gehele doelpopulatie. De NGE-klassegrenzen zijn zodanig gesteld dat elke klasse ongeveer eenzelfde oppervlakte aan cultuurgrond vertegenwoordigd. Gegeven de grondsoortregio en bedrijfstype, wordt in elk van de drie grootteklassen dus eenzelfde aantal bedrijven nagestreefd.

Voor de selectie en werving wordt per regio een bedrijfskeuzeplan opgesteld waarin de gestratificeerde steekproef is uitgewerkt. Voor elk stratum wordt, op basis van de meest recente Landbouwtellingsgegevens, geïnventariseerd:

- hoeveel steekproefbedrijven 'al bekend' zijn (bedrijven die in eerdere jaren zijn geworven en RIVM hun medewerking hebben toegezegd);
- hoeveel steekproefbedrijven worden 'gewenst' (het aantal gewenste steekproefbedrijven is afhankelijk van bedrijfstype en grondsoortregio; over de NGE-klassen worden deze aantallen gelijkmatig verdeeld);
- het aantal bedrijven dat 'aanvullend gewenst' wordt (ofwel gewenst minus al bekend).

Voor de strata waarin aanvulling wordt gewenst, wordt vervolgens het potentieel in het BIN geïnventariseerd. De selectie van nieuwe LMM-bedrijven wordt idealiter gericht op bedrijven die nog maar kort in het BIN participeren. Van deze bedrijven is de kans het grootst dat ze gedurende de gehele bemonsteringscyclus in het LMM en in het BIN kunnen worden gemonitord. Bij gebrek aan potentieel wordt teruggevallen op bedrijven die al eerder aan het LMM deelnamen. Uit het beschikbare potentieel worden aselect bedrijven getrokken aan welke de wervingsbrief wordt verstuurd. Bij het ontbreken van potentieel in het BIN worden vervangers uit een ander, meest gelijkend stratum gekozen. Wanneer een geselecteerde ondernemer afziet van deelname, wordt uit het betreffende stratum een vervangend bedrijf gekozen.

2.1.3 Gerealiseerd aantal onderzochte bedrijven

Niet alle bedrijven die gepland waren om te bemonsteren zijn ook daadwerkelijk bemonsterd. In Tabel 2.3 zijn per regio en per programma de afwijkingen tussen planning en realisatie weergegeven (zie ook Tabel 1.1). Ook worden het daadwerkelijk gerealiseerde aantal bedrijven waarbij de waterkwaliteit is bepaald, en het aantal bedrijven waarvan zowel waterkwaliteit- als bedrijfsgegevens verzameld zijn vermeld.

Bedrijven die deelnamen aan het LMM in 2003 zijn te verdelen in drie groepen:

- bedrijven waarvan zowel bedrijfsgegevens als waterkwaliteitsgegevens zijn verzameld (109 EM-bedrijven, 17 Koeien & Kansenbedrijven en 6 Bioveembedrijven);
- bedrijven waarvan alleen waterkwaliteitsgegevens zijn verzameld, met name bedrijven uit onderzoeksprojecten buiten het BIN: 12 Scouting Löss (SL)-bedrijven (23 zijn bemonsterd, 11 daarvan zaten in het BIN), 30 bedrijven uit het programma Uitbreiding Klei (UK, 40 bemonsterd, 10 daarvan zaten in het BIN) en 9 bedrijven uit het EM-zandprogramma (80 bemonsterde bedrijven, waarvan van 71 bedrijven gegevens bekend zijn);
- bedrijven waarvan alleen bedrijfsgegevens zijn verzameld.

De gegevens in de hoofdstukken 3 en 4 van dit rapport hebben betrekking op de 109 EM-bedrijven. Bij deze 109 bedrijven zitten 10 bedrijven uit het onderzoeksprogramma Uitbreiding Klei. Deze zijn op vergelijkbare wijze bemonsterd als ‘gewone’ kleibedrijven en worden daarom bij de presentatie van de EM-bedrijven meegenomen.

De bedrijven uit onderzoeksprojecten buiten het BIN om waarvan uitsluitend waterkwaliteitsdata verzameld zijn, worden beschreven in hoofdstuk 5. Bij de hoofdgrondsoortregio klei betreft het bedrijven uit het onderzoeksprogramma Uitbreiding Klei. Alle UK-bedrijven zullen in paragraaf 5.3 beschreven worden. Hetzelfde geldt voor de bedrijven van het onderzoeksprogramma Scouting Löss, de waterkwaliteit van deze bedrijven wordt in paragraaf 5.4 gepresenteerd.

Ook zijn er bedrijven die wel binnen de steekproef van het BIN vielen in 2002, en wel door het LEI benaderd zijn met de vraag om mee te werken aan het LMM, maar waar geen watermonsters zijn verzameld. Het gaat om zeventien kleibedrijven. De reden dat er geen monsters zijn genomen op deze bedrijven is dat er onvoldoende/geen water uit de drains stroomde vanwege droog weer. De BIN-bedrijfsgegevens van deze bedrijven zijn niet in dit rapport opgenomen.

Verder waren er in augustus 2002 slechts tien adressen geworven van bedrijven in de kleiregio. Aan het einde van het winterseizoen ontbraken nog 22 van de 80 adressen, deze 22 konden niet tijdig worden geworven voor deelname aan het LMM. Hierdoor zijn in de kleiregio uiteindelijk slechts 51 in plaats van de geplande 80 bedrijven bemonsterd. Van die 51 bedrijven waren van slechts een beperkt aantal bedrijven (24) de bedrijfsgegevens bekend.

Tabel 2.3 Gepland aantal te bemonsteren bedrijven per regio en deelprogramma. Voorts het gerealiseerde aantal en het aantal bedrijven waarvan zowel bedrijfsgegevens (uit het BIN) als waterkwaliteitsdata beschikbaar zijn.

Regio	Specifiek programma	Meetnet	Aantal bedrijven gepland	Daadwerkelijk bemonsterd / én geschikt voor rapportage*	Geschikte bedrijven waarvan ook BIN-gegevens zijn
Zand	-	EM	81	81 / 80 (81 bemonsterd, 1 afvaller)	71
Löss	-	EM	6	0 / 0	0
	SL**	EM	21	23 / 19 (4 afvallers)	11
Klei	-	EM	40	14 / 14***	14
	UK**	EM	40	40 / 37 (3 afvallers)	10
Veen	-	EM	12	9 / 3 (6 afvallers)	3
	Bioveem	VM	6	6 / 6	6
-	Koeien & Kansen	VM	18	17 / 17	17
Totaal			218 (194 EM, 24 VM)	190 / 176	132 (109 EM en 23 VM)

* *Waterkwaliteitsdata zijn geschikt voor rapportage wanneer niet alleen de hoofdgrondsoort klopt, maar ook aan de overige voorwaarden van het RIVM wordt voldaan (zoals bijvoorbeeld het tijdstip van bemonstering).*

** *De Scouting Löss (SL)-bedrijven en de Uitbreiding Klei-winter (UK)-bedrijven zijn op vergelijkbare wijze geworven als de overige EM-bedrijven en zijn daarom meegenomen bij de reguliere groep.*

*** *Een aantal bedrijven is afgefallen vanwege te weinig regen, en een aantal bedrijven door een tekort aan werving.*

2.1.4 Evaluatie van de gerealiseerde steekproef

Vanwege de kleine aantallen per categorie zijn in de komende hoofdstukken bij de beschrijving en bij de analyse de bedrijven van de zandregio en de lössregio samengevoegd. Van tevoren is afgesproken dat in de LMM-jaarrapporten uitsluitend categorieën met meer dan zeven bedrijven gerapporteerd worden. In dit rapport zullen voor de veenregio wel gemiddelden van de diverse karakteristieken worden berekend en weergegeven. Dit gebeurt om een vergelijking met de jaarrapporten voor de komende jaren mogelijk te maken. Aan de cijfers zullen geen conclusies worden verbonden, omdat het aantal bemonsterde bedrijven in deze regio in 2003 te laag is om een representatieve weergave te zijn voor de regio.

In Tabel 2.4 wordt de groep van 109 EM-bedrijven verdeeld naar regio en bedrijfstype en vergeleken met de geplande aantallen bedrijven voor de EM. In het lössgebied is met elf gerealiseerde bedrijven ruimschoots in de planning voorzien. In de andere regio's, en dan met name in de veenregio, liggen de aantallen bedrijven waarop de monitoring van zowel de waterkwaliteit als de landbouwpraktijk succesvol is uitgevoerd, lager dan gepland. Ook in de kleiregio bleef de realisatie achter bij de planning, maar is de verhouding akkerbouw versus melkveehouderij wel zoals die ook werd gepland. In de zandregio zijn iets meer akkerbouwbedrijven gerealiseerd dan gepland, ten koste van iets minder

hokdierbedrijven. Verder is in de zandregio een kwart minder melkveebedrijven gerealiseerd. Met name in het zuidelijk zandgebied is sprake van een ondervertegenwoordiging aan melkveebedrijven.

Tabel 2.4 Overzicht van gepland en gerealiseerd aantal bedrijven en het gerealiseerde areaal ten opzichte van het areaal in de steekproefpopulatie per regio en per bedrijfstype.

Regio	Bedrijfstype	Gepland aantal bedrijven EM	Gerealiseerd aantal bedrijven EM	Gerealiseerd/ gepland
Zand	akkerbouw	12	16	133%
	melkveehouderij	45	33	73%
	idem, subregio Noord	15	11	73%
	idem, subregio Centraal/Oost	15	15	100%
	idem, subregio Zuid	15	7	47%
	hokdierbedrijven	12	10	83%
	overige bedrijven	12	12	100%
	totaal	81	71	88%
Klei	akkerbouw	14	8	57%
	melkveehouderij	26	16	62%
	overige bedrijven	0	0	-
	totaal	40	24	60%
Veen	melkveehouderij; Noordelijk veenweidegebied	6	2	33%
	melkveehouderij; Westelijk weidegebied	6	1	17%
	totaal	12	3	25%
Löss	akkerbouw	2	3	150%
	melkveehouderij	2	5	250%
	overige bedrijven ¹	2	3	150%
	totaal	6	11	183%

¹ In de lössregio zijn de hokdierbedrijven in de categorie overige bedrijven opgenomen.

2.2 Gegevensverzameling landbouwkundige bedrijfsvoering

2.2.1 Inleiding

De bedrijfsvoering van de aan LMM deelnemende landbouwbedrijven wordt door het LEI vastgelegd in het Bedrijven-Informatienet (BIN). Het BIN is een gestratificeerde steekproef van ongeveer 1500 land- en tuinbouwbedrijven waarvan een gedetailleerde set financieel-economische en milieutechnische gegevens wordt bijgehouden. Het BIN representeert bijna 95% van de totale agrarische productie in Nederland (Poppe, 2004). In het BIN worden alle financiële transacties van deelnemende bedrijven vastgelegd door boekhouders. Ook inventariseert het BIN begin- en eindvoorraden en aanvullende bedrijfsgegevens zoals het bouwplan, beweidingstelsel, en de samenstelling van de veestapel. Naast de financiële stromen worden ook fysieke stromen (in kg) geregistreerd. Deze fysieke stromen in het BIN worden omgerekend naar jaartotalen die worden gecorrigeerd voor voorraadmutaties. Het BIN is een roterend panel: bedrijven doen doorgaans vijf tot zeven jaar mee. Dit betekent dat jaarlijks tweehonderd tot tweehonderdvijftig nieuwe bedrijven worden geworven. In deze paragraaf wordt beschreven welke kengetallen uit het BIN in hoofdstuk 3 worden

gerapporteerd, waarom deze kengetallen worden gerapporteerd, hoe deze kengetallen zijn berekend en welke informatie aan deze kengetallen ten grondslag ligt.

2.2.2 Typering van bedrijven

Oppervlakte cultuurgrond

Bemesting en nutriëntenoverschotten worden uitgedrukt per oppervlakte-eenheid. Hiervoor wordt de totale oppervlakte aan cultuurgrond gebruikt. Dit is de grond die door het bedrijf daadwerkelijk wordt bemest en gebruikt voor gewasproductie. Verhuurd land, natuurland, sloten, bebouwde en verharde oppervlaktes zijn niet meegenomen in deze oppervlakte.

Dieraantallen

Het aantal aanwezige dieren is uitgedrukt in fosfaat-GVE's per hectare cultuurgrond (GVE = grootvee-eenheid). Op basis van de wettelijke gemiddelde fosfaatproductie in mest per diercategorie in 2001 (Bureau Heffingen, 2001) zijn alle diersoorten uitgedrukt in grootvee-eenheden. De productie van fosfaat in de mest van een gemiddelde melkkoe is gelijk gesteld aan 1 GVE. In de rapportage wordt onderscheid gemaakt tussen staldieren (voornamelijk varkens, pluimvee en mestkalveren) en graasdieren (voornamelijk melkvee en overige runderen, schapen, geiten, paarden). Deze indeling is gebaseerd op de indeling die gehanteerd wordt in het gebruiksnormenstelsel dat vanaf 2006 geldt (Dienst Regelingen, 2006). Op melkveebedrijven zijn de aanwezige graasdieren opgesplitst naar melkkoeien, jongvee en overige graasdieren.

Melkproductie

Voor melkveebedrijven wordt het melkproductieniveau gerapporteerd zowel per aanwezige melkkoe als per hectare. Hiervoor wordt gebruikgemaakt van de meetmelkproductie (FPCM = fat and protein corrected milk). Dit is een voor het vetgehalte en eiwitgehalte aangepaste hoeveelheid melk volgens de formule:

$$\text{FPCM} = \text{kg melk} * (0,337 + 0,116 * \text{vetgehalte} + 0,06 * \text{eiwitgehalte}) \text{ (CVB, 2003)}$$

Er wordt gebruikgemaakt van deze gecorrigeerde melkproductie omdat de benodigde voederbehoefte voor melkproductie afhankelijk is van de gehalten in melk. Dit is in deze formule verdisconteerd.

Indeling bedrijfsareaal

Omdat de behoefte en opname van mineralen per gewas verschilt, is de waterkwaliteit mogelijk gerelateerd aan het soort gewas dat wordt verbouwd. Op melkveebedrijven is het produceren van voedergewassen voor het vee het belangrijkste productiedoel van het grondgebruik. Voor de melkveebedrijven in deze rapportage wordt het bedrijfsareaal ingedeeld naar gras, snijmaïs, overige voedergewassen en marktbaar gewassen. Tot de overige voedergewassen behoren gewassen als voederbieten, luzerne en granen die worden gebruikt als veevoer. Gewassen die niet als voedergewas worden geproduceerd op een melkveebedrijf worden aangeduid als 'marktbaar' gewas.

Op akkerbouwbedrijven is de productie van de gewassen het hoofdproductiedoel. Op deze bedrijven is een verdere opsplitsing van deze marktbaar gewassen gehanteerd. Behalve verschillende categorieën van akkerbouwgewassen (consumptieaardappelen, pootaardappelen, fabrieksaardappelen, suikerbieten, wintertarwe, zomergerst, overige granen, peulvruchten, graszaad en overige gewassen) is ook de procentuele oppervlakte braakland en voedergewassen gerapporteerd.

Op hokdier- en overige bedrijven is vaak sprake van een combinatie van productiedoelen. Op deze bedrijven is zowel de indeling van voedergewassen als de indeling van de marktbaar gewassen opgenomen in de tabellen.

2.2.3 Berekening mestgebruik

Toediening van dierlijke mest, kunstmest of overige organische meststoffen is de belangrijkste bron van mineralenaanvoer naar de bodem van landbouwbedrijven. Wanneer de toediening van de hoeveelheid mineralen via meststoffen niet in overeenstemming is met de opname door gewassen, neemt het risico op verliezen naar het milieu toe.

Dierlijke mest

Voor de berekening van het dierlijke mestgebruik wordt allereerst de productie van mest op het eigen bedrijf berekend. Voor stikstof betreft het de nettoproductie na aftrek van gasvormige stikstofverliezen uit stal en opslag. De mestproductie wordt berekend door het gemiddeld aantal aanwezige dieren te vermenigvuldigen met landelijke excretieforfaits zoals vastgesteld door de Werkgroep Uniformering Mestcijfers (Van Bruggen, 2007).

Tevens worden van alle aan- en afgevoerde meststoffen en voorraden de hoeveelheid nutriënten geregistreerd. Van aan- en afgevoerde meststoffen wordt in principe de hoeveelheid stikstof en fosfaat via bemonstering vastgelegd. Indien geen bemonstering heeft plaatsgevonden, worden forfaitaire gehalten per mestsoort gebruikt (Dienst Regelingen, 2006). Begin- en eindvoorraden worden altijd berekend via forfaiten (Dienst Regelingen, 2006).

De totale hoeveelheid gebruikte dierlijke mest op bedrijfsniveau wordt vervolgens berekend als:

$$\text{Gebruik dierlijke mest} = \text{productie} + \text{beginvoorraad} - \text{eindvoorraad} + \text{aanvoer} - \text{afvoer}$$

Kunstmest en overige organische mest

Naast het gebruik van mineralen uit dierlijke mest worden op gangbare landbouwbedrijven ook nutriënten toegediend aan de bodem via kunstmeststoffen en overige organische meststoffen. Deze meststoffen worden niet op het bedrijf geproduceerd. Het gebruik wordt derhalve berekend als:

$$\text{Gebruik kunstmest en overige organische mest} = \text{beginvoorraad} - \text{eindvoorraad} + \text{aanvoer} - \text{afvoer}$$

De betreffende hoeveelheden stikstof (N) en fosfaat (P_2O_5) zijn overgenomen van de jaaroverzichten van de leveranciers van de meststoffen. Het gebruik via overige organische mest is opgeteld bij het gebruik via dierlijke mest om de totale hoeveelheid toegediende mineralen uit organische mest te berekenen.

2.2.4 Berekening mineralenoverschotten

Behalve over de bemesting wordt ook gerapporteerd over de overschotten aan nutriënten fosfaat op de bodembalans (in kg N per ha en fosfaat in kg P_2O_5 per ha). Deze overschotten worden gebruikt als een indicator van de hoeveelheid stikstof en fosfaat die beschikbaar zijn voor uitspoeling uit de wortelzone en zijn berekend met behulp van een werkwijze afgeleid van de methode gebruikt en beschreven door Schröder et al. (2007, 2004). Dit betekent dat naast de aangevoerde hoeveelheden stikstof en fosfaat in organische meststoffen en kunstmest en de afgevoerde hoeveelheden stikstof en fosfaat in gewassen, ook rekening wordt gehouden met andere aanvoerposten zoals nettomineralisatie van organische stof in de bodem, stikstofbinding door vlinderbloemigen (fixatie) en atmosferische depositie. Bij het

berekenen van nutriëntenoverschotten op de bodembalans wordt uitgegaan van een evenwichtssituatie. Er wordt verondersteld dat op de lange termijn de aanvoer van organische stikstof in de vorm van gewasresten en organische mest gelijk is aan de jaarlijkse afbraak. Een uitzondering op deze regel wordt gemaakt voor veen- en dalgronden waarvoor wel wordt gerekend met een aanvoerpost voor mineralisatie, voor grasland op veen 160 kg N per ha en voor grasland op dalgrond en de overige gewassen op veen- en dalgrond 20 kg N per ha. Van deze gronden is bekend dat nettomineralisatie plaatsvindt als gevolg van het grondwaterstandbeheer dat nodig is om deze gronden landbouwkundig te kunnen gebruiken. Door Schröder et al. (2007, 2004) wordt het overschot op de bodembalans berekend door als uitgangspunt de gift van nutriënten aan de bodem te gebruiken. In deze studie is een balansmethode toegepast om uit bedrijfsgegevens een overschot op de bodembalans te kunnen berekenen.

De gebruikte berekeningsmethodiek voor het stikstofoverschot is samengevat in Tabel 2.5. Eerst wordt het overschot op de bedrijfsbalans berekend door de in de boekhouding geregistreerde aan- en afvoer van nutriënten te sommeren. Dit overschot wordt berekend inclusief voorraadmutaties. Voor stikstof wordt het berekende overschot op de bedrijfsbalans vervolgens gecorrigeerd voor aan- en afvoerposten op de bodembalans. Voor fosfaat is het overschot op de bodembalans gelijk aan het overschot op de bedrijfsbalans. Verdere toelichting op de berekeningsmethodiek is te vinden in de voetnoten onder de tabellen.

Tabel 2.5 Gehanteerde berekeningsmethodiek voor het stikstofoverschot op de bodembalans (kg N ha⁻¹ jaar⁻¹).

Omschrijving posten		Berekeningsmethodiek
<i>Aanvoer bedrijf</i>	Kunstmest	Hoeveelheid ^a * gehalte ^e
	Dierlijke en overige organische mest	Hoeveelheid ^b * gehalte ^h
	Voer	Hoeveelheid ^a * gehalte ^{e,f}
	Dieren	Hoeveelheid ^b * gehalte ⁱ
	Plantaardige producten (zaai- plant- en pootgoed)	Hoeveelheid ^b * gehalte ^g
	Overig	Hoeveelheid ^b * gehalte
<i>Afvoer bedrijf</i>	Dierlijke producten (melk, wol, eieren)	Hoeveelheid ^c * gehalte ^j
	Dieren	Hoeveelheid ^d * gehalte ⁱ
	Dierlijke en overige organische mest	Hoeveelheid ^d * gehalte ^h
	Gewassen en overige plantaardige producten	Hoeveelheid ^d * gehalte ^g
	Overig	Hoeveelheid ^d * gehalte
<i>N-overschot op de bedrijfsbalans</i>		Aanvoer bedrijf – afvoer bedrijf
<i>Aanvoer bodembalans</i>	+ Mineralisatie	160 kg N voor veengrond en 20 kg voor dalgrond ^k
	+ Atmosferische depositie	Gedifferentieerd per provincie ^l
	+ N-binding door vlinderbloemigen	Alle vlinderbloemigen ^m
	– Vervluchtiging uit stal en opslag	O.b.v. diersoort, stalsysteem en beweidingssysteem ⁿ
<i>Afvoer bodembalans</i>	– Vervluchtiging toediening en beweiding	Kunstmest en dierlijke mest o.b.v. werkelijke mestproductie, beweiding en toedieningsmethode ^o
<i>N-overschot op de bodembalans</i>		N-overschot bedrijf + aanvoer bodembalans – afvoer bodembalans
<i>a) Aankopen – verkopen + beginvoorraad – eindvoorraad.</i>		

- b) *Aankopen + voorraadafname.*
- c) *Verkopen – aankopen + eindvoorraad – beginvoorraad.*
- d) *Verkopen + voorraadtoename.*
- e) *N-gehalten kunstmest, krachtvoer en enkelvoudige voeders via kwartaaloverzichten.*
- f) *N-gehalten van ruwvoer via kwartaaloverzichten of forfaitaire normen (CVB, 2003).*
- g) *N-gehalten gewassen en plantaardige producten volgens Van Dijk (2003).*
- h) *N-gehalten dierlijke mest en compost volgens Dienst Regelingen (2006).*
- i) *N-gehalten dieren volgens Beukeboom (1996).*
- j) *Het N-gehalte van melk wordt berekend als het bedrijfsspecifieke eiwitgehalte/6.38. Overige N-gehalte dierlijke producten volgens Beukeboom (1996).*
- k) *Voor gras op veen: 160 kg N per ha per jaar, overige gewassen op veen alsmede dalgrond (ongeacht gewas): 20 kg N per ha per jaar, alle overige gronden: 0 kg. Van BIN-bedrijven worden de oppervlaktes vastgelegd van de vier door Dienst Regelingen gebruikte grondsoorten (zand/klei/veen/löss). Voor het inschatten van de mineralisatie voor dalgrond is gebruikgemaakt van globale bodemtyperingen per bedrijf (op basis van postcode) volgens De Vries en Denneboom (1992).*
- l) *De atmosferische depositie wordt jaarlijks gedifferentieerd per provincie en varieerde in 2006 tussen 23 en 40 kg N per ha per jaar (MNP/CBS/WUR, 2007).*
- m) *N-binding in kg N per ha per jaar (Schröder, 2006).*
 - *voor grasklaver: bij klaveraandeel < 5%: 10 kg, bij klaveraandeel tussen 5 en 15%: 50 kg, bij klaveraandeel > 15% 100 kg, aandeel klaver volgens opgave deelnemer;*
 - *voor luzerne: 160 kg;*
 - *voor conservenerwten, tuinbonen, bruine en slabonen 40 kg;*
 - *voor overige vlinderbloemingen 80 kg.*
- n) *Vervluchtiging uit stal en opslag als functie van diersoort, stalsysteem en beweidingssysteem volgens Oenema et al. (2000).*
- o) *Vervluchtiging bij beweiding: 8% van de N-totaal in weide uitgescheiden (Schröder et al., 2005). Bij mechanische toediening op grasland: sleepvoet, 10% van N-totaal; sleufkouter, 6,5% van N-totaal; zodenbemester, 3% van N-totaal; bovengronds uitrijden van vaste mest, 14,5%. Op bouwland, inwerken, 8,5% van N-totaal; injectie, 1% van N-totaal, bovengronds uitrijden van vaste mest, 14,5% (Van Dijk et al., 2004; Tabel 1).*

2.2.5 Opslagcapaciteit, beweiding en maaipercantage

Opslagcapaciteit

Met behulp van het kengetal ‘percentage opslagcapaciteit dierlijke mest’ wordt aangegeven hoe de opslagcapaciteit van dierlijke mest zich verhoudt tot de productie van dierlijke mest. Een percentage van 100% wil zeggen dat de helft van de jaarproductie aan dierlijke mest kan worden opgeslagen of anders gezegd dat er voor zes maanden opslagcapaciteit is. Naarmate dit kengetal verder boven de 100% stijgt, betekent dit dat bedrijven langer hun mest kunnen opslaan en daardoor ook beter in staat zijn om de dierlijke mest juist op die momenten (voorjaar en begin zomer) toe te dienen dat het gewas de mest het meest nodig heeft. Hierdoor kan de efficiëntie van het mestgebruik worden verbeterd. Het kengetal percentage opslagcapaciteit dierlijke mest wordt als volgt berekend:

$$(\text{opslagcapaciteit mest} / (0,5 * \text{mestproductie veestapel op jaarbasis})) * 100\%$$

Beweiding

Met het kengetal ‘aandeel weide-uren mei-oktober melkkoeien (%)’ wordt aangegeven hoe intensief er wordt beweide in de periode mei t/m oktober. Wanneer een bedrijf een kengetal van 100% heeft,

betekent dit dat de koeien gedurende deze periode 24 uur per dag buiten hebben gelopen. In de praktijk zal dit niet voorkomen, omdat de melkkoeien meestal twee keer per dag naar de stal worden gehaald om gemolken te worden. Een score van meer dan 80% bij dit kengetal is hoog en geeft aan dat er buiten het melken om continu wordt beweid. Het kengetal aandeel weide-uren mei-oktober melkkoeien (%) wordt als volgt berekend:

$$(\text{aantal weide-uren melkkoeien mei t/m oktober} / (184 \text{ dagen} * 24 \text{ uur/dag})) * 100\%$$

Maaipcentage

Het maaipcentage geeft aan hoe vaak het aanwezige grasland gemiddeld wordt gemaaid per jaar. Een maaipcentage van 300% wil zeggen dat het grasland gemiddeld drie keer is gemaaid. De combinatie van de kengetallen aandeel weide-uren mei-oktober melkkoeien (%) en maaipcentage (%) geeft een beeld van het totale graslandgebruik. Het maaipcentage wordt als volgt berekend:

$$(\text{oppervlakte grasland gemaaid} / \text{oppervlakte grasland in gebruik}) * 100\%$$

2.3 Gegevensverzameling waterkwaliteit

2.3.1 Bemonstering door RIVM

Algemene voorbereidingen

De bedrijven zijn geselecteerd door het LEI op de wijze zoals beschreven in paragraaf 2.1. Het LEI heeft de adressen van de deelnemers aan het RIVM doorgegeven. De deelnemende bedrijven zijn voorafgaand aan de monsternamen bezocht en daarbij is een aantal standaardvragen gesteld volgens de Standard Operating Procedure (SOP)³. Op basis van dit bezoek is een zogenaamde veldmap gemaakt met daarin allerlei informatie, onder andere een kaart van percelen en de locatie van de monsterpunten⁴. Het veldonderzoek is vastgelegd met behulp van een veldautomatiseringsprogramma (VAP)⁵.

Monsternamen in de zandregio

Op zandgronden wordt het grondwater via boorgaten bemonsterd. Hiertoe zijn per bedrijf op zestien locaties boringen gedaan en grondwatermonsters genomen. Het aantal locaties per perceel is afhankelijk van de grootte van het perceel. Binnen het perceel zijn de locaties aselect gekozen. Selectie en plaatsing vonden plaats op basis van een standaard protocol⁶. De bovenste meter van het grondwater is bemonsterd⁶. De grondwatermonsters zijn in het veld gefiltreerd⁷. Vervolgens is in het veld het

³ SOP LBG/617. Bedrijfsbezoek aan een landbouwbedrijf. Bilthoven, RIVM, 2000.

⁴ SOP LBG/618. Bepaling van de ligging van de bemonsteringspunten op landbouwbedrijven. Bilthoven, RIVM, 2000.

⁵ SOP LBG/655. Gebruik en onderhoud van HUSKY veldcomputer en randapparatuur. Bilthoven, RIVM, 2000.

⁶ SOP LBG/424. Grondwaterbemonstering met bemonsteringslans en slangpomp op zandgronden. Bilthoven, RIVM, 2000.

⁷ SOP LBG/434. Filtreren van grond- of slootwater m.b.v. een filterbedhouder en een 0,45 µm membraanfilter. Bilthoven, RIVM, 2000.

gefilterde grondwater geanalyseerd op pH⁸, EC⁹ en nitraat¹⁰. Tevens zijn de luchttemperatuur⁹ en de grondwaterstand⁶ bepaald. De grondwatermonsters zijn vervolgens aangezuurd¹¹ en donker en koel opgeslagen voor transport naar het laboratorium¹². In het laboratorium zijn twee mengmonsters gemaakt (acht aselekt gekozen monsters per mengmonster) en geanalyseerd (zie paragraaf 2.3.2). De bepaling van de veldmetingen (pH, EC en nitraatconcentratie) is indicatief gebeurd. Deze meetwaarden hebben een beperkte betrouwbaarheid.



Figuur 2.1 Bemonstering in de zandregio op weide en op akkerland. Rechts in beeld de pomp waarmee het grondwater wordt opgepompt en de *hand-held* pc waarin de veldwaarnemingen worden ingevoerd.

Monstername in de kleiregio

In de kleiregio wordt onderscheid gemaakt tussen bedrijven waarvan de gronden gedraineerd zijn met drainagebuizen en bedrijven die dit niet zijn. Indien een bedrijf voor minder dan 25% van het areaal gedraineerd is door middel van drainagebuizen, of er minder dan zestien drains bemonsterbaar zijn, dan wordt het bedrijf beschouwd als niet gedraineerd. De bemonsteringstrategie op de gedraineerde en niet-gedraineerde bedrijven is verschillend.

Monstername gedraineerde bedrijven

Op de gedraineerde bedrijven is in de periode oktober tot en met april drain- en slootwater bemonsterd (in dit rapport de periode oktober 2002-april 2003). Per bedrijf zijn zestien drainagebuizen en maximaal acht sloten 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 basis van een SOP⁴. Er zijn op elk bedrijf twee sloottypen onderscheiden. Per sloottype zijn vier bemonsteringlocaties geselecteerd⁴.

⁸ SOP LBG/113. Bepalen van pH in (grond-)water en grondsuspensie met een pH/mV-meter. Bilthoven, RIVM, 2000.

⁹ SOP LBG/116. Bepalen van de soortelijke geleiding in (grond-)water geleidingsvermogensmeter. Bilthoven, RIVM, 2000.

¹⁰ SOP LBG/110. Het meten van de nitraatconcentratie in water m.b.v. een Nitrachek reflectometer (type 404). Bilthoven, RIVM, 2000.

¹¹ SOP LBG/416. Methode voor het conserveren van grondwatermonsters ter analyse op anorganische microparameters. Bilthoven, RIVM, 2000.

¹² SOP LBG/414. Opslaan en transporteren van monsters in een koelbox. Bilthoven, RIVM, 2000.

Op gedraineerde bedrijven is de bemonstering van het drainwater in principe door de agrariër zelf uitgevoerd. Hiervoor heeft de deelnemer een mondelinge en schriftelijke instructie en de benodigde materialen ter beschikking gekregen. De agrariër heeft voor zijn bijdrage een onkostenvergoeding ontvangen. Via een koeriersdienst zijn de monsters uiterlijk de dag na monsternamen afgeleverd bij het RIVM.

Per winter wordt op elk bedrijf maximaal vier keer drainwater en slootwater bemonsterd. Omdat de winter 2002-2003 weinig neerslag kende, kon een groot deel van de drainbemonsteringen niet uitgevoerd worden. Ook was het aantal bemonsteringen beperkt omdat winter 2002-2003 het opstartjaar was van het programma MOL-klei, waarbij met de bemonstering van een volledig nieuwe groep bedrijven werd gestart (zie paragraaf 2.1.3).

Bemonstering van drainwater¹³ en slootwater¹⁴ is uitgevoerd door water op te vangen met een maatbeker. Wanneer de drainagebuizen onder het slootwaterniveau uitmondten is de bemonstering niet door de deelnemers maar door het RIVM uitgevoerd. Van ieder bemonsteringspunt zijn twee PE-flessen gevuld: een van 100 ml voor de individuele analyses (zie paragraaf 2.2.2) en een van 250 ml om een mengmonster te maken. De drain- en slootwatermonsters zijn in een koelbox opgeslagen en naar het RIVM vervoerd¹².

Drain- en slootwatermonsters zijn in het laboratorium gemengd, gefiltreerd en zo nodig aangezuurd. Per ronde zijn er een drainwatermengmonster en twee slootwatermengmonsters gemaakt.

De volgende analyses zijn in het laboratorium uitgevoerd op de individuele monsters (de 100 ml flesjes): pH⁸, EC⁹ en nitraat¹⁰.

Monsternamen niet-gedraineerde bedrijven

Op bedrijven die voor minder dan 25% van hun areaal gedraineerd zijn met drainagebuizen, is het grondwater door middel van boringen in combinatie met slootwater bemonsterd. Elk bedrijf wordt in principe tweemaal per winter bemonsterd. De eerste bemonsteringsronde vindt plaats in de periode november-december en de tweede ronde in de periode februari-maart. Er zijn per ronde zestien monsterlocaties voor grondwaterbemonstering geselecteerd en maximaal acht locaties voor slootwater⁴. De bemonsteringswijze van het grondwater in de kleiregio is enigszins vergelijkbaar met die in de zandregio: via een boorgat is water opgepompt en verzameld¹⁵.

De grondwatermonsters zijn in het veld gefiltreerd⁷. Vervolgens is in het veld het gefilterde grondwater geanalyseerd op pH⁸, EC⁹ en nitraat¹⁰. Tevens zijn de luchttemperatuur⁹ en de grondwaterstand¹⁵ bepaald. De grondwatermonsters zijn vervolgens aangezuurd¹¹ en donker en koel opgeslagen voor transport naar het laboratorium¹². In het laboratorium zijn twee mengmonsters gemaakt (acht monsters per mengmonster) en geanalyseerd (zie paragraaf 2.3.2).

¹³ SOP LBG/432 Drainwaterbemonstering. Bilthoven, RIVM.

¹⁴ SOP LBG/431 Oppervlaktewaterbemonstering met maatbeker. Bilthoven, RIVM.

¹⁵ SOP LBG/425 Grondwaterbemonstering met bemonsteringslans en slangenpomp op kleigronden. Bilthoven, RIVM, 2001.

De acht slootmonsters zijn afkomstig van twee sloottypen met elk maximaal vier locaties. De algemene kenmerken van de sloten (bijvoorbeeld type sloot, breedte, diepte en stroomrichting) zijn genoteerd¹⁶. De slootmonsters zijn gefilterd en van ieder gefilterd slootmonster is de pH⁸, EC⁹ en nitraatconcentratie¹⁰ gemeten. De slootwatermonsters zijn vervolgens aangezuurd¹¹ en donker en koel opgeslagen voor transport naar het laboratorium¹². In het laboratorium zijn twee mengmonsters gemaakt van de slootwatermonsters (een per sloottype).

Monsternamen in de veenregio

Op bedrijven in de veenregio is het grondwater door middel van boringen in combinatie met slootwater bemonsterd. De grondwatermonsters zijn genomen conform een SOP¹⁷. Bij het boren is een eenvoudige boorbeschrijving gemaakt van de bodemlagen. In het veld zijn de volgende metingen verricht aan het gefiltreerde water: nitraatbepaling met behulp van de nitrachekmethode¹⁰, zuurgraadbepaling met behulp van de pH-meter⁸, bepaling van het elektrisch geleidvermogen met de EC-meter⁹, bepaling van de luchttemperatuur met behulp van de EC-meter⁹. Daarna zijn de gegevens opgeslagen⁵. De flessen zijn volledig gevuld¹¹, aangezuurd en gekoeld bewaard¹² (< 4°C) totdat ze verzonden zijn. De zestien individuele grondwatermonsters zijn in het laboratorium opgemengd tot twee mengmonsters.

Bemonstering van het slootwater is uitgevoerd conform het daarvoor bestemde protocol¹⁶. De acht slootmonsters zijn afkomstig van twee sloottypen met elk maximaal vier locaties¹⁶. De algemene kenmerken van de sloten (bijvoorbeeld type sloot, breedte, diepte en stroomrichting) zijn genoteerd. De slootmonsters zijn gefiltreerd en vervolgens is van ieder slootmonster de pH⁸, EC⁹ en nitraatconcentratie¹⁰ gemeten. De slootwatermonsters zijn hierna aangezuurd¹¹ en donker en koel opgeslagen voor transport naar het laboratorium¹². In het laboratorium zijn twee mengmonsters gemaakt van de slootwatermonsters¹⁸ (een per sloottype, zie paragraaf 2.2.2).

Monsternamen in de lössregio

In de lössregio is, daar waar het grondwater meer dan vijf meter onder het maaiveld zit, bodemvocht verzameld. Hiertoe zijn op elk van de zestien locaties grondmonsters gestoken¹⁹. Het bemonsteringstraject bedroeg 1,5 tot 3,0 meter beneden maaiveld. In het veld zijn naast zestien grondmonster (een per locatie) ook twee mengmonsters per bedrijf samengesteld. Elk mengmonster omvatte materiaal van acht locaties.

Aantal bemonsteringen in 2003

De bedrijven zijn in 2003 één keer bezocht voor het nemen van watermonsters. Voor alle bedrijven geldt dat per bezoek (ronde) het streven was om op zestien verschillende locaties verspreid over de percelen, grondwater of drainwater te bemonsteren. Meestal is die doelstelling gehaald. In enkele gevallen is op tien tot vijftien plaatsen bemonsterd. De bedrijven in de klei- en veenregio waarvan slootwatergegevens beschikbaar zijn, zijn in Bijlage 6 beschreven.

¹⁶ SOP LBG/430 Oppervlaktewaterbemonstering met aangepaste bemonsteringslans en slangpomp. Bilthoven, RIVM, 2000.

¹⁷ SOP LBG/426 Grondwaterbemonstering met behulp van een monsterlans en slangpomp in veengronden. Bilthoven, RIVM, 2001.

¹⁸ SOP LBG/402 Het mengen van (grond)watermonsters. Bilthoven, RIVM, 2001.

¹⁹ SOP LBG/433 Grondbemonstering met een Edelmanboor ten behoeve van bodemvochtanalyses, Bilthoven, RIVM, 2001.

Tabel 2.6 Bemonsteringswijze, -periode en aantal bezochte bedrijven per grondsoortregio. Alleen die bedrijven waarvan BIN-gegevens bekend zijn, zijn weergegeven.

Hoofdgrondsoort	Totaal aantal bedrijven	Aantal bedrijven grondwater bemonsterd	Aantal bedrijven drainwater bemonsterd	Aantal bedrijven bodemvocht bemonsterd	Aantal bedrijven slootwater bemonsterd	Aantal meetrondes waarop bemonsterd is	Bemonsteringsperiode
Zand	71	71	0	0	0	1 ronde	Maart-oktober 2003
Klei	24	15 (waarvan bij 8 tevens drains)	16 (waarvan 8 tevens gw)	0	17	1 ronde	Oktober 2002-mei 2003
Veen	3	3	0	0	3	1 ronde	November 2002-mei 2003
Löss	11	0	0	11	0	1 ronde	September 2003-mei 2004

2.3.2 Analyses waterkwaliteit (RIVM)

Chemische analyses

De chemische analyses van de watermonsters zijn verricht in het geaccrediteerde analytisch laboratorium van het RIVM. In het laboratorium zijn analyses op de volgende parameters uitgevoerd:

- algemene karakteristieken: DOC, EC, pH;
- stikstof: N-kjeldahl, NO_3^- , NH_4^+ ;
- fosfor: ortho-P, P-totaal;
- macroelementen: Na, K, Mg, Ca, SO_4^{2-} , Cl;
- sporenelementen: Fe, As, Cd, Cu, Cr, Mn, Ni, Pb, Zn.

In Tabel 2.7 is per programma aangegeven welke analyses zijn uitgevoerd.

De concentratie N-totaal en organisch-N (in mg N/l) zijn als volgt berekend:

$$N\text{-totaal} = N\text{-kjeldahl} + \text{NO}_3^- \text{ (mg N/l)}$$

$$N\text{-organisch} = N\text{-kjeldahl} - \text{NH}_4^+ - N \text{ (mg N/l)}$$

Tabel 2.7 Uitgevoerde chemische analyses.

Zand grondwater		Klei drain-, grond- en slootwater		Veen grond- en slootwater		Löss bodemvocht		Parameter	Voorbehandeling	Meetmethode/apparaat	Detectiegrens	Referentie SOP
Individuele monsters	Meng-monsters	Individuele monsters	Meng-monsters	Individuele monsters	Meng-monsters	Individuele monsters	Meng-monsters*					
X		X		X				pH	gefiltreerd	pH-meter		LBG/113
X		X		X				EC	gefiltreerd	EC-meter	115 µS/cm	LBG/116
X		X		X				NO ₃ ⁻	gefiltreerd	Nitracheck-meter		LBG/110
						X		Cl	gecentrifugeerd	IC ¹	0,21 mg/l	LAC/M302*
						X		NO ₃ ⁻	gecentrifugeerd	IC	0,31 mg/l	LAC/M302*
						X		SO ₄ ²⁻	gecentrifugeerd	IC	0,48 mg/l	LAC/M302*
						X		NH ₄ ⁺	gecentrifugeerd	CFA ²	0,064 mg/l	LAC M404
	X		X		X		X	NO ₃ ⁻	Gefiltreerd. Aangezuurd tot pH≤2 d.m.v. H ₂ SO ₄ .	IC	0,31 mg/l	LAC/M302*
	X		X		X		X	NH ₄ ⁺	Gefiltreerd. Aangezuurd tot pH≤2 d.m.v. H ₂ SO ₄ .	CFA	0,064 mg/l	LAC M396 (M404 bij löss)
	X		X		X		X	N-kjeldahl	Gefiltreerd. Aangezuurd tot pH≤2 d.m.v. H ₂ SO ₄ .	CFA		LAC/M374
	X		X		X		X	P-ortho	Gefiltreerd. Aangezuurd tot pH≤2 d.m.v. H ₂ SO ₄ .	CFA	0,04 mg/l	LAC/M064
	X		X		X		X	P-totaal	Gefiltreerd. Aangezuurd tot pH≤2 d.m.v. HNO ₃ .	ICP-MS ³	0,06 mg/l	LAC/M419
	X		X		X		X	SO ₄ ²⁻	Gefiltreerd.	IC	0,48 mg/l	LAC/M302*
	X		X		X		X	Cl	Gefiltreerd	IC	0,21 mg/l	LAC/M302*
	X		X		X		X	DOC	Gefiltreerd. Aangezuurd tot pH≤2 d.m.v. H ₂ SO ₄ .	UV destructie/IR ⁴	0,65 mg/l	LAC/M402

Vervolg van tabel op volgende pagina.

Vervolg Tabel 2.7 Uitgevoerde chemische analyses.

Zand grondwater		Klei drain,- grond- en slootwater		Veen grond- en slootwater		Löss bodemvocht		Parameter	Voorbehandeling	Meetmethode/apparaat	Detectiegrens	Referentie SOP
Individuele monsters	Meng-monsters	Individuele monsters	Meng-monsters	Individuele monsters	Meng-monsters	Individuele monsters	Meng-monsters*					
	X		X		X		X	Na	Gefiltreerd. Aangezuurd tot pH≤2 d.m.v. HNO ₃ .	ICP-MS ³	0,25 mg/l	LAC/M419
	X		X		X		X	K	Gefiltreerd. Aangezuurd tot pH≤2 d.m.v. HNO ₃ .	ICP-MS ³	0,2 mg/l	LAC/M419
	X		X		X		X	Mg	Gefiltreerd. Aangezuurd tot pH≤2 d.m.v. HNO ₃ .	ICP-MS ³	0,05 mg/l	LAC/M419
	X		X		X		X	Ni	Gefiltreerd. Aangezuurd tot pH≤2 d.m.v. HNO ₃ .	ICP-MS ³	0,5 µg/l	LAC/M419
	X		X		X		X	Ca	Gefiltreerd. Aangezuurd tot pH≤2 d.m.v. HNO ₃ .	ICP-MS ³	0,15 mg/l	LAC/M419
	X		X		X		X	Pb	Gefiltreerd. Aangezuurd tot pH≤2 d.m.v. HNO ₃ .	ICP-MS ³	0,2 µg/l	LAC/M419
	X		X		X		X	Fe	Gefiltreerd. Aangezuurd tot pH≤2 d.m.v. HNO ₃ .	ICP-MS ³	0,1 mg/l	LAC/M373
	X		X		X		X	As	Gefiltreerd. Aangezuurd tot pH≤2 d.m.v. HNO ₃ .	ICP-MS ³	0,5 µg/l	LAC/M373
	X		X		X		X	Cd	Gefiltreerd. Aangezuurd tot pH≤2 d.m.v. HNO ₃ .	ICP-MS ³	0,04 µg/l	LAC/M373
	X		X		X		X	Cr	Gefiltreerd. Aangezuurd tot pH≤2 d.m.v. HNO ₃ .	ICP-MS ³	1 µg/l	LAC/M373
	X		X		X		X	Cu	Gefiltreerd. Aangezuurd tot pH≤2 d.m.v. HNO ₃ .	ICP-MS ³	0,6 µg/l	LAC/M373
	X		X		X		X	Zn	Gefiltreerd. Aangezuurd tot pH≤2 d.m.v. HNO ₃ .	ICP-MS ³	4 µg/l	LAC/M419

* Bodemvocht verkregen door centrifugeren (SOP LAC/M412).

** Bodemvocht verkregen door schudmethode (SOP LAC 414).

¹ IonChromatografie.

² Continuous Flow Analysers / doorstroomanalyser met fotometische detectie.

³ Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry / inductief gekoppeld plasma massaspectrometer.

⁴ UltraViolet, InfraRood.

Gegevens analyse

In 2003 zijn voor zeven verschillende combinaties van bedrijfstype en regio waterkwaliteitsgegevens verzameld:

- akkerbouwbedrijven in de kleiregio;
- melkveebedrijven in de kleiregio;
- melkveebedrijven in de veenregio;
- akkerbouwbedrijven in de zand/lössregio;
- hokdierbedrijven in de zand/lössregio;
- melkveebedrijven in de zand/lössregio;
- overige bedrijven in de zand/lössregio.

De gemiddelde concentraties per combinatie zijn als volgt bepaald: allereerst zijn voor ieder bedrijf per ronde twee mengmonsters van elk acht watermonsters samengesteld (dit kan grondwater of bodemvocht betreffen). Bij drainwater wordt er per ronde maar één mengmonster gemaakt bestaande uit zestien individuele monsters, aangezien er meerdere ronden zijn en een eventuele fout bij de analyse aan het licht kan komen. De bovengenoemde chemische analyses zijn (per bedrijf, per ronde) uitgevoerd op de mengmonsters. Vervolgens zijn rondegemiddelden berekend door (indien van toepassing) de meetwaarden van de twee mengmonsters te middelen. Indien de analysewaarde van een element beneden de detectiegrens valt, is gerekend met de waarde '0'. Het bedrijfsgemiddelde voor het jaar is bepaald door de rondegemiddelden te middelen, waarbij iedere ronde even zwaar meetelt. Hier dient opgemerkt te worden dat in 2003 in verband met het droge weer slechts één ronde is bemonsterd. Voor de duidelijkheid zal hier wel de procedure voor het berekenen van het bedrijfsgemiddelde worden uitgelegd.

Wanneer een bedrijf tijdens het veldseizoen eenmaal bezocht is en er daardoor één rondegemiddelde is, dan komt het bedrijfsgemiddelde van dat jaar overeen met het rondegemiddelde. Voor het berekenen van de gemiddelden per combinatie worden de bedrijfsgemiddelden van alle bedrijven met eenzelfde bedrijfstype en in dezelfde regio gebruikt. Er wordt hierbij niet gelet of de analyses in grondwater, drainwater of aan bodemvocht bepaald zijn. Zo zijn bijvoorbeeld de gemiddelden van de combinatie 'hokdierbedrijven op zand' bepaald op basis van analyses aan zowel grondwatermonsters (zand) als bodemvochtmonsters (löss). De chemische analyses aan slootwater zijn apart verwerkt (zie Bijlage 6) en niet gebruikt voor de berekening van bedrijfs- en combinatiegemiddelden in dit hoofdstuk.

Omdat niet bij ieder watermonster alle chemische analyses zijn uitgevoerd, zal per kenmerk worden aangegeven bij hoeveel bedrijven de concentratie is gemeten (zie bijvoorbeeld Tabel 4.2).

Om de verschillende categorieën (combinatie van regio en bedrijfstype) op eenvoudige wijze met elkaar te kunnen vergelijken hebben we naast gemiddelden en standaardafwijkingen ook de significante verschillen tussen de categorieën berekend aan de hand van de zogenaamde PPAIR-procedure in het statistische programma GenStat (Goedhart, 2006). Met hoofdletters wordt aangegeven wanneer groepen al dan niet significant verschillen. Verschillende hoofdletters betekent dat de concentraties van de groepen significant verschillend zijn, met $p \leq 0,05$ (zie bijvoorbeeld Tabel 4.2).

Methodiek van berekening ontwikkeling waterkwaliteit

De effecten van variatie in het neerslagoverschot en veranderingen in de samenstelling van de groep van deelnemers (steekproefpopulatie) op de nitraatconcentratie worden in hoofdstuk 6 in beeld gebracht. Een statistische methode wordt gebruikt om de effecten van beleid op de nitraatconcentratie van het grondwater op te sporen en die van het weer en de steekproefpopulatie er uit te filteren

(Boumans et al., 2001). De methode houdt rekening met de volgende variabelen die van invloed zijn op de gemeten nitraatconcentratie: het neerslagoverschot (of wel de grondwateraanvulling), het bodemtype, de drainageklasse (drie klassen die zijn gebaseerd op de grondwatertrappen) en het bedrijfstype. Daarnaast houdt de methode rekening met het areaal van elk bedrijfstype in de grondsoortregio. De neerslag en verdampingsgegevens zijn afkomstig van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI, De Bilt). De neerslaggegevens betreffen tiendaagsgemiddelde waarden per KNMI-weersdistrict. Nederland bestaat uit vijftien districten. De verdampingsgegevens betreffen eveneens tiendaagsgemiddelde waarden, maar zijn alleen beschikbaar voor de vijftien hoofdstations.

De informatie over bodemtype en grondwatertrap is afkomstig van de bodem- en Gt-kaarten van Nederland (Van Drecht en Schepers, 1998), die beide beschikbaar zijn op een schaal van 1:50.000 en 1:250.000. De ligging van de percelen van de deelnemende bedrijven worden digitaal vastgelegd. Door middel van de combinatie van de digitale informatie over de perceelsligging en de bodem- en Gt-kaarten wordt per bedrijf de bodem- en Gt-verdeling vastgesteld. Een gedetailleerde beschrijving van de correctiemethode is gegeven in Fraters et al. (2004). De resultaten van de berekening worden gepresenteerd in hoofdstuk 6 van dit rapport.

In de onderstaande tabellen wordt een indeling per regio en bedrijfstype naar grondwatertrap (Tabel 2.8) en bodemtype (Tabel 2.9) gegeven. In Bijlage 4 wordt een uitgebreider overzicht van de relatieve oppervlakte per regio en bedrijfstype per grondwatertrap en per bodemtype gegeven.

Tabel 2.8 Relatieve oppervlakte (%) per grondwatertrap (globaal) per regio en bedrijfstype (Van Drecht en Schepers, 1998).

Bodemtype	Kleiregio		Veenregio Melkvee	Zand/Lössregio			
	Akkerbouw	Melkvee		Akkerbouw	Hokdier	Melkvee	Overig
Nat (I-IV)	13	30,2	99,6	33,4	62,9	38,1	26,3
Gemiddeld (V, VI)	80,9	44,3	0	37	24,8	40,2	45,1
Droog (VII, VIII)	5,6	24,4	0	29,2	12,3	21,1	28

De som van de arealen (nat, gemiddeld en droog) is minder dan 100% als gevolg van het areaal 'open water' dat niet meegenomen is in deze tabel.

Tabel 2.9 Relatieve oppervlakte (%) per bodemtype per regio en bedrijfstype (Van Drecht en Schepers, 1998).

Bodemtype	Kleiregio		Veenregio Melkvee	Zand/Lössregio			
	Akkerbouw	Melkvee		Akkerbouw	Hokdier	Melkvee	Overig
Veen	0	0	100	21,7	3,6	7,8	8
Zand	16,4	15,4	0	39,1	82,4	70,4	68,2
Klei	83,1	84,7	0	5,3	12,4	3	6
Löss	0	0	0	14,6	0	10,1	17,4
Dalgrond	0,5	0	0	19,2	1,6	8,6	0,4



Figuur 2.2 In het veld worden verschillende watermonsters genomen in van tevoren gecodeerde flesjes. Verder in beeld de multimeter en de Nitracheck-meter en de bijbehorende strookjes.

3 Karakteristieken van steekproefbedrijven

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt van de 109 bemonsterde bedrijven die in het BIN geregistreeerde landbouwkundige bedrijfsvoering gepresenteerd in tabellen. In paragraaf 3.2 worden kengetallen van melkveebedrijven getoond en in paragraaf 3.3 die van de niet-melkveebedrijven, opgesplitst in akkerbouw-, hokdier- en overige bedrijven. In deze paragraaf worden zowel beschrijvende kenmerken (Tabel 3.1, Tabel 3.3, Tabel 3.5) gepresenteerd als de berekende bemesting, nutriëntenoverschotten en enkele andere kengetallen gerelateerd aan nutriëntenmanagement (Tabel 3.2, Tabel 3.4).

Van de drie melkveebedrijven in de veenregio worden geen gegevens getoond omdat de groepsgrootte dit niet toelaat (minimaal zeven is vereist). De beschrijvende kenmerken van de bemonsterde bedrijven worden vergeleken met het gewogen gemiddelde van alle BIN-bedrijven met hetzelfde bedrijfstype in dezelfde grondsoortregio met ten minste 10 hectare cultuurgrond in gebruik. De bemonsterde bedrijven maken derhalve deel uit van de groep waarop het BIN-gemiddelde is gebaseerd. Bij vier bedrijven geldt dit niet omdat het areaal cultuurgrond net iets onder deze grens bleek (tussen 8 en 10 ha) te liggen. Deze bedrijven zijn alleen meegenomen in LMM-gemiddelden.

Van bemesting en nutriëntenoverschotten worden gemiddelden en standaardafwijking gepresenteerd om ook inzicht te geven in de spreiding binnen regio's. Omdat niet alle variabelen normaal verdeeld zijn, kunnen uit de gepresenteerde standaardafwijkingen geen conclusies worden verbonden over het betrouwbaarheidsinterval.

Voor hokdier- en overige bedrijven worden bemesting en nutriëntenoverschotten niet gerapporteerd. Op deze bedrijven gaat de inschatting van mineralenafvoer via mest en dieren met de nodige onzekerheid gepaard. In veel gevallen is de afgevoerde hoeveelheid mest vermenigvuldigd met de mineralengehalten niet in overeenstemming met de aanvoer van mineralen in het voer minus de afvoer van mineralen via vlees en eieren. Dit fenomeen wordt vaak aangeduid als het zogenaamde 'Minasgat'. Omdat deze bedrijven doorgaans een groot deel van de mest afvoeren en weinig grond in gebruik hebben, worden deze onzekerheden in de afvoerposten gedeeld door kleine oppervlaktes waardoor deze groep bedrijven vaak extreme overschotten vertoont, zowel laag (tot fors negatief) als hoog.

3.2 Melkvee

Melkveebedrijven in de kleiregio waren in 2002 in het BIN gemiddeld groter dan in de zand/lössregio (Tabel 3.1). Dit geldt ook voor de bemonsterde bedrijven. Zowel in de klei- als in de zand/lössregio wijken de bemonsterde melkveebedrijven qua omvang nauwelijks af van het BIN-gemiddelde. In de zand/lössregio is ook het bouwplan van de bemonsterde bedrijven nagenoeg gelijk aan het BIN-gemiddelde bouwplan. Wel lag het aandeel biologische gewassen op de bemonsterde bedrijven iets hoger dan gemiddeld. In de kleiregio wijkt het bouwplan op de bemonsterde bedrijven wel af van het BIN-gemiddelde. In deze regio verbouwden de bemonsterde bedrijven op een groter deel van het areaal snijmaïs dan gemiddeld in het BIN. Ook het percentage marktbaar gewassen was op de bemonsterde bedrijven groter dan het BIN-gemiddelde in de kleiregio. Hierdoor was het aandeel grasland op de bemonsterde bedrijven in de kleiregio aanzienlijk lager dan het BIN-gemiddelde.

Tabel 3.1 Karakteristieken in 2002 van de melkveebedrijven bemonsterd in het LMM in 2003 ten opzichte van het BIN gemiddelde van 2002.

<i>Karakteristieken</i>	Zand/löss		Klei	
	LMM Gem.(st.afw.) N=38	BIN-gem. N=164	LMM Gem.(st.afw.) N=16	BIN-gem. N=60
Grond				
Oppervlakte cultuurgrond (ha)	36	36	45	46
- Grasland (% van opp.)	73	74	68	79
- Snijmaïs (% van opp.)	22	23	24	14
- Overige voedergewassen (% van opp.)	1	1	0	1
- Marktbaar gewassen (% van opp.)	3	3	8	6
- Biologische gewassen (% van opp.)	5	1	0	2
Dieren				
<i>Graasdieren (GVE/ha)</i>	<i>2,1</i>	<i>2,2</i>	<i>2,3</i>	<i>2,2</i>
- waarvan melkkoeien (GVE/ha)	1,6	1,7	1,8	1,7
- waarvan jongvee (GVE/ha)	0,4	0,4	0,5	0,4
- waarvan overige graasdieren (GVE/ha)	0,0	0,1	0,1	0,1
<i>Hokdieren (GVE/ha)</i>	<i>0,5</i>	<i>0,4</i>	<i>0,4</i>	<i>0,1</i>
- waarvan varkens (GVE/ha)	0,3	0,4	0,2	0,1
- waarvan pluimvee (GVE/ha)	0,2	0,0	0,1	0,1
- waarvan vleeskalveren (GVE/ha)	0,0	0,0	0,0	0,0
- waarvan overige hokdieren (GVE/ha)	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Totaal alle dieren (GVE/ha)</i>	<i>2,6</i>	<i>2,6</i>	<i>2,7</i>	<i>2,3</i>
Melkproductie				
kg FPCM/ha voedergewassen	12836	13628	15150	14086
kg FPCM/melkkoe	7798	7847	7803	7985

Op de bemonsterde melkveebedrijven in de zand/lössregio was de totale veebezetting per hectare gelijk aan het BIN-gemiddelde. Het aantal graasdieren per hectare lag iets lager en het aantal hokdieren iets hoger dan gemiddeld in het BIN. De bemonsterde bedrijven in de zand/lössregio produceerden ongeveer 6% minder melk per ha voedergewas (uitgedrukt in kg meetmelk) dan het BIN-gemiddelde.

Op de bemonsterde bedrijven in de kleiregio was het aantal dieren per ha voor nagenoeg elke diercategorie hoger dan gemiddeld in het BIN. Ook de gemiddelde melkproductie per ha voedergewas was in de kleiregio gemiddeld 7% hoger dan het BIN-gemiddelde. De gemiddelde melkproductie per koe lag in beide regio's een fractie lager dan gemiddeld in het BIN.

Tabel 3.2 Mestgebruik, nutriëntenoverschotten en kenmerken nutriëntenmanagement in 2002 op de LMM-melkveebedrijven bemonsterd in 2003 in de zand/lössregio en de kleiregio.

	Zand/löss		Klei	
	Gem.(st.afw.) N=38		Gem.(st.afw.) N=16	
<i>Mestgebruik</i>	In kg N/ha	In kg P ₂ O ₅ /ha	In kg N/ha	In kg P ₂ O ₅ /ha
Productie dierlijke mest	276 (78)	100 (41)	302 (70)	108 (28)
– afvoer dierlijke mest	17 (39)	9 (24)	21 (42)	13 (31)
+ aanvoer dierlijke mest	8 (13)	4 (7)	35 (55)	18 (30)
Gebruik dierlijke mest	267 (52)	95 (22)	316 (81)	114 (35)
+ gebruik kunstmest	133 (60)	18 (20)	170 (47)	21 (28)
+ gebruik overige organische mest	0 (0)	0 (0)	3 (9)	2 (6)
Totaal gebruik mest	400 (91)	113 (32)	489 (111)	137 (51)
Nutriëntenoverschotten				
Ingaand	302 (142)	83 (54)	375 (137)	105 (55)
– uitgaand	109 (86)	49 (42)	129 (59)	59 (37)
Overschot bedrijfsbalans	192 (80)	34 (26)	247 (107)	45 (46)
+ depositie, fixatie, mineralisatie	51 (33)	-	40 (7)	-
– emissie	49 (28)	-	56 (19)	-
Overschot bodembalans	194 (77)	34 (26)	231 (101)	45 (46)
Kengetallen nutriëntenmanagement				
Maaipercantage (%)	240 (63)		273 (75)	
Percentage opslagcap. dierlijke mest (%)	132 (52)		133 (52)	
Aandeel weide-uren mei-okt melkkoeien (%)	52 (25)		46 (30)	

Op de bemonsterde bedrijven in de zand/lössregio werd in 2002 gemiddeld 400 kg N en 113 kg P₂O₅ aan meststoffen gebruikt. Voor stikstof was twee derde van de toegediende meststoffen afkomstig van dierlijke mest. Een derde deel wordt via kunstmest toegediend. Voor fosfaat geldt dat 84% van de gebruikte meststoffen dierlijk van oorsprong is en 16% via kunstmest wordt toegediend. In deze regio is de gemiddelde gebruikte hoeveelheid dierlijke mest juist iets lager dan de productie hiervan op het bedrijf doordat iets meer mest wordt afgevoerd dan er wordt aangevoerd.

Op de bemonsterde bedrijven in de kleiregio werd niet alleen meer mest geproduceerd maar ook meer mest aangevoerd waardoor de totale hoeveelheid toegediende dierlijke mest aanzienlijk hoger ligt dan in de zand/lössregio (Tabel 3.2). Doordat ook de aanvoer van kunstmest en overige organische meststoffen aanzienlijk hoger is dan in de zand/lössregio, ligt de bemesting op de bemonsterde kleibedrijven zowel voor stikstof als fosfaat ruim 20% hoger in deze regio. Omdat deze gemiddelden een grote spreiding vertonen en slechts gebaseerd zijn op zestien bedrijven die bovendien per hectare meer dieren hielden en een hogere melkproductie realiseerden dan het BIN-gemiddelde, mag uit deze gegevens niet worden geconcludeerd dat de bemesting in de kleiregio structureel hoger is.

Zowel de aanvoer als de afvoer van nutriënten zijn op de bemonsterde bedrijven in de kleiregio hoger dan in de zand/lössregio. Omdat de hogere aanvoer niet volledig wordt gecompenseerd door een hogere afvoer zijn de overschotten op de bedrijfsbalans zowel voor stikstof als voor fosfaat in de kleiregio ongeveer 30% hoger dan in de zand/lössregio. In de kleiregio is de emissie van stikstof groter dan de aanvoer van stikstof via mineralisatie, fixatie en depositie waardoor het uiteindelijke overschot op de bodembalans (231 kg N/ha) kleiner is dan het overschot op de bedrijfsbalans (247 kg N/ha). In de zand/lössregio zijn beide posten nagenoeg even groot waardoor het uiteindelijke overschot op de

bodembalans (194 kg N/ha) op bijna hetzelfde niveau ligt als het overschot op de bedrijfsbalans (192 kg N/ha).

Uit de kengetallen van het nutriëntenmanagement kan worden opgemaakt dat de mestopslagcapaciteit op de bemonsterde melkveebedrijven in beide regio's gemiddeld 133% van de halfjaarproductie bedraagt wat overeenkomt met een periode van ongeveer acht maanden. Op de bedrijven in de kleiregio wordt iets meer gemaaid (273% versus 240% op grasland) en iets minder geweid (melkkoeien lopen 46% versus 52% van de uren buiten in de periode mei-oktober) ten opzichte van de zand/lössregio. Dit versterkt het beeld dat de bemonsterde bedrijven in de kleiregio intensiever zijn dan in de zand/lössregio.

3.3 Niet-melkveebedrijven

3.3.1 Akkerbouw

De bemonsterde akkerbouwbedrijven waren zowel in de zand/löss- als in de kleiregio aanzienlijk groter dan het gemiddelde akkerbouwbedrijf in het BIN (Tabel 3.3). Dit vloeit voort uit het streven om binnen LMM representatief te zijn voor het totale areaal van akkerbouwbedrijven. Omdat grote akkerbouwbedrijven een groter deel van het areaal beslaan, hebben zij een grotere kans om geselecteerd te worden voor het LMM. Op de zandgronden kwam het gemiddelde bouwplan op de bemonsterde bedrijven redelijk overeen met het BIN-gemiddelde. Wel lag het aandeel aardappelen op de LMM-bedrijven 5% hoger dan gemiddeld, ten koste van de granen. Ook bij de (relatief kleine) groep van bemonsterde bedrijven in de kleiregio vertoont het bouwplan veel gelijkenis met het gemiddelde van de akkerbouwbedrijven in het BIN. Net als in de zand/lössregio werden ook op de bemonsterde kleibedrijven relatief meer aardappelen geteeld dan gemiddeld. Het aandeel consumptieaardappelen op de LMM-bedrijven was relatief kleiner dan gemiddeld in het BIN maar dat van pootaardappelen fors hoger. In overeenstemming met het BIN-gemiddelde waren op de bemonsterde akkerbouwbedrijven slechts in beperkte mate dieren aanwezig.

Tabel 3.3 Karakteristieken in 2002 van de akkerbouwbedrijven bemonsterd in het LMM in 2003 ten opzichte van het BIN-gemiddelde van 2002.

<i>Karakteristieken</i>	Zand/löss		Klei	
	LMM-gem. N=19	BIN-gem. N=44	LMM-gem. N=8	BIN-gem. N=94
Grond				
Oppervlakte cultuurgrond	94	45	91	51
- voedergewassen (% van opp.)	8	9	0	5
- consumptieaardappelen (% van opp.)	10	10	5	13
- pootaardappelen (% van opp.)	2	3	24	9
- fabrieksaardappelen (% van opp.)	25	19	0	0
- suikerbieten (% van opp.)	23	22	16	17
- wintertarwe (% van opp.)	4	4	15	15
- zomergerst (% van opp.)	17	19	8	5
- overige granen (% van opp.)	3	7	13	13
- peulvruchten (% van opp.)	2	1	2	2
- graszaad (% van opp.)	1	2	3	7
- braak (% van opp.)	2	1	4	3
- overige gewassen (% van opp.)	4	3	11	11
Biologische gewassen (% van opp.)	0	2	0	2
Dieren				
Graasdieren (GVE/ha)	0,1	0,1	0,0	0,0
Hokdieren (GVE/ha)	0,1	0,0	0,0	0,1
Totaal graas- en hokdieren (GVE/ha)	0,2	0,1	0,0	0,1

Op de bemonsterde akkerbouwbedrijven in de zand/lössregio is sprake van een mestproductie terwijl in de kleiregio geen mest wordt geproduceerd (Tabel 3.4). De aanvoer van dierlijke mest in de zand/lössregio is groter dan in de kleiregio. Opvallend is dat de verhouding tussen stikstof en fosfaat in de aangevoerde dierlijke mest verschilt tussen de regio's; in de kleiregio is een belangrijk deel van de aangevoerde mest afkomstig van pluimvee. Het lagere gebruik van dierlijke mest in de kleiregio wordt gedeeltelijk gecompenseerd door een hoger kunstmestgebruik. Gezien het kleine aantal bedrijven en de grote spreiding in de kleiregio dient men zeer voorzichtig te zijn met het trekken van conclusies ten aanzien van het mestgebruik in deze regio.

Tabel 3.4 Mestgebruik en nutriëntenoverschotten in 2002 op de akkerbouwbedrijven bemonsterd voor LMM in 2003 in de zand/lössregio en de kleiregio.

	Zand/löss		Klei	
	Gem.(st.afw.) N=18*		Gem.(st.afw.) N=7**	
<i>Mestgebruik</i>	In kg N/ha	In kg P ₂ O ₅ /ha	In kg N/ha	In kg P ₂ O ₅ /ha
Productie dierlijke mest	11 (23)	4 (9)	0 (0)	0 (0)
– afvoer dierlijke mest	1 (4)	1 (2)	0 (0)	0 (0)
+ aanvoer dierlijke mest	114 (64)	69 (36)	42 (44)	26 (28)
Gebruik dierlijke mest	124 (63)	72 (35)	42 (44)	26 (28)
+ gebruik kunstmest	84 (35)	18 (19)	129 (50)	49 (14)
+ gebruik overige organische mest	1 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Totaal gebruik mest	208 (67)	90 (47)	170 (70)	75 (24)
Nutriënten overschotten				
Ingaand	203 (74)	89 (47)	176 (67)	77 (23)
– uitgaand	108 (30)	45 (10)	114 (13)	46 (4)
Overschot bedrijfsbalans	95 (74)	44 (48)	62 (76)	31 (26)
+ depositie, fixatie, mineralisatie	43 (10)	-	27 (5)	-
– emissie	4 (6)	-	2 (1)	-
Overschot bodembalans	133 (72)	44 (48)	86 (79)	31 (26)

* *Één bedrijf niet meegenomen vanwege meer dan 20% GVE van derden.*

** *Één bedrijf niet meegenomen vanwege onvolledige vastlegging.*

Omdat op akkerbouwbedrijven de aanvoer van nutriënten op de bedrijfsbalans voor het overgrote deel bestaat uit meststoffen, vertoont de ingaande stroom van stikstof en fosfaat op bedrijfsniveau veel overeenkomsten met de bemesting. De gemiddelde uitgaande hoeveelheid stikstof en fosfaat is nagenoeg gelijk tussen de regio's. In de zandregio is de aanvoer op de bodembalans hoger omdat er meer stikstof wordt aangevoerd via depositie en mineralisatie. Het gemiddelde stikstofoverschot op de bodembalans is daardoor hoger in de zand/lössregio. Het gemiddelde fosfaatoverschot op de bodembalans is hoger in de kleiregio door de hogere bemesting. Ook hier kan uit de spreiding worden opgemaakt dat aan deze getallen geen harde conclusies ten aanzien van verschillen tussen de regio's kunnen worden verbonden.

3.3.2 Hokdier- en overige bedrijven

De bemonsterde hokdierbedrijven waren qua oppervlakte even groot als het gemiddelde hokdierbedrijf in het BIN met een oppervlakte groter dan 10 ha. Ook de verhouding voedergewassen : marktbaar gewassen verschilt nauwelijks. Binnen de voedergewassen zijn de gewasaandelen echter wel verschillend. Op de bemonsterde bedrijven werd grofweg een derde gebruikt als grasland, een derde voor maïs en het resterende derde deel voor overige gewassen waarvan een aanzienlijk aandeel granen. BIN-gemiddeld was het aandeel grasland ongeveer een vijfde tegen bijna 50% snijmaïs. De gemiddelde veebezetting op de bemonsterde hokdierbedrijven wijkt af van de gemiddelde veebezetting van hokdierbedrijven in het BIN die groter dan 10 ha zijn. Dit wordt met name veroorzaakt door één mega-pluimveebedrijf met een hele hoge veebezetting in de BIN-populatie. Wat betreft de andere diersoorten komt de veebezetting redelijk goed overeen met het BIN-gemiddelde.

Bij de (heterogene) groep overige bedrijven is de oppervlakte van de bemonsterde bedrijven groter dan het BIN-gemiddelde (36 versus 30 ha). Qua bouwplan neemt grasland op de bemonsterde bedrijven een groter aandeel in en snijmaïs een kleiner aandeel. Op de LMM-bedrijven is verder een groter deel van

de gewassen biologisch geteeld. De dieren aantallen per ha op de bemonsterde overige bedrijven liggen iets hoger dan de gemiddelde dieren aantallen per ha in het BIN.

Tabel 3.5 Karakteristieken in 2002 van de akkerbouwbedrijven bemonsterd in het LMM in 2003 ten opzichte van het BIN-gemiddelde van 2002.

<i>Karakteristieken</i>	Hokdier		Overig	
	LMM-gem. N=10	BIN-gem. N=37	LMM-gem. N=15	BIN-gem. N=35
Grond				
Oppervlakte cultuurgrond (ha)	16	16	36	30
- grasland (% van opp.)	33	19	56	47
- maïs (% van opp.)	36	47	12	18
- overige voedergewassen (% van opp.)	11	12	5	4
- consumptieaardappelen (% van opp.)	3	2	4	5
- pootaardappelen (% van opp.)	0	0	0	0
- fabrieksaardappelen (% van opp.)	0	0	0	0
- suikerbieten (% van opp.)	6	7	7	10
- wintertrawe (% van opp.)	5	3	1	2
- zomergerst (% van opp.)	0	0	2	2
- overige granen (% van opp.)	6	6	3	5
- peulvruchten (% van opp.)	0	0	3	2
- graszaad (% van opp.)	0	1	0	0
- braak (% van opp.)	0	2	0	1
- overige gewassen (% van opp.)	0	1	7	4
Biologische gewassen (% van opp.)	0	0	12	7
Dieren				
Melkkoeien (GVE/ha)	0,2	0,1	0,9	0,6
Totaal graasdieren (GVE/ha)	0,5	0,4	1,5	1,0
Varkens (GVE/ha)	10,1	10,5	3,0	2,5
Pluimvee (GVE/ha)	2,6	16,8	1,7	0,7
Vleeskalveren (GVE/ha)	2,9	1,1	0,0	0,1
Overige hokdieren (GVE/ha)	1,4	2,3	0,0	0,0
Totaal hokdieren (GVE/ha)	17,0	30,7	4,7	3,3
Totaal graas- en hokdieren (GVE/ha)	17,5	31,1	6,2	4,4

4 Gemeten waterkwaliteit

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd van de bemonstering van het grondwater, drainwater en bodemvocht op de 109 bedrijven waarvan zowel BIN- als waterkwaliteitsgegevens zijn. De chemische analyses van slootwater zijn apart verwerkt en niet gebruikt voor de berekening van bedrijfs- en categoriegemiddelden (zie paragraaf 2.3.2) in dit hoofdstuk, maar worden weergegeven in Bijlage 6. Onder een categorie wordt de combinatie van hoofdgrondsoortregio (zand/löss, klei, veen) en bedrijfstype (akkerbouw, melkvee, hokdier, overig) bedoeld.

Voor ieder gemeten kenmerk worden de bedrijfsgemiddelde resultaten in een tabel en in een grafiek samengevat. In de tabellen staat aangegeven wat voor iedere categorie het gemiddelde van de bedrijfsconcentraties was en bij hoeveel verschillende bedrijven de analyse is uitgevoerd. Tevens wordt aangeduid of de categorieën significant verschillen (zie paragraaf 2.2) en wat het percentage bedrijven is dat onder de betreffende waterkwaliteitsnorm blijft (zie Tabel 4.1).

Tabel 4.1 Normen (in mg/l), streefwaarden en interventiewaarden (in µg/l) van de gemeten waterkwaliteitsparameters in het grondwater (o.a. Commissie Integraal Waterbeheer, 2000).

Parameter	Norm grondwater zand/lössregio (in mg/l)	Norm kleiregio (in mg/l)
nitraat	50	50
ammonium	2	10
organische stikstof	-	-
stikstof totaal	-	-
fosfor	0,4	3
orthofosfaat	0,1	0,1
DOC	-	-
EC	-	-
pH	-	-
natrium	-	-
kalium	-	-
calcium	-	-
magnesium	-	-
sulfaat	150	150
chloride	100	100
ijzer	-	-
Sporenelementen	Streefwaarde grondwater (in µg/l)	Interventiewaarde grondwater (in µg/l)
arseen	10	60
cadmium	0,40	6
chromium	1,0	30
koper	15	75
lood	15	75
nikkel	15	75
zink	65	800

Naast tabellen zal voor de presentatie van de gegevens gebruik worden gemaakt van cumulatieve percentielgrafieken (zie bijvoorbeeld Figuur 4.1). Op de y-as is de bedrijfsgemiddelde concentratie in het grondwater weergegeven. Op de x-as van de figuren is het percentage waarnemingen weergegeven met een concentratie kleiner dan of gelijk aan de concentratie welke is af te lezen op de y-as. De laagste concentratie ligt bij 0 percentiel, de mediaan bij 50% en de hoogste waarde bij 100%.

De grafieken kunnen op twee manieren gebruikt worden. Aan de hand van Figuur 4.1 zal dit worden toegelicht. In deze figuur zijn de bedrijfsgemiddelde nitraatconcentraties weergegeven voor melkveebedrijven in de regio's klei (16 bedrijven) en zand/löss (38 bedrijven). Als men wil weten hoeveel procent van de melkveebedrijven op zand/löss een concentratie heeft lager dan de grenswaarde van 50 mg nitraat/l, dan start men vanaf deze waarde op de y-as en gaat naar rechts totdat de gele zand/lösslijn wordt bereikt. Vanaf hier gaat men loodrecht naar beneden en leest op de x-as het bijbehorende percentage af. In dit geval is dat ongeveer 54% (zie ook Tabel 4.2). Wil men weten beneden welke concentratie 90% van de bedrijven blijft, dan wordt gestart op de x-as bij 90%. Men gaat loodrecht omhoog, totdat de zand/lösslijn gekruist wordt. Links leest men op de y-as de bijbehorende concentratie af. In dit geval is dat circa 105 mg nitraat/l.

In Bijlage 5 staat voor ieder gemeten waterkwaliteitskenmerk de 10-, 25-, 50-, 75- en 90-percentiel waarde zoals gemeten in grondwater, drainwater en bodemvocht. In Bijlage 6 staan de meetwaarden voor de sloten.

Het LMM 2003 bestond voor twee derde uit bedrijven in de zandregio (zie Tabel 2.3). Vanwege het kleine aantal bedrijven per bedrijfstype in de lössregio, zijn deze bedrijven bij de beschrijving en analyse samengevoegd met de bedrijven van hetzelfde bedrijfstype in de zandregio. Afgesproken is dat uitsluitend bedrijfstypen met meer dan zeven bedrijven gerapporteerd worden. Bij de bedrijven in de veenregio zullen zoals eerder vermeld wel gemiddelden van de diverse karakteristieken worden berekend en worden meegenomen bij de PPAIR-analyse. Omdat drie bedrijven te weinig is om een representatieve weergave te geven voor alle bedrijven in de veenregio, dienen de vermelde data slechts ter indicatie.

4.2 Stikstof

Algemeen

Stikstof in de bodem is aanwezig in organische en anorganische vorm. Het grootste deel van de stikstof in de bodem komt voor in organische structuren zoals in aminozuren. Bij afbraak (mineralisatie) van organische stof komt stikstof primair in de vorm van ammonium (NH_4) vrij. Ammonium kan door planten worden opgenomen, door microben worden geïmmobiliseerd en door kleimineralen worden gefixeerd. Het merendeel van de uit de organische stof vrijgekomen ammonium wordt door chemo-autotrofe bacteriën onder aerobe omstandigheden geoxideerd naar nitraat via het nitrificatieproces. Nitraat is goed opneembaar voor planten maar kan ook gemakkelijk uitspoelen. Onder anaerobe omstandigheden kan nitraat door denitrificerende bacteriën omgezet worden in N_2O en N_2 en zo verdwijnen in de atmosfeer. De nitraatconcentratie in het grondwater wordt beïnvloed door de mate waarin denitrificatie optreedt. In de Nitraatrichtlijn (EU, 1991) is gesteld dat de nitraatconcentratie in het water niet hoger zou moeten zijn dan 50 mg nitraat per liter.

Bij bemesting van de bodem met stikstof wordt over het algemeen een grotere hoeveelheid toegediend dan door het gewas kan worden opgenomen. Dit overschot kan worden vastgelegd, denitrificeren, uitspoelen of vervluchtigen. De mate van uitspoeling van stikstof uit de bouwvoor is afhankelijk van een groot aantal factoren, zoals de grootte van de stikstofgift, de wijze en het tijdstip van toediening, het bodemgebruik, de grondwaterstand, het bodemtype, de gewasopname en het neerslagoverschot. De uitspoeling zal voornamelijk in de periode oktober t/m april plaatsvinden, dit is de periode dat het neerslagoverschot doorgaans positief is en er minder opname door het gewas plaatsvindt.

Nitraat

De nitraatconcentratie in het neerslagoverschot was voor de zandregio gemiddeld 64 mg/l, voor de kleiregio 29 mg/l, en voor de veenregio 1 mg/l. De relatief lage nitraatconcentraties in de klei- en veenregio's liggen in de lijn der verwachting: in die gebieden wordt nitraat vanwege de hoge grondwaterstand en de aanwezigheid van organische stof, waardoor het grondwater anaeroob wordt, eerder gedenitrificeerd. In de klei- en veenregio lag de nitraatconcentratie bij 84 tot 100% van de bedrijven onder de norm van 50 mg/l, terwijl in de categorie 'zand/löss-overig' slechts 32% van de bedrijven onder de norm van 50 mg/l zat.

Er zijn binnen de regio's verschillen gevonden tussen de categorieën. Zo was de nitraatconcentratie in de zand/lössregio significant hoger bij de 'overige' bedrijven (D) dan bij de melkveebedrijven (BC) (zie laatste kolom Tabel 4.2).

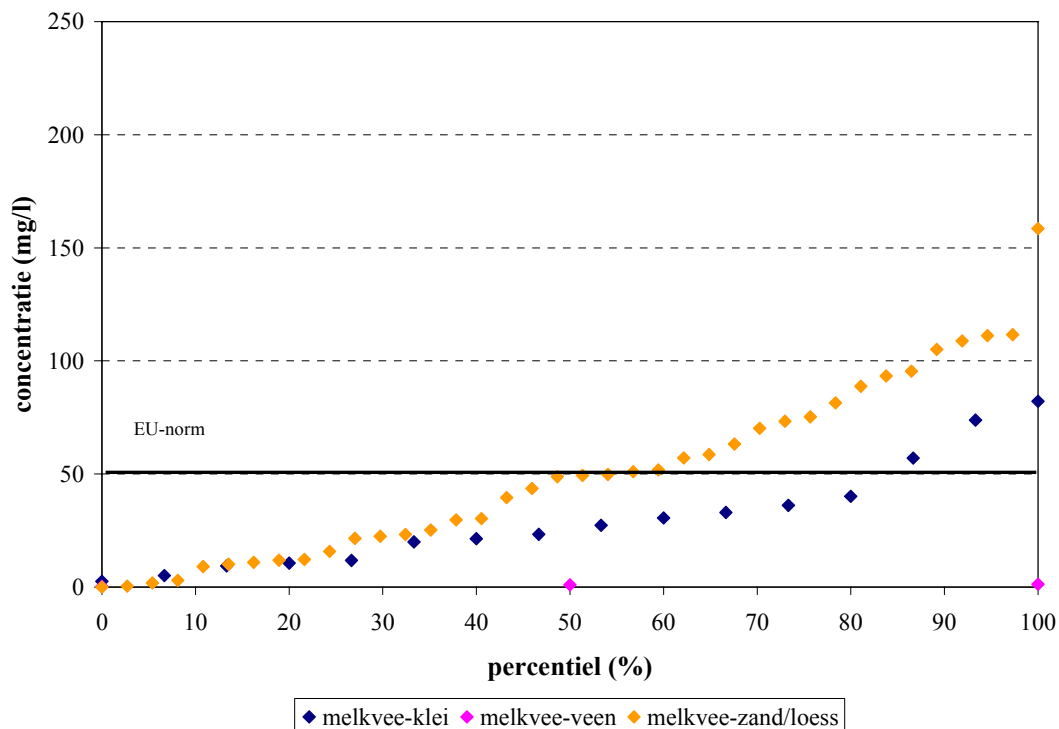
Tabel 4.2 Gemiddelde nitraatconcentratie (mg/l) en percentage bedrijven met een bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie onder de norm van 50 mg/l en het verschil tussen de categorieën.

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	% onder norm	Vershil*
Klei	akkerbouw	8	29	96	AB
	melkvee	16	30	84	AB
Veen	melkvee	3	1	100	A
Zand en löss	akkerbouw	19	67	41	CD
	hokdier	10	56	55	BCD
	melkvee	38	50	54	BC
	overig	15	76	32	D

* Verschillende hoofdletters betekent dat de concentraties van de groepen significant verschillend zijn, met $p \leq 0,05$.

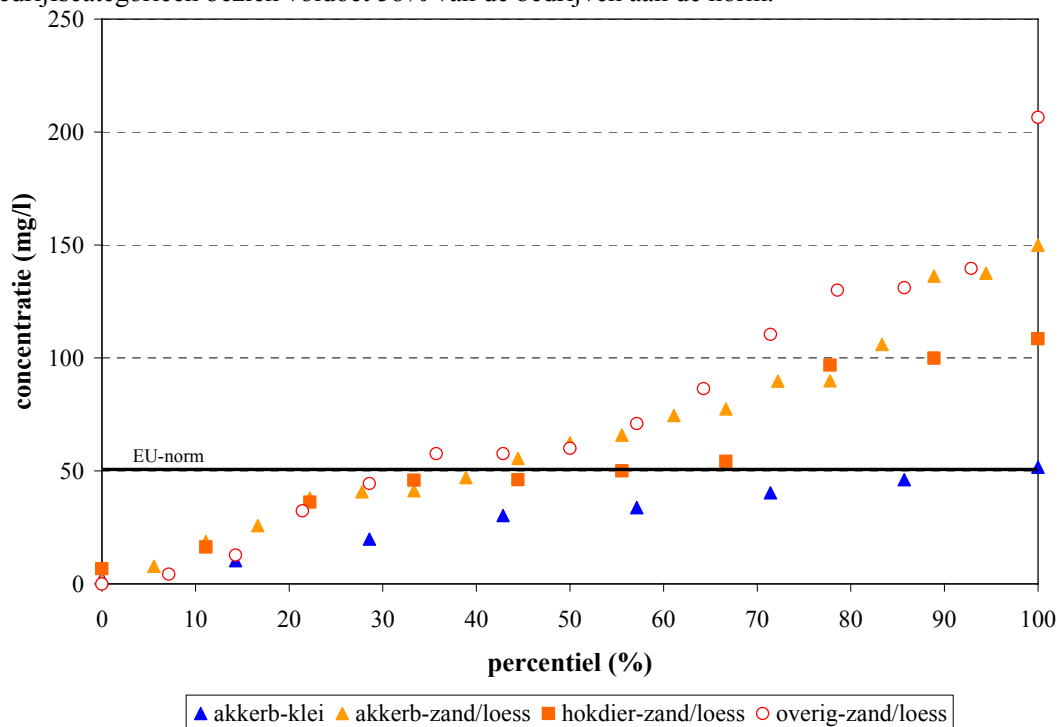
In Figuur 4.1 zijn alle bedrijfsgemiddelde nitraatconcentraties voor de melkveebedrijven weergegeven, te weten 3 veenbedrijven, 16 kleibedrijven en 38 zand/lössbedrijven. Uit de figuur blijken duidelijk de verschillen in concentratie tussen de regio's. Zoals eerder aangegeven wordt nitraat door de anaerobe omstandigheden in veen nagenoeg volledig omgezet in N_2O en N_2 .

Tevens is in Figuur 4.1 te zien dat er binnen een categorie grote verschillen bestaan in de nitraatconcentratie. Zo varieert de bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie van melkveebedrijven op zand/löss tussen 0 mg/l en 159 mg/l. Deze variatie wordt veroorzaakt door verschillende factoren, zoals onder andere verschillen in de bedrijfsvoering, in bodemtype en grondwatertrap.



Figuur 4.1 Bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie (mg NO₃/l) bij melkveebedrijven

Voor de andere landbouwbedrijven geldt dat voornamelijk de akkerbouwbedrijven en de overige bedrijven in de zand/lössregio een hoge nitraatconcentratie hebben (zie Figuur 4.2). Over alle bedrijfscategorieën gezien voldoet 58% van de bedrijven aan de norm.



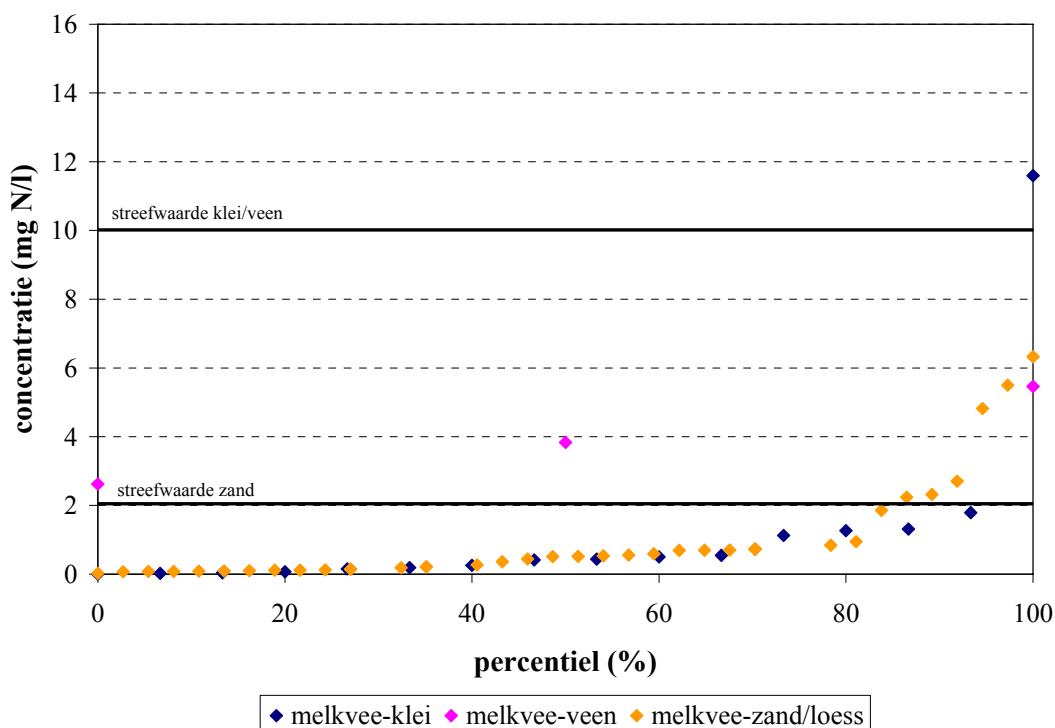
Figuur 4.2 Bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie (mg NO₃/l) bij niet-melkveebedrijven.

Ammonium

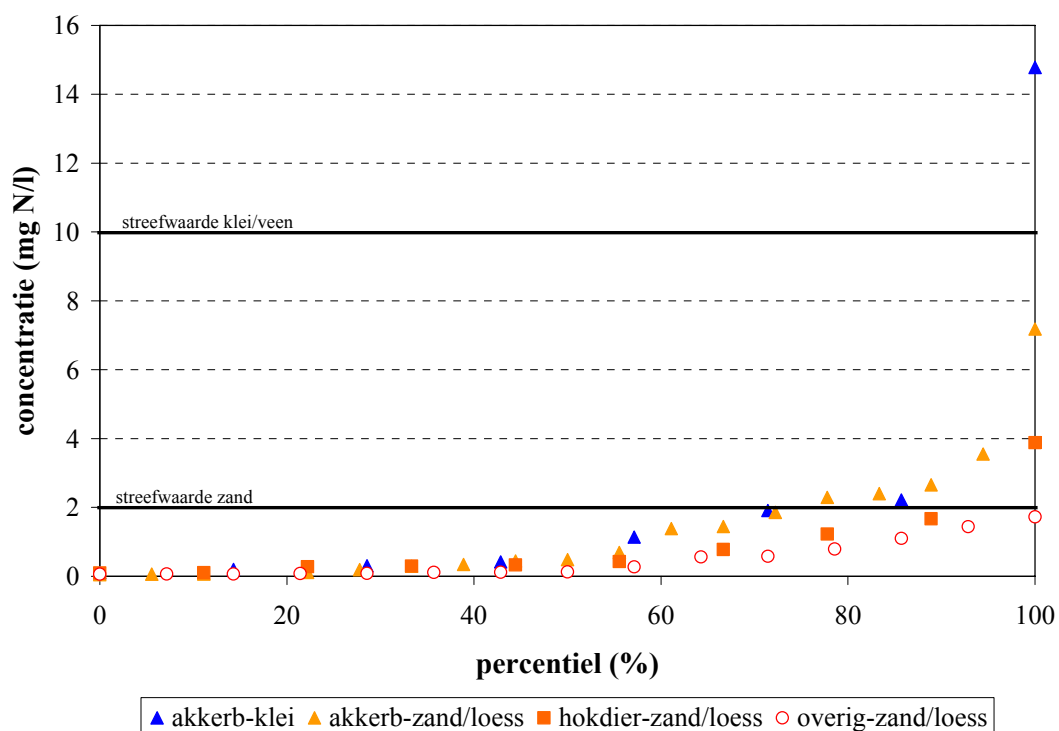
Ammonium komt vrij bij de afbraak van organische stof in de bodem door micro-organismen, waarna het positieve ion door (negatief geladen) kleimineralen kan worden gebonden. Ammonium komt derhalve relatief veel voor in bodems die rijk zijn aan organische stof en klei, zoals de bodems in de klei- en veenregio's (zie Tabel 4.3). De normstelling is hierop aangepast (er geldt een norm van 2 mg/l in de zand/lössregio en een norm van 10 mg/l in de klei- en veenregio). Bij de akkerbouw- en melkveebedrijven in de kleiregio komt voor beide bedrijfstypen eenmaal een concentratie hoger dan 10 mg ammonium-N per liter voor (zie Figuur 4.3 en Figuur 4.4).

Tabel 4.3 Gemiddelde $\text{NH}_4\text{-N}$ concentratie (in mg N/l) en percentage bedrijven waarvan de bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie onder de norm van 2 mg N/l (voor bedrijven in de zand/lössregio) en 10 mg N/l zat (in de klei- en veenregio) en het verschil tussen de categorieën.

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	% onder norm	Vershil
Klei	akkerbouw	8	2,0	98	BC
	melkvee	16	1,0	100	AB
Veen	melkvee	3	3,1	100	C
Zand en löss	akkerbouw	19	1,0	87	AB
	hokdier	10	0,7	93	AB
	melkvee	38	0,8	91	AB
	overig	15	0,4	100	A



Figuur 4.3 Bedrijfsgemiddelde ammoniumstikstofconcentratie (mg N/l) bij melkveebedrijven. De streefwaarde ligt bij een concentratie van 2 mg N/l voor bedrijven in de zand/lössregio en 10 mg N/l in de klei- en veenregio.



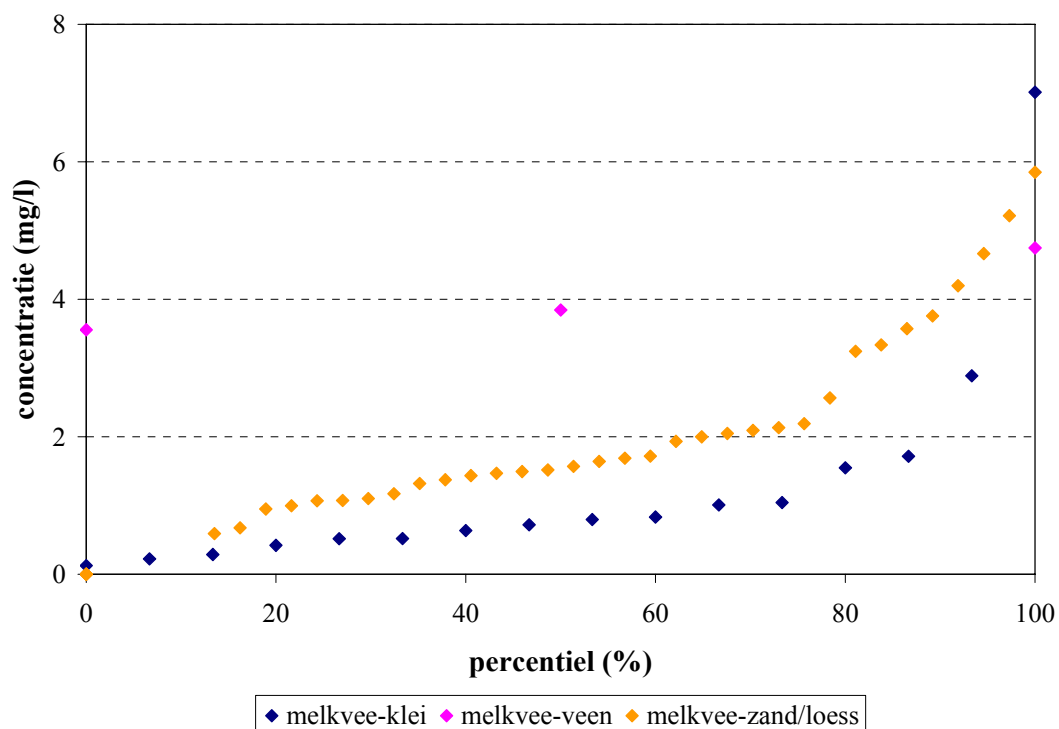
Figuur 4.4 Bedrijfsgemiddelde ammoniumstikstofconcentratie (mg N/l) bij niet-melkveebedrijven.

Organische stikstof

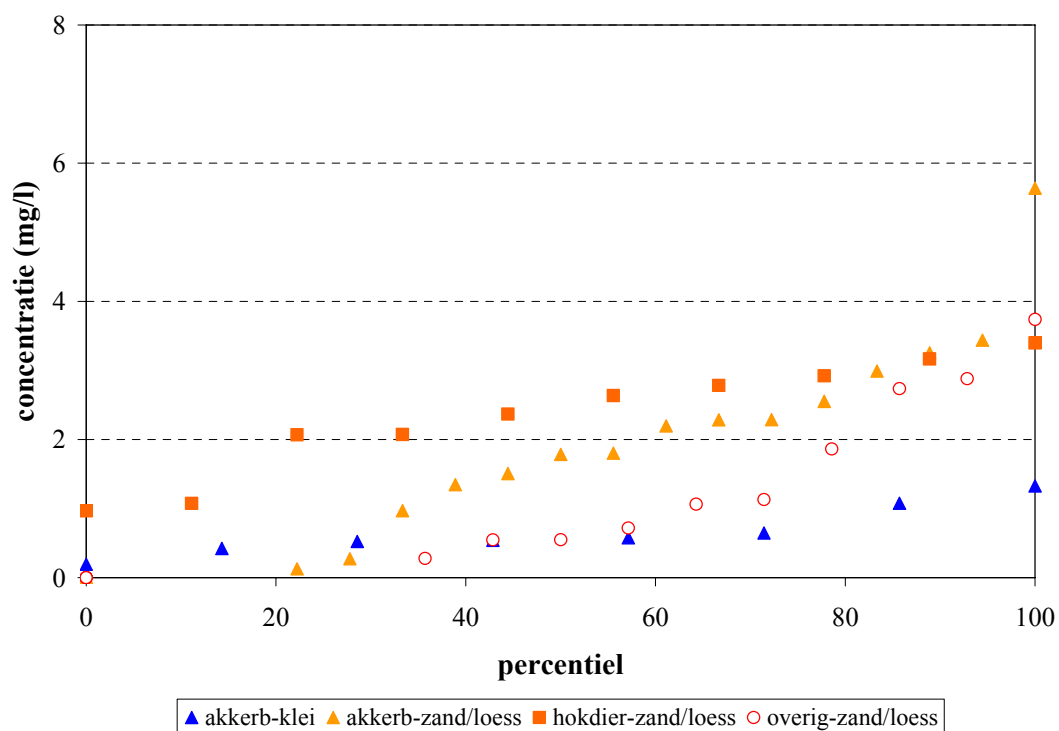
De concentratie organische stikstof is het hoogst bij de drie bedrijven in de veenregio (Tabel 4.4). Dit ligt in de lijn der verwachting omdat veen rijk is aan organische stof. Voor organische stikstof bestaat geen norm of streefwaarde.

Tabel 4.4 Gemiddelde concentratie organische stikstof (in mg stikstof/l) en het verschil tussen de categorieën.

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	Vershil
Klei	akkerbouw	8	0,7	A
	melkvee	16	1,3	AB
Veen	melkvee	3	4,1	C
Zand en löss	akkerbouw	19	1,7	AB
	hokdier	10	2,4	BC
	melkvee	38	1,9	B
	overig	15	1,0	A



Figuur 4.5 Bedrijfsgemiddelde organische stikstofconcentratie (mg N/l) bij melkveebedrijven.



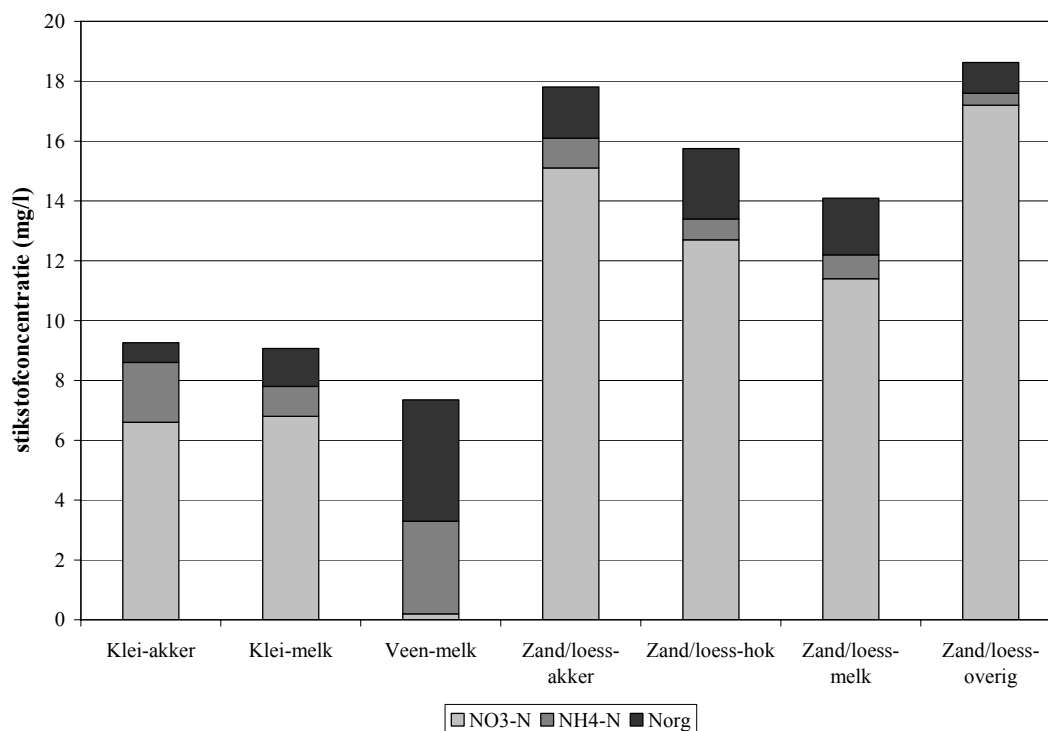
Figuur 4.6 Bedrijfsgemiddelde organische stikstofconcentratie (mg N/l) bij niet-melkveebedrijven.

Stikstof-totaal

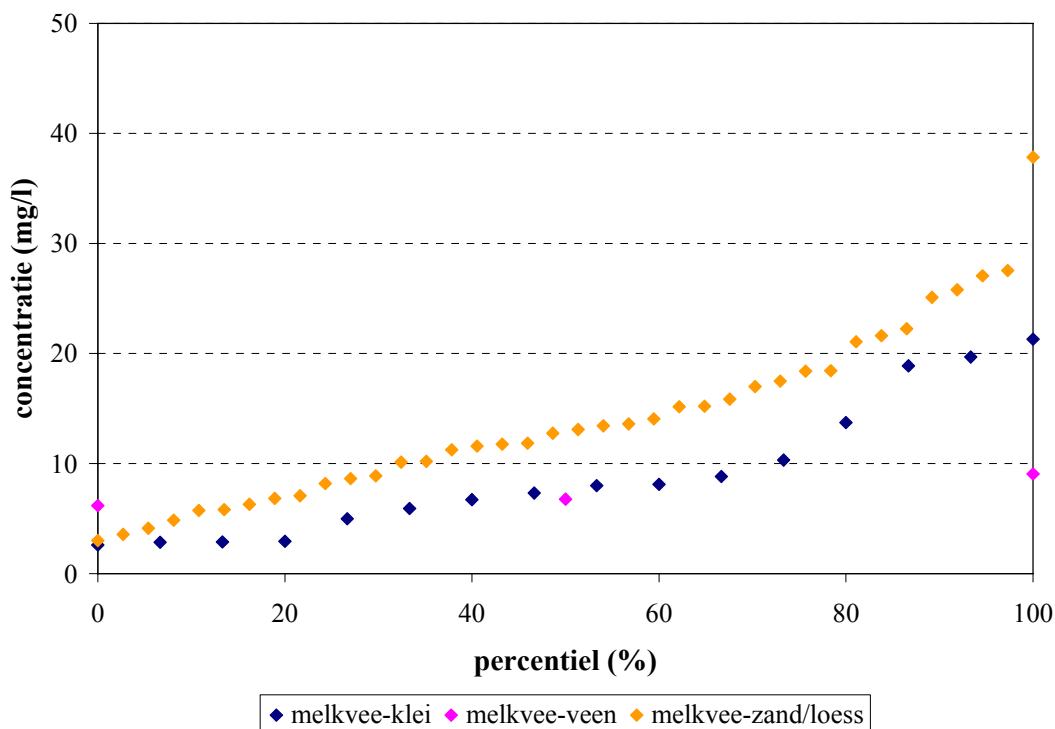
Stikstof-totaal is de som van nitraatstikstof ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumstikstof ($\text{NH}_4\text{-N}$) en opgeloste organische stikstof. Het beeld is vergelijkbaar met dat voor nitraat: bedrijven in de klei- en veenregio hebben lagere totaalstikstofconcentraties in het bovenste grondwater dan bedrijven in de zand/lössregio, waarbij in die laatste regio met name de bedrijfstypen 'akkerbouw' en 'overig' hoge concentraties in het bovenste grondwater hebben (zie Tabel 4.5 en Figuur 4.7). Er is geen norm voor stikstof-totaal in grondwater.

Tabel 4.5 Gemiddelde stikstof-totaalconcentratie, (mg N/l) en het verschil tussen de categorieën.

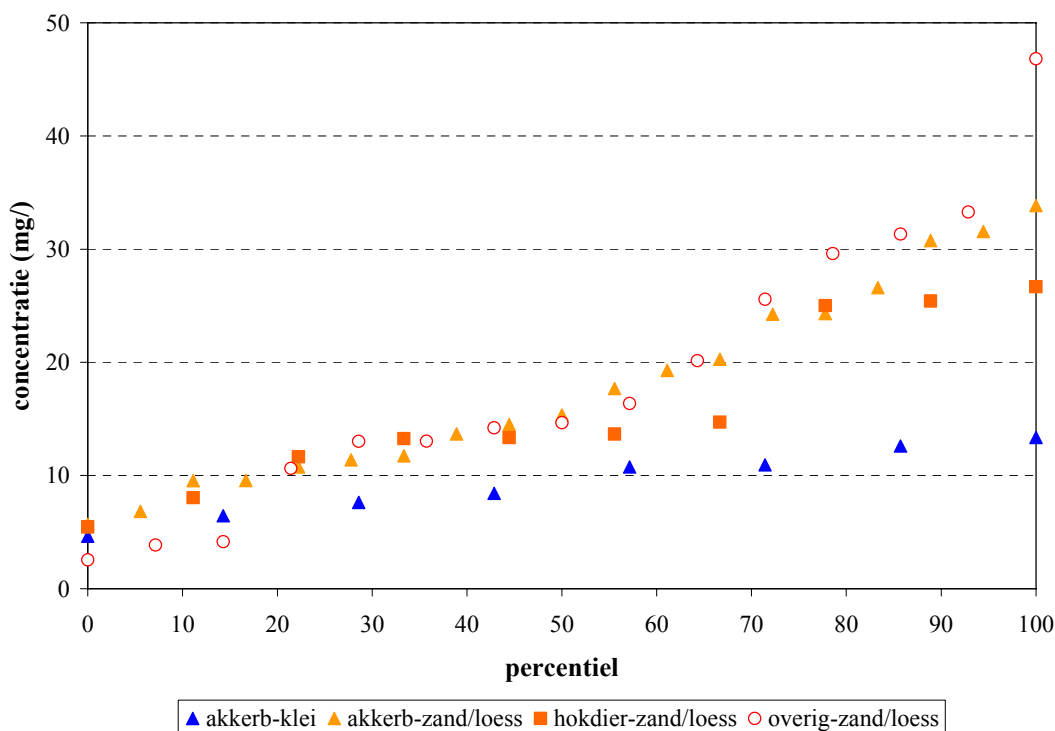
Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddeld	Vershil
Klei	akkerbouw	8	9,3	A
	melkvee	16	9,1	A
Veen	melkvee	3	7,3	A
Zand en löss	akkerbouw	19	17,8	B
	hokdier	10	15,7	AB
	melkvee	38	14,0	AB
	overig	15	18,6	B



Figuur 4.7 Relatieve bijdrage van stikstof uit nitraat, ammonium en organische stof aan het totaal in het bovenste grondwater aanwezige stikstof.



Figuur 4.8 Bedrijfsgemiddelde N-totaalconcentratie (mg/l) bij melkveebedrijven.



Figuur 4.9 Bedrijfsgemiddelde N-totaalconcentratie (mg N/l) bij niet-melkveebedrijven.

4.3 Fosfor

Algemeen

Fosfor komt zowel in organische als in anorganische vorm voor. Organisch fosfor komt via bladafval en andere plantaardige en dierlijke resten in de grond. Bij mineralisatie van organische stof komt fosfor vrij als fosfaat. Fosfaat is relatief immobiel. Er zijn verschillende processen die ervoor zorgen dat fosfaat snel vastgelegd kan worden in de bodem. Ten eerste worden (negatief geladen) fosfaationen gemakkelijk geadsorbeerd door (positief geladen) ijzer- en aluminium (hydr)oxiden en kleimineralen. De hoeveelheid fosfaat die in de bodem gebonden wordt is afhankelijk van het gehalte aan ijzer- en aluminiumoxiden in de bodem. Dit adsorptieproces speelt met name bij lage pH. Ook slaat fosfaat gemakkelijk neer, met name in zuur milieu, in de vorm van (slecht oplosbare) aluminium-, ijzer- en calciumfosfaten. Ten slotte kan fosfaat geïmmobiliseerd worden door microben.

Bij gebruik van fosfaathoudende meststoffen zal het toegediende fosfaat dan ook grotendeels accumuleren in de bouwvoor. Raakt de bouwvoor verzadigd, dan kan het verzadigde fosfaatfront zich verplaatsen naar diepere bodemlagen. Uiteindelijk kan fosfaat uitspoelen via het grondwater. Ook kan fosfaat verloren gaan wanneer het gebonden zit aan kleine bodemdeeltjes en oppervlakkig over het maaiveld afspoelt naar sloten.

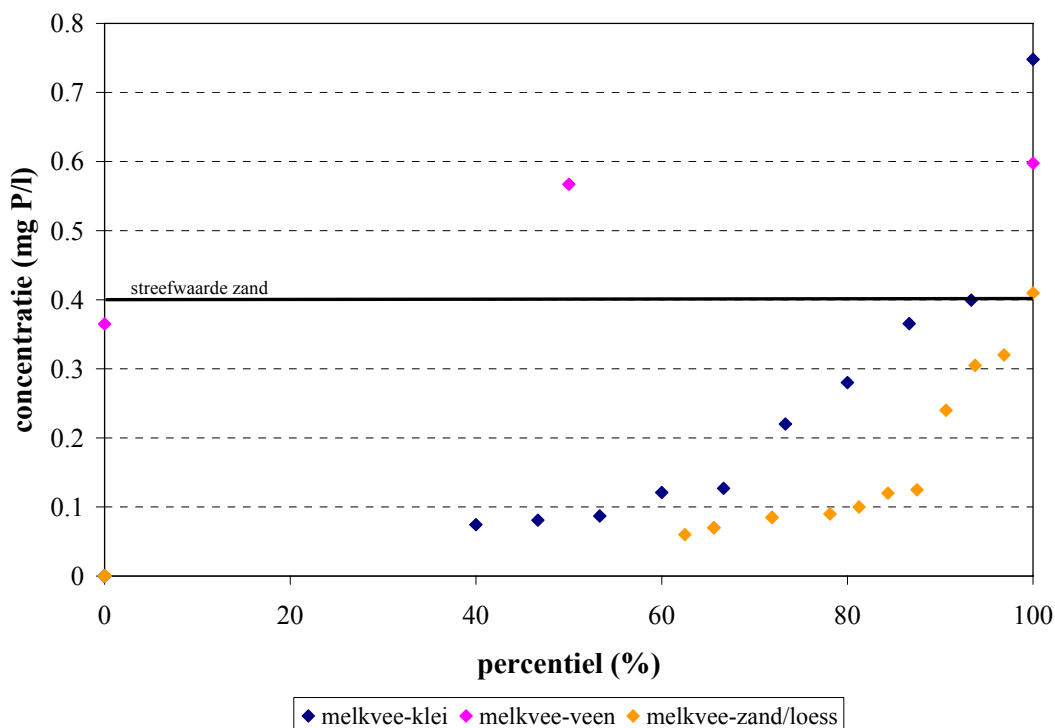
Fosfor-totaal

De norm voor fosfor-totaal varieert per regio (er geldt voor het grondwater een norm van 0,4 mg/l in de zand/lössregio en een norm van 3 mg/l in de klei- en veenregio). De bedrijfsgemiddelde orthofosfaatconcentratie op zandgronden dient onder de streefwaarde van 0,1 mg P/l te liggen (TCB, 1990).

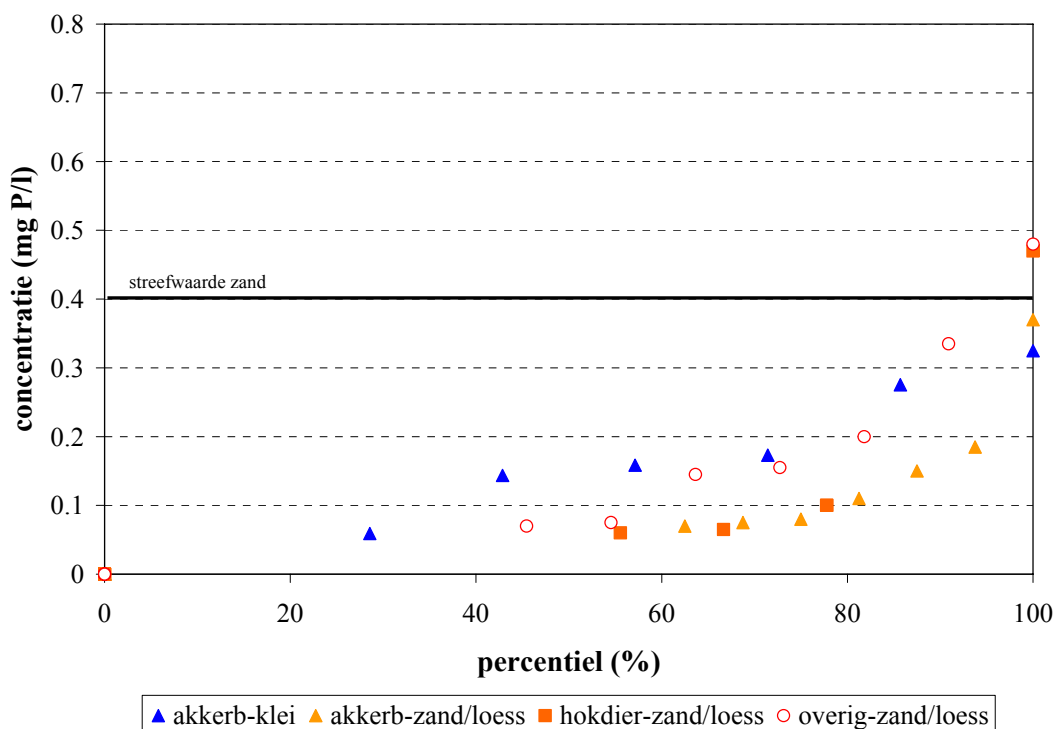
Op de onderzochte melkveebedrijven in de veenregio is de fosfortotaalconcentratie hoger dan in alle andere categorieën (zie Tabel 4.6, Figuur 4.10, Figuur 4.11). Dit wordt grotendeels verklaard door de hoge fosfaatconcentratie in grondwater in de veenregio (zie volgende paragraaf).

Tabel 4.6 Gemiddelde fosfortotaalconcentratie (in mg P/l) en percentage bedrijven waarvan de bedrijfsgemiddelde fosforconcentratie onder de norm van 0,4 mg /l (voor bedrijven in de zand/lössregio) en 3 mg P/l ligt (in de regio's klei en veen), en het verschil tussen de categorieën.

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	% onder norm	Vershil
Klei	akkerbouw	8	0,14	100	AB
	melkvee	16	0,16	100	B
Veen	melkvee	3	0,51	100	C
Zand en löss	akkerbouw	17	0,06	100	A
	hokdier	10	0,08	98	AB
	melkvee	33	0,06	100	A
	overig	12	0,12	95	AB



Figuur 4.10 Bedrijfsgemiddelde fosfortotaalconcentratie (mg P/l) bij melkveebedrijven. De streefwaarde voor de zandregio bedraagt 0,4 mg P/l, de streefwaarde voor klei en veen 3,0 mg P/l (deze laatste waarde valt buiten de grafiek). Let wel: 48% van de waarnemingen lag onder de detectiegrens. Om per categorie het gemiddelde te kunnen berekenen hebben we de bedrijven waarbij de fosfortotaalconcentraties lager lag dan de detectiegrens een concentratie van 0 mg/l gegeven.



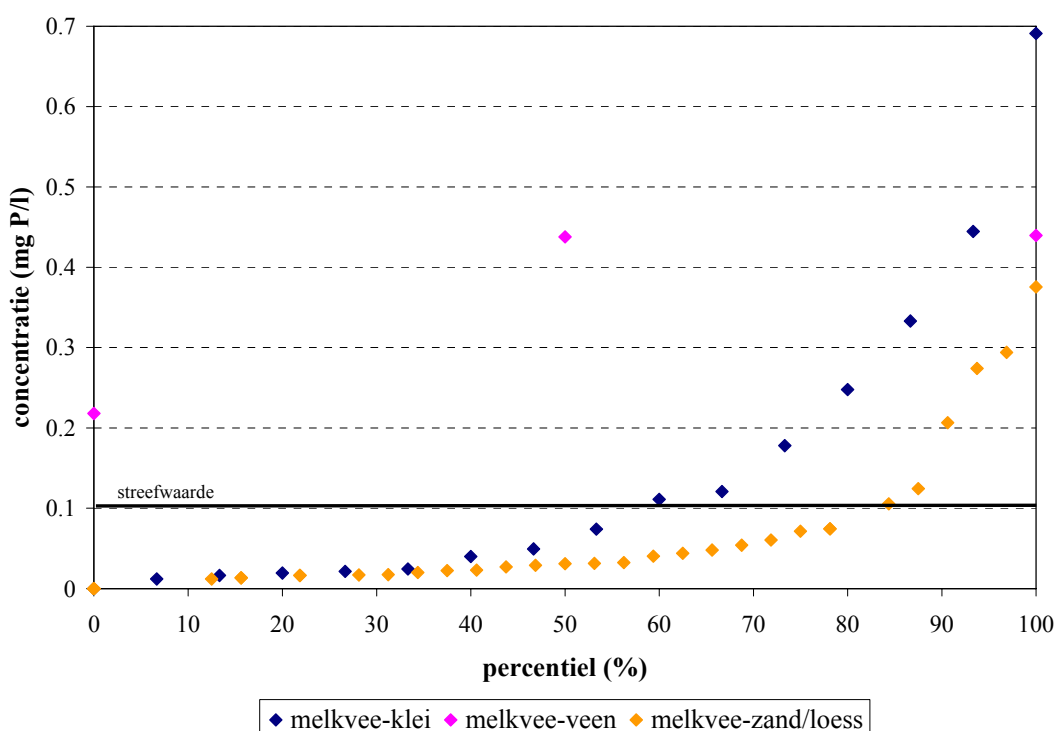
Figuur 4.11 Bedrijfs gemiddelde fosfortotaalconcentratie (mg P/l) bij niet-melkveebedrijven. De streefwaarde voor de zandregio bedraagt 0,4 mg P/l, de streefwaarde voor klei en veen 3,0 mg P/l (deze laatste waarde valt buiten de grafiek). Let wel: 48% van de waarnemingen lag onder de detectiegrens. Om per categorie het gemiddelde te kunnen berekenen hebben we de bedrijven waarbij de fosfortotaalconcentraties lager lagen dan de detectiegrens een concentratie van 0 mg/l gegeven.

Orthofosfaat

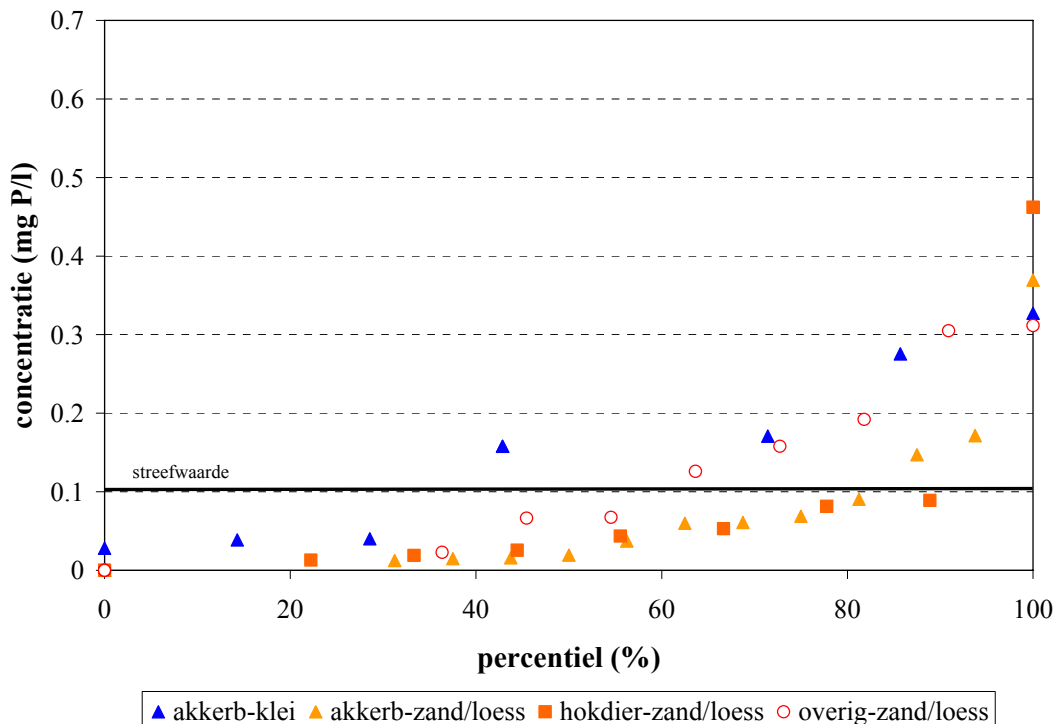
Op melkveebedrijven in de veenregio is de orthofosfaatconcentratie significant hoger dan bij alle andere bedrijfscategorieën in de overige regio's en ook veel hoger dan de streefwaarde van 0,1 mg P/l (Tabel 4.7). Fosfaat in de veenregio kan afkomstig zijn van bemesting, maar ook door mineralisatie van veen kan extra fosfaat in het grondwater terechtkomen. Bij verdroging komt de organische stof in de bodem in aanraking met zuurstof, waardoor de organische stof mineraliseert. Organisch vastgelegde fosfor oxideert dan mee en komt vrij als fosfaat en kan zo uitspoelen naar het grondwater.

Tabel 4.7 Gemiddelde orthofosfaatconcentratie (in mg P/l), het percentage bedrijven waarvan de bedrijfsgemiddelde fosfaatconcentratie onder de norm van 0,1 mg P/l ligt, en het verschil tussen de categorieën.

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	% onder norm	Vershil
Klei	akkerbouw	8	0,15	36	A
	melkvee	16	0,15	58	A
Veen	melkvee	3	0,37	0	B
Zand en löss	akkerbouw	17	0,06	82	A
	hokdier	10	0,08	89	A
	melkvee	33	0,07	84	A
	overig	12	0,10	60	A



Figuur 4.12 Bedrijfsgemiddelde orthofosfaatconcentratie (mg P/l) bij melkveebedrijven. Van de waarnemingen lag 15% onder de detectiegrens. Om per categorie het gemiddelde te kunnen berekenen hebben we de bedrijven waarbij de P-orthoconcentraties lager lagen dan de detectiegrens een concentratie van 0 mg P/l gegeven.



Figuur 4.13 Bedrijfs­gemiddelde orthofosfaatconcentratie (mg P/l) bij niet-melkveebedrijven. Van de waarnemingen lag 15% onder de detectiegrens. Om per categorie het gemiddelde te kunnen berekenen hebben we de bedrijven waarbij de P-orthoconcentraties lager lagen dan de detectiegrens een concentratie van 0 mg P/l gegeven.

4.4 Overige waterkwaliteitskenmerken

4.4.1 Algemene karakteristieken

Algemeen

De algemene kenmerken die bepaald zijn aan het bovenste grondwater zijn de concentratie opgeloste organische koolstof, het elektrische geleidingsvermogen en de zuurgraad. De bepaling van EC en pH in het veld is indicatief gebeurd en heeft een beperkte betrouwbaarheid.

Opgeloste organische stof

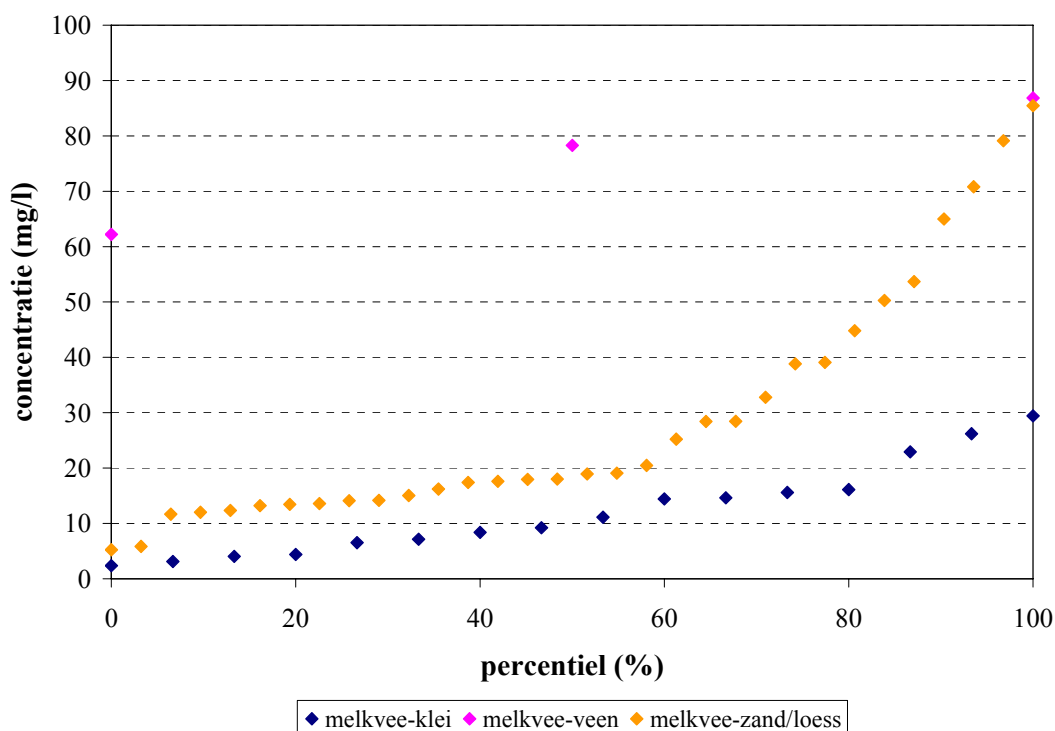
Opgeloste organische koolstof (*dissolved organic carbon*, DOC) bestaat, zoals de naam al zegt, uit kleine ($<0,45 \mu\text{m}$) in water opgeloste resten van planten en dieren. Het is een verzamelnaam voor zeer diverse organische moleculen. Dit kunnen eenvoudige eiwitten en suikers zijn, maar ook meer complexe humuszuren, cutinen en suberinen. Deze moleculen kunnen polair zijn en daardoor bijvoorbeeld zware metalen adsorberen. Door bindingen aan te gaan met organische colloïden kunnen de metalen in oplossing komen en uitspoelen naar sloot- en grondwater. DOC speelt dan ook een belangrijke rol bij het transport van zware metalen en de denitrificatie van nitraat. De DOC-concentratie in het water dat uitspoelt uit de wortelzone wordt onder andere beïnvloed door het

bodentype, organisch stofgehalte en het gebruik van dierlijke meststoffen. Er is geen wettelijke norm of streefwaarde voor de DOC's.

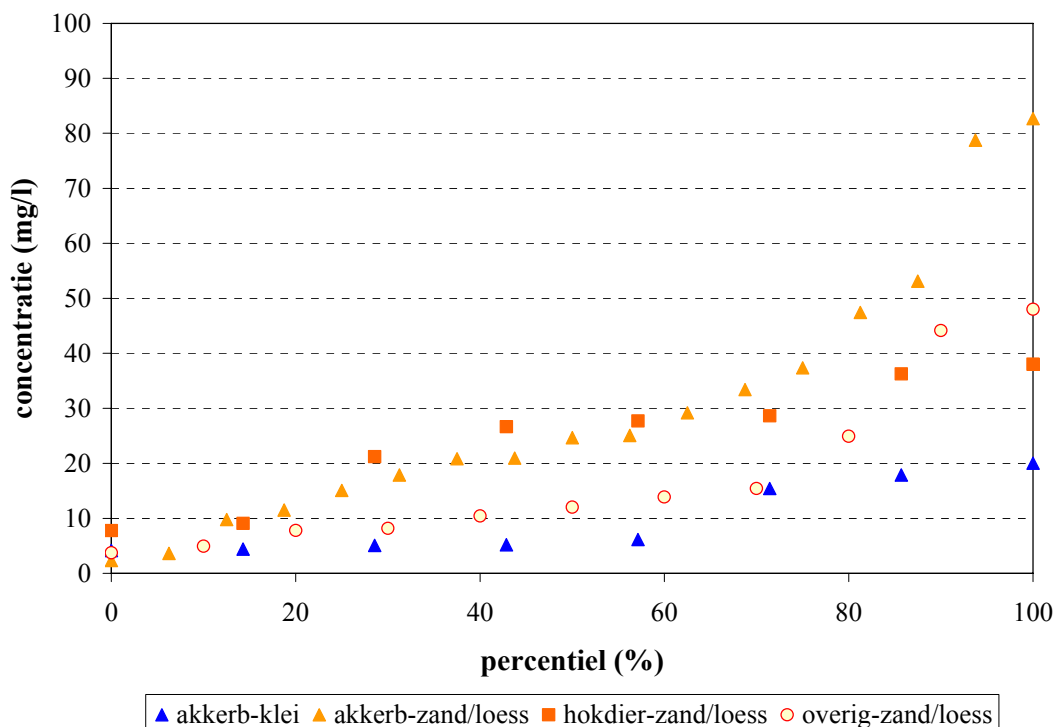
De hoogste concentratie DOC werd zoals verwacht gevonden bij de bedrijven op veen, gemiddeld 76 mg/l. De laagste concentratie werd gevonden in het grond- en drainwater in kleigebieden, gemiddeld zo'n 10 mg/l. (Tabel 4.8). Bij melkveebedrijven in de zand/lössregio was de DOC-concentratie het meest variabel (zie Tabel 4.8 en Figuur 4.14).

Tabel 4.8 Gemiddelde opgeloste organische koolstofconcentratie (in mg C/l), en het verschil tussen de categorieën.

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	Vershil
Klei	akkerbouw	8	9,8	A
	melkvee	16	12,2	A
Veen	melkvee	3	75,8	C
Zand en löss	akkerbouw	17	30,2	B
	hokdier	8	24,4	AB
	melkvee	32	28,7	B
	overig	11	17,6	AB



Figuur 4.14 Bedrijfsgemiddelde opgeloste organische koolstofconcentratie (mg C/l) bij melkveebedrijven.



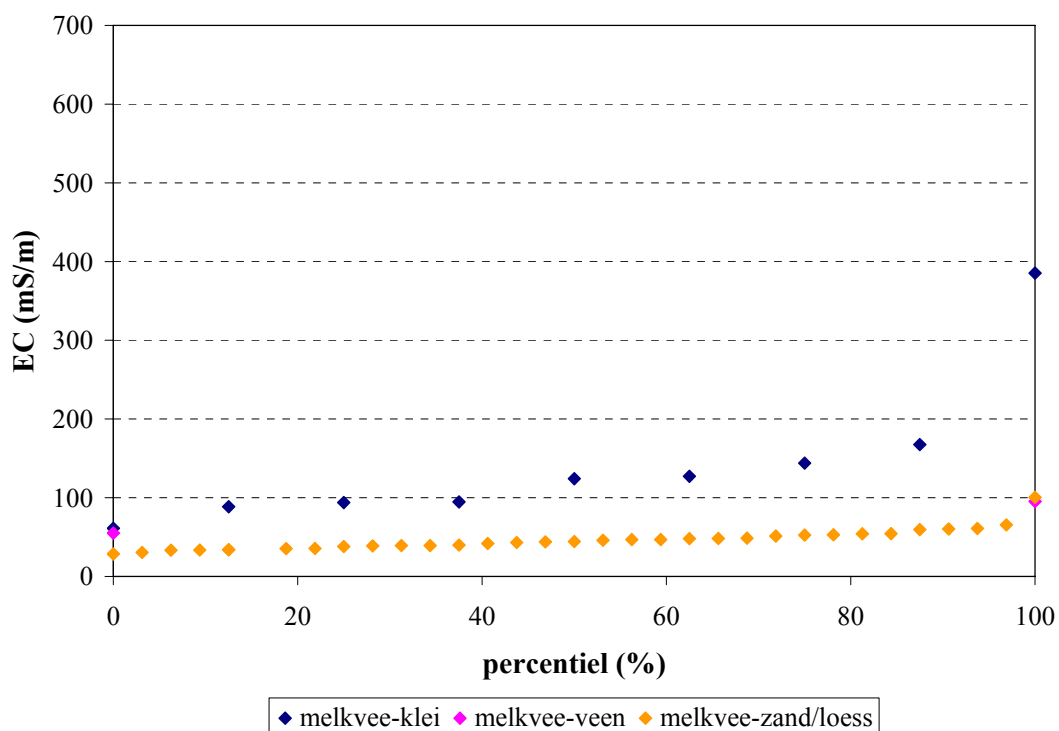
Figuur 4.15 Bedrijfsgemiddelde opgeloste organische koolstofconcentratie (mg C/l) bij niet-melkveebedrijven.

EC

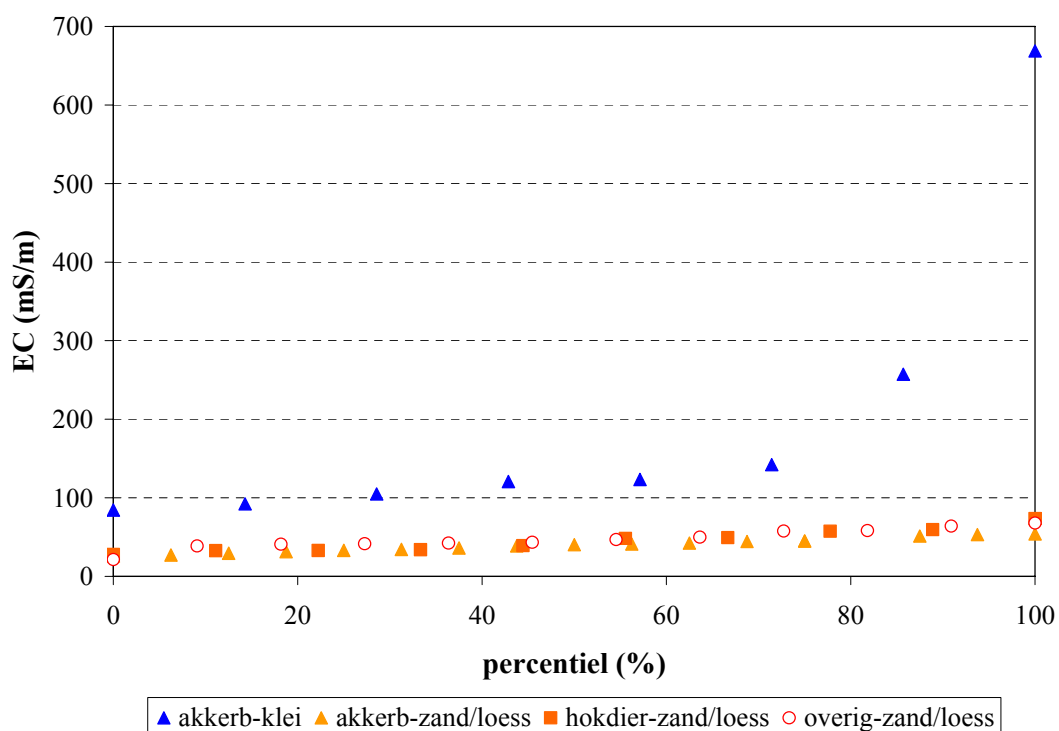
Het elektrische geleidingsvermogen (*electric conductivity*, EC, in milliSiemens/meter) is een maat voor de hoeveelheid ionen die zich in een oplossing bevinden. Hoe hoger de EC, des te zouter het water. Er is geen streefwaarde voor de EC. De hoogste EC werd gevonden op kleigronden (zie Tabel 4.9 en Figuur 4.17). Er komen enkele extreem hoge EC's voor (>200 mS/m). Deze worden waarschijnlijk veroorzaakt door het feit dat de betreffende bedrijven in zeekleigebieden liggen.

Tabel 4.9 Gemiddelde EC (in mS/m) en het verschil tussen de categorieën.

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	Vershil
Klei	akkerbouw	8	199	C
	melkvee	9	143	BC
Veen	melkvee	2	75	AB
Zand en löss	akkerbouw	17	40	A
	hokdier	10	45	A
	melkvee	33	46	A
	overig	12	48	A



Figuur 4.16 Bedrijfsgemiddelde EC (mS/m) bij melkveebedrijven.



Figuur 4.17 Bedrijfsgemiddelde EC (mS/m) bij niet-melkveebedrijven.

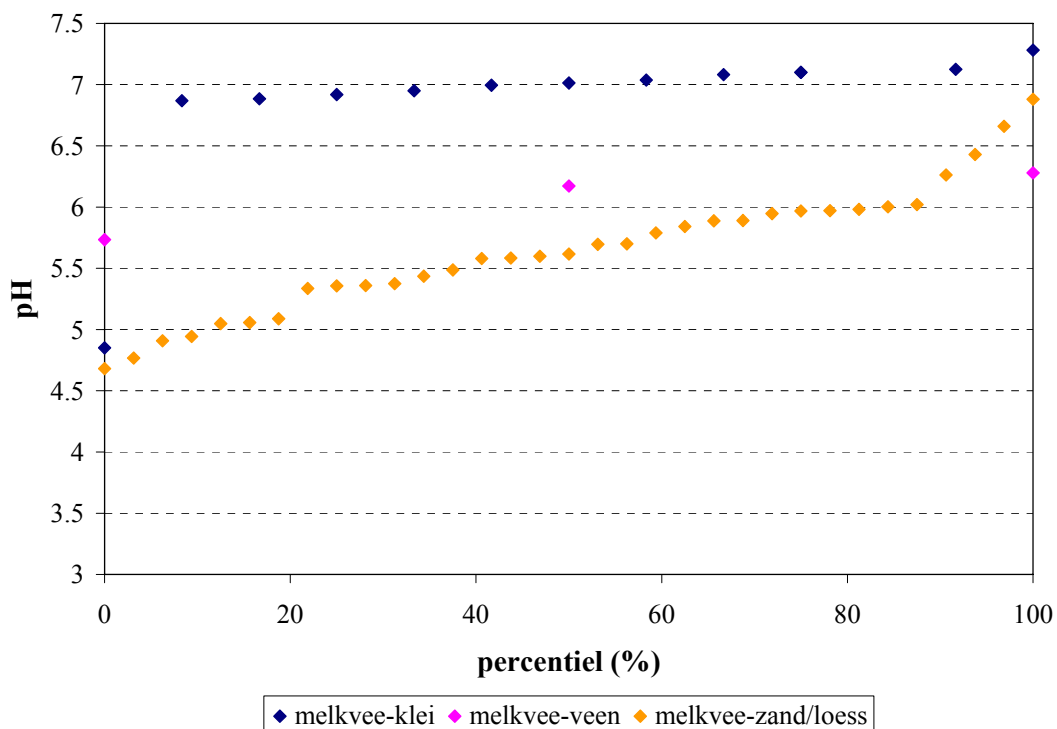
Zuurgraad

De pH is een maat voor de zuurgraad in een bodem en wordt in belangrijke mate bepaald door het bodemtype. De pH bepaalt in grote mate de beschikbaarheid van micronutriënten in de bodem. Sommige micronutriënten zijn relatief makkelijk beschikbaar bij een (licht) zure pH, zoals ijzer, mangaan, boor, koper en zink. Enkele micronutriënten zijn juist goed beschikbaar voor gewassen bij een relatief hoge pH, zoals molybdeen. De meeste nutriënten, zoals stikstof, fosfor, kalium, magnesium, calcium en zwavel zijn gemakkelijk beschikbaar rondom een neutrale pH (tussen de 6,5 en 7,5).

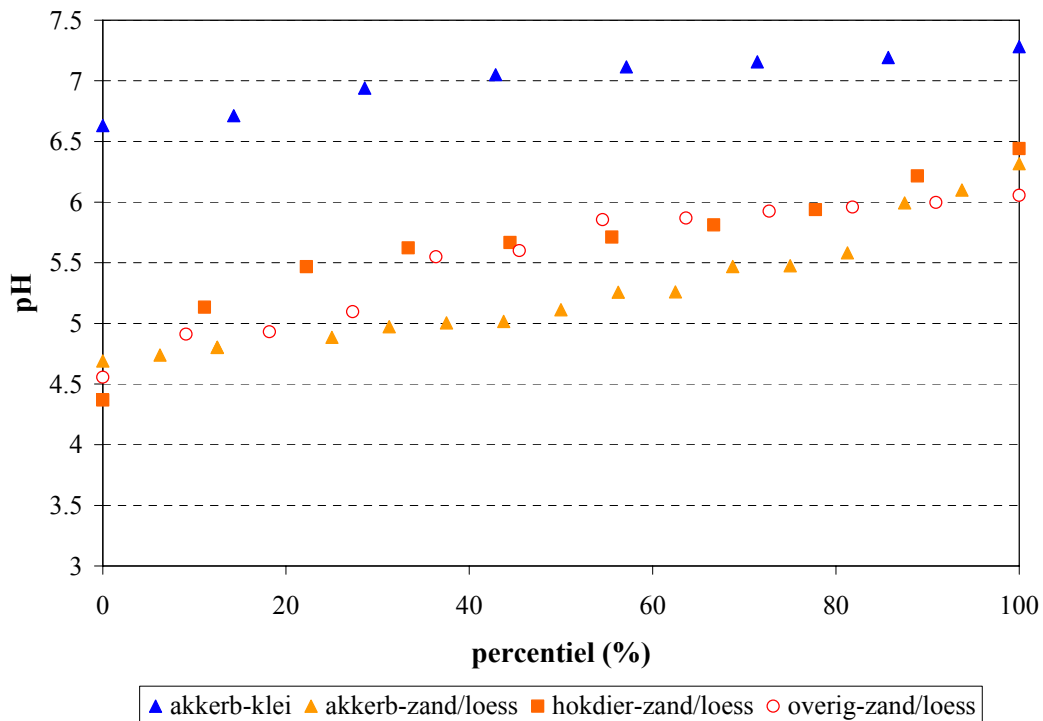
Grond- en drainwater van bedrijven in de kleiregio hebben een significant hogere pH dan van bedrijven uit de zand/löss- en veenregio (zie onderstaande tabel en figuren). De hoge pH wordt veroorzaakt door het carbonaatgehalte van de bodem. Vaak is een samenhang te zien met een hoge concentratie calcium in het water (zie volgende paragraaf). De kleiregio is te verdelen in het rivierkleigebied en de zeekleigebieden (zie hoofdstuk 2). Met name bedrijven in de zeekleigebieden kunnen rijk zijn aan kalk (CaCO_3), onder andere doordat schelpresten in de grond zitten. Kleimineralen zijn negatief geladen en kunnen daardoor met name tweewaardige ionen zoals calcium en magnesium adsorberen en op een later moment weer uitwisselen met het grondwater in ruil voor anderen ionen. Gegeven deze omstandigheden is het in de lijn der verwachting dat de pH in de kleiregio relatief hoog is.

Tabel 4.10 Gemiddelde pH en het verschil tussen de categorieën.

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	Vershil
Klei	akkerbouw	8	7,0	C
	melkvee	13	6,9	C
Veen	melkvee	3	6,1	B
Zand en löss	akkerbouw	17	5,3	A
	hokdier	10	5,6	AB
	melkvee	33	5,6	B
	overig	12	5,5	AB



Figuur 4.18 Bedrijfsgemiddelde pH bij melkveebedrijven.



Figuur 4.19 Bedrijfsgemiddelde pH bij niet-melkveebedrijven.

4.4.2 Macro-elementen

Algemeen

De volgende macro-elementen zijn gemeten: natrium, kalium, calcium, magnesium, zwavel (sulfaat), chloor (chloride) en ijzer. De gevonden concentraties van macro-elementen bij bepaalde categorieën bedrijven kunnen het gevolg zijn van de geografische ligging van deze bedrijven. In het zuidelijk zandgebied zijn bijvoorbeeld de concentraties van sommige metalen hoger dan in het centraal en noordelijk zandgebied (zie Fraters et al., 2001).

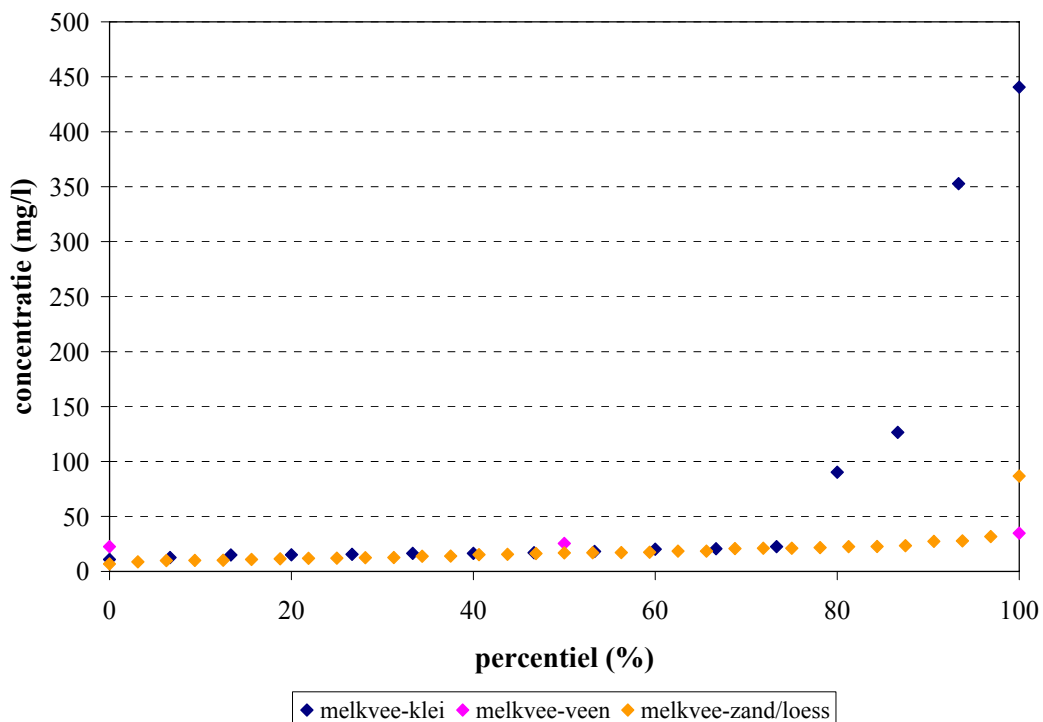
Natrium

Natrium is een veelvoorkomend ion in het grondwater. Het is net als chloride zeer goed oplosbaar en met name in kleirijke mariene gronden aanwezig. Hier heeft een overmaat aan natrium en een negatief effect op de structuur van een bodem. De overmaat aan natriumionen kan dan de tweewaardige calciumionen verdrijven die gecompliceerd zitten aan de kleimineralen. Hierdoor zakken de kleiplaatjes als het ware in elkaar. Natrium is geen belangrijke meststof. Er is geen streefwaarde voor natrium.

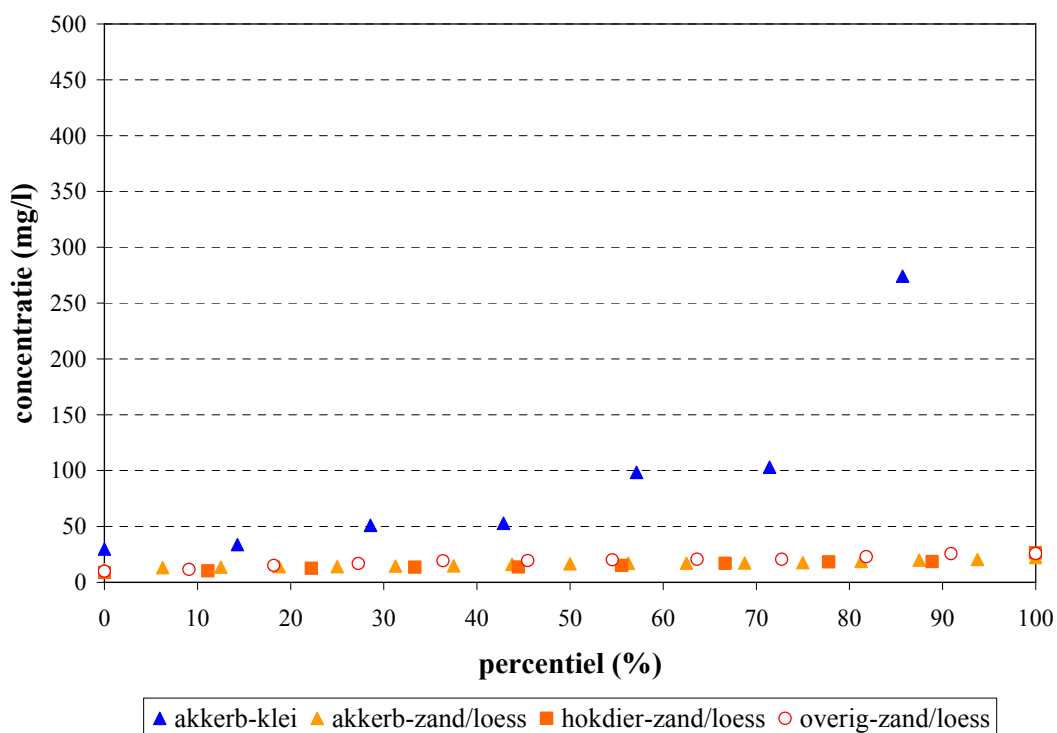
Uit de metingen blijkt dat de natriumconcentratie in het grondwater significant hoger is op akkerbouwbedrijven in de kleiregio dan bij de andere categorieën, zoals ook bij de EC te zien was. Met name bedrijven in het zeekleigebied hebben veel natrium in het grond- en drainwater. Dit is afkomstig van de mariene afzettingen in de diepere ondergrond.

Tabel 4.11 Gemiddelde natriumconcentratie (mg/l) en het verschil tussen de categorieën.

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	Vershil
Klei	akkerbouw	8	196	B
	melkvee	16	76	A
Veen	melkvee	3	28	A
Zand en löss	akkerbouw	17	16	A
	hokdier	10	15	A
	melkvee	33	19	A
	overig	12	19	A



Figuur 4.20 Bedrijfsgemiddelde natriumconcentratie bij melkveebedrijven.



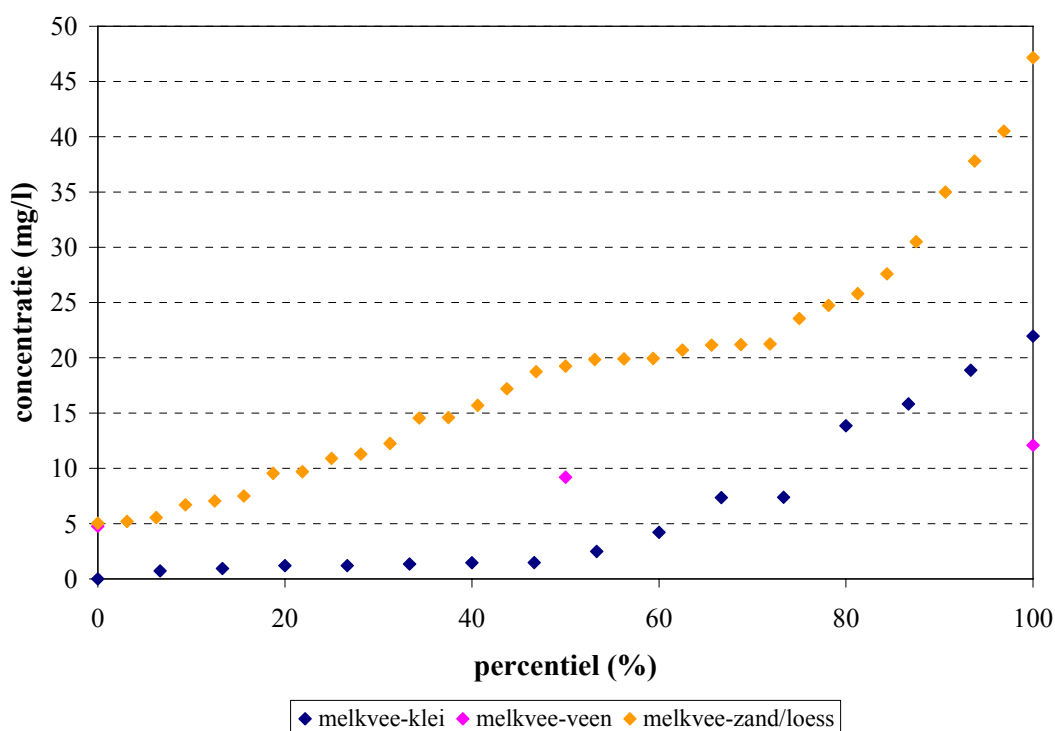
Figuur 4.21 Bedrijfsgemiddelde natriumconcentratie bij niet-melkveebedrijven. De hoogste bedrijfsgemiddelde natriumconcentratie die werd gevonden was 926 mg/l, op een akkerbouwbedrijf op (zee)klei (buiten de grafiek).

Kalium

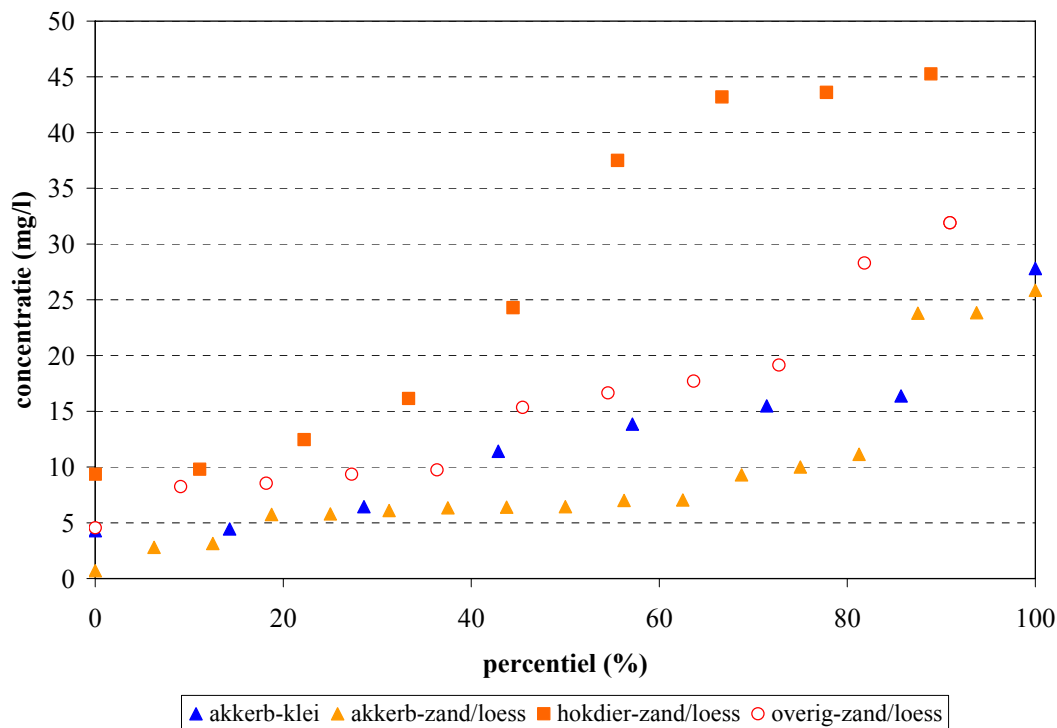
Kalium is naast stikstof en fosfaat een van de drie belangrijkste nutriënten voor gewassen. Kalium komt van origine vooral voor als onderdeel van mineralen zoals veldspaten en mica's. Door verwerking van deze mineralen kan kalium in oplossing komen en zo beschikbaar komen voor gewassen. Tevens wordt kalium via meststoffen aangevoerd. Kalium zit wat betreft mobiliteit tussen nitraat (mobiel) en fosfaat (relatief immobiel) in. Het positief geladen kaliumion kan aan negatief geladen wanden van kleimineralen en aan negatiefpolaire organische stof gebonden worden. Er is geen streefwaarde voor kalium in grondwater. De kaliumconcentratie was in 2003 significant hoger op hokdierbedrijven in de zand/lössregio dan op de andere bedrijven (zie laatste kolom van Tabel 4.12). Waarschijnlijk is deze kalium afkomstig van mest die toegepast is in voorafgaande jaren en vertraagd is uitgespoeld naar het grondwater.

Tabel 4.12 Gemiddelde kaliumconcentratie (mg/l) en het verschil tussen de categorieën.

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	Vershil
Klei	akkerbouw	8	12,5	AB
	melkvee	16	6,3	A
Veen	melkvee	3	8,7	AB
Zand en löss	akkerbouw	17	9,5	AB
	hokdier	10	33,4	C
	melkvee	33	19,0	B
	overig	12	16,8	B



Figuur 4.22 Bedrijfsgemiddelde kaliumconcentratie bij melkveebedrijven.



Figuur 4.23 Bedrijfsgemiddelde natriumconcentratie bij niet-melkveebedrijven. De hoogste bedrijfsgemiddelde kaliumconcentratie die werd gevonden was 93 mg/l, op een hokdierbedrijf op zand/löss (valt buiten de grafiek).

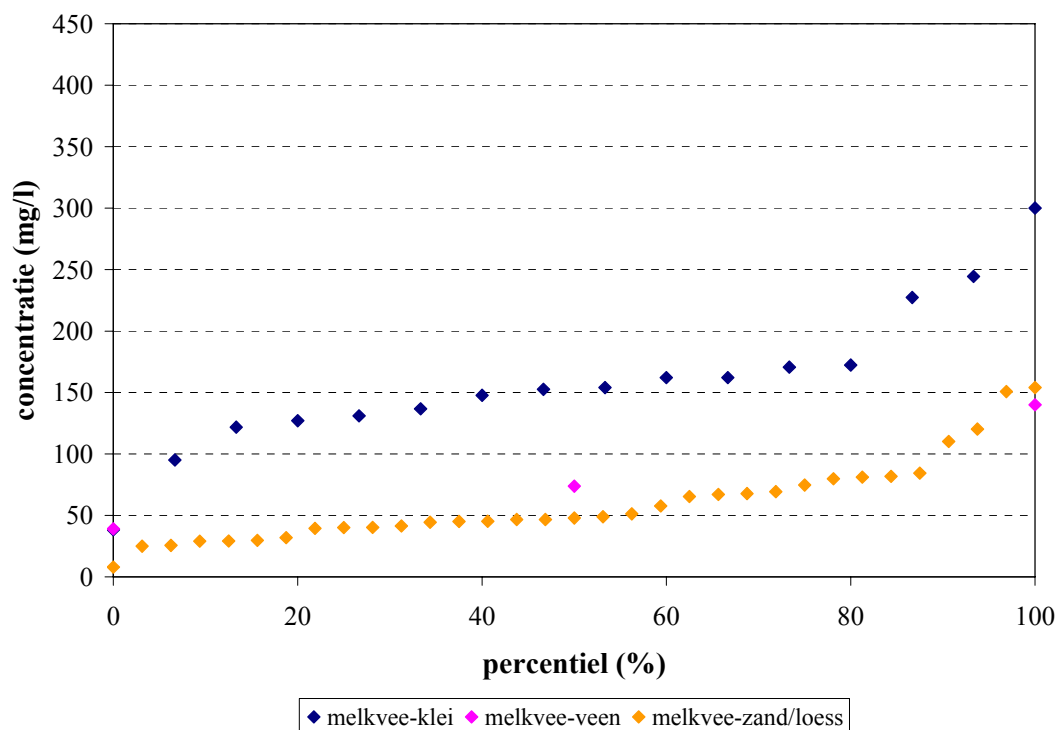
Calcium

Calcium komt in de bodem voor in anorganische vorm, bijvoorbeeld in silicaten. In mariene en fluviatiele afzettingen komt het voor als kalk (CaCO_3). Calcium is goed oplosbaar en spoelt gemakkelijk uit. Tweewaardige calciumionen worden geabsorbeerd door negatief geladen kleimineralen en dragen bij aan een goede bodemstructuur. Vaak worden landbouwgronden bemest met kalk voorafgaand aan graslandvernieuwing. Verhoging van de pH kan leiden tot verbetering van de bodemstructuur, toename van N-mineralisatie, maar ook tot afname van de beschikbaarheid van ijzer.

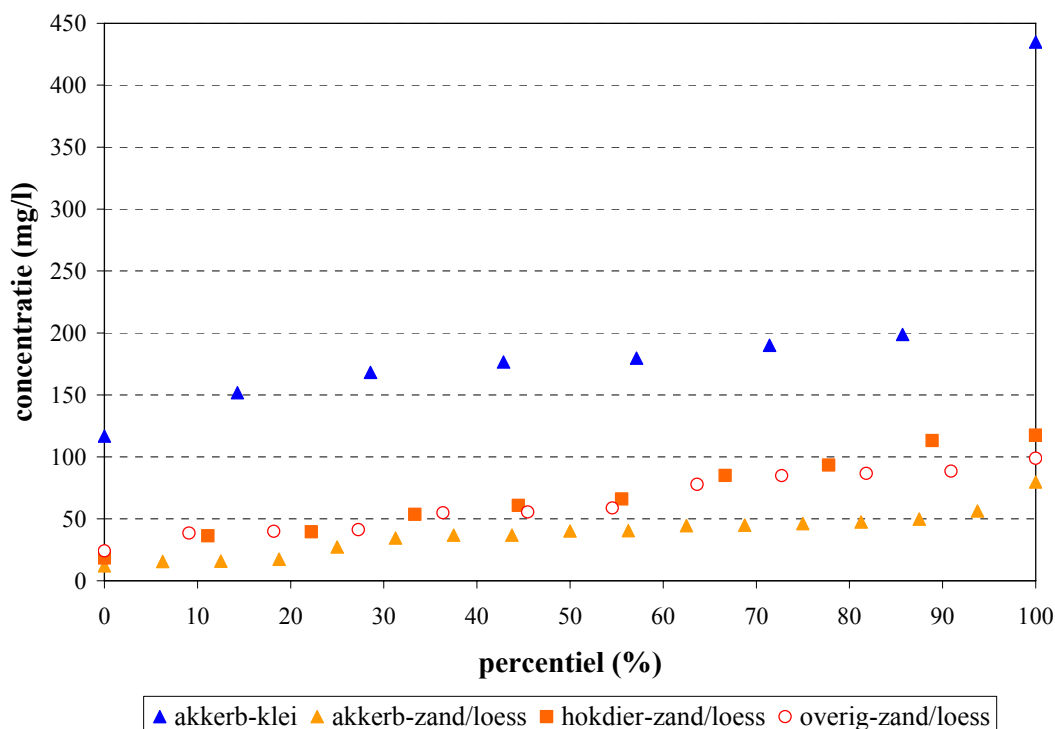
Grond- en drainwater van bedrijven in de kleiregio hebben een significant hogere calciumconcentratie dan van bedrijven uit de zand/löss- en veenregio (zie tabel en onderstaande figuren). De kleiregio is te verdelen in het rivierkleigebied en de zeekleigebieden (zie hoofdstuk 2). Met name bedrijven in de zeekleigebieden kunnen rijk zijn aan CaCO_3 doordat er schelpen in de grond zitten.

Tabel 4.13 Gemiddelde calciumconcentratie (mg/l) en het verschil tussen de categorieën.

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	Vershil
Klei	akkerbouw	8	202	C
	melkvee	16	159	B
Veen	melkvee	3	84	A
Zand en löss	akkerbouw	17	38	A
	hokdier	10	68	A
	melkvee	33	60	A
	overig	12	62	A



Figuur 4.24 Bedrijfs-gemiddelde calciumconcentratie bij melkveebedrijven.



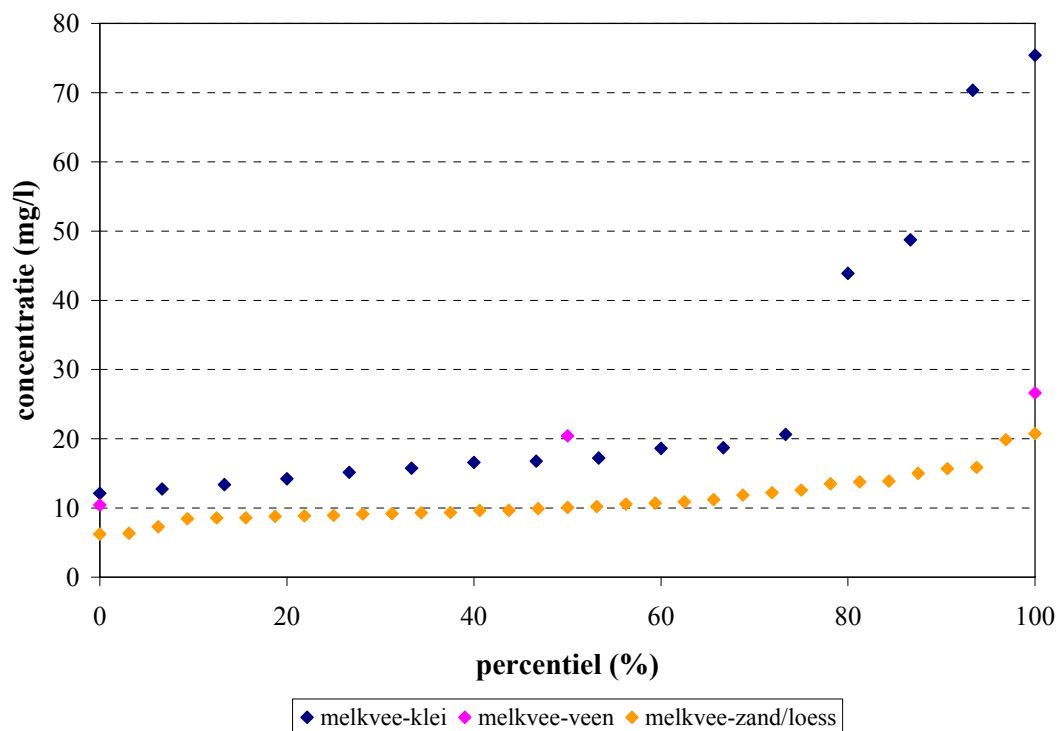
Figuur 4.25 Bedrijfsgemiddelde calciumconcentratie bij niet-melkveebedrijven.

Magnesium

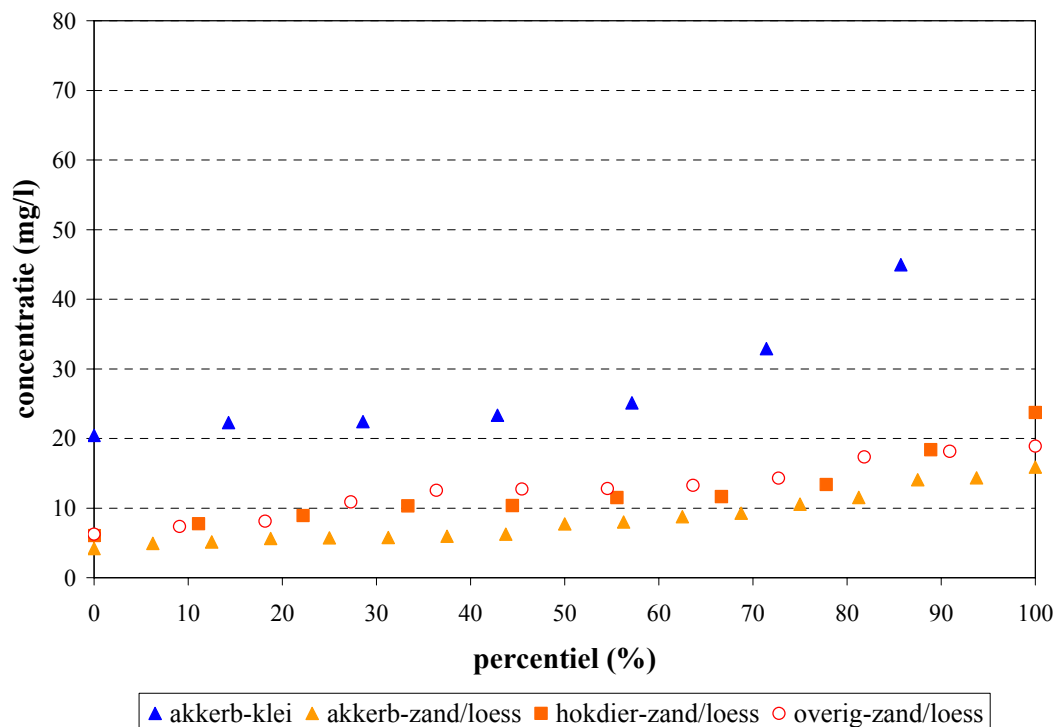
Magnesium is qua gedrag vergelijkbaar met calcium, alleen zijn de gehalten in de bodem in het algemeen lager dan van calcium. Magnesium komt voor in silicaten, bijvoorbeeld kleimineralen. Het magnesiumion kan worden geadsorbeerd door kleimineralen en worden uitgewisseld met de bodemoplossing. Normaliter wordt er niet met magnesium bemest omdat er voldoende beschikbaar is voor de plant. Wel kunnen meststoffen magnesium bevatten als 'bijproduct'. Er is geen streefwaarde voor magnesium in grondwater. De trends die bij magnesium te zien zijn, zijn vergelijkbaar met die bij calcium: kleigronden zijn relatief rijk aan tweewaardige ionen (zie onderstaande tabel en figuren). Dit wordt veroorzaakt doordat kleimineralen negatief geladen oppervlakken hebben waaraan gemakkelijk tweewaardige kationen kunnen worden gebonden.

Tabel 4.14 Gemiddelde magnesiumconcentratie (mg/l) en het verschil tussen de categorieën.

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	Vershil
Klei	akkerbouw	8	42,3	C
	melkvee	16	26,9	B
Veen	melkvee	3	19,2	AB
Zand en löss	akkerbouw	17	8,5	A
	hokdier	10	12,2	A
	melkvee	33	11,1	A
	overig	12	12,7	A



Figuur 4.26 Bedrijfsgemiddelde magnesiumconcentratie bij melkveebedrijven.



Figuur 4.27 Bedrijfsgemiddelde magnesiumconcentratie bij niet-melkveebedrijven. De hoogste bedrijfsgemiddelde magnesiumconcentratie was 147 mg/l, op een akkerbouwbedrijf op klei (valt buiten de grafiek).

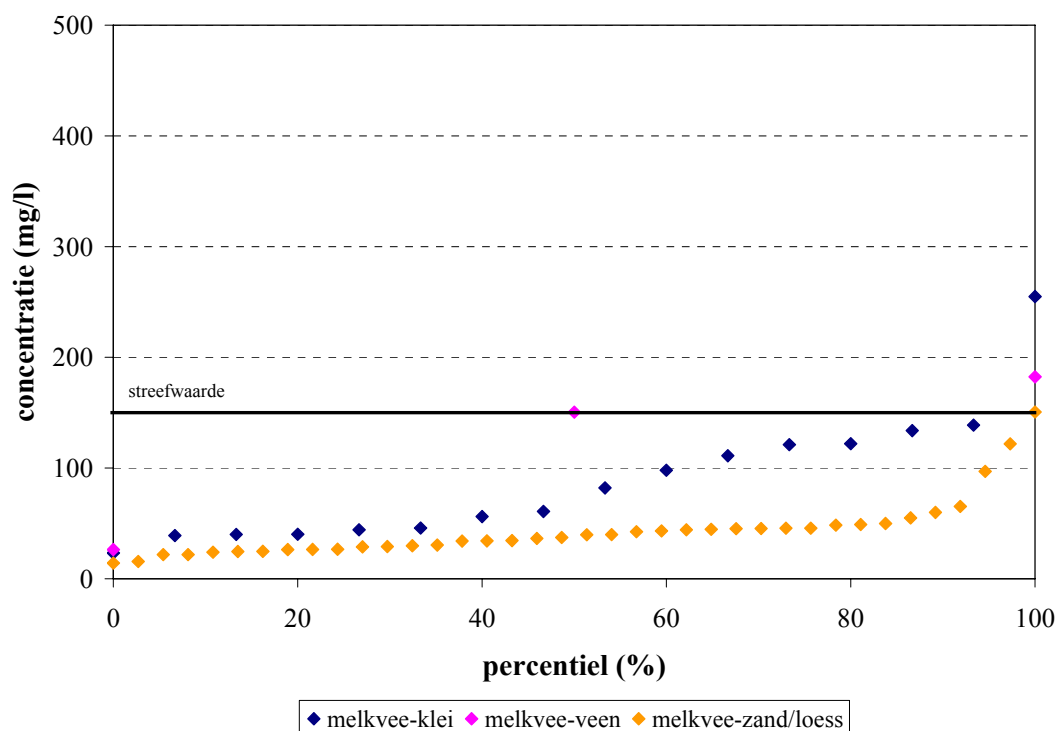
Sulfaat

Evenals fosfaat komt zwavel zowel in de organische (als onderdeel van eiwitten) als in de anorganische (bijvoorbeeld als ijzersulfide en pyriet) vaste fase voor. Wanneer ijzersulfide oxideert (bijvoorbeeld bij ontwatering van mariene afzettingen), ontstaat zwavelzuur. Als er onvoldoende kalk aanwezig is om het zuur te neutraliseren, kunnen zogenaamde kattekleien ontstaan: bodems waarvan de pH rond de 3 ligt. Andere mechanismen die zorgen voor aanvoer van zwavel zijn atmosferische depositie, meststoffen, mineralisatie van organische stof en toepassing als bestrijdingsmiddel.

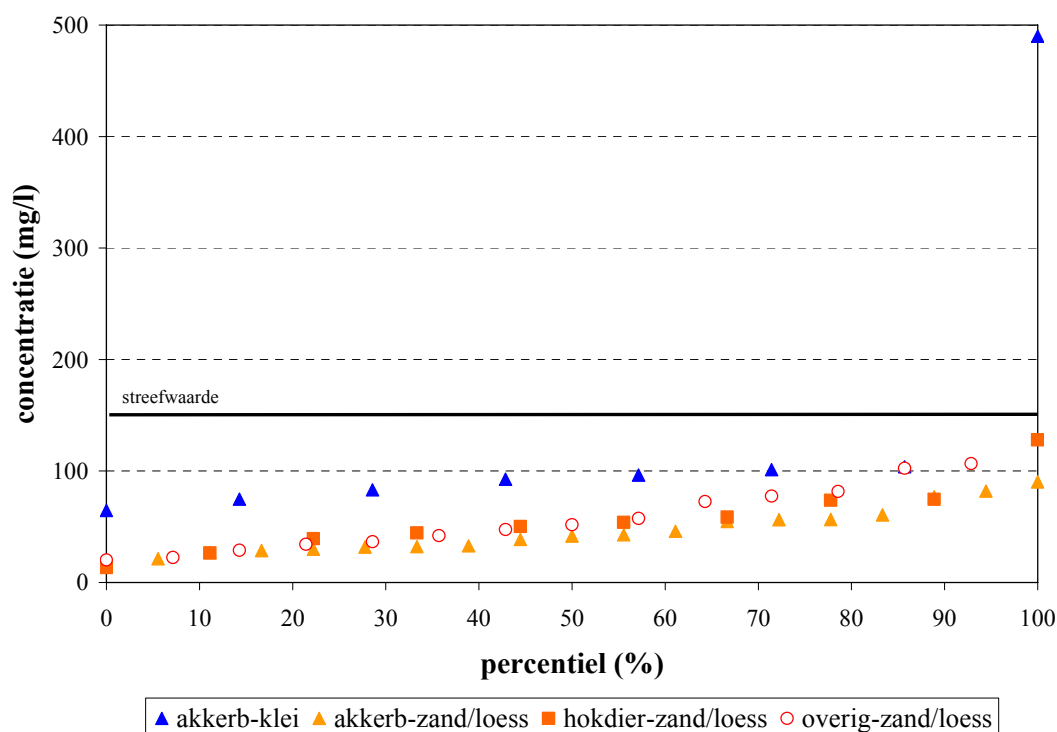
De gemiddelde sulfaatconcentratie in het grondwater varieert tussen 44 mg/l (melkveebedrijven in de zand/lössregio) en 163 mg/l (overige bedrijven in de zand/lössregio – met name te wijten aan één extreem hoge waarde). Op een enkele uitschieter na zitten de meeste bedrijven onder de norm van 150 mg/l. Bij bedrijven in de veenregio is het aantal metingen te laag om een betrouwbaar percentage te berekenen. Sulfaat kan afkomstig zijn van mest en kan ook, zoals hierboven beschreven, vrijkomen wanneer pyriet (ijzersulfide) oxideert (bijvoorbeeld bij verdroging). Bij de hoge uitschieters is het waarschijnlijk dat het laatste proces een rol speelt.

Tabel 4.15 Gemiddelde sulfaatconcentratie (mg/l) en het verschil tussen de categorieën (norm: 150 mg/l).

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddeld	% onder norm	Vershil
Klei	akkerbouw	8	138	87	AB
	melkvee	16	88	94	AB
Veen	melkvee	3	118	50	AB
Zand en löss	akkerbouw	19	46	100	A
	hokdier	10	56	100	AB
	melkvee	38	44	100	A
	overig	15	163	93	B



Figuur 4.28 Bedrijfsgemiddelde sulfaatconcentratie bij melkveebedrijven.



Figuur 4.29 Bedrijfsgemiddelde sulfaatconcentratie bij niet-melkveebedrijven. De hoogste bedrijfsgemiddelde sulfaatconcentratie die werd gevonden was 1658 mg/l, op een 'overig' bedrijf op zand (valt buiten de grafiek).

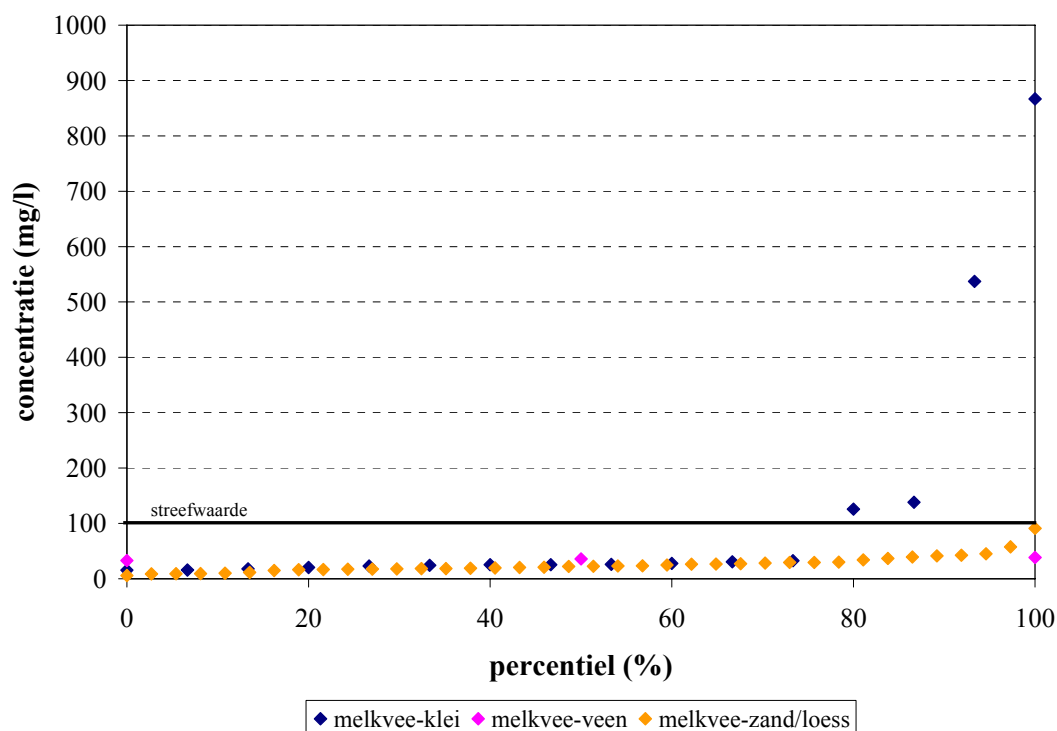
Chloride

Chloride is net als natrium goed oplosbaar. De aanvoer van chloride geschiedt voornamelijk door kunstmest, dierlijke mest, atmosferische depositie en in sommige situaties via zout kwelwater. Chloride wordt niet omgezet of gebonden in de bodem. De chlorideconcentratie is een indicatie voor de saliniteit: bij kwel van zout water zal de concentratie hoog zijn. De aanwezigheid van chloride in grondwater is in principe geen probleem.

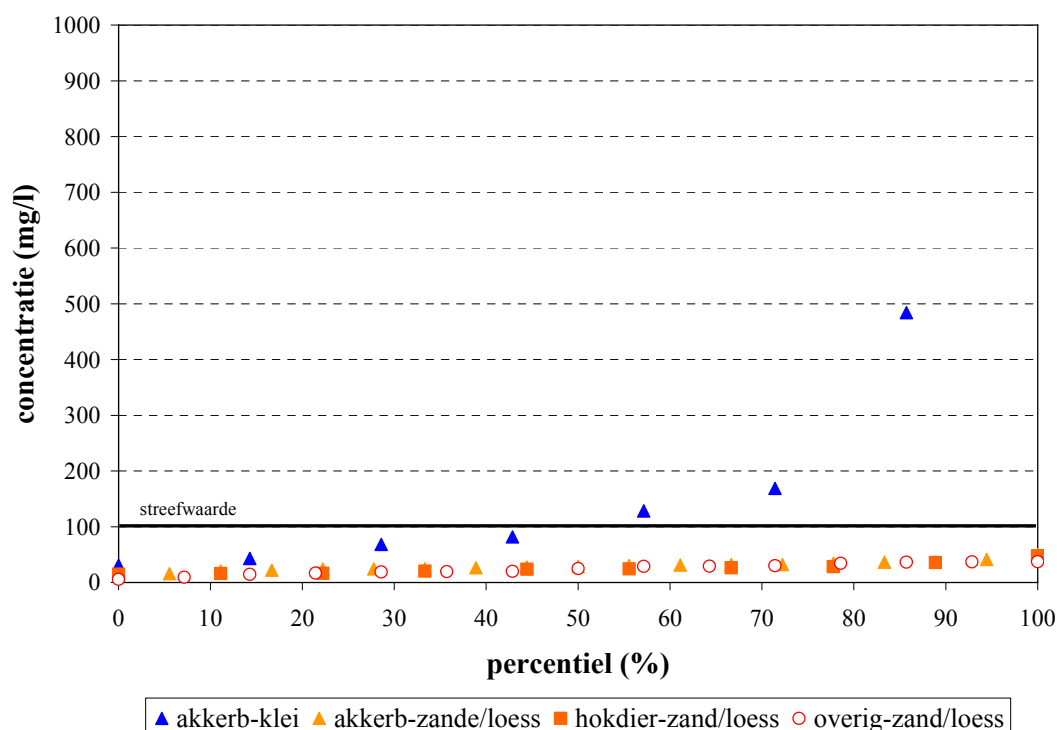
De trend voor chloride is vergelijkbaar met die van de natriumconcentratie in het grondwater: de chlorideconcentratie is significant hoger op akkerbouwbedrijven in de kleiregio dan bij een van de andere categorieën (zoals ook bij de EC te zien was). Met name bedrijven in de zeekleigebieden hebben veel chloride in het grond- of drainwater. Zeewater bevat een hoge concentratie natriumchloride. De bodems in de zeekleigebieden zijn mariene afzettingen waarin daarom vaak een hoog gehalte natrium en chloride wordt aangetroffen.

Tabel 4.16 Gemiddelde chlorideconcentratie (mg/l) en het verschil tussen de categorieën (norm: 100 mg/l).

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddeld	% onder norm	Vershil
Klei	akkerbouw	8	362	48	B
	melkvee	16	122	78	A
Veen	melkvee	3	36	100	A
Zand en löss	akkerbouw	19	29	100	A
	hokdier	10	26	100	A
	melkvee	38	26	100	A
	overig	15	24	100	A



Figuur 4.30 Bedrijfsgemiddelde chlorideconcentratie bij melkveebedrijven.



Figuur 4.31 Bedrijfsgemiddelde sulfaatconcentratie bij melkveebedrijven. De hoogste bedrijfsgemiddelde chlorideconcentratie die werd gevonden was 1885 mg/l, op een akkerbouwbedrijf op klei (valt buiten de grafiek).

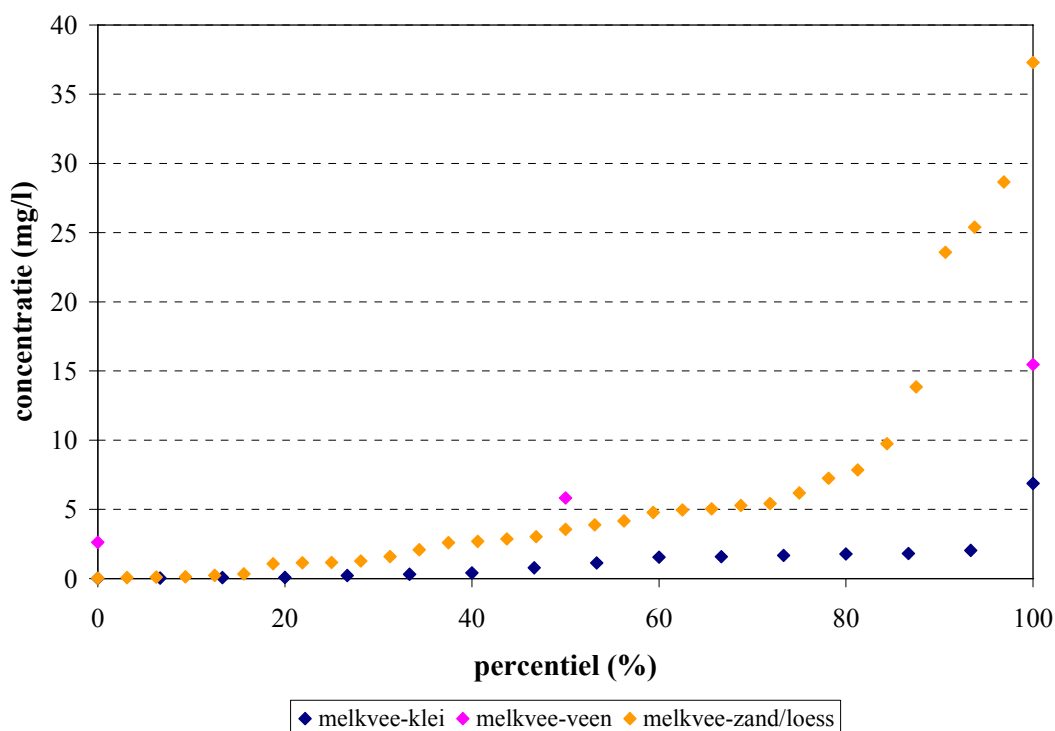
IJzer

IJzer is een van de belangrijkste bestanddelen van de vaste fase. Het komt veelvuldig voor in de vorm van silicaten en ijzer(hydr)oxide. Het merendeel van de in de bodem aanwezige ijzer is niet oplosbaar en daardoor niet opneembaar. IJzer wordt door gewassen bij voorkeur als Fe^{3+} opgenomen. IJzergebrek in gewassen doet zich vooral voor op carbonaatrijke vochtige gronden met een hoge pH. IJzergebrek is echter geen gevolg van een absoluut tekort aan ijzer, waardoor bemesting met ijzer geen zin heeft, omdat ijzer dan direct geïmmobiliseerd zou worden in allerlei verbindingen. Er is geen wettelijke norm voor de ijzerconcentratie in grondwater.

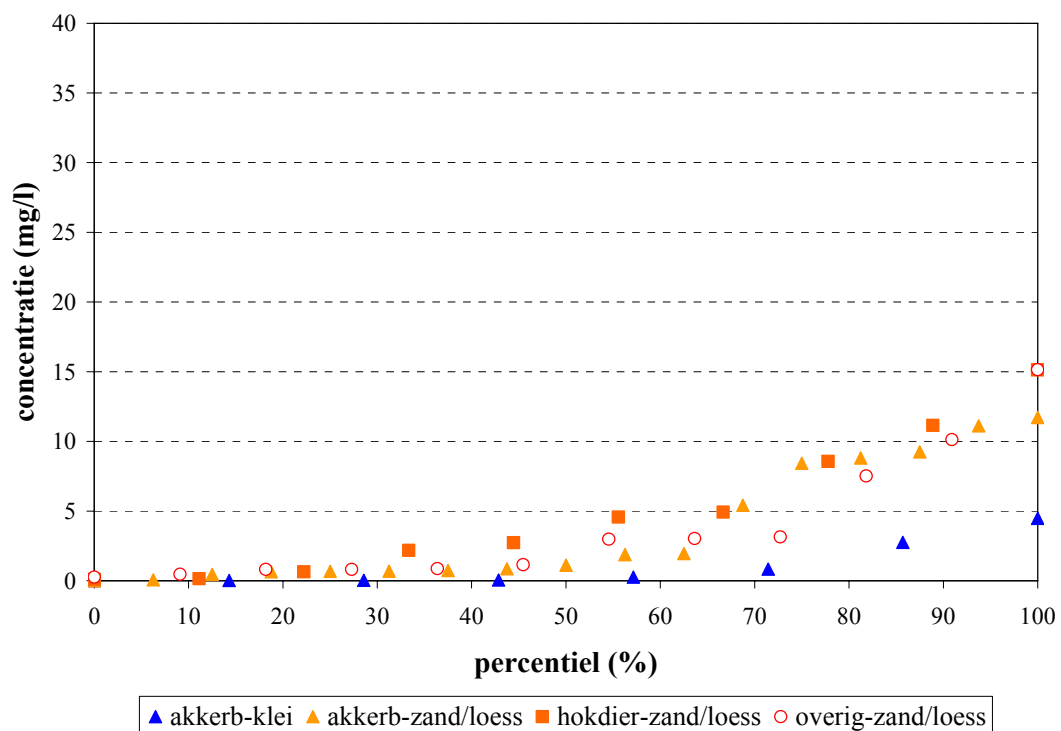
De gemiddelde ijzerconcentratie zoals gemeten in 2003 varieert van 1 tot 8 mg/l. Door de grote spreiding in de waarnemingen is er geen sprake van significante verschillen tussen de categorieën.

Tabel 4.17 Gemiddelde ijzerconcentratie (mg/l) en het verschil tussen de categorieën.

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	Vershil
Klei	akkerbouw	8	1,1	A
	melkvee	16	1,3	A
Veen	melkvee	3	8,0	A
Zand en löss	akkerbouw	17	3,8	A
	hokdier	10	5,0	A
	melkvee	33	6,6	A
	overig	12	3,9	A



Figuur 4.32 Bedrijfsgemiddelde ijzerconcentratie bij melkveebedrijven.



Figuur 4.33 Bedrijfsgemiddelde ijzerconcentratie bij niet-melkveebedrijven.

4.4.3 Sporenelementen

Algemeen

De volgende sporenelementen zijn bepaald: As, Cd, Cu, Pb, Zn, Cr en Ni. In Tabel 4.1 staan de streefwaarden en interventiewaarden voor de betreffende elementen. De gevonden concentraties van sporenelementen bij bepaalde categorieën bedrijven kunnen het gevolg zijn van de geografische ligging van deze bedrijven. In het zuidelijk zandgebied zijn bijvoorbeeld de concentraties van sommige metalen hoger dan in het centraal en noordelijk zandgebied (zie Fraters et al., 2001).

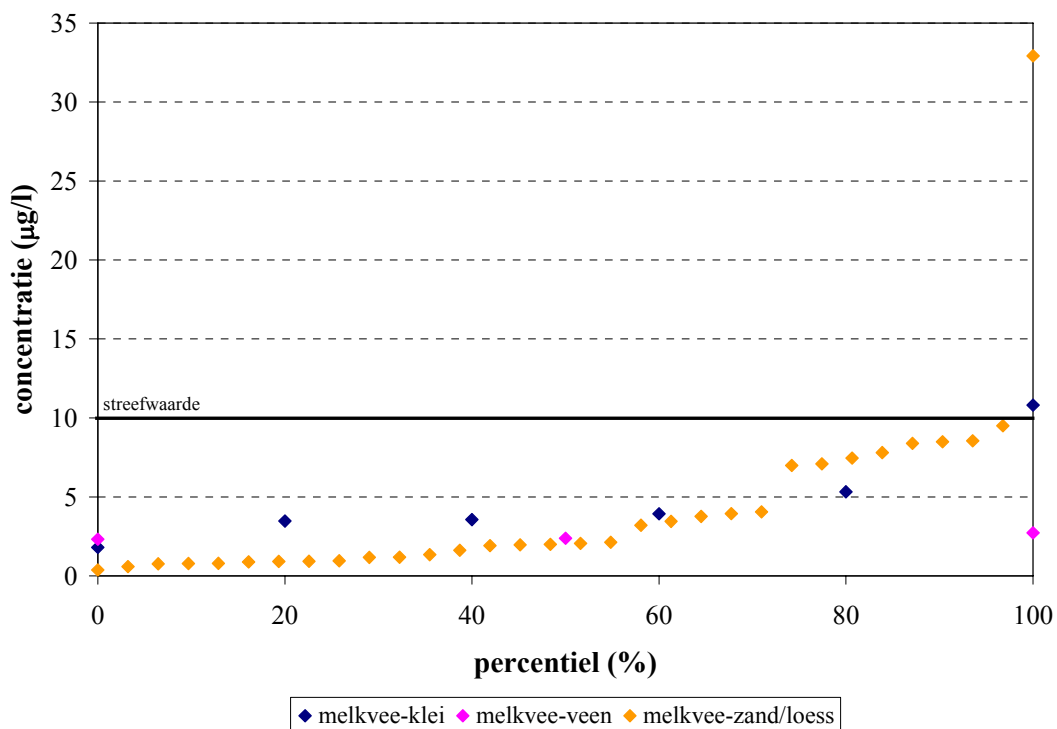
Arseen

Arseen komt van nature in anorganische en organische vorm voor. Relatief hoge concentraties in het grondwater kunnen aangetroffen worden in zeekleigebieden en de veenregio. Arseen komt vrij bij de oxidatie van pyriet onder kalkloze omstandigheden (zie MNP/RIVM (2002) en website Nederlandse Prioritaire Stoffenlijst, 'arseen en arseenverbindingen'). Arseen kan in het milieu terechtkomen door atmosferische depositie en het gebruik van meststoffen. In het verleden werd natriumarsenaat in de landbouw gebruikt om aardappelloof te doden. In de Brabantse Kempen kunnen als gevolg van atmosferische depositie en het verspreiden van zinkassen verhoogde concentraties arseen in het grondwater aangetroffen worden.

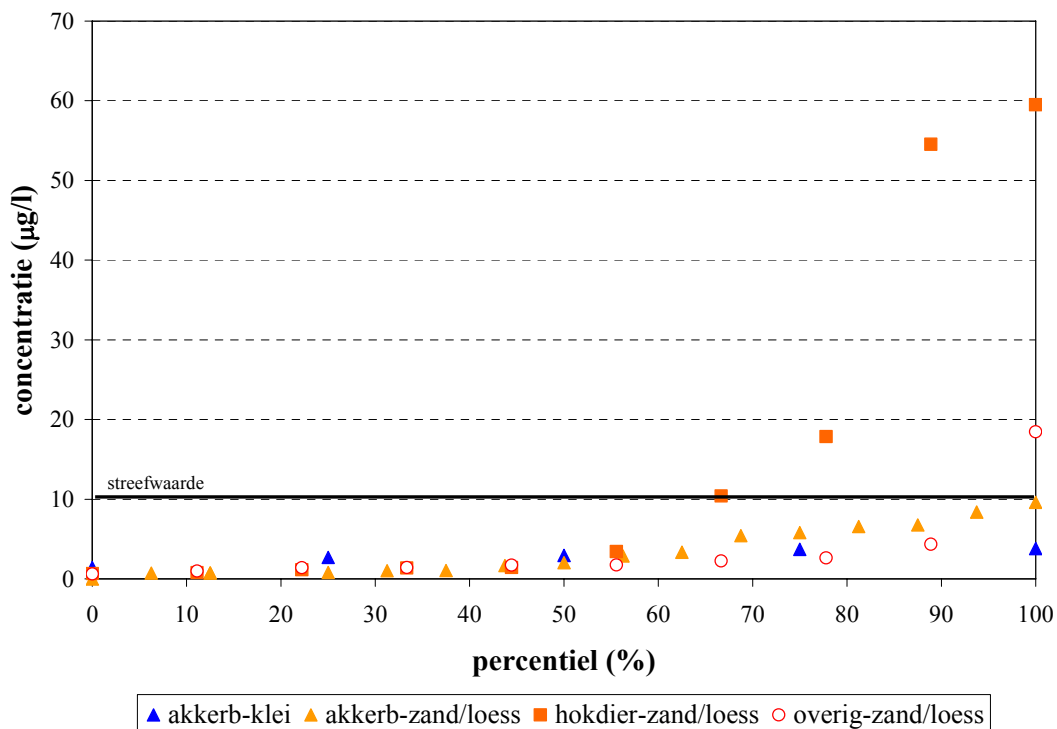
Relatief hoge concentraties arseen in het grond- en drainwater werden in 2003 gevonden bij hokdierbedrijven in de zand/lössregio: gemiddeld 15 µg/l, met uitschieters tot 60 µg/l (zie onderstaande tabel en figuren). Bij vier van de tien hokdierbedrijven op zand/löss is er sprake van overschrijding van de streefwaarde van 10 µg/l.

Tabel 4.18 Gemiddelde arseenconcentratie (µg/l) en het verschil tussen de categorieën (streefwaarde 10 µg/l).

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddeld	% onder streefwaarde	Vershil
Klei	akkerbouw	5	2,9	100	A
	melkvee	6	4,8	97	A
Veen	melkvee	3	2,5	100	A
Zand en löss	akkerbouw	17	3,4	100	A
	hokdier	10	15,1	66	B
	melkvee	32	4,3	97	A
	overig	10	3,6	93	A



Figuur 4.34 Bedrijfsgemiddelde arseenconcentratie (µg/l) bij melkveebedrijven. Van alle metingen ligt 2% onder de detectiegrens van 0,5 µg/l.



Figuur 4.35 Bedrijfsgemiddelde arseenconcentratie (µg/l) bij niet-melkveebedrijven. Van alle metingen ligt 2% onder de detectiegrens van 0,5 µg/l.

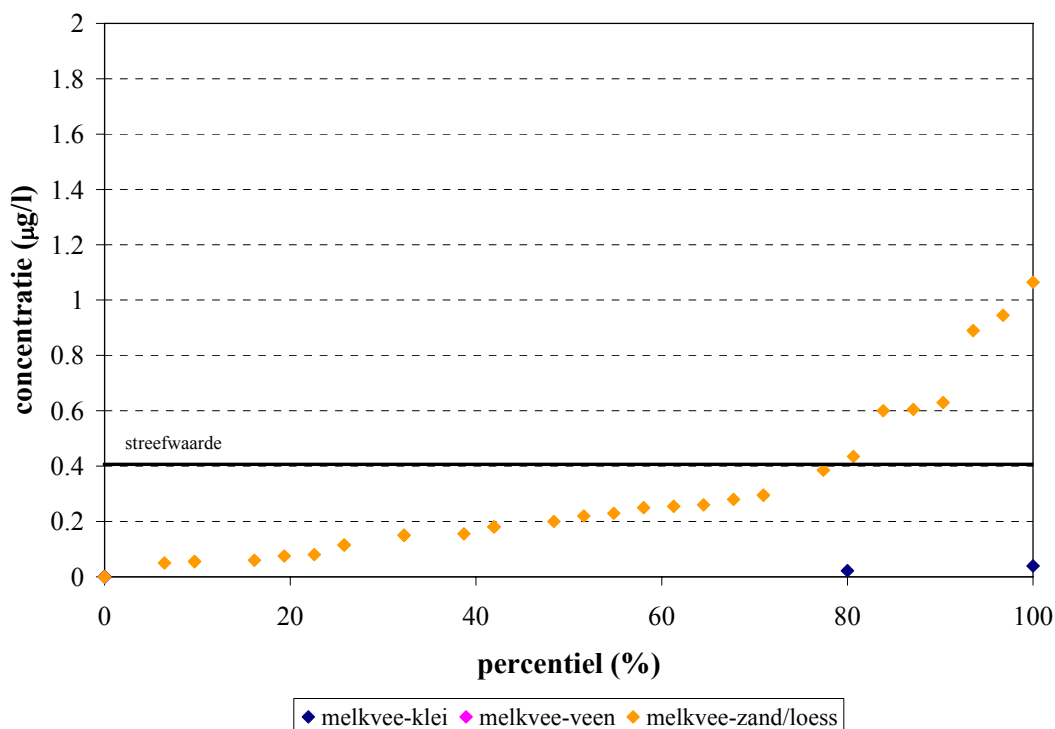
Cadmium

In de natuur komt cadmium vooral voor in ertsen en fossiele brandstoffen. Als verontreiniging wordt cadmium onder andere verspreid door het gebruik van fosfaatmeststoffen. In de Brabantse Kempen kunnen als gevolg van atmosferische depositie en het verspreiden van zinkassen verhoogde concentraties cadmium in het grondwater worden aangetroffen. Cadmium is giftig voor de mens (zie website Nederlandse Prioritaire Stoffenlijst, 'cadmium en cadmiumverbindingen').

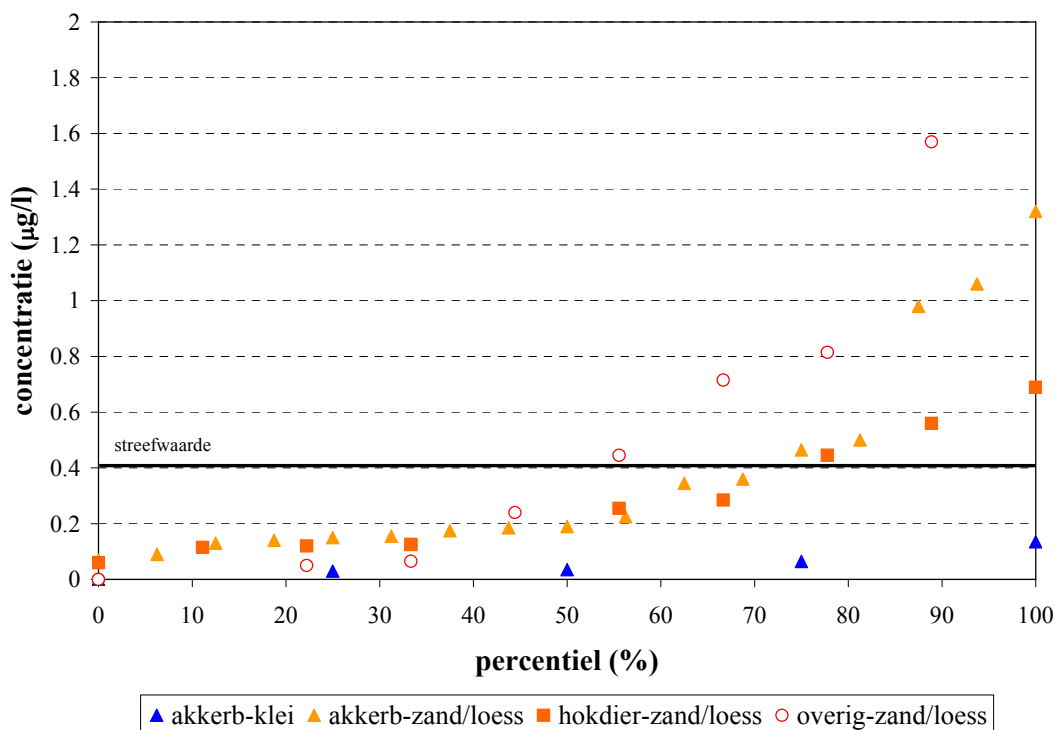
De cadmiumconcentratie lag in 2003 voor bedrijven in de klei- en veenregio onder de streefwaarde van 0,4 µg/l, al moet daarbij opgemerkt worden dat het aantal metingen in de veenregio beperkt is. De hoogste cadmiumconcentratie werd gevonden bij bedrijven in de zand/lössregio, bij het bedrijfstype 'overig' (zie Tabel 34). Deze hoge concentraties zijn het gevolg van geografische ligging van deze bedrijven (in de Kempen in Noord-Brabant/Limburg).

Tabel 4.19 Gemiddelde cadmiumconcentratie (µg/l) en het verschil tussen de categorieën (streefwaarde 0,4 µg/l).

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	% onder streefwaarde	Vershil
Klei	akkerbouw	5	0,05	100	A
	melkvee	6	0,01	100	A
Veen	melkvee	3	0,00	100	A
Zand en löss	akkerbouw	17	0,38	71	A
	hokdier	10	0,28	75	A
	melkvee	32	0,29	78	A
	overig	10	0,91	53	B



Figuur 4.36 Bedrijfsgemiddelde Cd concentratie (µg/l) bij melkveebedrijven (18% < detectiegrens van 0,04 µg/l).



Figuur 4.37 Bedrijfsgemiddelde cadmiumconcentratie (µg/l) bij niet-melkveebedrijven. De hoogste bedrijfsgemiddelde cadmiumconcentratie was 5,2 µg/l, op een 'overig' bedrijf op zand/löss (valt buiten de grafiek). Van alle metingen ligt 18% onder de detectiegrens van 0,04 g/l.

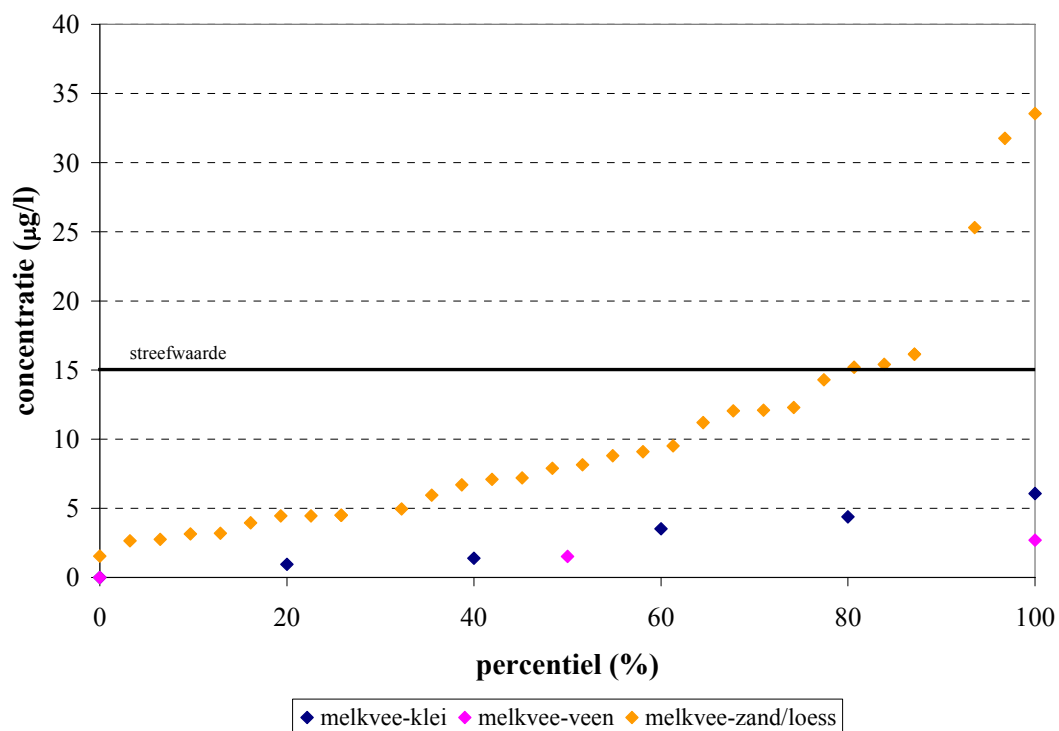
Koper

De accumulatie van koper op landbouwgronden gaat nog steeds door, maar aanzienlijk minder snel dan in het verleden: de aanvoer is sinds 2000 sterk gedaald door een verlaging van het toegestane kopergehalte in veevoeder (zie Nederlandse Prioritaire Stoffenlijst, RIVM, 2007). In de Brabantse Kempen kunnen als gevolg van atmosferische depositie en het verspreiden van zinkassen verhoogde concentraties koper in het grondwater aangetroffen worden.

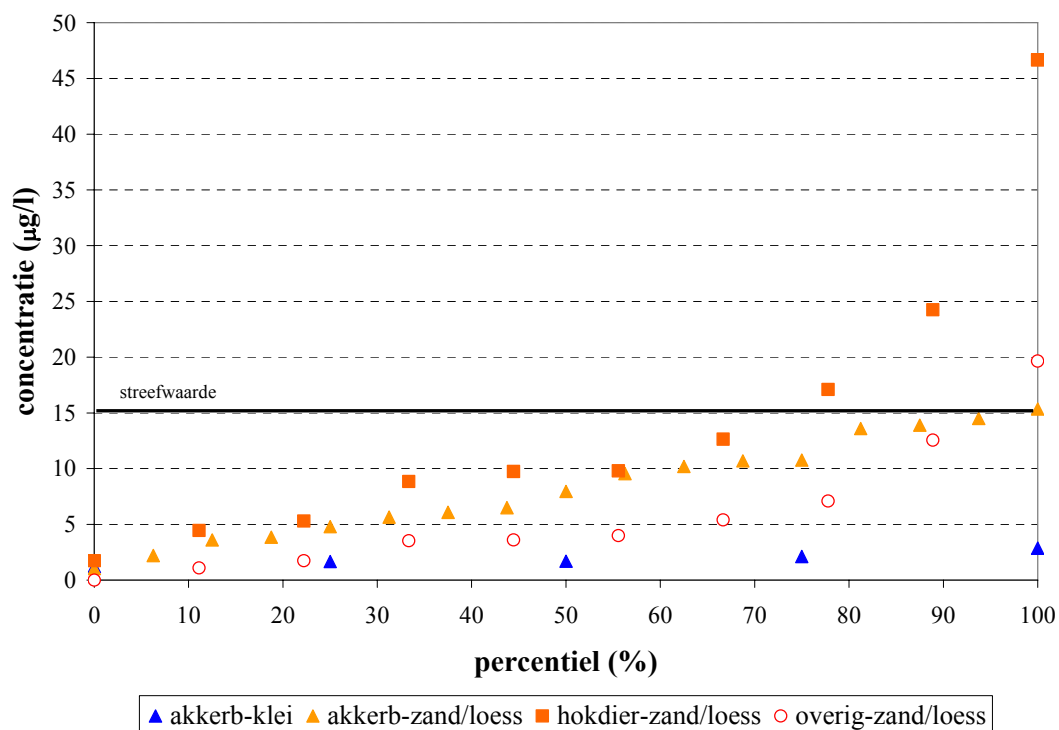
De laagste koperconcentraties werden in 2003 gevonden bij bedrijven in de klei- en veenregio. De hoogste koperconcentraties werden gevonden bij hokdierbedrijven in de zand/lössregio (zie Tabel 35). Deze hoge concentraties zijn het gevolg van geografische ligging van deze bedrijven (in de Kempen in Noord-Brabant/Limburg).

Tabel 4.20 Gemiddelde koperconcentratie ($\mu\text{g/l}$) en het verschil tussen de categorieën (streefwaarde 15 $\mu\text{g/l}$).

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddeld	% onder streefwaarde	Vershil
Klei	akkerbouw	5	1,9	100	A
	melkvee	6	2,7	100	A
Veen	melkvee	3	1,4	100	A
Zand en löss	akkerbouw	17	8,3	97,4	AB
	hokdier	10	14,1	72,5	B
	melkvee	32	10,2	79,9	AB
	overig	10	5,9	92,7	A



Figuur 4.38 Bedrijfsgemiddelde koperconcentratie (µg/l) bij melkveebedrijven. Van alle metingen ligt 3% onder de detectiegrens van 0,6 µg/l.



Figuur 4.39 Bedrijfsgemiddelde koperconcentratie (µg/l) bij niet-melkveebedrijven. Van alle metingen ligt 3% onder de detectiegrens van 0,6 µg/l.

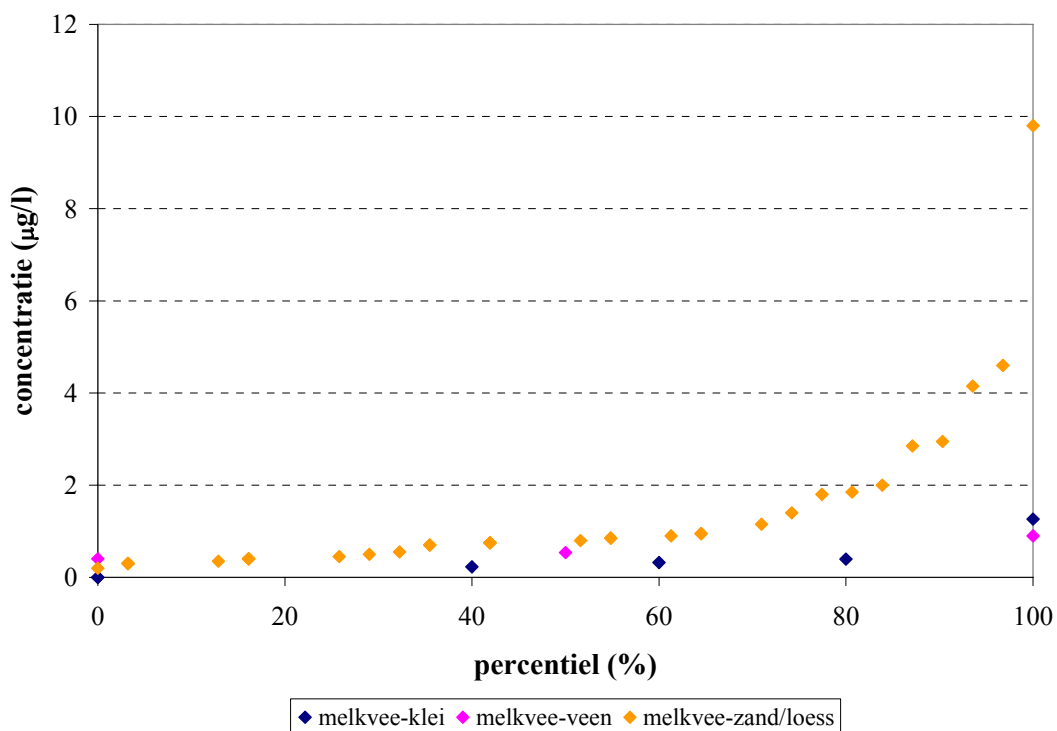
Lood

Lood komt van nature in de bodem voor. Lood is geen essentieel element en is in hoge concentraties zeer giftig. Op landelijke schaal is er sprake van een diffuse bodembelasting met lood, in het verleden vooral door atmosferische depositie als gevolg van lood in benzine (zie website Nederlandse Prioritaire Stoffenlijst, 'lood en loodverbindingen'). In de Brabantse Kempen kunnen als gevolg van atmosferische depositie en het verspreiden van zinkassen verhoogde concentraties lood in het grondwater worden aangetroffen.

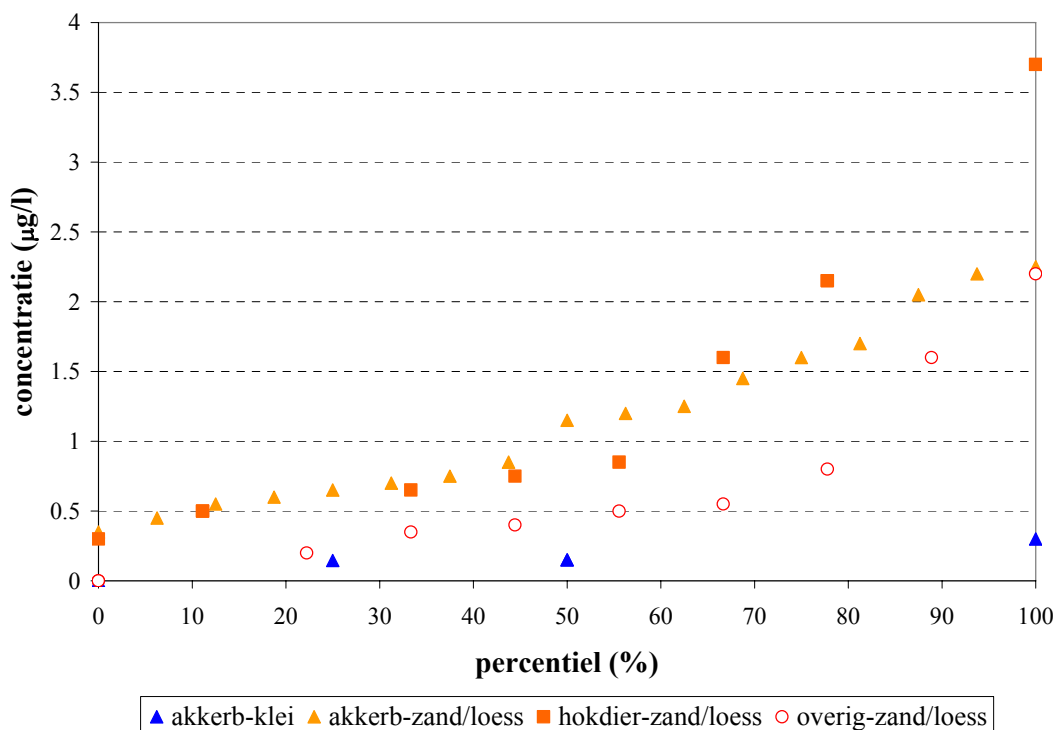
De hoogste loodconcentraties werden gevonden op melkveebedrijven in de zand/lössregio, de laagste concentraties werden gevonden bij akkerbouwbedrijven in de kleiregio (zie Tabel 36 en Figuur 45 en 46). Alle bedrijfsgemiddelde concentraties lagen onder de streefwaarde van 15 µg/l.

Tabel 4.21 Gemiddelde loodconcentratie (µg/l) en het verschil tussen de categorieën (streefwaarde 15 µg/l).

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddeld	Vershil
Klei	akkerbouw	5	0,15	A
	melkvee	6	0,37	AB
Veen	melkvee	3	0,61	AB
Zand en löss	akkerbouw	17	1,16	AB
	hokdier	10	1,32	AB
	melkvee	32	1,43	B
	overig	10	0,66	AB



Figuur 4.40 Bedrijfsgemiddelde loodconcentratie (µg/l) bij melkveebedrijven. Van alle metingen ligt 10% onder de detectiegrens van 0,2 µg/l.



Figuur 4.41 Bedrijfsgemiddelde loodconcentratie (µg/l) bij niet-melkveebedrijven. Van alle metingen ligt 10% onder de detectiegrens van 0,2 µg/l.

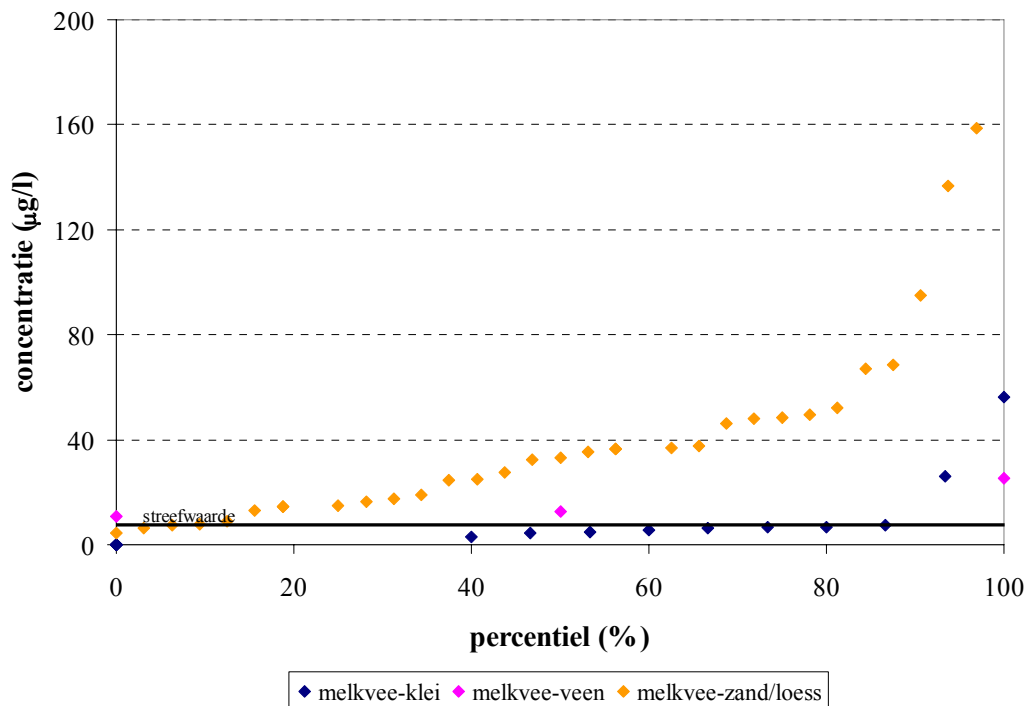
Zink

Zink komt van nature in de lucht, water en bodem voor. Bij stijgende pH neemt de concentratie zink in de bodemoplossing af. Bij hoge pH kan het neerslaan als $\text{Zn}(\text{OH})_2$ of ZnCO_3 . In de Brabantse Kempen kunnen als gevolg van atmosferische depositie en het verspreiden van zinkassen verhoogde concentraties zink in het grondwater aangetroffen worden.

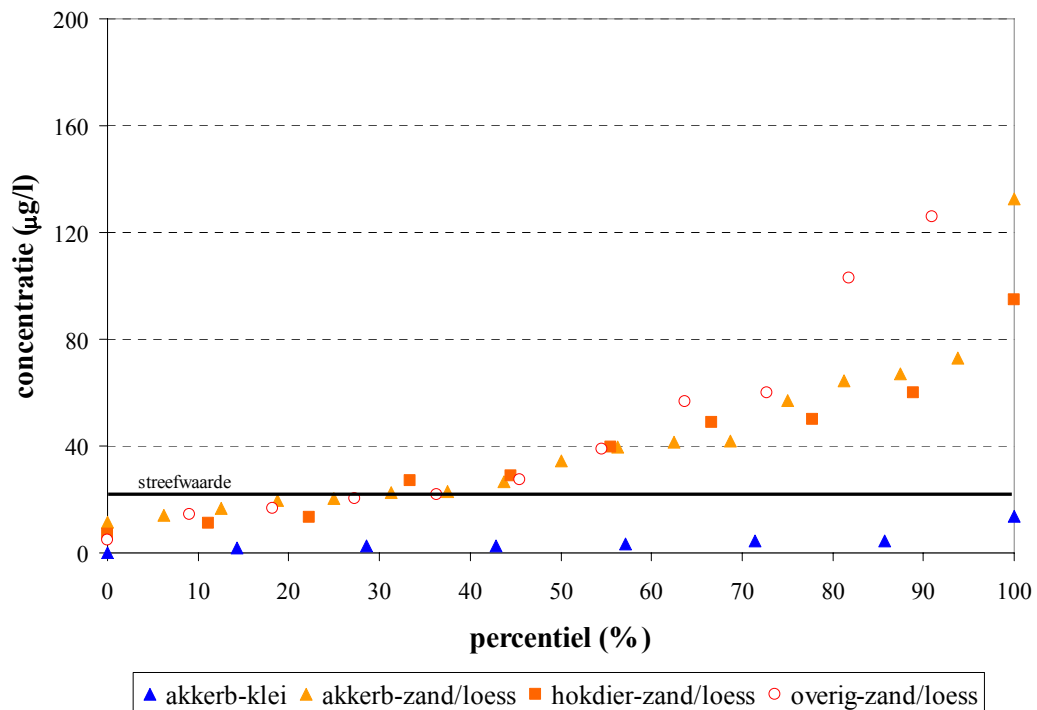
De gemiddelde zinkconcentraties varieerden tussen 4 $\mu\text{g/l}$ voor akkerbouwbedrijven in de kleiregio, en 87 $\mu\text{g/l}$ voor 'overige' bedrijven in de zand/lössregio. Er zijn geen significante verschillen tussen de categorieën. Wel is er bij bedrijven in de zand/lössregio duidelijk vaker sprake van overschrijding van de streefwaarde dan bij bedrijven in de klei- en veenregio (zie de volgende tabel en figuren).

Tabel 4.22 Gemiddelde zinkconcentratie ($\mu\text{g/l}$) en het verschil tussen de categorieën (streefwaarde 65 $\mu\text{g/l}$).

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	% onder norm	Vershil
Klei	akkerbouw	8	4,2	100	A
	melkvee	16	8,0	100	A
Veen	melkvee	3	16,4	100	A
Zand en löss	akkerbouw	17	41,5	83	A
	hokdier	10	38,1	90	A
	melkvee	33	86,0	84	A
	overig	12	87,0	74	A



Figuur 4.42 Bedrijfsgemiddelde zinkconcentratie ($\mu\text{g/l}$) bij melkveebedrijven. De hoogste bedrijfsgemiddelde zinkconcentratie was 1597 $\mu\text{g/l}$, op een melkveebedrijf op zand/löss (valt buiten de grafiek). Van alle metingen ligt 12% onder de detectiegrens van 4 $\mu\text{g/l}$.



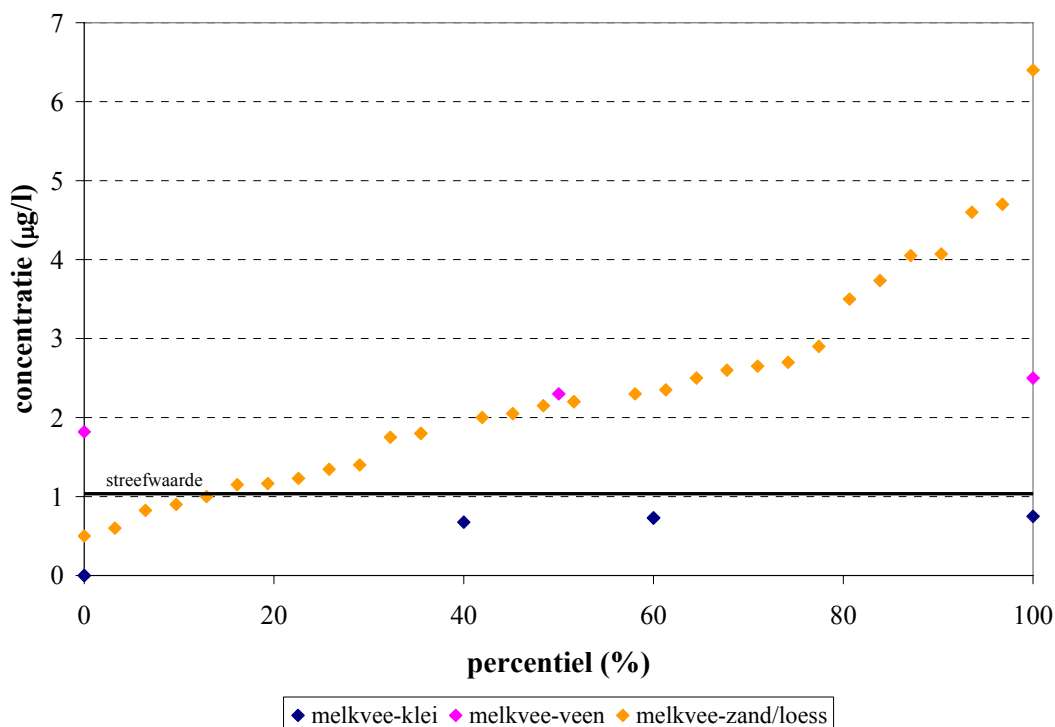
Figuur 4.43 Bedrijfsgemiddelde zinkconcentratie ($\mu\text{g/l}$) bij niet-melkveebedrijven. De hoogste bedrijfsgemiddelde zinkconcentratie was 554 $\mu\text{g/l}$, op een 'overig' bedrijf op zand/löss (valt buiten de grafiek). Van alle metingen ligt 12% onder de detectiegrens van 4 $\mu\text{g/l}$.

Chroom

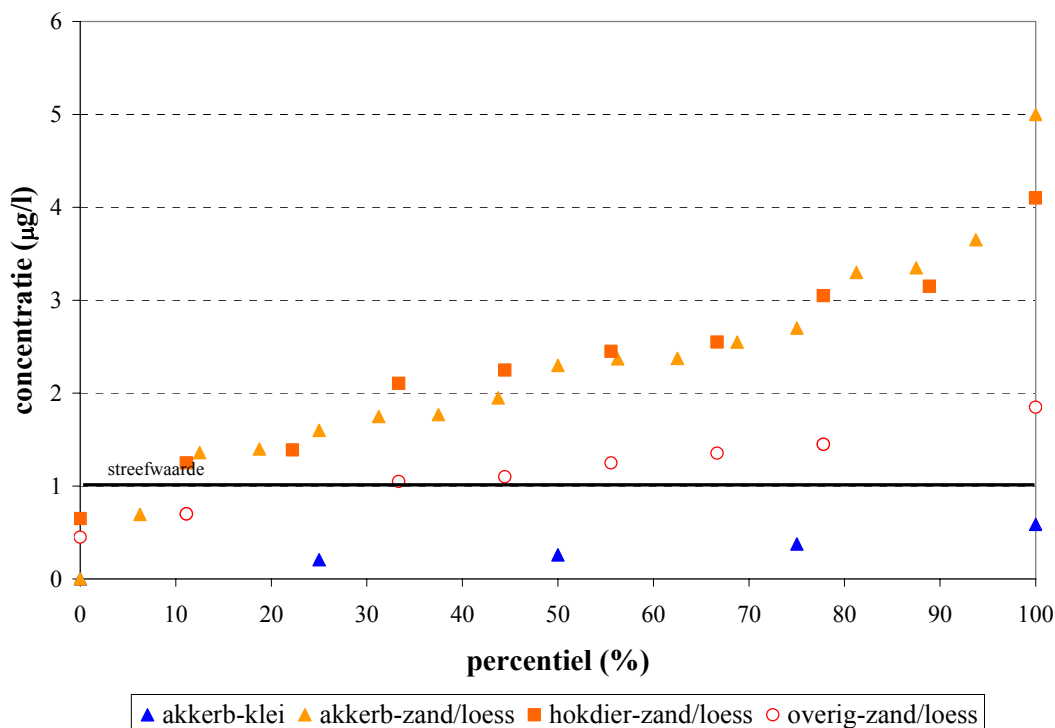
Chroom komt van nature in kleine hoeveelheden in de Nederlandse bodem voor. Door bemesting met drijf- en kunstmest komt jaarlijks circa 48 ton chroom in het Nederlandse milieu. Chroom komt van nature in kleine hoeveelheden in de Nederlandse bodem voor (zie website Nederlandse Prioritaire Stoffenlijst, 'chroom en chroomverbindingen'). In 2003 was de concentratie chroom het laagst op akkerbouw- en melkveebedrijven in de kleiregio, gemiddeld 0,4 µg/l (zie Tabel 38). De hoogste concentraties werden gevonden in de veen- en zand/lössregio. Bij de meeste bedrijven in deze regio's werd een chroomconcentratie gevonden die boven de streefwaarde van 1 µg/l ligt.

Tabel 4.23 Gemiddelde chroomconcentratie (µg/l) en het verschil tussen de categorieën (streefwaarde 1 µg/l).

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddeld	% onder norm	Vershil
Klei	akkerbouw	5	0,3	100	A
	melkvee	6	0,5	100	A
Veen	melkvee	3	2,2	0	BC
Zand en löss	akkerbouw	17	2,2	9	C
	hokdier	10	2,3	6	C
	melkvee	32	2,3	13	C
	overig	10	1,1	32	AB



Figuur 4.44 Bedrijfs-gemiddelde chroomconcentratie (µg/l) bij melkveebedrijven. Van alle metingen ligt 26% onder de detectiegrens van 1 µg/l.



Figuur 4.45 Bedrijfsgemiddelde chroomconcentratie (µg/l) bij niet-melkveebedrijven. Van alle metingen ligt 26% onder de detectiegrens van 1 µg/l.

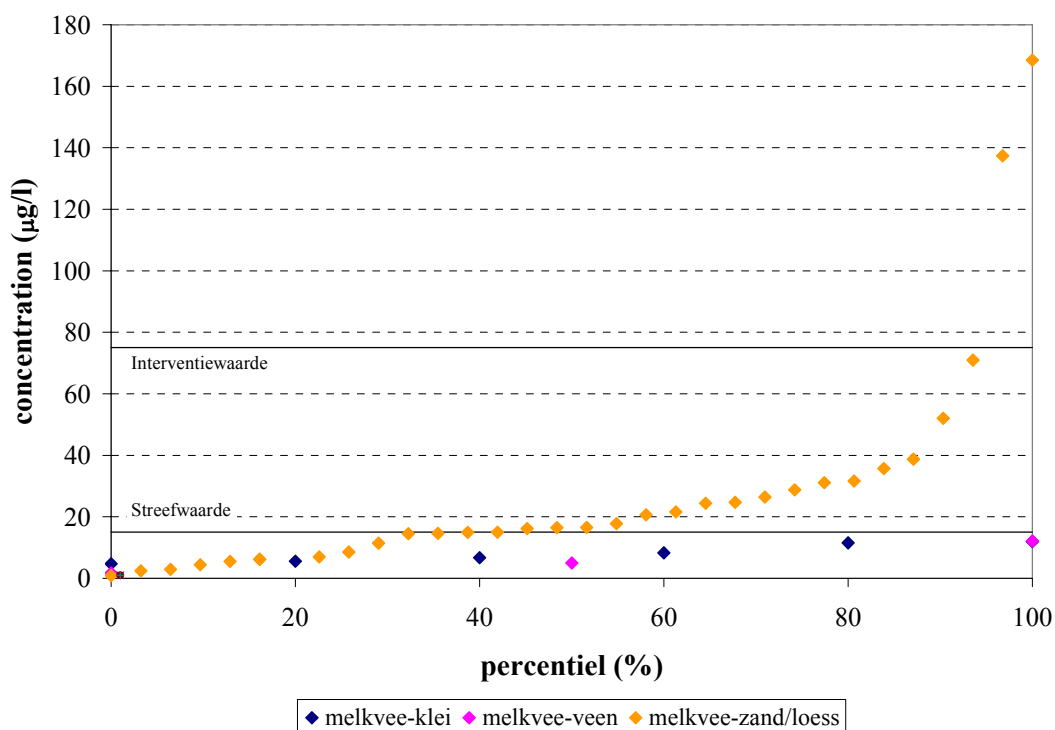
Nikkel

Nikkel komt van nature in de bodem voor. Nikkel is een essentieel element voor sommige planten en veel dieren, met name zoogdieren (zie Nederlandse Prioritaire Stoffenlijst, ‘nikkel en nikkelverbindingen’). Nikkel is giftig voor in het water levende organismen en kan in het aquatisch milieu op lange termijn schadelijke effecten veroorzaken. Door landbouwactiviteiten komt er extra nikkel in het grondwater. Ook kan nikkel vrijkomen door oxidatie van nikkelhoudend pyriet. Normoverschrijding wordt voornamelijk onder zandgrond gevonden (MNP/RIVM, 2002).

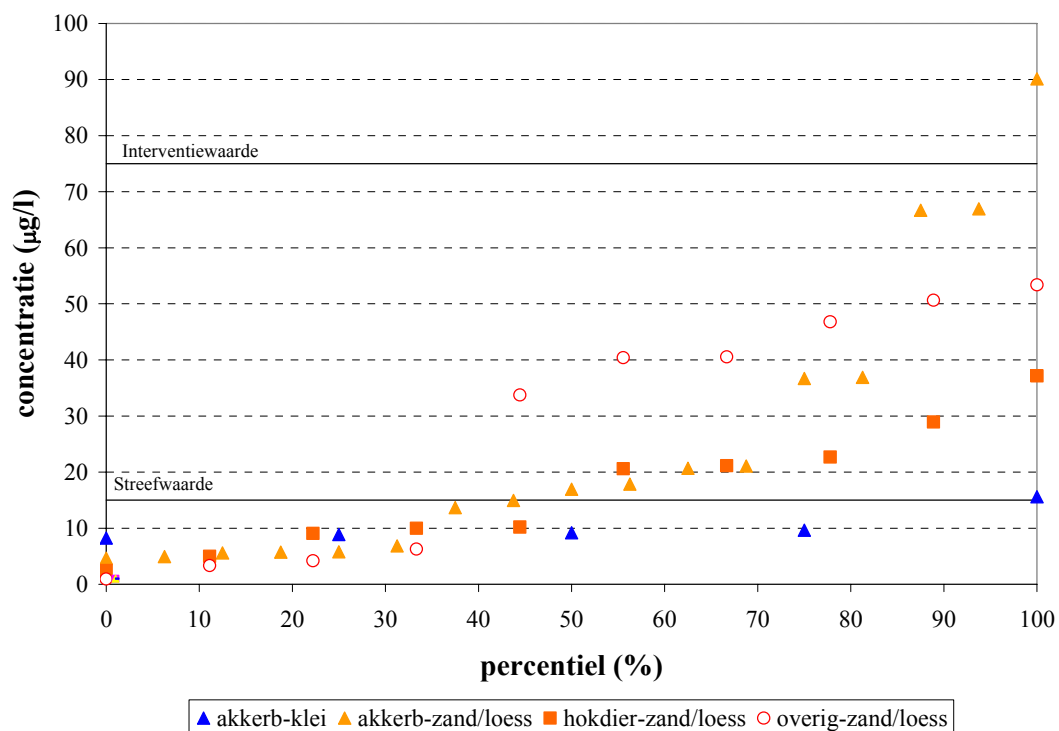
De gemiddelde nikkelconcentraties varieerden in 2003 tussen 6 µg/l voor melkveebedrijven in de veenregio en 28 µg/l voor ‘overige’ bedrijven in de zand/lössregio. Er zijn geen significante verschillen tussen de categorieën. Wel is er bij bedrijven in de zand/lössregio duidelijk vaker sprake van overschrijding van de streefwaarde en zelfs de interventiewaarde dan bij bedrijven in de klei- en veenregio (zie de volgende tabel en figuren). De bedrijven waar de interventiewaarde wordt overschreden zijn gelegen in het zuidelijk zandgebied. De hier in de bodem en grondwater voorkomende verhoogde concentraties van bepaalde zware metalen zijn niet gerelateerd aan de bedrijfsvoering van de specifieke boerenbedrijven, maar zijn gerelateerd aan geografische ligging. Alle nikkelmetingen liggen boven de detectiegrens van 0,5 µg/l.

Tabel 4.24 Gemiddelde nikkelconcentratie ($\mu\text{g/l}$) en het verschil tussen de categorieën (streefwaarde 15 $\mu\text{g/l}$).

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddeld	% onder norm	Vershil
Klei	akkerbouw	5	10,3	97,4	A
	melkvee	6	8,1	100	A
Veen	melkvee	3	6,3	100	A
Zand en löss	akkerbouw	17	25,7	43,9	A
	hokdier	10	16,7	49,5	A
	melkvee	32	27,9	42	A
	overig	10	28,0	36,8	A



Figuur 4.46 Bedrijfsgemiddelde nikkelconcentratie ($\mu\text{g/l}$) bij melkveebedrijven.



Figuur 4.47 Bedrijfsgemiddelde nikkelconcentratie (µg/l) bij niet-melkveebedrijven.

5 Bijzondere projecten

5.1 Koeien & Kansen

Het project Koeien & Kansen (K&K) is een onderzoeksproject dat gestart is in 1999 en waarbinnen in 2003 een groep van zeventien melkveehouders samen met onderzoekers op zoek ging naar de mogelijkheden van duurzame melkveehouderij. Het primaire doel van K&K is het op deze voorloperbedrijven implementeren van (verwachte) toekomstige milieuwetgeving (zoals de mestwetgeving, de Kaderrichtlijnwater), waarbij de milieukundige, technische en economische gevolgen in beeld worden gebracht (zie website www.koeienenkansen.nl). Deze verkenning biedt de mogelijkheid de wetgeving te evalueren, voorstellen tot verbetering te onderzoeken en de sector te informeren over kosteneffectieve bedrijfsaanpassingen.

De K&K-bedrijven liggen verspreid over heel Nederland en hebben onderling grote verschillen in schaal, intensiteit, grondsoort en bedrijfsstijl. Alle hoofdgrondsoortregio's (klei, veen, zand en löss) zijn in het project vertegenwoordigd. De bedrijven vormen zo een afspiegeling van de landelijke verspreiding van melkvee, de verscheidenheid in bodem en waterhuishouding en de aanwezigheid van belangrijke vraagstukken c.q. aanwezige natuurlijke of landschappelijke 'handicaps'.

Van de zeventien K&K-bedrijven bevonden zich er tien in de zandregio, een in lössregio, drie in de veenregio en drie in de kleiregio. De hierna genoemde waarden zijn gebaseerd op gemiddelden van grond- en drainwater tezamen.

De K&K-bedrijven in de zand/lössregio worden intensiever bemonsterd dan de EM-bedrijven (48 meetpunten). Over het algemeen zijn de K&K-bedrijven in de zandregio binnen de respectievelijke grondwatertrappen op iets drogere gronden gelegen dan de EM-bedrijven (zie Tabel 5.1). Dit zou een mogelijke oorzaak kunnen zijn voor eventuele verschillen tussen de waarnemingen.

Tabel 5.1 Percentage natte (gw-trap 1-4), nat/droge (gw-trap 5/6) en droge (gw-trap 7/8) K&K-bedrijven in vergelijking met normale zandbedrijven en de gemiddelde grondwaterstand op de bedrijven.

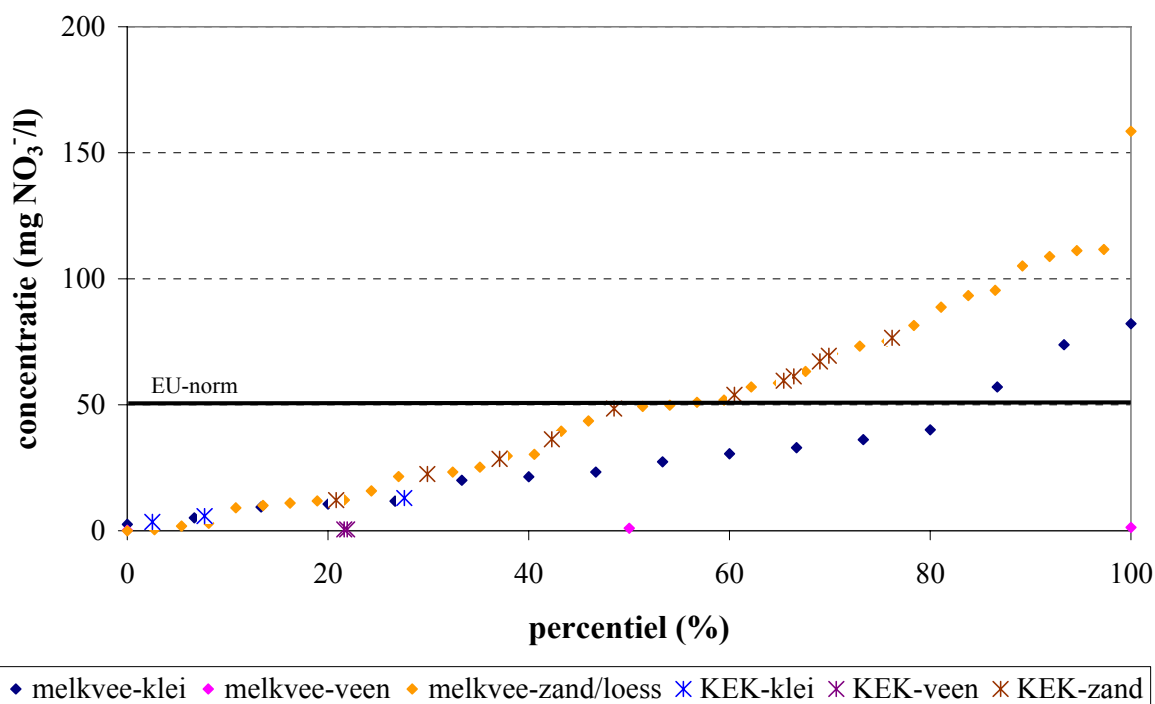
	% nat	% nat-droog	% droog	GW-stand (in cm-mv)
K&K zandbedrijf - nat	5	95	0	-172
Gangbaar zandbedrijf - nat	52	41	7	-128
Gangbaar zandbedrijf - droog	18	50	33	-169
K&K zandbedrijf - droog	7	48	45	-191

In Bijlage 7 zijn de bedrijfsgemiddelde meetwaarden van grond- en drainwaterkwaliteit per bedrijf opgenomen.

Nitraat

In Figuur 5.1 staan de bedrijfsgemiddelde nitraatconcentraties van zowel K&K-bedrijven als EM-melkveebedrijven (zie ook Figuur 4.1). De gemiddelde nitraatconcentratie van de K&K-bedrijven in de kleiregio is 7 mg/l. Bij EM-melkveebedrijven in de kleiregio is dit 30 mg/l. De gemiddelde nitraatconcentraties bij K&K-bedrijven in de zand/lössregio is 49 mg/l. Bij EM-melkveebedrijven in de zand/lössregio is dit 50 mg/l. Verschillen tussen de waarnemingen van K&K-bedrijven en de EM-

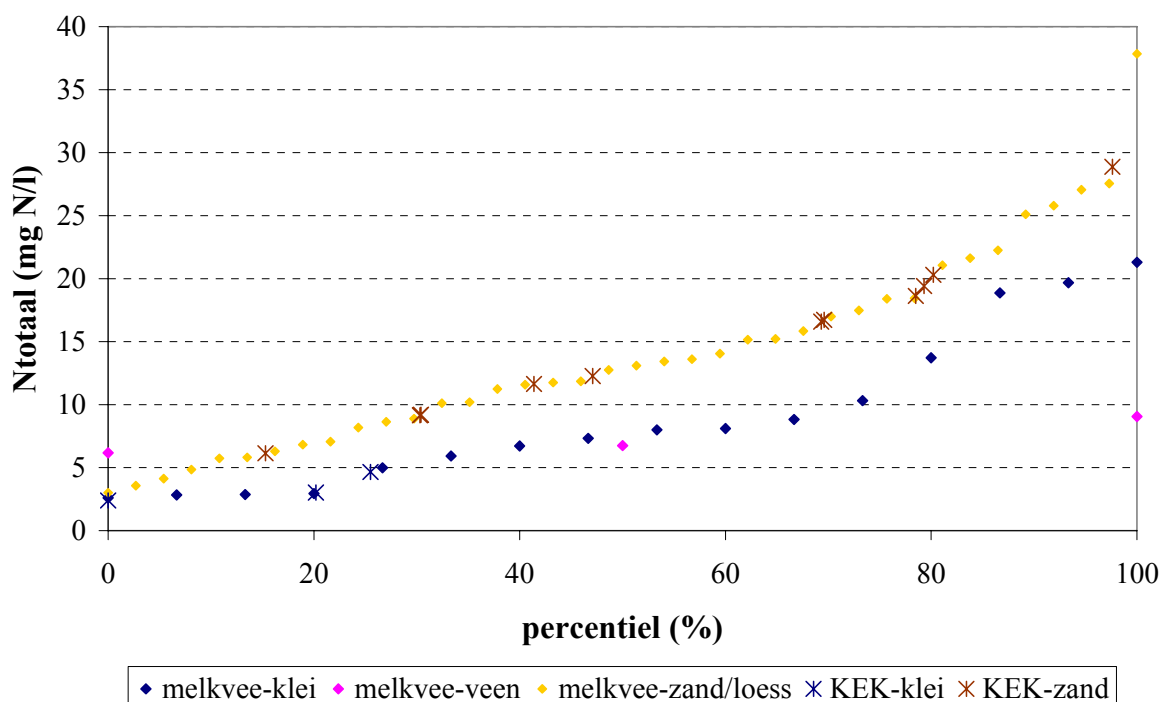
melkveebedrijven zouden behalve door verschillen in landbouwpraktijk ook het gevolg van een andere verhouding tussen grondsoorten en grondwatertrappen kunnen zijn.



Figuur 5.1 Bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie (in mg/l) bij EM-melkveebedrijven en K&K-bedrijven. Eén K&K-bedrijf op veen valt buiten de figuur: de gemiddelde nitraatconcentratie van dat bedrijf (1,7 mg/l) ligt hoger dan de hoogste nitraatconcentratie van de EM-melkveebedrijven op veen (1,3 mg/l = 100 percentiel, 1,7 mg/l zou bij 130% uitkomen).

Stikstof-totaal

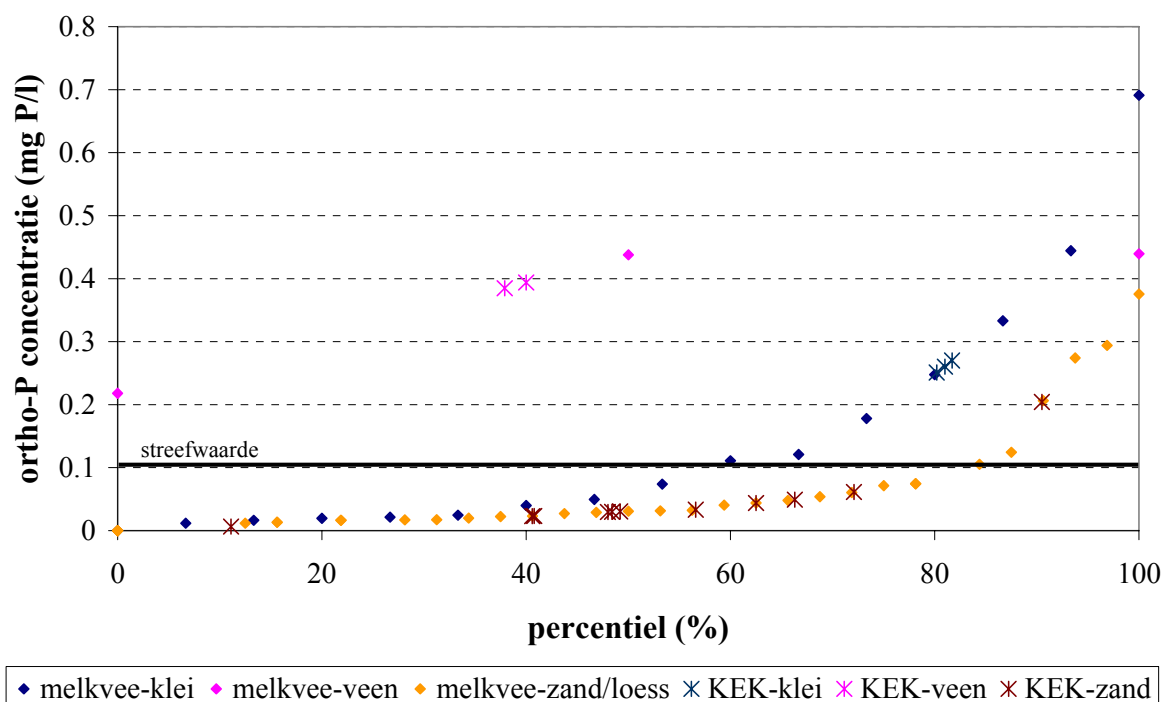
De gemiddelde Stikstof-totaalconcentratie (N-Totaal) van de K&K-bedrijven in de kleiregio is 3 mg/l. Dit is relatief laag ten opzichte van de EM-melkveebedrijven in deze regio (9,1 mg/l). De gemiddelde stikstoftotaalconcentratie bij K&K-bedrijven in de veenregio is 10 mg/l. Dit is hoger dan bij de drie EM-melkveebedrijven in deze regio (7,3 mg/l). De gemiddelde N-totaalconcentraties bij K&K-bedrijven in de zand/lössregio is 15 mg/l, dit is iets hoger dan de gemiddelde stikstoftotaalconcentratie van EM-melkveebedrijven in deze regio (14 mg/l). In Figuur 5.2 staan de bedrijfsgemiddelde stikstof-totaalconcentraties van K&K-bedrijven samen met de EM-melkveebedrijven (zie ook Figuur 4.8 en Figuur 4.9). De iets hogere waarden zouden een gevolg kunnen zijn van de gemiddeld iets drogere gronden waarop de K&K-bedrijven in de zand/lössregio zijn gelegen.



Figuur 5.2 Bedrijfsgemiddelde stikstoftotaalconcentratie (in mg N/l) bij EM- en K&K-melkveebedrijven. De drie K&K-bedrijven op veen vallen buiten de figuur: de gemiddelde stikstoftotaalconcentratie (10 mg/l) ligt hoger dan de hoogste stikstoftotaalconcentratie van de EM-melkveebedrijven op veen (9 mg/l).

Orthofosfaat

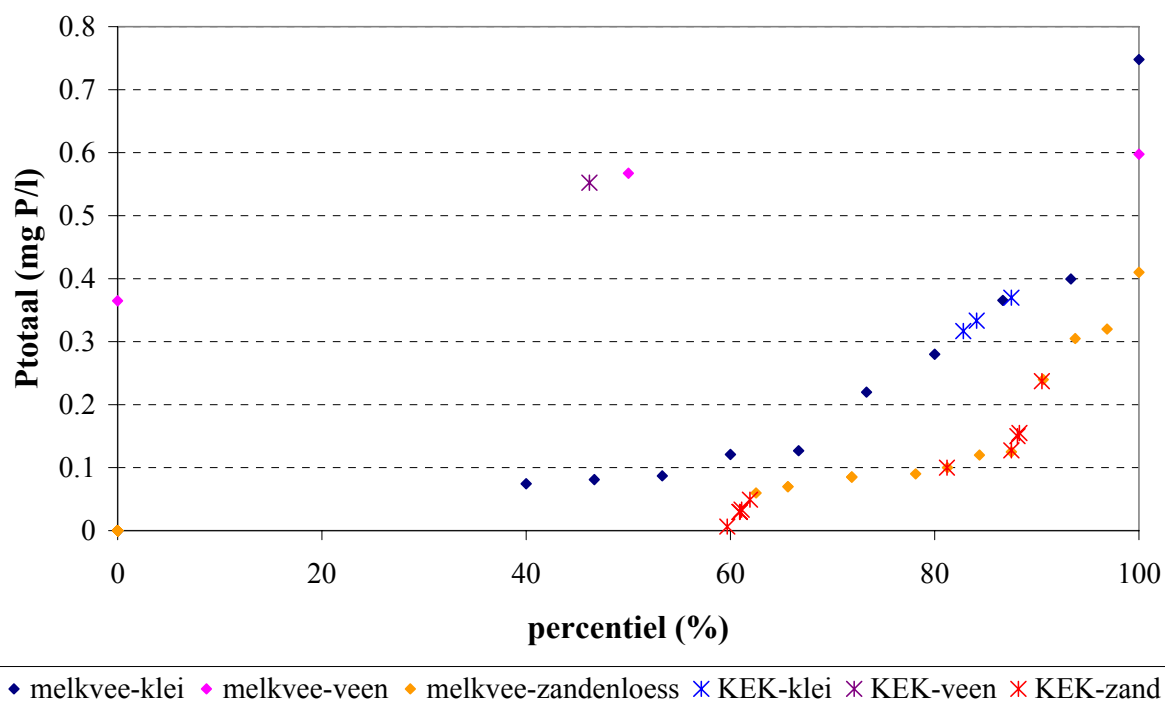
De gemiddelde orthofosfaatconcentraties van de K&K-bedrijven in de kleiregio is 0,26 mg/l. Dit is relatief hoog ten opzichte van de EM-melkveebedrijven in deze regio (gemiddeld 0,15 mg/l). De orthofosfaatconcentraties van K&K-bedrijven in de veenregio variëren: twee bedrijven hebben een concentratie van 0,4 mg/l (zie Figuur 5.3), een K&K-veenbedrijf heeft een orthofosfaatconcentratie van 0,9 mg P/l (valt buiten Figuur 5.3). De gemiddelde orthofosfaatconcentraties bij K&K-bedrijven in de zand/lössregio is 0,05 mg P/l, dit is vergelijkbaar met de concentratie van EM-melkveebedrijven in deze regio (gemiddeld 0,07 mg P/l). In Figuur 5.3 staan de bedrijfsgemiddelde orthofosfaatconcentraties van K&K-bedrijven samen met de EM-melkveebedrijven (de laatste stonden eerder aangegeven in Figuur 4.12 en Figuur 4.13).



Figuur 5.3 Bedrijfsgemiddelde orthofosfaatconcentratie (in mg/l) bij EM- en K&K-melkveebedrijven. Eén K&K-bedrijf op veen valt buiten de figuur: de gemiddelde fosfaatconcentratie van dat bedrijf (0,9 mg P/l) ligt hoger dan de hoogste fosfaatconcentratie van de EM-melkveebedrijven op veen (0,43 mg P/l).

Fosfor-totaal

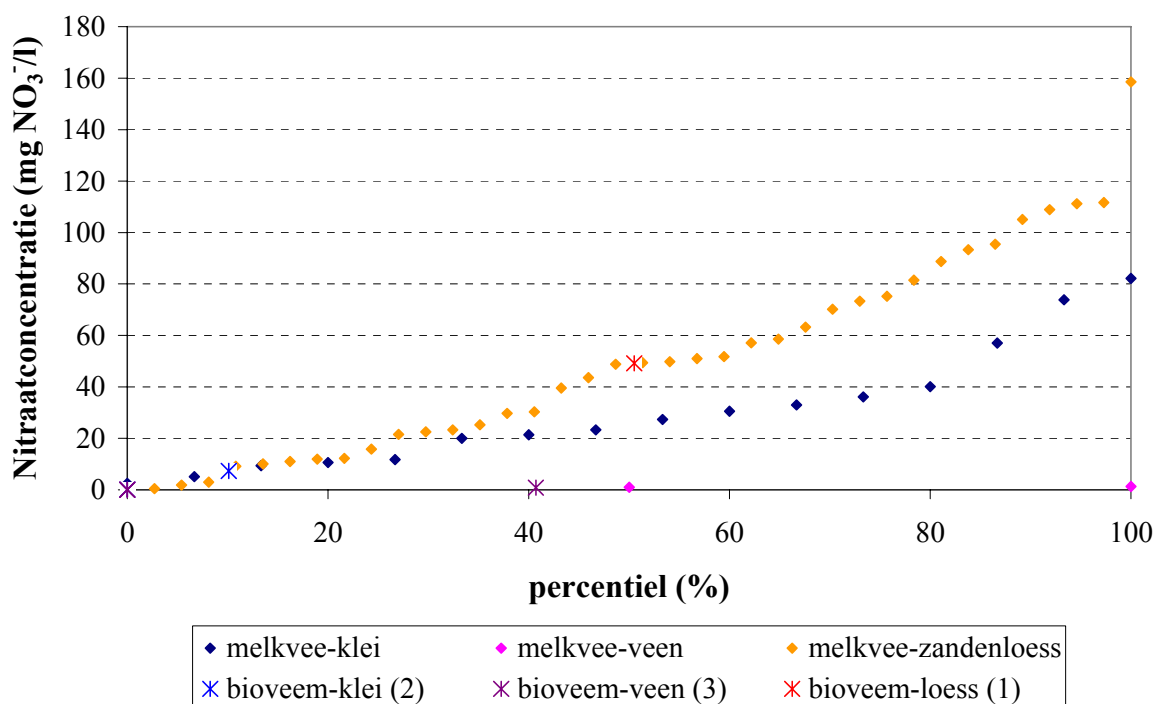
Het gemiddelde van Fosfor-totaalconcentraties (P-Totaal) van de K&K-bedrijven in de kleiregio is 0,34 mg P/l. Dit is relatief hoog ten opzichte van de EM-bedrijven in deze regio (gemiddeld 0,16 mg P/l). De fosfor-totaalconcentraties van K&K-bedrijven in de veenregio variëren van 0,55 tot 1,0 mg P/l (twee bedrijven vallen buiten Figuur 5.4). De gemiddelde P-totaalconcentraties bij K&K-bedrijven in de zand/lössregio is 0,16 mg P/l, dit is hoger dan de gemiddelde P-totaalconcentratie van EM-melkveebedrijven in deze regio (gemiddeld 0,06 mg P/l).



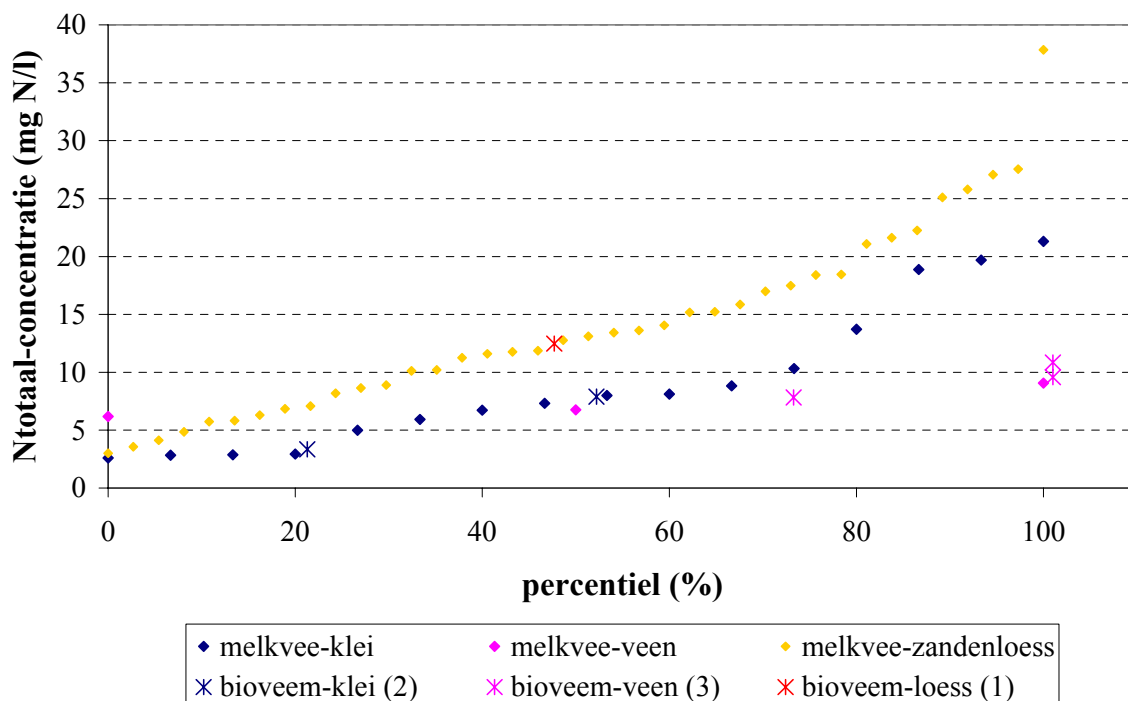
Figuur 5.4 Bedrijfsgemiddelde fosfortotaalconcentratie (in mg P/l) bij EM- en K&K-melkveebedrijven.

5.2 Bioveem

Het Bioveemproject was een onderzoeksproject van zeventien biologische melkveehouders, DLV, het Louis Bolk Instituut en Animal Sciences Group van Wageningen UR, in samenwerking met GD, PRI en LEI. Het betrof een vijfjarig project (2001-2006) waarbij onderzoek en kennisoverdracht centraal stonden (zie website www.bioveem.nl). In 2003 is op zes bedrijven de waterkwaliteit bepaald (zie Bijlage 3): drie bedrijven in de veenregio, twee in de kleiregio en een in de lössregio. In Bijlage 8 zijn de bedrijfsgemiddelde meetwaarden van grond- en drainwaterkwaliteit per bedrijf opgenomen. De nitraatconcentratie op deze biologische melkveehouderijen was relatief laag: alle zes de bedrijven zitten in de onderste 50% van de waarnemingen (Figuur 5.5). De N-totaalconcentratie van de Bioveembedrijven in de veenregio lijken iets hoger te liggen dan bij EM-bedrijven in deze regio, maar hier kan niet met zekerheid een uitspraak over worden gedaan omdat er van beide categorieën slechts drie bedrijven bemonsterd zijn. De N-totaalconcentratie van de Bioveembedrijven in de klei- en lössregio lijken vergelijkbaar met EM-melkveehouderijen, maar ook hiervoor geldt dat het aantal waarnemingen eigenlijk te gering is om een uitspraak te kunnen doen (Figuur 5.6).

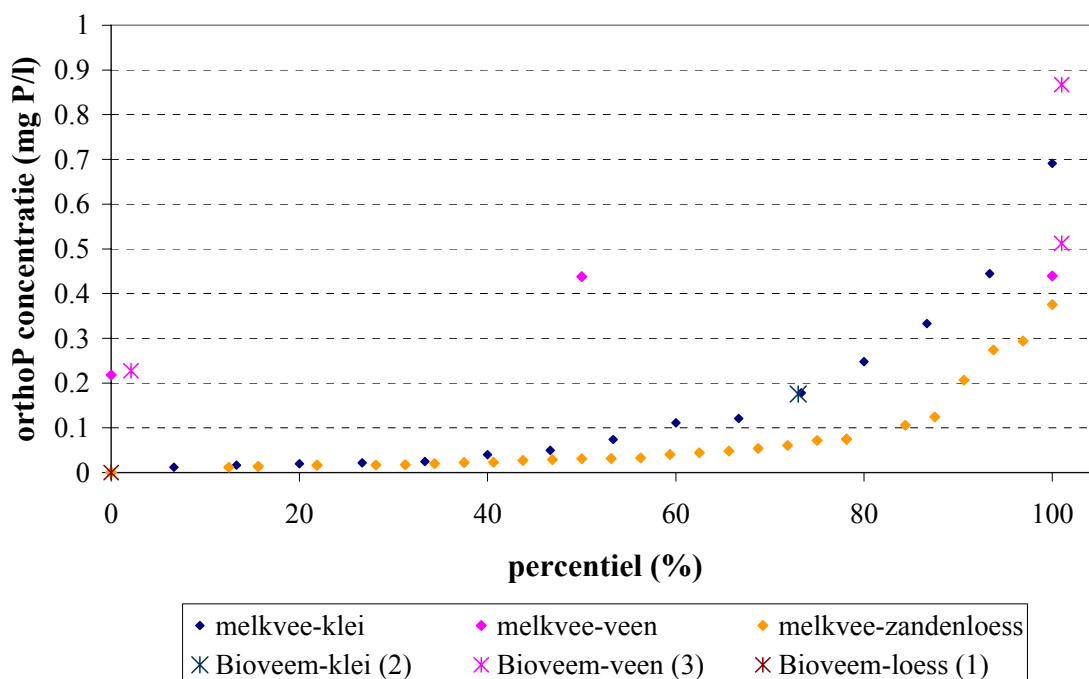


Figuur 5.5 Bedrijfsgemiddelde NO₃-concentratie (in mg/l) bij EM- en Bioveemmelkveebedrijven.

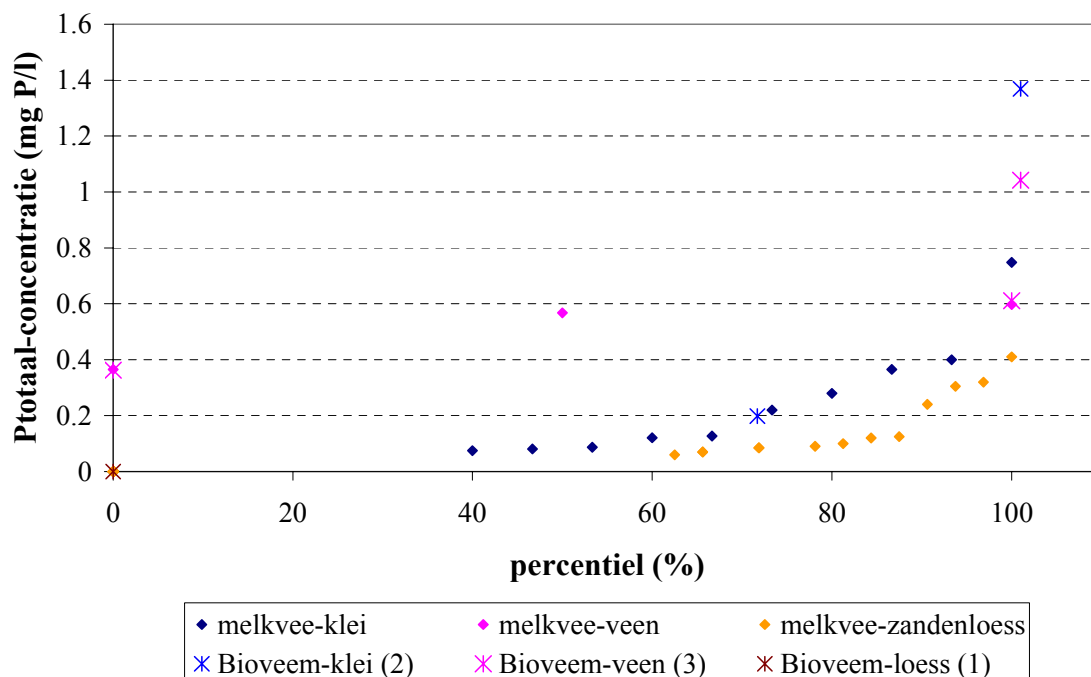


Figuur 5.6 Bedrijfsgemiddelde stikstoftotaalconcentratie (in mg N/l) bij EM- en Bioveemmelkveebedrijven.

De orthofosfaat- en fosfortotaalconcentraties van de bedrijven in de veenregio varieerden sterk. Twee Bioveembedrijven hadden een hogere concentratie dan de hoogst gemeten fosfaat- en fosfortotaalconcentratie bij de drie EM-melkveehouders (Figuur 5.7 en Figuur 5.8). Bij het bedrijf in de lössregio was de fosfortotaalconcentratie nihil.



Figuur 5.7 Bedrijfsgemiddelde orthofosfaatconcentratie (in mg P/l) bij EM- en Bioveemmelkveebedrijven.



Figuur 5.8 Bedrijfsgemiddelde fosfortotaalconcentratie (in mg P/l) bij EM- en Bioveemmelkveebedrijven.

5.3 Uitbreiding Klei

Uitbreiding Klei is een onderzoeksproject met als doel inzicht te krijgen in het effect van de wijze (drainwater of grondwater via boorgaten) en het tijdstip (winterseizoen of zomerseizoen) van bemonstering op de meetwaarden bij landbouwbedrijven in de kleiregio.

Drainwater versus grondwater

Allereerst valt op dat de spreiding van de gemeten nitraatconcentraties groot is (Tabel 5.2). Grondwater- en drainwaterbemonstering in de winter zijn desondanks significant verschillend (gepaarde student t-test, $p < 0,05$). Gemiddeld is de nitraatconcentratie in drainwater 17 mg/l hoger dan de nitraatconcentratie in het grondwater van hetzelfde bedrijf.

De gemiddelde fosfaatconcentratie in grondwatermonsters is 0,39 mg/l hoger dan in drainwatermonsters van hetzelfde bedrijf. De verschillen zijn significant (student t-test).

Tabel 5.2 Nitraat- en fosfaatconcentraties in het winterseizoen gemeten op dezelfde landbouwbedrijven volgens de drainwatermethode en volgens de grondwatermethode.

	Aantal bedrijven	NO ₃ ⁻ gem.	(mg/l) st. afw.	OrthoP gem.	(mg P/l) st.afw.
UK-drains-winter	27	27	19	0,14	0,15
UK-grondwater-winter	27	10	13	0,52	0,49
Vershil per bedrijf*		17	20	-0,39	0,49

* *Het verschil in nitraat en fosfaatconcentratie in de zomer en de winter per bedrijf: [winter]-[zomer].*

Zomer- versus winterbemonstering

Bij grondwaterbemonstering in de zomer valt de nitraatconcentratie gemiddeld ruim de helft lager uit dan in de winter. De gemiddelde fosfaatconcentratie is hoger in zomergrondwatermonsters dan in winterdrainwatermonsters. Ook hier zijn de verschillen significant (gepaarde student t-test, $p < 0,05$). In 2008 zal het RIVM nader onderzoek uitvoeren naar het monitoren in de kleiregio. Hierbij zullen ook de gegevens van het project Uitbreiding Klei in meer detail worden bestudeerd.

Tabel 5.3 Nitraat- en fosfaatconcentraties in het winterseizoen en het zomerseizoen gemeten op dezelfde landbouwbedrijven volgens de drainwatermethode en volgens de grondwatermethode.

	Aantal bedrijven	NO ₃ ⁻ gem.	st.afw.	OrthoP gem.	st.afw.
UK-grondwater-winter	39	15	19	0,43	0,45
UK-grondwater-zomer	39	7	15	0,84	0,92
verschil per bedrijf berekend*		8	10	-0,41	0,75

* *Het verschil in nitraat- en fosfaatconcentratie in de zomer en de winter per bedrijf: [winter]-[zomer].*

5.4 Scouting Löss

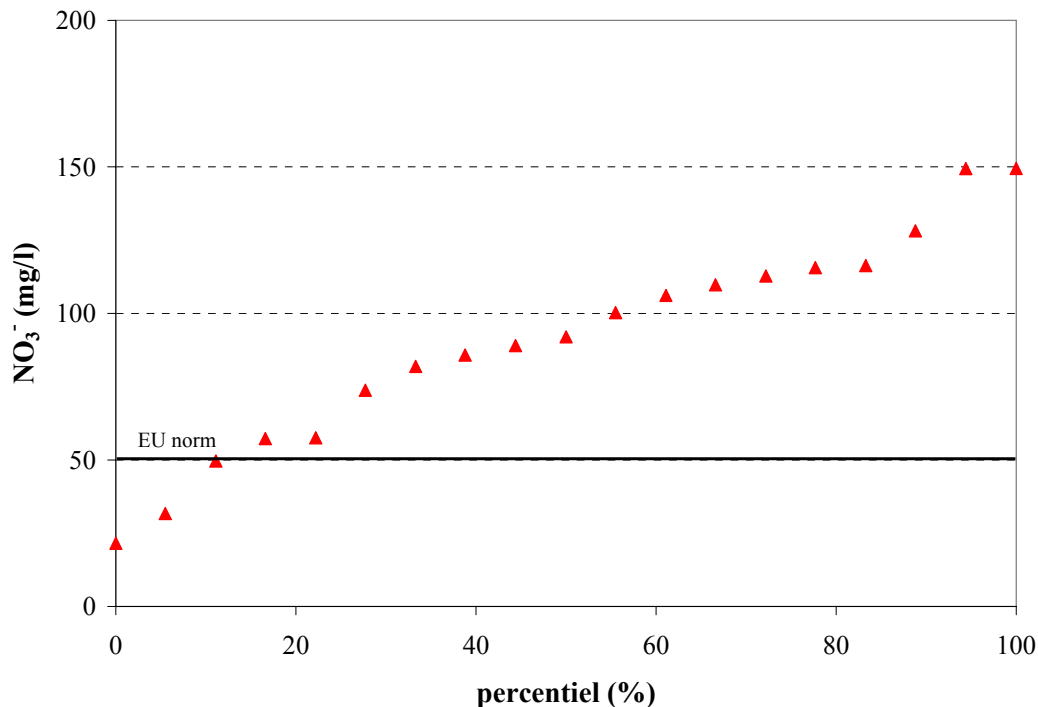
Scouting Löss is een deelproject van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid. In de lössregio (Zuid-Limburg; zie Figuur 1.1) is op 23 bedrijven de waterkwaliteit van het bodemvocht onderzocht. Vier van deze bedrijven vallen af omdat de veldmonsters niet in de juiste periode zijn bemonsterd. Er blijven dus negentien bedrijven over waarvan de gemiddelde waterkwaliteitsgegevens zijn berekend. Van de helft van de bedrijven zijn geen BIN-gegevens beschikbaar. Hierna worden daarom gemiddelden gegeven voor de hele lössregio.

Nitraat

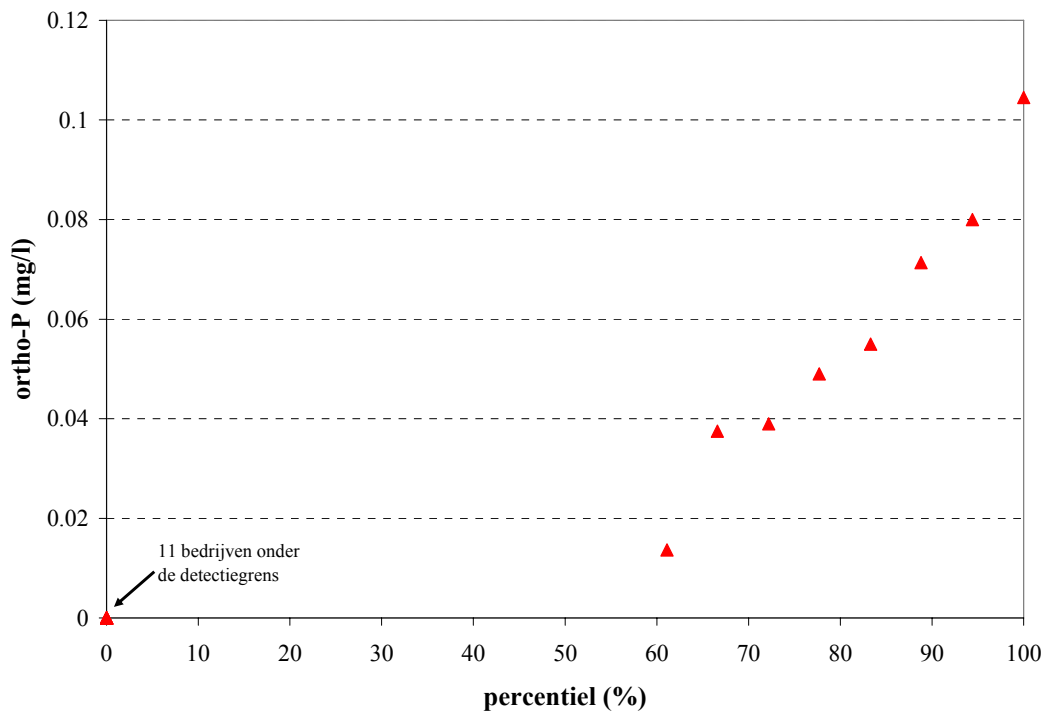
In 2004 was de gemiddelde nitraatconcentratie in het bodemvocht 91 mg/l, met een standaardafwijking van 36 mg/l. Bij slechts 11% van de bedrijven lag de bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie in 2003 onder de norm van 50 mg NO_3^- per liter (Figuur 5.9). Deze waarden zijn vergelijkbaar met de in het voorgaande jaar gevonden waarden.

Fosfaat

De gemiddelde fosfaatconcentratie in het bodemvocht was 0,024 mg P/l, met een standaardafwijking van 0,034 mg/l. De norm van 0,1 mg P/l werd door slechts 1% van de bedrijven overschreden (Figuur 5.10). Ook deze waarden zijn vergelijkbaar met de in het voorgaande jaar gevonden waarden.



Figuur 5.9 Bedrijfsgemiddelde nitraatconcentraties (in mg/l) van negentien bedrijven in de lössregio.



Figuur 5.10 Bedrijfsgemiddelde fosfaatconcentraties (in mg P/l) van negentien bedrijven in de lössregio.

Overige waarden waterkwaliteit

De gemiddelde waarden en de standaard afwijking van de overige in het bodemvocht onderzochte parameters staan weergegeven in Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Gemiddelde en standaardafwijking van diverse waterkwaliteitskenmerken.

Parameter	Gemiddelde	St.afw.
NO ₃ ⁻	91,0	36
Ortho P	0,03	0,04
Ca	68,6	30,5
K	0,6	0,3
Mg	3,7	3,3
Mn	0,0	0,1
Na	8,3	4,3
As	0,2	0,4
Cd	0,0	0,1
Cl	19,1	12,8
Cr	0,7	0,7
Cu	1,8	0,7
DOC	5,6	1,3
Fe	0,2	0,7
Ni	3,0	5,7
Pb	0,1	0,2

6 Ontwikkelingen van nutriëntenoverschotten, bemesting en waterkwaliteit

6.1 Nutriëntenoverschotten en bemesting

6.1.1 Inleiding

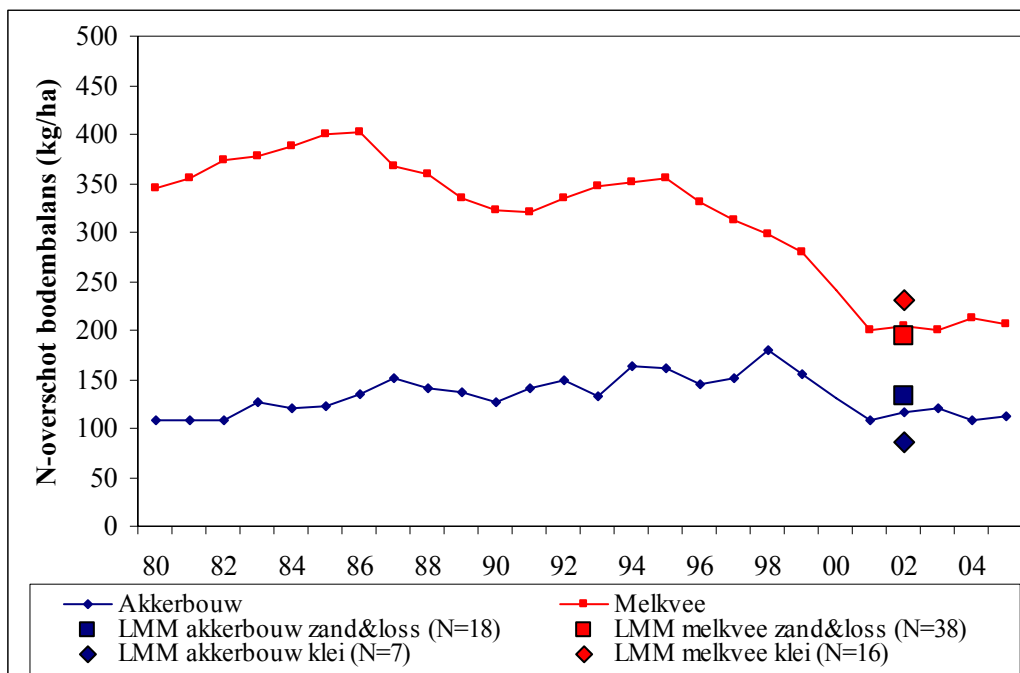
In deze paragraaf worden de in dit rapport gepresenteerde nutriëntenoverschotten en bemesting vergeleken met een langjarige landelijke trend. In paragraaf 6.1.2 worden de N- en P₂O₅-overschotten op de bodembalans in 2002 op de in 2003 bemonsterde melkvee- en akkerbouwbedrijven vergeleken met de landelijke gemiddelden zoals gepubliceerd in Van den Ham et al. (2007)²⁰. In paragraaf 6.1.3 wordt de in 2002 toegediende bemesting op de in 2003 bemonsterde melkvee- en akkerbouwbedrijven vergeleken met het landelijk gemiddelde. Op melkveebedrijven is dit landelijk gemiddelde berekend als de som van de gewogen gemiddelde aan- en afvoer van stikstof en fosfaat via meststoffen in het Bedrijven-Informatienet en de gemiddelde productie van stikstof en fosfaat op melkveebedrijven berekend door het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS, 2008). De trend in bemesting op akkerbouwbedrijven is volledig gebaseerd op informatie uit het Bedrijven-Informatienet.

Het doel van deze paragraaf is om de in dit rapport gepresenteerde overschotten en bemesting te kunnen positioneren ten opzichte van eerdere jaren en andere metingen.

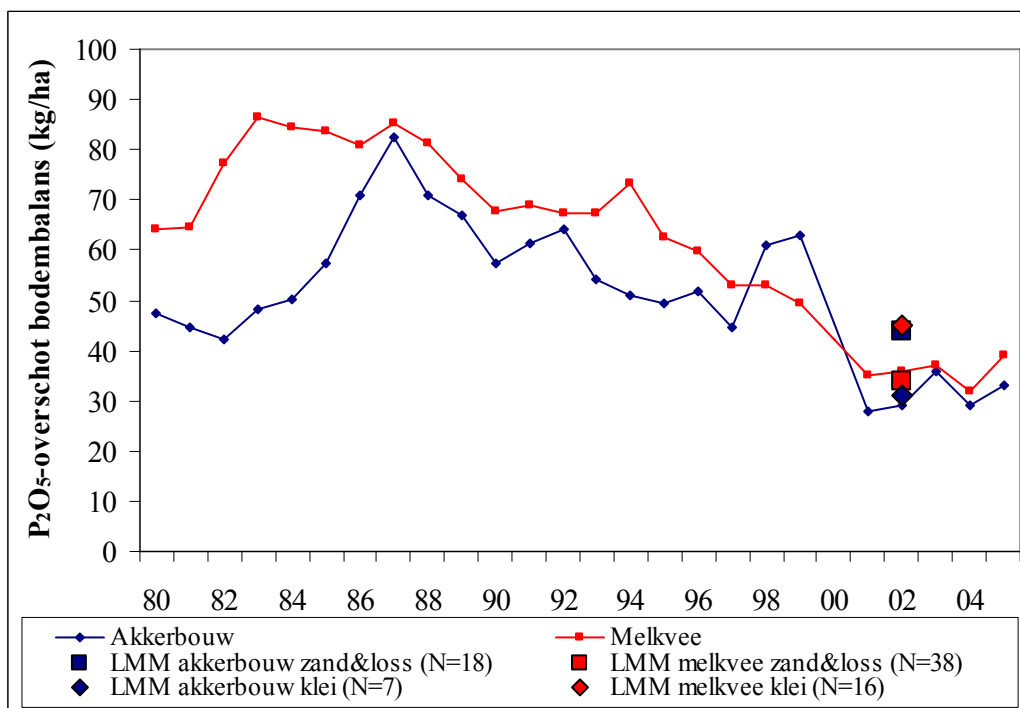
6.1.2 Nutriëntenoverschotten

Figuur 6.1 laat zien dat het gemiddelde N-overschot op de bodembalans voor melkveebedrijven in de periode 1980-1995 schommelde tussen 300 en 400 kg per ha. Daarna vond er een forse daling plaats van 355 kg per ha in 1995 tot 201 kg per ha in 2001. Vervolgens stabiliseerde het gemiddelde N-overschot op de bodembalans van melkveebedrijven zich tussen de 200 en 212 kg per ha. In 2002 was het N-overschot op de bodembalans van Nederlandse melkveebedrijven gemiddeld 204 kg per ha. Het gemiddelde N-overschot op de in 2003 bemonsterde LMM bedrijven in de zand/lössregio was met 194 kg per hectare iets lager. Op de bemonsterde kleibedrijven was het gemiddelde N-overschot op de bodembalans met 231 kg per ha aanzienlijk hoger dan het landelijk gemiddelde. Ook Zwart et al. (2008) rapporteren hogere N-overschotten op melkveebedrijven in de kleiregio dan in de zandregio (217 vs 204 kg N per ha voor de periode 2000-2003) maar op de bemonsterde LMM-bedrijven zijn de verschillen tussen de regio's zand/löss en klei groter. De N-bodembelasting op het kleine aantal bemonsterde bedrijven op klei lijkt daarmee hoger dan het landelijk gemiddelde in deze regio. Hoofdstuk 3 liet zien dat ook de gemiddelde veebezetting en melkproductie per ha op de bemonsterde bedrijven hoger lag dan het landelijk gemiddelde.

²⁰ Ten opzichte van de studie van Van den Ham et al. (2007) zijn de overschotten op akkerbouwbedrijven in de jaren 2001-2005 enigszins gewijzigd door aanpassingen in de vastlegging.



Figuur 6.1 N-overschot op de bodembalans (in kg per ha) in 2002 op de in 2003 bemonsterde melkvee- en akkerbouwbedrijven per regio ten opzichte van de landelijke trend per sector (bron: Van den Ham et al., 2007).



Figuur 6.2 P₂O₅-overschot op de bodembalans (in kg per ha) in 2002 op de in 2003 bemonsterde melkvee- en akkerbouwbedrijven per regio ten opzichte van de landelijke trend per sector (bron: Van den Ham et al., 2007).

Op akkerbouwbedrijven steeg het N-overschot op de bodembalans in de jaren 1980-1998 geleidelijk van 108 naar 180 kg per ha. Daarna vond er een snelle daling plaats naar 108 kg per ha in 2001. Na 2001 heeft het gemiddelde N-overschot zich gestabiliseerd op 109-120 kg per ha. In 2002 was het gemiddelde N-overschot op Nederlandse akkerbouwbedrijven 117 kg per ha. Op de bemonsterde LMM-bedrijven in de zand/lössregio lag het gemiddelde N-overschot met 133 kg N per ha duidelijk boven het landelijk gemiddelde terwijl dit op de bemonsterde bedrijven in de kleiregio beduidend lager was (86 kg N per ha). Ook Zwart et al. (2008) laten hogere overschotten zien voor bedrijven in de zandregio.

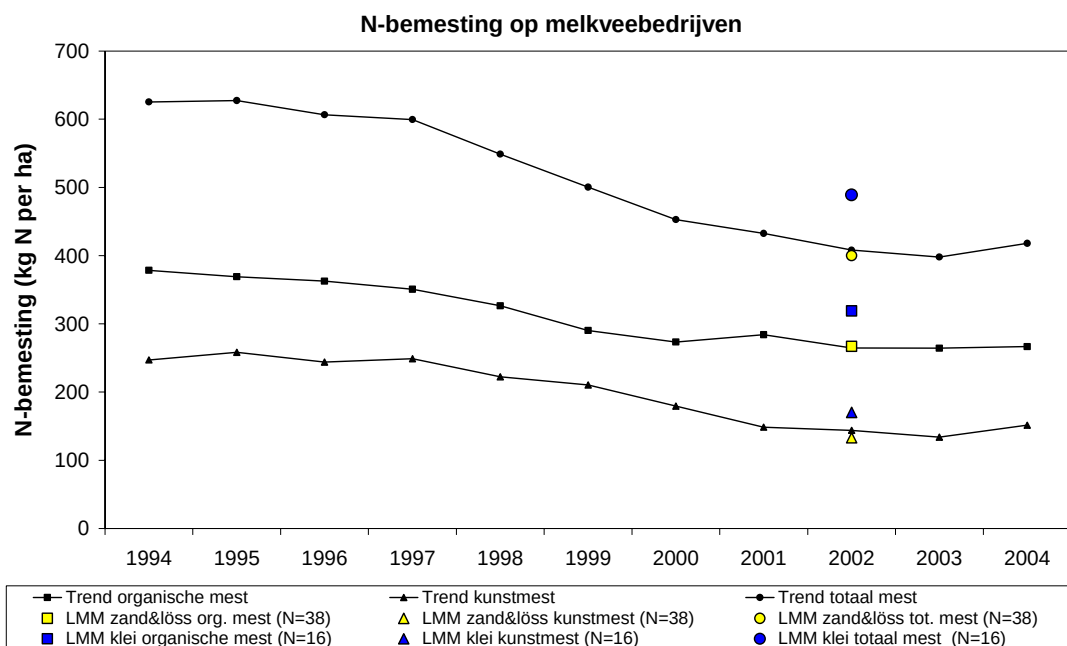
Figuur 6.2 laat zien dat de P_2O_5 -overschotten voor zowel melkvee- als akkerbouwbedrijven in de jaren tachtig geleidelijk toenamen tot ongeveer 85 kg per ha in 1987. Vervolgens namen deze overschotten weer langzaam af. Na 2001 stabiliseerden de P_2O_5 -overschotten voor beide bedrijfstypen zich, waarbij de melkveebedrijven met 32 tot 39 kg per ha net iets hoger zaten dan de akkerbouwbedrijven met 28 tot 36 kg per ha. In 2002 was het gemiddelde overschot op melkveebedrijven in Nederland 36 kg per ha. De LMM bedrijven in de zand/lössregio zaten op een vergelijkbaar niveau. Het P_2O_5 -overschot op de bemonsterde melkveebedrijven in de kleiregio was met 45 kg per ha aanzienlijk hoger dan het landelijke gemiddelde, net als bij het N-overschot al het geval was.

Nederlandse akkerbouwbedrijven hadden gemiddeld in 2002 een overschot van 29 kg P_2O_5 per ha. Op de bemonsterde akkerbouwbedrijven in de kleiregio was het gemiddelde overschot hieraan gelijk. In de zandregio was het gemiddelde P_2O_5 -overschot van de bemonsterde akkerbouwbedrijven met 44 kg per ha aanzienlijk hoger dan het Nederlands gemiddelde.

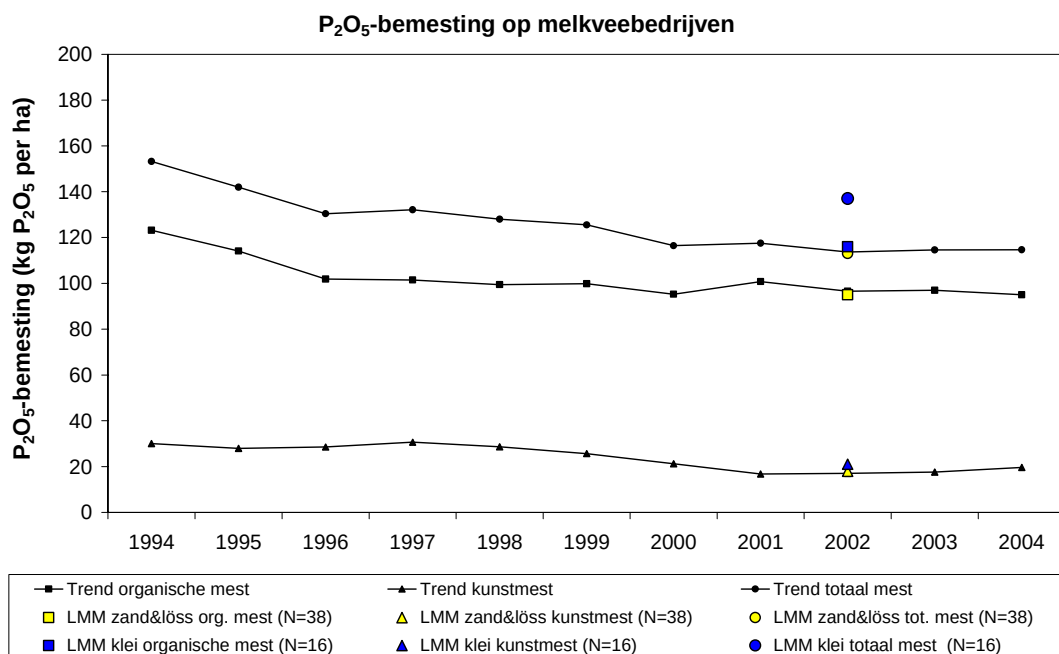
6.1.3 Bemesting

Figuur 6.3 laat zien dat de bemesting met stikstof op melkveebedrijven vooral in de periode 1997-2002 aanzienlijk is gedaald. Dit wordt veroorzaakt door een daling in het gebruik van zowel dierlijke mest als kunstmest. Na 2002 heeft het gemiddelde gebruik aan N uit meststoffen op melkveebedrijven in Nederland zich gestabiliseerd rond de 400 kg per ha. In 2002 was dit gemiddelde N-gebruik 408 kg per ha. Overeenkomstig dit gemiddelde hadden de in 2003 bemonsterde melkveebedrijven in de zand/lössregio een bemesting van 400 kg N per ha. Zowel voor dierlijke mest als voor kunstmest zitten deze bedrijven op de lijn van het landelijke gemiddelde. Voor de bemonsterde bedrijven in de kleiregio geldt dat zowel de bemesting via dierlijke mest als via kunstmest hoger is dan het landelijk gemiddelde waardoor het totaal gebruik aan meststoffen met 489 kg N per ha fors hoger was in dat jaar.

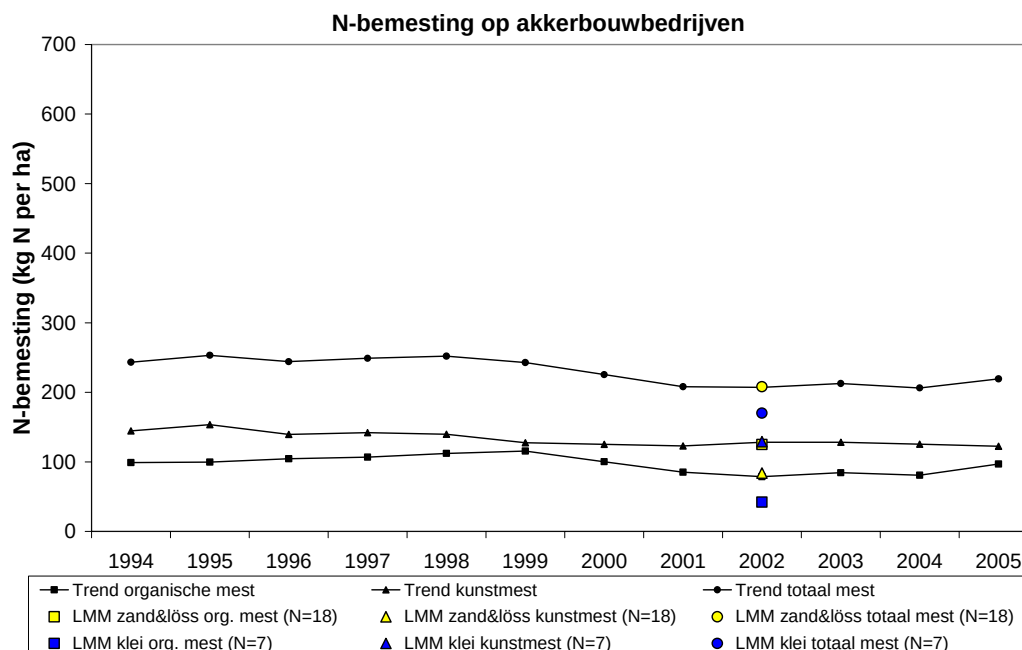
Het gebruik aan fosfaat uit meststoffen op melkveebedrijven (Figuur 6.4) is gedaald van 153 kg in 1994 tot plusminus 115 kg in de jaren na 2000. Deze daling kwam tot stand door een daling van het gebruik aan fosfaat uit dierlijke mest in de eerste jaren gevolgd door een daling in het gebruik aan fosfaatkunstmest in de periode 1997-2001. In 2002 was het gemiddelde fosfaatgebruik op Nederlandse melkveebedrijven 114 kg per ha. Het fosfaatgebruik op de in LMM bemonsterde bedrijven in de zand/lössregio komt hiermee overeen. Net als bij de N-bemesting hebben ook hier de bemonsterde bedrijven in de kleiregio een hoger gebruik, met name als gevolg van een hoger gebruik van fosfaat uit organische mest.



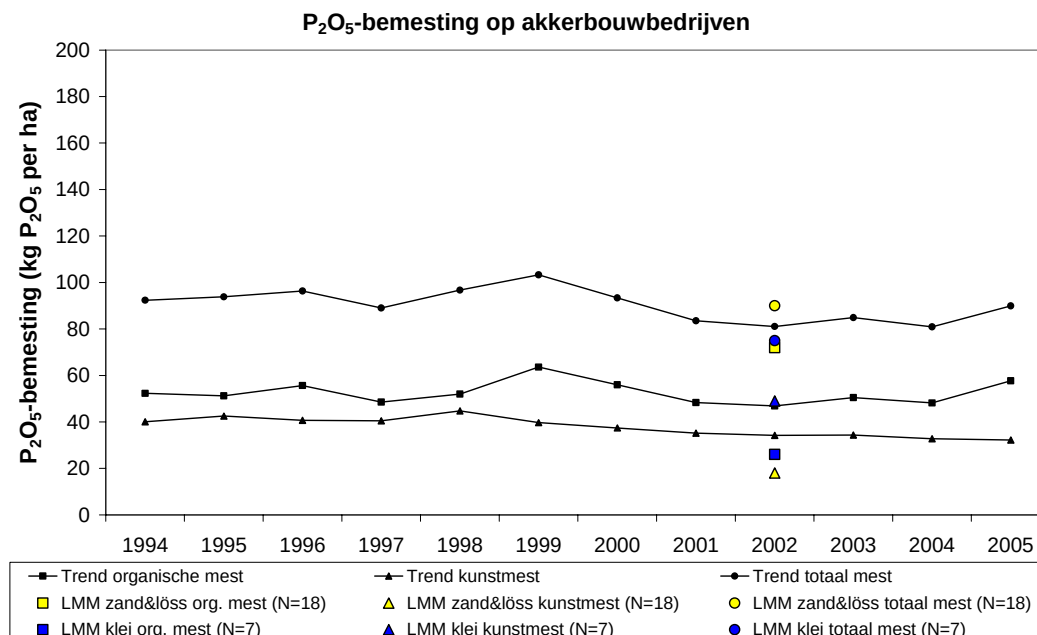
Figuur 6.3 N-bemesting (in kg per ha) via kunstmest en dierlijke mest in 2002 op de in 2003 bemonsterde LMM-melkveebedrijven ten opzichte van de landelijke trend in N-bemesting op melkveebedrijven (bronnen: Bedrijven-Informatienet (aan- en afvoer dierlijke mest en kunstmest) en CBS, 2008 (productie dierlijke mest)).



Figuur 6.4 P₂O₅-bemesting (in kg per ha) via kunstmest en dierlijke mest in 2002 op de in 2003 bemonsterde LMM-melkveebedrijven ten opzichte van de landelijke trend in N-bemesting op melkveebedrijven (bronnen: Bedrijven-Informatienet (aan- en afvoer van dierlijke mest en kunstmest) en CBS, 2008 (productie dierlijke mest)).



Figuur 6.5 N-bemesting (in kg per ha) via kunstmest en organische mest in 2002 op de in 2003 bemonsterde LMM-akkerbouwbedrijven ten opzichte van de landelijke trend in N-bemesting op akkerbouwbedrijven (bron: Bedrijven-Informatienet).



Figuur 6.6 P₂O₅-bemesting (in kg per ha) via kunstmest en organische mest in 2002 op de in 2003 bemonsterde LMM-akkerbouwbedrijven ten opzichte van de landelijke trend in N-bemesting op akkerbouwbedrijven (bron: Bedrijven-Informatienet).

De N-bemesting op akkerbouwbedrijven is in de loop der jaren veel minder aan veranderingen onderhevig geweest dan die op melkveebedrijven (Figuur 6.5). Tot en met 1999 lag de totale bemesting tussen 240 en 255 kg N per ha, daarna trad een daling op. In de jaren na 2000 varieerde de totale N-bemesting op akkerbouwbedrijven tussen 205-220 kg N per ha. In 2002 was dit gemiddeld 207 kg waarvan 79 kg uit organische mest. Op de in 2003 bemonsterde akkerbouwbedrijven in de zand/lössregio lag de totale N-bemesting in 2002 op hetzelfde niveau maar werd er meer N via organische mest toegediend. Op de bemonsterde kleibedrijven was de totale N-bemesting lager dan het landelijk gemiddelde. Hier werd evenveel N uit kunstmest toegediend terwijl de hoeveelheid N uit dierlijke mest de helft van het landelijk gemiddelde bedroeg.

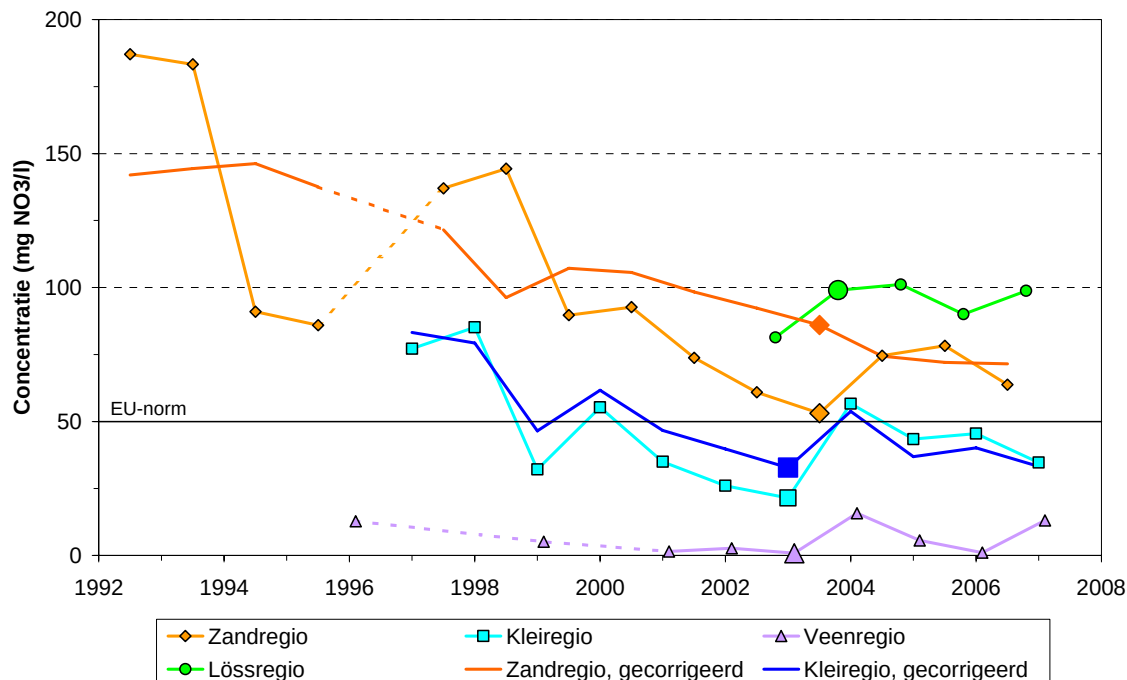
De bemesting met fosfaat op akkerbouwbedrijven varieert door de jaren heen tussen 81 en 103 kg per ha (Figuur 6.6). De hoeveelheid fosfaat uit dierlijke mest schommelt tussen 45 en 65 kg per ha terwijl de hoeveelheid kunstmestfosfaat gelijkmatig is gedaald van 45 kg per ha in 1998 tot 32 kg per ha in 2005. In 2002 lag de totale fosfaatbemesting gemiddeld op 81 kg per ha waarvan 47 kg uit dierlijke mest. Op de in 2003 bemonsterde akkerbouwbedrijven in de zand/lössregio lag de totale fosfaatbemesting in 2002 met 90 kg per ha iets hoger en op de bemonsterde bedrijven in de kleiregio juist iets lager (75 kg per ha). Figuur 6.6 laat zien dat de bemonsterde akkerbouwbedrijven in de zand/lössregio meer fosfaat toedienen uit dierlijke mest en minder uit kunstmest dan het gemiddelde akkerbouwbedrijf. Op de bemonsterde bedrijven in de kleiregio is het omgekeerde het geval.

6.2 Waterkwaliteit

6.2.1 Nitraat

In Figuur 6.7 zijn de gemeten jaargemiddelde nitraatconcentraties weergegeven voor de zand-, löss-, klei- en veenregio. Voor de zandregio en de kleiregio zijn ook de gecorrigeerde nitraatconcentraties in beeld gebracht. De gecorrigeerde lijn is bepaald aan de hand van een statistisch model waarin voor de veranderende steekproef en weersinvloeden gecorrigeerd wordt (zie ook paragraaf 2.3.2). Dit model is ontwikkeld om het doel van het LMM, namelijk het onderzoeken van de invloeden van de landbouw op de waterkwaliteit van het bovenste grondwater, inzichtelijker te maken. De in de figuur weergegeven nitraatconcentraties wijken af van de in eerdere hoofdstukken van dit jaarrapport gepubliceerde nitraatconcentraties. Dit komt omdat de selectiecriteria van de voor Figuur 6.7 gebruikte dataset in geringe mate afwijken van de in eerdere hoofdstukken van dit jaarrapport gebruikte selectiecriteria.

De waterkwaliteit van het bovenste grondwater wordt door vele factoren beïnvloed. De belangrijkste factor is de hoeveelheid neerslag en het neerslagoverschot in de periode voorafgaande aan bemonstering. Verder heeft de keuze van de bedrijven waar bemonsterd wordt invloed op de uiteindelijke meetresultaten. De hoeveelheid bedrijven en de oppervlakte daarvan van elk bedrijfstype in de LMM-steekproef hoeft niet noodzakelijk representatief te zijn voor het totale landbouwgebied in die regio. Ook kan de LMM-steekproef behoorlijk veranderen van jaar tot jaar.

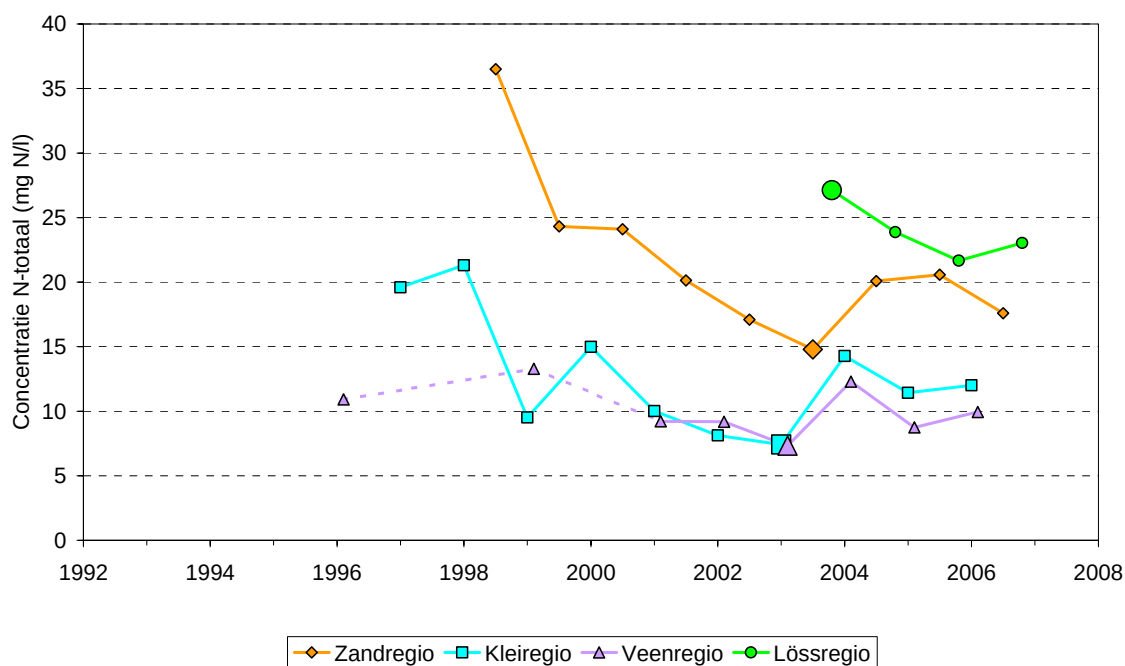


Figuur 6.7 Gemeten en gecorrigeerde nitraatconcentraties in de hoofdgrondsoortregio's. De meetpunten die betrekking hebben op het jaar 2003 zijn vergroot weergegeven. Wanneer in de meetreeks een jaar ontbreekt, zijn de meetwaarden van de aansluitende jaren met een onderbroken lijn verbonden.

De gecorrigeerde nitraatconcentratie in de zandregio geeft een duidelijk dalende trend weer. De grote variatie die zichtbaar is in de meetcijfers is er uitgefilterd. Ook in 2003 zet de dalende trend door. De gecorrigeerde nitraatconcentratie in de kleiregio geeft nog relatief grote variaties tussen de jaren weer. Ten opzichte van de gemeten nitraatconcentraties zijn de pieken afgevlakt, maar duidelijk is dat het model in de kleiregio nog verder ontwikkeld moet worden. Wel is sprake van een dalende trend die in 2003 doorzet.

6.2.2 N-Totaal

In figuur Figuur 6.8 is een overzicht gegeven van de gemeten jaargemiddelde N-totaalconcentraties voor de zand-, löss-, klei- en veenregio. Met name in de zandregio is sinds de jaren 90 sprake van een dalende trend. In 2003 worden de laagste waarden van de huidige meetreeks bereikt. Na 2003 is sprake van hogere N-totaalconcentraties in alle vier hoofdgrondsoortregio's. Voor de lössregio zijn de N-totaalconcentraties van planjaar 2002 niet in de figuur opgenomen. Dit is gebeurd in verband met de geringe hoeveelheid meetgevens en de in planjaar 2002 gebruikte methode om het bodemvocht te bemonsteren (waardoor de meetresultaten afwijkend zijn). Ook in planjaar 2003 is de gemiddelde N-totaalconcentratie in de lössregio op slechts weinig meetgevens gebaseerd.



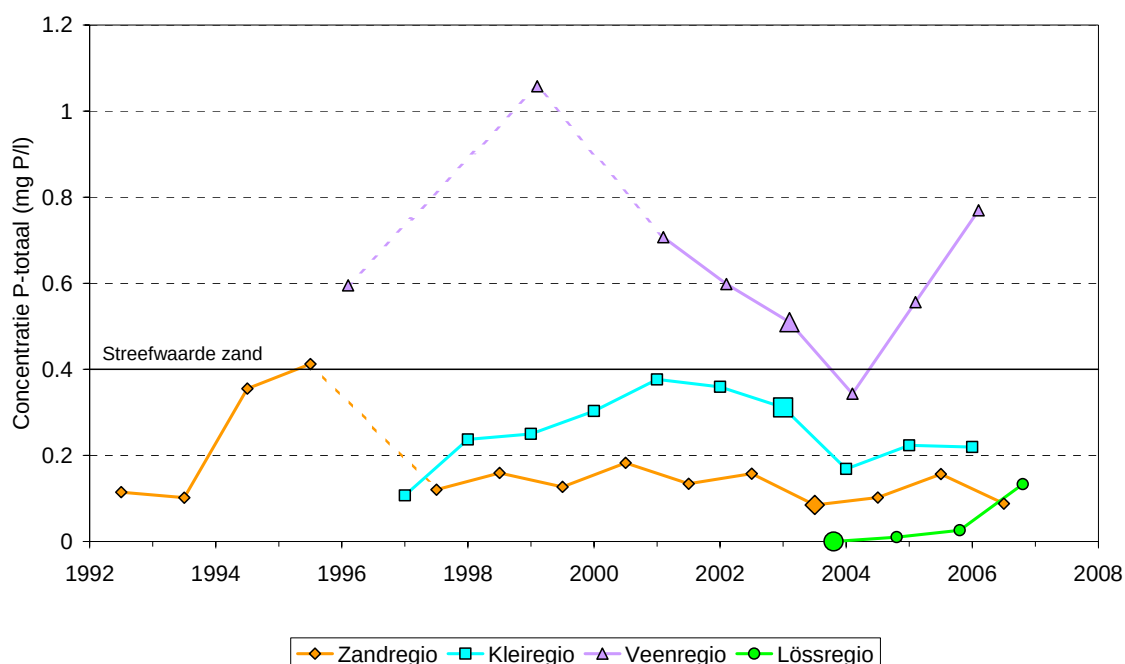
Figuur 6.8 Gemeten en gecorrigeerde N-totaalconcentraties (in mg N/l) in de hoofdgrondsoortregio's. De meetpunten die betrekking hebben op het jaar 2003 zijn vergroot weergegeven. Wanneer in de meetreeks een jaar ontbreekt, zijn de meetwaarden van de aansluitende jaren met een onderbroken lijn verbonden.

6.2.3 P-totaal

In Figuur 6.9 is een overzicht gegeven van de gemeten jaargemiddelde N-totaalconcentraties voor de zand-, löss-, klei- en veenregio. Voor P-totaal is in geen van de hoofdgrondsoortregios een duidelijke trend aan te geven. De P-totaalconcentratie in de veenregio varieert sterk. Een deel van de schommeling kan mogelijk worden toegeschreven aan het geringe aantal bemonsterde bedrijven en het feit dat een deel van de waarnemingen onder de detectiegrens valt. Ook voor figuur 6.9 geldt dat de in de figuur weergegeven cijfers afwijken van de in eerdere hoofdstukken van dit jaarrapport

gepubliceerde P-totaalconcentraties. Dit komt omdat de selectiecriteria van de voor Figuur 6.9 gebruikte dataset in geringe mate afwijken van de in eerdere hoofdstukken van dit jaarrapport gebruikte selectiecriteria.

Voor de lössregio geldt voor de P-totaalconcentraties van planjaar 2002 het zelfde als voor de N-totaalconcentraties. Er zijn in Figuur 6.9 geen gegevens van planjaar 2002 opgenomen in verband met de geringe hoeveelheid meetgegevens en de in planjaar 2002 gebruikte methode om het bodemvocht te bemonsteren (waardoor de meetresultaten afwijkend zijn). Ook in planjaar 2003 geldt dat de gemiddelde P-totaalconcentratie in de lössregio op slechts weinig meetgegevens is gebaseerd.



Figuur 6.9 Gemeten en gecorrigeerde P-Totaalconcentraties (in mg P/l) in de hoofdgrondsoortregio's. De meetpunten die betrekking hebben op het jaar 2003 zijn vergroot weergegeven. De streefwaarde voor de zandregio bedraagt 0,4 mg P/l, de streefwaarde voor de kleiregio en de veenregio 3,0 mg P/l (deze laatste waarde valt buiten de grafiek). Wanneer in de meetreeks een jaar ontbreekt, zijn de meetwaarden van de aansluitende jaren met een onderbroken lijn verbonden.

Literatuur

Beukeboom, J.A. (1996) Forfaitaire gehalten voor de mineralenboekhouding. Informatie- en Kennis Centrum Landbouw, Ede.

Bont, C.J.A.M. de, W.H. van Everdingen en B. Koole (2003) Standard Gross Margins in the Netherlands. Landbouw Economisch Instituut, LEI rapport 1.03.04, Den Haag.

Boumans, L.J.M., B. Fraters en G. van Drecht (2001) 'Nitrate in the upper groundwater of 'de Marke' and other farms'. Neth. Journal of Agr. Science 49, p. 163-177.

Bruggen, C. van (2007) Dierlijke mest en mineralen 2002. Centraal Bureau voor de Statistiek (www.cbs.nl), Voorburg/Heerlen.

Bureau Heffingen (2001) Tabellenbrochure 2001. Bureau Heffingen, Assen.

CIW (2000) Normen voor het waterbeheer. Achtergronddocument NW4, Commissie Integraal Waterbeheer.

CVB (2003) Tabellenboek Veevoeding. Centraal Veevoeder Bureau, Lelystad.

Dienst Regelingen (2006) www.hetInVloket.nl, zoek term 'brochure mestbeleid 2006'. D.d. 14 maart 2007. Dienst Regelingen van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Assen.

Dijk, W. van (2003) Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, PPO verslag 307, Lelystad.

Dijk, W. van, J.G. Conijn, J.F.M. Huijsmans, J.C. van Middelkoop en K.B. Zwart (2004) Onderbouwing N-werkingscoefficient organische mest. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, PPO Rapport 337, Lelystad.

Drecht, G. van en E. Schepers (1998) Actualisering van model NLOAD voor de nitraatuitspoeling van landbouwgronden; beschrijving van model en GIS-omgeving. RIVM rapport 711501002, Bilthoven.

Fraters B., L.J.M. Boumans en H.P. Prins (2001) Achtergrondconcentraties van 17 sporenmetalen in het grondwater van Nederland. RIVM rapport 711701017, Bilthoven.

Fraters B., P.H. Hotsma, V.T. Langenberg, T.C. van Leeuwen, A.P.A. Mol, C.S.M. Olsthoorn, C.G.J. Schotten en W.J. Willems (2004) Agricultural practice and water quality in the Netherlands in the 1992-2002 period. Background information for the third EU Nitrate Directive Member States report. RIVM rapport 500003002, Bilthoven.

Fraters, B. en L.J.M. Boumans (2005) De opzet van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid voor 2004 en daarna. Uitbreiding van LMM voor onderbouwing van Nederlands beleid en door Europese monitoringverplichtingen. RIVM rapport 680100001 Bilthoven.

Goedhart, Paul W. en Jac. T.N.M. Thissen (2006) Biometris Procedure Library for Genstat 9th Edition. Wageningen University. Biometris Report 10.12.06.

Ham, A. van den, C.H.G. Daatselaar, G.J. Doornewaard en D.W. de Hoop (2007) Bodemoverschotten op landbouwbedrijven; Deelrapportage in het kader van de Evaluatie Meststoffenwet 2007 (EMW 2007). LEI Wageningen UR, rapport 3.07.05, Den Haag.

LVN (1991) Evaluatienota Mestbeleid eerste fase. Tweede Kamer, 1989-1990, 21502, Den Haag.

MNP/RIVM (2002) MINAS en milieu. RIVM rapport 718 201 005, p. 70, Bilthoven.

MNP/CBS/WUR (2007) Milieu en Natuurcompendium 2007. Milieu- en Natuurplanbureau.
www.milieuennatuurcompendium.nl/tabellen/nl018908b.html, Bilthoven.

Nederlandse Prioritaire Stoffenlijst, RIVM, 2007 op www.rivm.nl/rvs/stoffen/prio/.

Oenema, O., G.L. Velthof, N. Verdoes, P.W.G. Groot Koerkamp, G.J. Monteny, A. Bannink, van der Meer en K.W. van der Hoek (2000) Forfaitaire waarden voor gasvormige stikstofverliezen uit stallen en mestopslagen. Alterra Rapport 107, Wageningen.

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

Raad van de Europese Gemeenschappen (1991) Europese Nitraatrichtlijn. Richtlijn 91/676/EEG, Brussel.

Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, M.J.C. de Bode, W. van Dijk, J.C. van Middelkoop, M.H.A. de Haan, R.L.M. Schils, G.L. Velthof en W.J. Willems (2004) Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten. Plant Research International Report 79. Plant Research International B.V., Wageningen.

Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, J.C. van Middelkoop, M.H.A. de Haan, R.L.M. Schils, G.L. Velthof, B. Fraters and W.J. Willems (2005) Limits to the use of manure and mineral fertilizer in grass and silage maize production, with special reference to the EU Nitrates Directive. Plant Research International, Report 93, Wageningen.

Schröder, J.J. (2006) Berekeningswijze N-bodemoverschot t.b.v. ABC en BIN2, respectievelijk WOD2. Werkgroep Onderbouwing Gebruiksnormen (WOG), notitie 23 maart 2006.

Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, J.C. van Middelkoop, R.L.M. Schils, G.L. Velthof, B. Fraters and W.J. Willems (2007) Permissible manure and fertilizer use in dairy farming systems on sandy soils in The Netherlands to comply with the Nitrates Directive target. European Journal of Agronomy, 27: 102-114.

TCB (1990). Advies van de Technische Commissie Bodembescherming inzake het protocol fosfaatverzadigde gronden.

Vries, F. de en J. Denneboom (1992) De bodemkaart van Nederland digitaal, SC-DLO, Technisch Document I. Alterra (voorheen Staring Centrum), Wageningen.

Website Bioveem, 2008:
<http://www.bioveem.nl/nieuws/NieuwbijBioveem/Persberichten/2007012301.asp>.

Website CBS, Landbouwtelling, 2008: <http://statline.cbs.nl>.

Website CBS, NEG-TYPERING 2002, Documentatie Project LZA, Versie 25-8-2003:
<http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/2362C697-0007-4F2E-A32B-8E5ABA937B78/0/NEGT2002.pdf>.

Website Koeien & Kansen, 2008: <http://www.verantwoordeveehouderij.nl/index.asp?kansen/>.

Website NL prioritaire stoffenlijst, 2008:
http://www.rivm.nl/rvs/stoffen/prio/totale_prior_stoffenlijst.jsp.

Zwart M.H., A.E.J. Hooijboer, B. Fraters, M. Kotte, R.N.M. Duin, C.H.G. Daatselaar, C.S.M. Olsthoorn and J.N. Bosma (2008) Agricultural practice and water quality in the Netherlands in the 1992-2006 period (Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland, periode 1992-2006). RIVM rapport 680716003, Bilthoven.

Bijlage 1 Overzicht van gemeenten per LMM-grondsoortgebied in 2003

LMM-grondsoortgebieden (1 t/m 13)					
Noordelijk zeekleigebied (1)					
gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente
3	Appingedam	53	Winsum	83	Menaldumadeel
5	Bedum	56	Zuidhorn	104	Nijefurd
7	Bellingwedde	58	Dongeradeel	140	Littenseradiel
9	Ten Boer	63	Het Bildt	710	Wûnseradiel
10	Delfzijl	64	Bolsward	1651	Eemsmond
14	Groningen	70	Franekeradeel	1661	Reiderland
24	Loppersum	72	Harlingen	1663	De Marne
39	Scheemda	79	Kollumerland c.a.	1722	Ferwerderadiel
52	Winschoten	81	Leeuwarderadeel	1987	Menterwolde
Noordelijk veenweidegebied (2)					
gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente
51	Skarsterlân	91	Sneek	653	Gaasterlân-Sleat
55	Boarnsterhim	98	Weststellingwerf	683	Wymbritseradiel
80	Leeuwarden	166	Kampen	1708	Steenwijkerland
82	Lemsterland	193	Zwolle	1896	Zwartewaterland
Noord-Hollandse droogmakerijen en IJsselmeerpolders (3)					
gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente
34	Almere	416	Langedijk	537	Katwijk
50	Zeewolde	420	Medemblik	552	De Lier
171	Noordoostpolder	429	Obdam	553	Lisse
184	Urk	432	Opmeer	555	Maasland
303	Dronten	441	Schagen	558	Wester-Koggenland
358	Aalsmeer	448	Texel	562	Monster
361	Alkmaar	451	Uithoorn	565	Naaldwijk
362	Amstelveen	453	Velsen	567	Nieuwerkerk aan den IJssel
364	Andijk	454	Venhuizen	575	Noordwijk
366	Anna Paulowna	458	Schermer	576	Noordwijkerhout
370	Beemster	459	Wervershoof	579	Oegstgeest
373	Bergen	462	Wieringen	599	Rotterdam
375	Beverwijk	463	Wieringermeer	602	Rijnsburg
377	Bloemendaal	466	Wognum	603	Rijswijk
383	Castricum	476	Zijpe	604	Sassenheim
388	Enkhuizen	492	Bergschenhoek	607	Schipluiden
392	Haarlem	493	Berkel en Rodenrijs	619	Valkenburg
394	Haarlemmermeer	495	Bleiswijk	625	Voorhout
395	Harenkarspel	498	Drechterland	627	Waddinxveen
396	Heemskerk	502	Capelle aan den IJssel	629	Wassenaar
397	Heemstede	503	Delft	630	Wateringen
398	Heerhugowaard	518	's-Gravenhage	637	Zoetermeer

399	Heiloo	519	's-Gravenzande	645	Jacobsvoude
400	Den Helder	529	Noorder-Koggenland	995	Lelystad
405	Hoorn	532	Stede Broec	1666	Zevenhuizen-Moerkapelle
412	Niedorp	534	Hillegom	1926	Pijnacker-Nootdorp

Westelijk weidegebied (4)

gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente
305	Abcoude	457	Weesp	608	Schoonhoven
310	De Bilt	478	Zeevang	610	Sliedrecht
311	Breukelen	479	Zaanstad	623	Vlist
313	Bunschoten	480	Ter Aar	626	Voorschoten
317	Eemnes	482	Alblasserdam	628	Warmond
329	Loenen	483	Alkemade	632	Woerden
331	Lopik	484	Alphen aan den Rijn	638	Zoeterwoude
333	Maarssen	491	Bergambacht	643	Nederlek
363	Amsterdam	497	Bodegraven	644	Ouderkerk
365	Graft-De Rijp	499	Boskoop	689	Giessenlanden
381	Bussum	512	Gorinchem	693	Graafstroom
384	Diemen	513	Gouda	694	Liesveld
385	Edam-Volendam	523	Hardinxveld-Giessendam	707	Zederik
393	Haarlemmerliedec.a.	546	Leiden	736	De Ronde Venen
415	Landsmeer	547	Leiderdorp	852	Waterland
424	Muiden	563	Moordrecht	880	Wormerland
425	Naarden	569	Nieuwkoop	1672	Rijnwoude
431	Oostzaan	571	Nieuw-Lekkerland	1673	Liemeer
437	Ouder-Amstel	589	Oudewater	1696	Wijdemer
439	Purmerend	590	Papendrecht	1916	Leidschendam-Voorburg
450	Uitgeest	595	Reeuwijk		

Westelijk zeeleigebied (5)

gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente
489	Barendrecht	597	Ridderkerk	715	Terneuzen
501	Brielle	606	Schiedam	716	Tholen
504	Dirksland	611	Cromstrijen	717	Veere
505	Dordrecht	612	Spijkenisse	718	Vlissingen
511	Goedereede	613	Albrandswaard	779	Geertruidenberg
517	's-Gravendeel	614	Westvoorne	826	Oosterhout
530	Hellevoetsluis	617	Strijen	851	Steenbergen
531	Hendrik-Ido-Ambacht	622	Vlaardingen	867	Waalwijk
556	Maassluis	642	Zwijndrecht	870	Werkendam
559	Middelharnis	654	Borsele	1676	Schouwen-Duiveland
568	Bernisse	664	Goes	1695	Noord-Beveland
580	Oostflakkee	677	Hulst	1709	Moerdijk
584	Oud-Beijerland	678	Kapelle	1714	Sluis
585	Binnenmaas	687	Middelburg	1719	Drimmelen
588	Korendijk	703	Reimerswaal		

Noordelijk zandgebied I (6)

gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente
59	Achtkarspelen	85	Ooststellingwerf	93	Terschelling
60	Ameland	86	Opsterland	737	Tytsjerksteradiel
65	Dantumadeel	88	Schiermonnikoog		
74	Heerenveen	90	Smallingerland		

Veenkoloniën (7)

gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente
18	Hoogezand-Sappemeer	47	Veendam	765	Pekela
37	Stadskanaal	48	Vlagtwedde	1680	Aa en Hunze
40	Slochteren	114	Emmen	1681	Borger-Odoorn

Noordelijk zandgebied II (8)

gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente
15	Groote gast	109	Coevorden	1690	De Wolden
17	Haren	118	Hoogerveen	1699	Noordenveld
22	Leek	119	Meppel	1701	Westerveld
25	Marum	160	Hardenberg	1730	Tynaarlo
106	Assen	180	Staphorst	1731	Midden-Drenthe

Oostelijk zandgebied (9)

gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente
141	Almelo	189	Wierden	266	Neede
144	Bathmen	197	Aalten	278	Ruurlo
147	Borne	207	Bergh	280	Steenderen
148	Dalfsen	211	Borculo	286	Vorden
150	Deventer	218	Didam	291	Warnsveld
153	Enschede	219	Dinxperlo	292	Wehl
158	Haaksbergen	222	Doetinchem	294	Winterswijk
163	Hellendoorn	229	Eibergen	295	Wisch
164	Hengelo(O.)	237	Gendringen	298	Zelhem
168	Lösser	239	Gorssel	301	Zutphen
173	Oldenzaal	240	Groenlo	1700	Twenterand
175	Ommen	248	Hengelo(Gld.)	1735	Hof van Twente
177	Raalte	256	Hummelo en Keppel	1773	Olst-Wijhe
178	Rijssen	260	Lichtenvoorde	1774	Dinkelland
183	Tubbergen	262	Lochem		

Centraal zandgebied (10)

gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente
200	Apeldoorn	273	Putten	339	Renswoude
203	Barneveld	279	Scherpenzeel	340	Rhenen
228	Ede	302	Nunspeet	342	Soest
230	Elburg	306	Amerongen	345	Veenendaal
232	Epe	307	Amersfoort	351	Woudenberg
233	Ermelo	308	Baarn	355	Zeist
243	Harderwijk	315	Doorn	376	Blaricum
244	Hattem	316	Driebergen-Rijsenburg	402	Hilversum

246	Heerde	326	Leersum	406	Huizen
267	Nijkerk	327	Leusden	417	Laren
269	Oldebroek	332	Maarn		

Rivierkleigebied (11)

gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente
196	Rijnwaarden	265	Millingen aan de Rijn	335	Montfoort
199	Angerlo	268	Nijmegen	344	Utrecht
202	Arnhem	274	Renkum	352	Wijk bij Duurstede
209	Beuningen	275	Rheden	353	IJsselstein
213	Brummen	281	Tiel	356	Nieuwegein
214	Buren	282	Ubbergen	545	Leerdam
216	Culemborg	285	Voorst	620	Vianen
221	Doesburg	289	Wageningen	668	West Maas en Waal
225	Druten	293	Westervoort	733	Lingewaal
226	Duiven	296	Wijchen	738	Aalburg
236	Geldermalsen	297	Zaltbommel	797	Heusden
241	Groesbeek	299	Zevenaar	874	Woudrichem
252	Heumen	304	Neerijnen	1705	Lingewaard
258	Kesteren	312	Bunnik	1734	Overbetuwe
263	Maasdriel	321	Houten		

Zuidelijk zandgebied (12)

gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente
743	Asten	840	Rucphen	957	Roermond
744	Baarle-Nassau	844	Schijndel	964	Sevenum
748	Bergen op Zoom	845	Sint-Michielsgestel	975	Swalmen
753	Best	846	Sint-Oedenrode	977	Thorn
755	Boekel	847	Someren	983	Venlo
756	Boxmeer	848	Son en Breugel	984	Venray
757	Boxtel	855	Tilburg	988	Weert
758	Breda	856	Uden	993	Meerlo-Wanssum
762	Deurne	858	Valkenswaard	1507	Horst aan de Maas
766	Dongen	860	Veghel	1652	Gemert-Bakel
770	Eersel	861	Veldhoven	1655	Halderberge
772	Eindhoven	865	Vught	1658	Heeze-Leende
777	Etten-Leur	866	Waalre	1659	Laarbeek
781	Geldrop	873	Woensdrecht	1667	Reusel-De Mierden
784	Gilze en Rijen	879	Zundert	1669	Roerdalen
785	Goirle	885	Arcen en Velden	1670	Roggel en Neer
786	Grave	889	Beesel	1671	Maasdonk
788	Haaren	893	Bergen	1674	Roosendaal
794	Helmond	907	Gennep	1679	Ambt Montfort
796	's-Hertogenbosch	914	Haalen	1684	Cuijk
798	Hilvarenbeek	918	Helden	1685	Landerd
808	Lith	920	Heythuysen	1702	Sint Anthonis
809	Loon op Zand	925	Hunsel	1706	Cranendonck
814	Mierlo	929	Kessel	1711	Echt-Susteren
815	Millen Sint Hubert	933	Maasbracht	1721	Bernheze

820	Nuenen c.a.	934	Maasbree	1723	Alphen-Chaam
823	Oirschot	941	Meijel	1724	Bergeijk
824	Oisterwijk	944	Mook en Middelaar	1728	Bladel
828	Oss	946	Nederweert	1937	Heel

Zuid-Limburg (13)

gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente
881	Onderbanken	935	Maastricht	981	Vaals
882	Landgraaf	936	Margraten	986	Voerendaal
888	Beek	938	Meerssen	994	Valkenburg aan de Geul
899	Brunssum	951	Nuth	1729	Gulpen-Wittem
905	Eijsden	962	Schinnen	1883	Sittard-Geleen
917	Heerlen	965	Simpelveld		
928	Kerkrade	971	Stein		

Bijlage 2 Overzicht van bedrijfstypen binnen de NEG-typering

1 Akkerbouwbedrijven	
1310 Gespecialiseerd in maaidorsbare gewassen	1430 Bedrijven met akkerbouwmatige groenten
1410 Hakvruchtbedrijven	1448 Andere hakvruchtbedrijven
1420 Gecombineerde maaidors-/hakvruchtbedrijven	1449 Andere akkerbouwbedrijven
2 Tuinbouwbedrijven	
2011 Opengronds groentebedrijven	2022 Glasbloemenbedrijven
2012 Glasgroentebedrijven	2023 Andere bloemenbedrijven
2013 Andere groentebedrijven	2039 Andere tuinbouwbedrijven
2021 Opengronds bloemenbedrijven	
3 Blijvende teeltbedrijven	
3210 Fruitbedrijven	3490 Andere blijvende teelten
3480 Boomkwekerijbedrijven	
3 Graasdierbedrijven	
4110 Sterk gespecialiseerde melkveebedrijven	4410 Schapenbedrijven
4120 Gespecialiseerde melkveebedrijven	4420 Rundvee- en schapenbedrijven
4370 Andere melkveebedrijven	4430 Geitenbedrijven
4380 Vleeskalverbedrijven	4448 Graslandbedrijven
4390 Andere rundveebedrijven	4449 Andere graasdierbedrijven
5 Hokdierbedrijven	
5011 Fokvarkensbedrijven	5022 Vleespluimveebedrijven
5012 Vleesvarkensbedrijven	5023 Andere pluimveebedrijven
5013 Andere varkensbedrijven	5031 Varkens- en pluimveebedrijven
5021 Legkippenbedrijven	5032 Andere hokdierbedrijven
6 Gewassen combinaties	
6010 Tuinbouw- en blijvende teelten	
6090 Andere gewascombinaties	
7 Veeteeltcombinaties	
7100 Graasdiercombinaties	
7200 Andere veeteeltcombinaties	
8 Gewas- en veeteeltcombinaties	
8100 Akkerbouw- en veeteeltcombinaties	
8200 Andere combinaties	

Bijlage 3 Grondgebruik van land- en tuinbouwbedrijven in 2003

Grondgebruik van land- en tuinbouwbedrijven in 2003, per bedrijfstype. Binnen het hoofdbedrijfstype graasdierbedrijven is een uitsplitsing gemaakt in melkveebedrijven en overige graasdierbedrijven.

NEG-(hoofd)bedrijfstype	Aantal bedrijven (geteld)	Grasland (ha)	Maïs en andere voedergewassen (ha)	Akker- bouwgewassen (ha)	Overige grond (ha)	Totaal cultuurgrond (ha)
Akkerbouwbedrijven	12.605	19.903	25.323	407.937	19.383	472.547
Tuinbouwbedrijven	11.279	4.723	1.773	13.654	51.544	71.694
Blijvende teeltbedrijven	4.643	1.557	822	3.731	27.653	33.763
Melkveebedrijven	22.868	682.086	141.679	36.715	1.858	862.338
Overige graasdierbedrijven	20.193	205.990	22.622	10.189	689	239.489
Hokdierbedrijven	5.925	10.655	10.212	15.642	866	37.375
Gewassencombinaties	1.813	3.962	2.863	33.962	12.156	52.943
Veeteeltcombinaties	1.972	22.078	9.074	7.674	1.159	39.985
Gewas- en veeteeltcombinaties	4.203	34.213	16.493	53.271	4.810	108.787
Totaal	85.501	985.166	230.861	582.776	120.118	1.918.920

Bron: CBS-Landbouwtelling 2003

Bijlage 4 Grondwatertrap en bodemtype per regio en bedrijfstype

Relatieve oppervlakte (%) per grondwatertrap per regio en bedrijfstype (Van Drecht en Schepers, 1998).

GW-trap	Kleiregio		Veenregio melkvee	Zand/lössregio			
	akkerbouw	melkvee		akkerbouw	hokdier	melkvee	overig
Opp. open water	0,7	0,9	0	0,3	0,1	0,4	0,4
Gt I	0	0	0	0,4	0	0,2	1,4
Gt II	2,6	4,0	59,0	0,2	6,9	5,1	6,5
Gt II*	0	0	33,3	0	0	2,8	0
Gt III	0,5	10,4	7,3	1,6	46,7	15,8	18,3
Gt III*	2,1	3,1	0	16,9	5,7	8,6	0,1
Gt IV	7,8	12,7	0	14,3	3,6	5,6	0
Gt V	2,9	4,8	0	8,1	3,8	13,0	14,6
Gt V*	7,5	9,8	0	11,8	8,8	7,8	9,2
Gt VI	70,5	29,7	0	17,1	12,2	19,4	21,3
Gt VII	5,6	22,0	0	7,3	12,3	9,9	6,9
Gt VII*	0	2,4	0	17,4	0	11,2	19,6
Gt VIII	0	0	0	4,5	0	0	1,5

Relatieve oppervlakte (%) per bodemtype per regio en bedrijfstype (Van Drecht en Schepers, 1998).

Bodemtype	Kleiregio		Veenregio melkvee	Zand/lössregio			
	akkerbouw	melkvee		akkerbouw	hokdier	melkvee	overig
Veen	0	0	100	21,7	3,6	7,8	8,0
Zand	16,4	15,4	0	39,1	82,4	70,4	68,2
Zeeklei	83,1	31,3	0	0	0	1,2	0
Rivierklei	0	53,4	0	1,9	12,4	1,2	4,4
Oude klei	0	0	0	3,4	0	0,6	1,6
Leem/löss	0	0	0	14,6	0	10,1	17,4
Moerig en overig	0,5	0	0	19,2	1,6	8,6	0,4

Bijlage 5 Kwaliteit van grond- en drainwater EM-bedrijven

Gemiddelde nitraatconcentratie, standaardafwijking (mg/l) en percentage bedrijven waarvan de bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie onder de norm van 50 mg nitraat/l zat.

NO₃⁻

Hoofdgrondsoort-regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	Mediaan	75%	90%	Gemid.	St.afw.	% onder norm	Verschil
Klei	Akkerbouw	8	8,0	17,5	32,1	41,8	47,9	29,4	17,3	96	AB
	Melkvee	16	7,3	11,5	25,3	37,1	65,5	30,3	23,5	84	AB
Veen	Melkvee	3			1,0			0,8	0,5	100	A
Zand en löss	Akkerbouw	19	16,6	39,3	62,5	89,9	136,5	66,7	43,4	41	CD
	Hokdier	10	15,4	38,7	48,1	86,3	100,8	56,1	34,9	55	BCD
	Melkvee	38	7,3	17,2	49,1	74,8	106,2	50,4	39,0	54	BC
	Overig	15	7,7	38,4	60,0	120,3	136,2	76,3	58,0	32	D

Gemiddelde N-totaalconcentratie, standaardafwijking (mg/l).

N-totaal

Hoofdgrondsoort-regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	Mediaan	75%	90%	Gemid.	St.afw.	Verschil
Klei	Akkerbouw	8	5,9	7,3	9,6	11,4	12,8	9,3	3,06	A
	Melkvee	16	2,9	4,5	7,7	11,2	19,3	9,1	6,19	A
Veen	Melkvee	3			6,8			7,3	1,52	A
Zand en löss	Akkerbouw	19	9,0	11,1	15,3	24,3	30,9	17,8	8,66	B
	Hokdier	10	7,8	12,1	13,5	22,4	25,5	15,7	7,44	AB
	Melkvee	38	5,5	8,3	12,9	18,2	25,3	14,0	7,84	AB
	Overig	15	4,0	11,8	14,7	27,6	32,5	18,6	12,52	B

Gemiddelde ammoniumconcentratie, standaardafwijking (mg N/l) en percentage bedrijven waarvan de bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie onder de norm van 2 mg ammonium N/l (voor bedrijven in de zand/lössregio) en 10 mg ammonium N/l zat (in de regio's klei en veen).

NH₄⁺

Hoofdgrondsoort-regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemid.	St. afw.	% onder norm	Verschil
Klei	Akkerbouw	8	0,1	0,2	0,6	1,5	4,7	2,0	3,87	98	BC
	Melkvee	16	0,0	0,1	0,3	0,9	1,2	1,0	2,19	100	AB
Veen	Melkvee	3			3,0			3,1	1,11	100	C
Zand en löss	Akkerbouw	19	0,1	0,1	0,4	1,6	2,2	1,0	1,38	87	AB
	Hokdier	10	0,1	0,2	0,3	0,9	1,5	0,7	0,91	93	AB
	Melkvee	38	0,1	0,1	0,4	0,6	1,9	0,8	1,18	91	AB
	Overig	15	0,1	0,1	0,1	0,5	1,0	0,4	0,43	100	A

Gemiddelde concentratie organische stikstof en standaardafwijking (mg N/l).
N-org

Hoofdgrondsoortregio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemiddelde	St. afw.	Verschil
Klei	Akkerbouw	8	0,35	0,50	0,56	0,76	1,15	0,66		A
	Melkvee	16	0,26	0,49	0,76	1,17	2,30	1,27		AB
Veen	Melkvee	3			3,84			4,05		C
Zand en löss	Akkerbouw	19	0,00	0,20	1,78	2,42	3,29	1,71		AB
	Hokdier	10	1,06	2,07	2,50	2,89	3,19	2,35		BC
	Melkvee	38	0,00	1,07	1,54	2,18	3,89	1,89		B
	Overig	15	0,00	0,00	0,55	1,50	2,82	1,03		A

Gemiddelde P-totaalconcentratie (mg P/l) en percentage bedrijven waarvan de bedrijfsgemiddelde fosforconcentratie onder de norm van 0,4 mg /l (voor bedrijven in de zand/lössregio) en 3 mg P/l ligt (in de regio's klei en veen).
P-totaal

Hoofdgrondsoort-regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemiddelde	St. afw.	% onder norm	Verschil
Klei	Akkerbouw	8	0	0,04	0,15	0,20	0,29	0,14	0,1	100	AB
	Melkvee	16	0	0	0,08	0,24	0,38	0,16	0,2	100	B
Veen	Melkvee	3			0,57			0,51	0,1	0	C
Zand en löss	Akkerbouw	17	0	0	0,00	0,08	0,16	0,06	0,1	100	A
	Hokdier	10	0	0	0,03	0,09	0,14	0,08	0,1	98	AB
	Melkvee	33	0	0	0,00	0,09	0,22	0,06	0,1	100	A
	Overig	12	0	0	0,07	0,17	0,32	0,12	0,2	95	AB

Gemiddelde fosfaatconcentratie (mg P/l) en percentage bedrijven waarvan de bedrijfsgemiddelde fosfaatconcentratie onder de norm van 0,1 mg P/l ligt.
PO₄³⁻

Hoofdgrondsoort-regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemiddelde	St. afw.	% onder norm	Verschil
Klei	Akkerbouw	8	0,04	0,04	0,16	0,20	0,29	0,15	0,1	36	A
	Melkvee	16	0,01	0,02	0,06	0,20	0,39	0,15	0,2	58	A
Veen	Melkvee	3			0,44			0,37	0,1	0	B
Zand en löss	Akkerbouw	17	0,00	0,00	0,02	0,07	0,16	0,06	0,1	82	A
	Hokdier	10	0,00	0,01	0,03	0,07	0,13	0,08	0,1	89	A
	Melkvee	33	0,00	0,02	0,03	0,07	0,19	0,07	0,1	84	A
	Overig	12	0,00	0,00	0,07	0,17	0,29	0,10	0,1	60	A

Gemiddelde opgeloste organische koolstof (mg C/l) en het verschil tussen de categorieën.
DOC

Hoofdgrondsoort-regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemiddelde	St. afw.	Vershil
Klei	Akkerbouw	8	4,3	4,9	5,7	16,0	18,5	9,8	6,7	A
	Melkvee	16	3,6	6,0	10,2	15,7	24,6	12,2	8,3	A
Veen	Melkvee	3			78,3			75,8	12,5	C
Zand en löss	Akkerbouw	17	7,3	15,1	24,7	37,4	63,4	30,2	23,5	B
	Hokdier	8	8,7	18,2	27,2	30,5	36,8	24,4	11,2	AB
	Melkvee	32	12,0	14,0	18,5	38,9	63,9	28,7	21,7	B
	Overig	11	4,9	8,0	12,1	20,2	44,1	17,6	15,2	AB

Gemiddelde EC (mS/m) en het verschil tussen de categorieën.
EC

Hoofdgrondsoort-regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemiddelde	St. afw.	Vershil
Klei	Akkerbouw	8	90,0	101,8	122,1	171,0	380,8	199,3	197	C
	Melkvee	9	83,1	93,8	124,2	144,1	211,1	143,0	96	BC
Veen	Melkvee	2			75,1			75,1	28	AB
Zand en löss	Akkerbouw	17	28,5	33,1	40,3	45,0	52,1	39,6	9	A
	Hokdier	10	32,3	33,2	43,7	55,4	60,9	45,4	15	A
	Melkvee	33	33,6	38,1	44,4	52,5	60,1	46,4	14	A
	Overig	12	39,0	41,4	45,1	57,8	63,4	47,8	13	A

Gemiddelde pH en het verschil tussen de categorieën.
pH

Hoofdgrondsoort-regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemiddelde	St. afw.	Vershil
Klei	Akkerbouw	8	6,69	6,88	7,08	7,17	7,22	7,01	0,2	C
	Melkvee	13	6,87	6,92	7,01	7,10	7,12	6,86	0,6	C
Veen	Melkvee	3			6,17			6,06	0,3	B
Zand en löss	Akkerbouw	17	4,78	4,89	5,11	5,48	6,04	5,26	0,5	A
	Hokdier	10	5,06	5,51	5,69	5,91	6,24	5,64	0,6	AB
	Melkvee	33	4,96	5,36	5,62	5,97	6,21	5,64	0,5	B
	Overig	12	4,91	5,06	5,73	5,93	5,99	5,53	0,5	AB

Gemiddelde natriumconcentratie (mg/l) en het verschil tussen de categorieën.
Na

Hoofdgrondsoort-regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemiddelde	St. afw.	Vershil
Klei	Akkerbouw	8	32,6	46,7	75,7	145,9	469,7	196,2	305,3	B
	Melkvee	16	13,8	15,4	17,6	39,5	239,7	75,7	130,3	A
Veen	Melkvee	3			25,5			27,5	6,4	A
Zand en löss	Akkerbouw	17	13,4	14,0	16,7	17,5	20,1	16,4	2,9	A
	Hokdier	10	10,0	12,7	14,5	18,0	19,4	15,4	5,0	A
	Melkvee	33	10,0	12,0	16,9	21,1	26,6	18,9	13,5	A
	Overig	12	11,9	16,4	19,8	21,2	25,3	19,0	5,0	A

Gemiddelde kaliumconcentratie (mg/l) en het verschil tussen de categorieën.
K

Hoofdgrondsoort-regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemiddelde	St. afw.	Vershil
Klei	Akkerbouw	8	4,4	5,9	12,6	15,7	19,8	12,5	7,8	AB
	Melkvee	16	0,8	1,2	2,0	9,0	17,4	6,3	7,3	A
Veen	Melkvee	3			9,2			8,7	3,7	AB
Zand en löss	Akkerbouw	17	3,0	5,8	6,5	10,0	23,8	9,5	7,6	AB
	Hokdier	10	9,8	13,4	30,9	43,5	50,0	33,4	25,4	C
	Melkvee	33	6,8	10,9	19,3	23,6	34,1	19,0	10,6	B
	Overig	12	8,3	9,2	16,0	21,4	31,5	16,8	9,5	B

Gemiddelde calciumconcentratie (mg/l) en het verschil tussen de categorieën.
Ca

Hoofdgrondsoort-regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemiddelde	St. afw.	Vershil
Klei	Akkerbouw	8	141	164	178	192	270	202	97	C
	Melkvee	16	109	130	153	171	236	159	60	B
Veen	Melkvee	3	46	56	74	107	127	84	51	A
Zand en löss	Akkerbouw	17	16	27	40	46	52	38	17	A
	Hokdier	10	35	43	63	91	114	68	33	A
	Melkvee	33	29	40	48	75	105	60	34	A
	Overig	12	39	41	57	85	88	62	24	A

Gemiddelde magnesiumconcentratie (mg/l) en het verschil tussen de categorieën.
Mg

Hoofdgrondsoort- regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemiddelde	St. afw.	Vershil
Klei	Akkerbouw	8	21,7	22,4	24,2	35,9	75,5	42,3	43,0	C
	Melkvee	16	13,1	14,9	17,0	26,5	59,6	26,9	20,8	B
Veen	Melkvee	3			20,4			19,2	8,2	AB
Zand en löss	Akkerbouw	17	5,1	5,7	7,7	10,6	14,2	8,5	3,6	A
	Hokdier	10	7,6	9,3	10,9	12,9	18,9	12,2	5,3	A
	Melkvee	33	8,5	8,9	10,1	12,60	15,6	11,1	3,4	A
	Overig	12	7,4	10,2	12,8	15,1	18,1	12,7	4,1	A

Gemiddelde sulfaatconcentratie (mg/l) en het verschil tussen de categorieën. Norm: 150 mg/l.
SO₄²⁻

Hoofdgrondsoort- regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemid.	St. afw.	% onder norm	Vershil
Klei	Akkerbouw	8	71,8	81,1	94,6	101,8	219,7	138,4	142,7	87	AB
	Melkvee	16	39,4	43,1	71,4	121,4	136,3	88,2	58,9	94	AB
Veen	Melkvee	3			150,4			119,7	82,5	50	AB
Zand en löss	Akkerbouw	19	25,9	30,9	41,6	56,4	78,0	45,6	20,9	100	A
	Hokdier	10	25,2	40,7	52,2	70,0	80,1	56,3	31,6	100	AB
	Melkvee	38	23,4	27,1	38,5	45,7	61,5	43,5	27,1	100	A
	Overig	15	25,1	35,5	51,9	79,7	105,0	162,7	414,5	93	B

Gemiddelde chlorideconcentratie (mg/l) en het verschil tussen de categorieën. Norm: 100 mg/l.
Cl

Hoofdgrondsoort- regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemid.	St. afw.	% onder norm	Vershil
Klei	Akkerbouw	8	39,7	62,1	105,3	247,8	904,5	361,5	632,8	48	B
	Melkvee	16	16,6	22,4	25,6	55,8	337,7	121,9	237,2	78	A
Veen	Melkvee	3			35,8			35,8	2,7	100	A
Zand en löss	Akkerbouw	19	19,8	24,5	28,9	33,7	37,7	29,3	8,6	100	A
	Hokdier	10	16,0	17,5	24,2	28,1	37,3	25,5	10,2	100	A
	Melkvee	38	9,8	17,2	22,2	29,5	41,7	25,5	15,6	100	A
	Overig	15	11,6	18,1	25,1	32,4	37,0	24,4	10,2	100	A

Gemiddelde ijzerconcentratie (mg/l) en het verschil tussen de categorieën.
Fe

Hoofdgrondsoort-regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemiddelde	St. afw	Vershil
Klei	Akkerbouw	8	0,0	0,0	0,2	1,3	3,3	1,1	1,7	A
	Melkvee	16	0,1	0,2	1,0	1,7	1,9	1,3	1,7	A
Veen	Melkvee	3			5,8			8,0	6,7	A
Zand en löss	Akkerbouw	17	0,3	0,7	1,1	8,4	10,0	3,8	4,3	A
	Hokdier	10	0,1	1,0	3,7	7,7	11,5	5,0	5,1	A
	Melkvee	33	0,2	1,2	3,6	6,2	21,6	6,6	9,1	A
	Overig	12	0,5	0,8	2,1	4,2	9,9	3,9	4,7	A

Gemiddelde arseenconcentratie (in µg/l) en het verschil tussen de categorieën.
As

Hoofdgrondsoort-regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemiddelde	St. afw	Vershil
Klei	Akkerbouw	5	1,9	2,7	3,0	3,7	3,8	2,9	1,0	A
	Melkvee	6	2,6	3,5	3,7	5,0	8,1	4,8	3,1	A
Veen	Melkvee	3			2,4			2,5	0,2	A
Zand en löss	Akkerbouw	17	0,7	0,8	2,0	5,8	7,4	3,4	3,1	A
	Hokdier	10	0,8	1,2	2,4	16,0	55,0	15,1	22,8	B
	Melkvee	32	0,8	1,0	2,0	7,0	8,5	4,3	6,0	A
	Overig	10	1,0	1,4	1,7	2,5	5,8	3,6	5,3	A

Gemiddelde cadmiumconcentratie (in µg/l) en het verschil tussen de categorieën (streefwaarde: 0,4 µg/l).
Cd

Hoofdgrondsoort-regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemid.	St. afw.	% onder streefw.	Vershil
Klei	Akkerbouw	5	0,01	0,03	0,04	0,06	0,11	0,05	0,05	100	A
	Melkvee	6	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,01	0,02	100	A
Veen	Melkvee	3			0,00			0,00	0,00	100	A
Zand en löss	Akkerbouw	17	0,11	0,15	0,19	0,47	1,01	0,38	0,38	71	A
	Hokdier	10	0,11	0,12	0,19	0,41	0,57	0,28	0,22	75	A
	Melkvee	32	0,06	0,11	0,21	0,32	0,63	0,29	0,28	78	A
	Overig	10	0,00	0,05	0,34	0,79	1,93	0,91	1,58	53	B

**Gemiddelde koperconcentratie (in µg/l) en het verschil tussen de categorieën
(streefwaarde: 15 µg/l).**

Cu

Hoofdgrondsoort- regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemid.	St. afw.	% onder streefw.	Vershil
Klei	Akkerbouw	5	1,4	1,7	1,7	2,1	2,6	1,9	0,6	100	A
	Melkvee	6	0,5	1,1	2,5	4,2	5,2	2,7	2,3	100	A
Veen	Melkvee	3			1,5			1,4	1,4	100	A
Zand en löss	Akkerbouw	17	3,0	4,8	8,0	10,8	14,1	8,3	4,5	97	AB
	Hokdier	10	4,2	6,2	9,8	16,0	26,5	14,1	13,2	73	B
	Melkvee	32	3,2	4,5	8,0	12,8	16,2	10,2	7,9	80	AB
	Overig	10	1,0	2,2	3,8	6,7	13,3	5,9	6,0	93	A

Gemiddelde loodconcentratie (in µg/l) en het verschil tussen de categorieën.

Pb

Hoofdgrondsoort- regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemiddelde	St. afw.	Vershil
Klei	Akkerbouw	5	0,06	0,15	0,15	0,15	0,24	0,15	0,11	A
	Melkvee	6	0,00	0,06	0,27	0,38	0,83	0,37	0,47	AB
Veen	Melkvee	3			0,54			0,61	0,26	AB
Zand en löss	Akkerbouw	17	0,51	0,65	1,15	1,60	2,11	1,16	0,62	AB
	Hokdier	10	0,48	0,54	0,80	2,01	2,31	1,32	1,08	AB
	Melkvee	3	0,43	0,47	0,54	0,72	0,83	0,61	0,26	AB
	Overig	32	0,31	0,44	0,78	1,50	2,94	1,43	1,88	B

**Gemiddelde zinkconcentratie (in µg/l) en het verschil tussen de categorieën
(streefwaarde: 65 µg/l).**

Zi

Hoofdgrondsoort- regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemid.	St. afw.	% onder norm	Vershil
Klei	Akkerbouw	8	1,4	2,4	3,1	4,4	7,3	4,2	4,2	100	A
	Melkvee	16	0,0	0,0	4,8	6,6	16,8	8,0	14,3	100	A
Veen	Melkvee	3			12,8			16,4	8,0	100	A
Zand en löss	Akkerbouw	17	15,5	20,5	34,5	57,0	69,4	41,5	30,5	83	A
	Hokdier	10	10,6	16,9	34,3	49,8	63,5	38,1	26,9	90	A
	Melkvee	33	8,2	15,0	33,0	48,5	89,7	86,0	273,5	84	A
	Overig	12	14,7	19,5	33,3	70,8	123,7	87,0	151,6	74	A

Gemiddelde chroomconcentratie (in µg/l) en het verschil tussen de categorieën (streefwaarde: 1 µg/l).
Cr

Hoofdgrondsoort-regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemid.	St. afw.	% onder norm	Vershil
Klei	Akkerbouw	5	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,3	0,2	100	A
	Melkvee	6	0,0	0,2	0,7	0,7	0,7	0,5	0,4	100	A
Veen	Melkvee	3			2,3			2,2	0,3	0	BC
Zand en löss	Akkerbouw	17	1,1	1,6	2,3	2,7	3,5	2,2	1,2	9	C
	Hokdier	10	1,2	1,6	2,4	2,9	3,2	2,3	1,0	6	C
	Melkvee	32	0,9	1,3	2,2	2,8	4,1	2,3	1,4	13	C
	Overig	10	0,7	0,8	1,2	1,4	1,5	1,1	0,4	32	AB

Gemiddelde nikkelconcentratie (in µg/l) en het verschil tussen de categorieën (streefwaarde: 15 µg/l).
Ni

Hoofdgrondsoort-regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemid.	St. afw.	% boven norm	Vershil
Klei	Akkerbouw	5	8,5	8,9	9,2	9,7	13,2	10,3	3,0	97	A
	Melkvee	6	5,2	5,9	7,5	10,7	11,7	8,1	3,0	100	A
Veen	Melkvee	3	2,4	3,4	5,0	8,5	10,7	6,3	5,3	100	A
Zand en löss	Akkerbouw	17	5,3	5,8	17,0	36,7	66,8	25,7	25,8	44	A
	Hokdier	10	4,7	9,3	15,4	22,3	29,8	16,7	11,2	50	A
	Melkvee	32	4,6	8,2	16,5	29,3	50,7	27,9	36,3	42	A
	Overig	10	3,1	4,7	37,1	45,2	50,9	28,0	21,7	37	A

Streefwaarden, interventiewaarden en maximaal toelaatbaar risico (MTR) in µg/l van diverse micro-elementen (Commissie Integraal Waterbeheer, 2000).

Element	GRONDWATER		SLOOTWATER	
	streefwaarde	interventiewaarde	streefwaarde	MTR
Arseen	10	60	1	25
Cadmium	0,40	6	0,08	0,4
Chroom	1,0	30	0,3	8,7
Koper	15	75	0,5	1,5
Lood	15	75	0,3	11
Nikkel	15	75	3,3	5,1
Zink	65	800	2,9	9,4

Bijlage 6 Kwaliteit van slootwater EM-bedrijven

Gemiddeld nitraatconcentratie van slootwater op EM-bedrijven.

Categorie	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemiddelde	St. afw
akkerb-klei	8	11,7	17,7	24,7	30,6	34,4	24,0	11,4
melkvee-klei	10	2,9	5,0	9,6	10,1	27,3	13,3	15,4
melkvee-veen	3			1,1			1,1	0,73

Gemiddeld fosfaatconcentratie van slootwater op EM-bedrijven.

Categorie	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemiddelde	St. afw
akkerb-klei	8	0,01	0,02	0,12	0,24	0,27	0,13	0,12
melkvee-klei	10	0	0,03	0,15	0,22	0,52	0,19	0,20
melkvee-veen	3			0,02			0,03	0,03

Bijlage 7 Kwaliteit van grond- en drainwater Koeien & Kansen

Bedrijfsgemiddelde kwaliteit van grond- en drainwater op Koeien & Kansenbedrijven in mg/l.

Hoofdgrond- soortregio	NO ₃	NH ₄ -N	N-org	N-tot-N	P-tot-P	PO ₄ -P	DOC	EC	pH	Na	K+	Ca	Mg	SO ₄	Cl-	Fe	As	Cd	Cu	Pb	Zn	Cr	Ni
KLEI	5,8	0,4	1,3	3,0	0,4	0,3	15,8	157,4	7,0	119,3	12,9	186,2	44,9	152,9	160,1	3,9		0,1	1,3	0,4	14,5	0,0	0,0
KLEI	3,5	0,5	1,1	2,4	0,3	0,3	15,5	63,5	7,0	66,7	10,8	138,2	18,9	150,6	51,6	1,9		0,0	18,7	3,9	6,5	0,5	0,5
KLEI	13,0	0,3	1,4	4,7	0,3	0,3	13,1	97,8	6,8	18,9	0,6	149,8	17,6	48,1	20,5	2,8		0,1	7,5	0,2	17,2	0,0	0,0
LÖSS	54,0	0,1	16,6	28,9	0,8	0,2	263,6			37,5	14,9	322,6	12,8	33,9	13,4	0,0		0,0	23,8	0,2	5,1	135,9	135,9
VEEN	0,6	7,0	2,8	9,9	1,0	0,9	52,7	476,4	6,6	686,8	15,5	180,1	71,8	78,5	1254	2,5		0,0	1,3	0,9	21,0	1,6	1,6
VEEN	0,6	4,9	4,8	9,9	0,6	0,4	73,6	47,3	6,2	21,9	9,9	106,5	13,2	185,6	33,6	1,9		0,0	5,5	2,1	23,5	2,1	2,1
VEEN	1,7	6,0	4,2	10,6	0,7	0,4	69,4	111,8	6,0	55,4	7,4	101,7	31,4	271,3	53,4	8,2		0,1	4,5	1,0	17,8	1,8	1,8
ZAND	12,1	5,0	1,4	9,2	0,2	0,0	19,6	26,6	4,9	15,7	9,6	9,8	5,0	52,4	23,2	6,4					47,3		
ZAND	28,6	0,1	2,7	9,2	0,2	0,0	41,5	20,9	5,0	11,0	10,4	18,3	4,3	25,3	11,3	0,3					40,3		
ZAND	48,5	0,1	0,6	11,6	0,0	0,0	5,2	76,5	7,4	18,4	8,3	124,3	14,4	41,9	26,0	0,6					21,3		
ZAND	36,4	0,1	4,0	12,3	0,0	0,0	64,5			23,4	14,7	28,9	9,1	36,8	19,9	0,3		0,3	19,0	0,6	24,6	12,6	12,6
ZAND	69,5	0,3	0,6	16,6	0,2	0,1	7,4	40,0	5,2	21,4	17,7	31,9	7,4	39,2	41,2	1,1					94,0		
ZAND	76,6	0,2	2,8	20,3	0,0	0,0	29,3	33,5	4,8	13,3	17,7	34,4	8,1	54,5	20,1	0,8					82,5		
ZAND	61,3	0,2	2,7	16,7	0,1	0,0	31,2			9,7	15,6	28,5	8,6	32,6	15,3	0,4					49,2		
ZAND	22,6	0,1	1,0	6,1	0,0	0,0	5,0			33,1	7,1	37,3	7,4	143,9	37,9	22,2					47,6		
ZAND	59,6	1,0	4,2	18,6	0,0	0,0	58,1	4485	4,9	24,0	12,7	37,4	11,9	73,1	77,1	4,6		0,3	26,5	2,0	56,6	4,6	4,6
ZAND	67,2	0,5	3,8	19,4	0,1	0,0	41,1	44,4	5,0	22,1	29,7	30,4	11,8	46,4	32,7	0,3					132,3		

Lege cellen geven ontbrekende meetwaarden weer. Bij getallen lager dan de detectielimiet is een waarde van nul ingevoerd.

Bijlage 8 Kwaliteit van grond- en drainwater Bioveem

Bedrijfsgemiddelde kwaliteit van grond- en drainwater op Bioveebedrijven in mg/l.

Hoofdgrond																							
-soortregio	NO ₃	NH ₄ -N	N-org	N-tot-N	P-tot-P	PO ₄ -P	DOC	EC	pH	Na	K+	Ca	Mg	SO ₄	Cl-	Fe	As	Cd	Cu	Pb	Zn	Cr	Ni
LÖSS	49,2	0,1	1,3	12,5	0,0	0,0	7,2			7	0,7	40	2	21	7,0	0,0	0,0	1,4	1,4	0,0	0,0	0,6	0,6
VEEN	0,8	6,4	2,7	7,8	0,4	0,2	54,9	56	6,3	11	4,1	75	13	73	16,7	10,2	1,7	1,2	1,2	0,5	13,3	0,9	2,9
VEEN	0,1	9,2	2,4	9,6	1,0	0,9	60,1	65	6,2	15	2,1	92	11	105	19,2	4,2	3,1	1,1	1,1	0,6	9,5	1,7	6,4
VEEN	0,0	8,3	4,4	10,9	0,6	0,5	87,2	125	6,4	61	6,3	149	37	174	74,3	20,0	6,3	1,0	1,0	0,8	14,9	2,8	20,1
KLEI	0,1	7,9	1,7	7,9	1,4	1,4	24,4		6,9	106	9,2	265	49	335	96,9	2,9					6,7		
KLEI	7,4	0,6	1,2	3,3	0,2	0,2	11,8	112	7,7	37	7,7	180	24	98	44,9	0,0					0,0		

Lege cellen geven ontbrekende meetwaarden weer. Bij getallen lager dan de detectielimiet is een waarde van nul ingevoerd.

RIVM

Rijksinstituut
voor Volksgezondheid
en Milieu

Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl