



rivm

Rapport 680717007/2010

H.M. Swen et al.

Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid

LMM-jaarrapport 2005

RIVM-rapport 680717007/2010

Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid LMM-jaarrapport 2005

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

Contact:
Dico Fraters
Centrum voor MilieuMonitoring
dico.fraters@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 2010

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)

LMM-jaarrapport 2005

Het Landbouw Economisch Instituut (LEI) volgt de bedrijfsvoering op landbouwbedrijven; het RIVM monitort op deze bedrijven de waterkwaliteit die door de bedrijfsvoering wordt beïnvloed. Uit de monitoringgegevens 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.

Ook daalt sinds de jaren negentig de nitraatconcentratie in het grondwater onder landbouwbedrijven. Dit is een positieve ontwikkeling, omdat een lagere nitraatconcentratie duidt op een lagere belasting van het milieu. Desalniettemin bleek in 2005 op 52 procent van de onderzochte bedrijven de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater (recente neerslagoverschot) hoger te zijn dan de Europese norm van 50 milligram per liter.

In 2004 varieerde de totale stikstofbemesting tussen combinaties van bedrijfstype en grondsoort van gemiddeld 188 tot 436 kilo per hectare en de fosforbemesting van 78 tot 115 kilo per hectare. Per saldo was de aanvoer van stikstof en fosfor in de bodem groter dan wat eruit verdwijnt. Het stikstofoverschot varieerde tussen combinaties van bedrijfstype en grondsoort van gemiddeld 115 tot 226 kilo per hectare. Voor fosfor lag dat tussen 24 en 40 kilo per hectare.

De meeste overschrijdingen van de nitraatconcentratie in het grondwater zijn aangetroffen bij bedrijven in de zand/lössregio (68 procent). Bij bedrijven in de kleiregio en in de veenregio zijn aanzienlijk minder overschrijdingen aangetoond (respectievelijk 36 en 0 procent). Het totale aantal overschrijdingen in de zand/lössregio in 2005 is, in vergelijking met 2004, vrijwel gelijk gebleven. In de klei- en veenregio is in 2005 het aantal overschrijdingen gedaald ten opzichte van 2004.

Het LMM is opgezet om de kwaliteit van het water op landbouwbedrijven te beschrijven en te verklaren in relatie tot beleidsmaatregelen en bedrijfsvoering. De waterkwaliteit wordt bepaald door de hoeveelheid nutriënten (waaronder nitraat) te meten in het water dat uitspoelt uit de 'wortelzone' (bovenste meter van het grondwater, bodemvocht of drainwater) en in het slootwater. Metingen op dit punt geven weer welk deel van het nutriëntenoverschot naar het grond- en oppervlaktewater is uitgespoeld. De metingen zijn verricht op de typen landbouwbedrijven die in Nederland het meeste voorkomen (akkerbouw, melkvee en hokdieren) in drie hoofdgrondsoortregio's (zand/löss, klei en veen).

Trefwoorden:

Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid, LMM 2005, mestbeleid, derogatie, nitraat, Nitraatrichtlijn, waterkwaliteit, recent neerslagoverschot, bovenste grondwater, drainwater, slootwater

Abstract

Minerals Policy Monitoring Programme (LMM)

LMM annual report 2005

The LEI of Wageningen University and Research Centre monitors and records the operational management practices of a selection of Dutch farms. At these same farms, the RIVM monitors the water quality in relation to the specific management practices. The monitoring data for dairy farms reveal a marked reduction in fertilizer application and nutrient surpluses since the late 1990s, followed by a stabilization of levels since 2000. This trend is much less evident in the data sets for arable farms.

The average nitrate concentration measured in groundwater on farms in all soil regions has also decreased since the 1990s. This is a positive development as lower nitrate concentrations in the upper groundwater on farms signify less strain on the environment. Nevertheless, in 2005, the nitrate concentration measured in the upper groundwater on 52% of the farms sampled was above the European target value of 50 mg/l.

Total nitrogen application for different combinations of farm types and soil types in 2004 varied between average values of 188 and 436 kg/ha; the corresponding values for phosphorous fertilizer ranged from 78 to 115 kg/ha. On balance, the input of nutrients into the soil exceeded consumption and losses. The nitrogen surplus varied from 115 to 226 kg/ha and the phosphorous surplus from 24 to 40 kg/ha.

In terms of groundwater quality, most of these exceedances of the EU target level for nitrate were found at farms situated on sandy/loess soils (68%), while significantly fewer exceedances were observed at farms situated on clay soils and peat soils (36 and 0%, respectively). For the sandy/loess soils, the findings for 2005 are quite similar to those of the preceding year, while for the clay and peat soils, the number of exceedances has decreased compared with 2004.

The Minerals Policy Monitoring Programme (LMM) has been established to assess and account for the quality of water on farms in relation to governmental policies and farm management practices. The quality of farm water is assessed by measuring the levels of nutrients (including nitrate) in water leaching from the root zone (upper meter of groundwater, soil moisture or tile drain water) and ditch water. Measurements in this part of the soil profile reflect the proportion of nutrient surplus that has been transferred to groundwater or surface waters. The measurements were carried out at farms considered to be representative of the most common types of agricultural practice in the Netherlands (arable and dairy farms and factory farming) in the three main soil type regions (sand/loess, clay and peat).

Key words:

Minerals Policy Monitoring Programme, LMM 2005, nutrient management, derogation, nitrate, Nitrates Directive, water quality, recent rainfall surplus, upper groundwater, drainwater, ditchwater

Voorwoord

In opdracht van het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM) en het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) is het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) samen met het LEI Wageningen UR 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.

De jaarrapporten zijn bedoeld om zowel overheid als burgers jaarlijks te informeren over het LMM. Dit betreft de werkzaamheden die binnen het LMM zijn uitgevoerd, de resultaten van de waterkwaliteitsmetingen en de resultaten van de vastlegging in het Bedrijven-Informatienet (BIN) van de daarmee samenhangende landbouwpraktijk in het voorafgaande jaar. Dit jaar zullen de jaarrapporten voor 2005 en 2006 verschijnen. Het jaarrapport voor 2006 zal nog als apart rapport worden uitgebracht. Voor de periode daarna zullen jaren worden gecombineerd in meerjaarlijkse rapporten.

In het voorliggende jaarrapport 2005 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.

De auteurs bedanken de deelnemende agrariërs voor hun medewerking en de leden van de begeleidingscommissie van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid voor hun inbreng.

Harald Swen, Ad de Goffau, Gerben Doornewaard, Ton van Leeuwen, Joan Reijs, Dico Fraters, Esther Wattel-Koekkoek, Leo Boumans
Maart 2010

Inhoud

Samenvatting	11
1 Inleiding	15
1.1 Geschiedenis van het LMM	15
1.2 Geplande activiteiten	17
1.3 Doel en opzet jaarrapport	18
2 Gegevensverzameling en verwerking	19
2.1 Opzet en realisatie van het LMM 2005	19
2.1.1 Het LMM-steekproefkader	19
2.1.2 Selectie en werving van nieuwe EM-bedrijven	20
2.1.3 Gerealiseerd aantal onderzochte bedrijven	20
2.1.4 Evaluatie van de gerealiseerde steekproef	22
2.2 Gegevensverzameling landbouwkundige bedrijfsvoering	22
2.3 Gegevensverzameling waterkwaliteit	23
3 Karakteristieken van steekproefbedrijven	27
3.1 Inleiding	27
3.2 Melkvee	27
3.3 Niet-melkveebedrijven	30
3.3.1 Akkerbouw	30
3.3.2 Hokdier- en overige bedrijven	32
4 Gemeten waterkwaliteit	35
4.1 Inleiding	35
4.2 Stikstof	36
4.3 Fosfor	43
4.4 Overige waterkwaliteitskenmerken	47
4.4.1 Algemene karakteristieken	47
4.4.2 Macro-elementen	53
4.4.3 Sporenelementen	64
5 Bijzondere projecten	77
5.1 Koeien & Kansen	77
5.2 Bioveem	81
5.3 Scouting Löss	84
5.4 Zand-winterprogramma	86
6 Ontwikkelingen van nutriëntenoverschotten, bemesting en waterkwaliteit	93
6.1 Nutriëntenoverschotten en bemesting	93
6.1.1 Inleiding	93
6.1.2 Nutriëntenoverschotten	93
6.1.3 Bemesting	95
6.2 Waterkwaliteit	98
6.2.1 Nitraat	98
6.2.2 N-Totaal	100
6.2.3 P-totaal	100

Literatuur	103
Bijlage 1 Overzicht van gemeenten per LMM-grondsoortgebied in 2005	107
Bijlage 3 Grondgebruik van land- en tuinbouwbedrijven in 2005	113
Bijlage 4 Grondwatertrap en bodemtype per regio en bedrijfstype	115
Bijlage 5 Kwaliteit van grond- en drainwater EM-bedrijven in 2005	116
Bijlage 6 Kwaliteit van slootwater EM-bedrijven	124
Bijlage 7 Normen, streefwaarden en interventie-waarden van waterkwaliteitsparameters gemeten in grondwater en slootwater (Bron: o.a. Commissie Integraal Waterbeheer, 2000)	125
Bijlage 8 Kwaliteit van grond- en drainwater Koeien & Kansen	126
Bijlage 9 Kwaliteit van grond- en drainwater Bioveem	127

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 overheid en burgers te informeren welke werkzaamheden in 2005 binnen het LMM zijn uitgevoerd, wat de resultaten zijn van de waterkwaliteitsmetingen in dat jaar en van de geregistreerde landbouwpraktijk in het voorafgaande jaar.

Opzet

Het LMM kende in 2005 twee belangrijke peilers. Ten eerste het Bedrijven-Informatienet (BIN) van het LEI, 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 2005 is getracht om zo efficiënt mogelijk het recente neerslagoverschot (het water dat uitspoelt uit de wortelzone) te bemonsteren waarvan de kwaliteit het duidelijkst is beïnvloed door de landbouwpraktijk in het voorgaande jaar (2004). De in dit rapport gepresenteerde landbouwkundige bedrijfsvoering heeft daarom betrekking op het jaar 2004, terwijl de waterkwaliteit het jaar 2005 betreft.

Het water dat uitspoelt uit de wortelzone is bemonsterd. Dit is gebeurd door bemonstering van de bovenste meter van het grondwater via tijdelijke boorgaten (in de zandregio en de veenregio), van het drainwater (kleiregio) 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 (kleiregio en veenregio). In de winter van 2004/05 is voor het eerst een aanvullend Zand-winterprogramma uitgevoerd, waarin op een beperkt aantal bedrijven op de lage zandgronden aanvullende bemonstering heeft plaatsgevonden van drain-, sloot en grondwater.

Drie monitoringsprogramma's

In 2005 was het LMM, wat betreft de onderzoeksdoelen, opgesplitst in drie monitoringsprogramma's:

- De Evaluerende Monitor (EM) om de effecten van het geïmplementeerde beleid te bepalen;
- De Derogatie- en droge gronden Monitor (DM) met het doel de waterkwaliteit en de verandering daarin op landbouwbedrijven, die in aanmerking komen voor derogatie (derogatiebedrijven) en/of gelegen zijn op de uitspoelinggevoelige zand- en lössgronden (droge gronden), in beeld te brengen;
- De Verkennende Monitor (VM) om de effecten van voorgenomen beleidsmaatregelen te onderzoeken en om bemonsteringsmogelijkheden in specifieke gebieden te onderzoeken.

De EM en DM waren opgedeeld in vier hoofdgrondsoortregio's; zand, klei, veen en löss. Wegens het beperkte aantal bedrijven in de lössregio, zijn de resultaten hiervan niet apart gerapporteerd, maar gecombineerd met die van de zandregio. Voor de VM liepen er in 2005 programma's met een beleidsverkenkend karakter (Koeien & Kansen en Bioveem) en programma's die waren bedoeld om de

bemonsteringsmogelijkheden in specifieke gebieden te onderzoeken (Scouting Löss voor Zuid-Limburg, Zand-winterprogramma voor bedrijven op de natte zandgrond¹).

Dit rapport beschrijft de waterkwaliteit en de landbouwkundige bedrijfsvoering (bemesting en nutriëntenoverschotten) van alle in 2005 bemonsterde EM- en DM-bedrijven waarvan zowel de 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- en DM-bedrijven in redelijke mate overeen met het gemiddelde bedrijf in de steekproefpopulatie (bedrijven uit het BIN). Uitzondering hierop is vooral de bedrijfsomvang van de bemonsterde akkerbouwbedrijven. Deze bedrijven zijn in het LMM gemiddeld aanzienlijk groter dan in de BIN-populatie als geheel. De bemonsterde melkveebedrijven in de regio's zand/löss en veen waren iets groter qua oppervlakte dan gemiddeld in het BIN. In de veenregio lag de melkproductie per ha voedergewas op de LMM-bedrijven wat hoger. Ook de LMM-hokdierbedrijven waren iets groter dan het BIN-gemiddelde voor die categorie, met een iets kleiner aandeel voedergewassen in het bouwplan maar een iets hogere totale veebezetting per ha. Ook de overige LMM-bedrijven waren qua oppervlakte groter dan de overige BIN-bedrijven. Het bouwplan was op deze combinatiebedrijven zeer divers en de veebezetting per ha iets hoger dan gemiddeld in het BIN.

Tabel S1 geeft een samenvatting van de in dit rapport gepresenteerde bemesting en nutriëntenoverschotten voor het jaar 2004.

Tabel S1 Gemeten bemesting en nutriëntenoverschotten per grondsoort/bedrijfstype op de LMM-bedrijven in 2004.

Regio	Bedrijfstype	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)
Klei	Akkerbouw	231	123	87	35
	Melkvee	436	213	115	33
Veen	Melkvee	362	224	98	24
Zand en löss	Akkerbouw	188	115	78	30
	Hokdier	*	*	*	*
	Melkvee	392	226	110	40
	Overig	*	*	*	*

* Bemesting en overschotten van deze bedrijfstypen zijn onbetrouwbaar (zie Wattel-Koekkoek et al., 2008).

Resultaten LMM-melkveebedrijven

Het totale mestgebruik was het hoogst in de kleiregio en het laagst in de veenregio. Het totale mestgebruik in de regio zand/löss lag tussen beide in. Het hogere verbruik in de kleiregio werd veroorzaakt door zowel een hoger gebruik van dierlijke mest (zowel bij N als P₂O₅) als een hoger verbruik van kunstmest (alleen bij N).

¹ In de jaren 2004/05 en 2005/06 was het Zand-winterprogramma een onderzoeksprogramma, waarbij gezocht is naar 'natte bedrijven' in de zandregio. Bij het inrichten van het derogatiemeetnet is het programme onderdeel gemaakt van zowel de EM als de DM.

Het N-overschot op de bodembalans was in de zand/lössregio iets hoger dan in de veenregio. Voor de kleiregio was het N-overschot het laagst.

De mestopslagcapaciteit lag in de zand/lössregio en kleiregio op hetzelfde niveau. De gemiddelde opslagcapaciteit in de veenregio was groter. Op de bedrijven in de zand/lössregio was het maaipercantage het hoogst, gevolgd door de kleiregio. In de zand/lössregio werd ook iets meer beweide. In de veenregio werd het minst gemaaid maar het meest beweide.

Resultaten LMM-akkerbouwbedrijven

Het totale gebruik van N en P₂O₅ in meststoffen lag op de LMM-akkerbouwbedrijven in de zand/lössregio lager dan in de kleiregio. Ook waren in de zand/lössregio de overschotten, zowel N als P₂O₅, op de bedrijfsbalans en bodembalans, kleiner dan in de kleiregio.

Nutriëntenconcentratie in het recente neerslagoverschot

De gemiddelde nitraatconcentratie in het recente neerslagoverschot in de zandregio overschrijdt in 2005 bij 68% van de bedrijven de norm van de Europese Nitraatrichtlijn (50 mg/l). De gemiddelde nitraatconcentratie op de bedrijven in de zand/lössregio bedroeg 83 mg/l. De hoogste bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie van 191 mg/l werd in 2005 gemeten in de zand/lössregio bij het bedrijfstype 'hokdier'. In deze categorie lag de nitraatconcentratie bij 98% van de bedrijven hoger dan de Europese norm. Op bedrijven in de kleiregio lag de nitraatconcentratie bij 36% van de bedrijven hoger dan de EU-norm. Melkvee- en akkerbouwbedrijven in de kleiregio hadden een gemiddelde nitraatconcentratie van 44 mg/l. In de veenregio lag 100% van de bedrijfsgemiddelden onder de EU-norm. Tabel S2 geeft een overzicht van de nutriëntenconcentraties in het recente neerslagoverschot.

De gemiddelde gecorrigeerde nitraatconcentratie in het recente neerslagoverschot in de zand/lössregio is in 2005 iets gedaald ten opzichte van het voorgaande jaar. De gemeten (ongecorrigeerde) waarde steeg iets. In de overige regio's is de gemeten concentratie gedaald ten opzichte van het voorgaande jaar. Een daling van de gecorrigeerde nitraatconcentratie in het grondwater in de zand/lössregio houdt in dat er in deze regio in 2005 minder stikstof uitspoelt dan in het voorgaande jaar.

Tabel S2 Overzicht van de nutriëntenconcentraties in het recente neerslagoverschot op de LMM-bedrijven in 2005: 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/l)	Nitraat_N (mg/l)	Organisch_N (mg N/l)	Ammonium- N (mg N/l)	P-totaal (mg P/l)	Ortho-P (mg P/l)
Klei	Akkerbouw	12,4	49	11	0,81	0,63	0,15	0,12
	Melkvee	11,3	42	9,5	1,23	0,78	0,28	0,18
Veen	Melkvee	8,8	5,5	1,2	3,53	5,1	0,55	0,41
Zand en löss	Akkerbouw	22,2	85	19	2,03	1,1	0,07	0,03
	Hokdier	44,8	191	43	1,74	0,22	0,09	0,06
	Melkvee	15,8	57	13	2,24	0,83	0,14	0,09
	Overig	23,7	93	21	2,14	0,63	0,13	0,08

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. Voor stoffen als nitraat en kalium 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, DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (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:

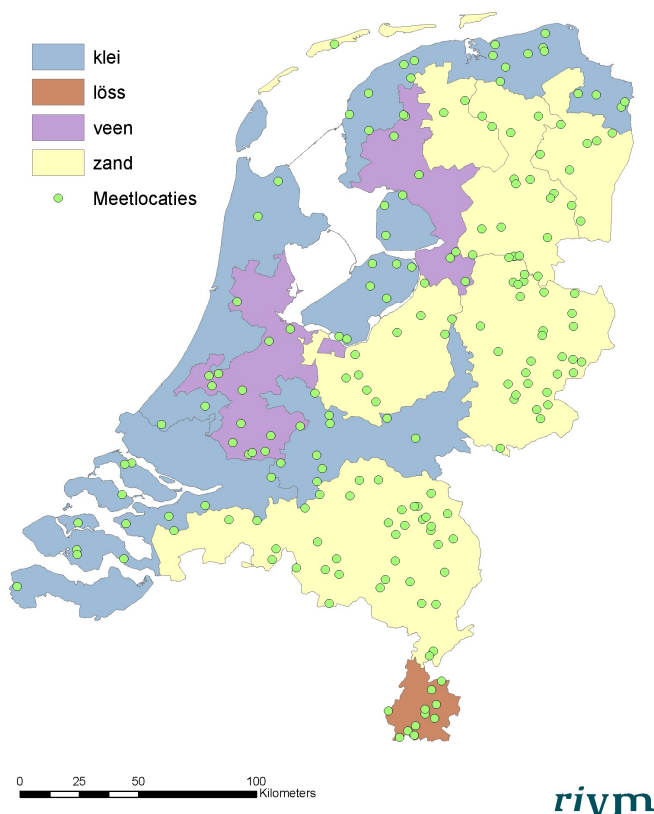
- Ten eerste het Bedrijven-Informatienet (BIN) van het LEI, waarin gegevens worden verzameld met betrekking tot de bedrijfsvoering. Hieruit wordt een representatieve selectie van te monitoren bedrijven gemaakt.
- Ten tweede de door het RIVM verzamelde waterkwaliteitsgegevens en informatie over omgevingsfactoren die hierop van invloed zijn. Hierbij worden de in het veld genomen watermonsters in het laboratorium geanalyseerd, waarna de gegevens worden geïnterpreteerd en gebruikt om de uitspoeling van diverse stoffen, zoals nitraat, vast te stellen.

Onderzoeksdoelen

Het LMM kan wat betreft de onderzoeksdoelen voor het jaar 2005 opgesplitst worden in drie monitoringsprogramma's. Allereerst een Evaluerende Monitor (EM) om de effecten van het geïmplementeerde beleid te bepalen. Ten tweede een Derogatie- en droge gronden Monitor (DM) met het doel de waterkwaliteit en de verandering daarin op landbouwbedrijven in beeld te brengen, die in aanmerking komen voor derogatie (derogatiebedrijven) en/of gelegen zijn op de uitspoelinggevoelige zand- en lössgronden (droge gronden). De DM heeft tot doel ervoor te zorgen dat Nederland aan de verplichting voldoet om op minimaal 300 derogatiebedrijven te monitoren en de verschillen in waterkwaliteit tussen de uitspoelinggevoelige en overige zand- en lössgronden in beeld te brengen. Ten slotte is er sprake van een Verkennende Monitor (VM) om de effecten van voorgenomen beleidsmaatregelen te onderzoeken. De DM is een recente (sinds 2004) aanvulling op de EM en de VM. Voor een uitgebreide beschrijving van de opzet van het LMM wordt verwezen naar Fraters en Boumans (2005).

De EM en DM zijn opgezet in vier deelprogramma's voor de vier verschillende hoofdgrondsoort-regio's; de zand-, klei-, veen- en lössregio. In Figuur 1.1 zijn de verschillende hoofdgrondsoortregio's weergegeven (de hoofdgrondsoortregio's worden in het vervolg van het rapport ook wel verkort aangeduid als regio's). In de hiervolgende rapportage zijn de resultaten voor de zand- en lössregio's samengenomen wegens het geringe aantal bedrijven in de lössregio.

Meetlocaties 2005



Figuur 1.1 De vier hoofdgrondsoortregio's waarvoor deelprogramma's van het LMM zijn opgezet en de ligging van de voor de jaarrapportage 2005 gemonitorde bedrijven waarvan zowel waterkwaliteitsgegevens als bedrijfsgegevens beschikbaar zijn.

Verzameling van gegevens over landbouwkundige bedrijfsvoering door het LEI

De bedrijfsvoering van de aan LMM deelnemende landbouwbedrijven wordt door het LEI vastgelegd in het BIN. Het BIN is een gestratificeerde steekproef van ongeveer 1500 land- en tuinbouwbedrijven waarvan een gedetailleerde set financieel-economische en milieutechnische gegevens wordt bijgehouden. In het BIN worden alle financiële transacties van deelnemende bedrijven vastgelegd. Ook inventariseert het BIN begin- en eindvoorraden en aanvullende bedrijfsgegevens zoals het bouwplan, het beweidingssysteem en de samenstelling van de veestapel. Naast de financiële stromen worden ook fysieke stromen (in kg) geregistreerd.

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 (1) de bovenste meter grondwater via boorgaten, (2) het drainwater en (3) het bodemvocht uit de lagen onder de wortelzone.

In de zandregio werd in 2005 het water dat uitspoelt uit de wortelzone, voornamelijk gemonitord door de bemonstering van de bovenste meter van het grondwater via boorgaten. In de kleiregio werd voornamelijk het drain- en 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.

Met ingang van het winterseizoen 2004/2005 is de wintermonitoring uitgebreid. Dit is gebeurd naar aanleiding van het advies van de Commissie Spierts (Velthof, 2000) en vooruitlopend op de eisen in het kader van de derogatieverlening. Tot dan toe werden in de winter alleen bedrijven bemonsterd in de klei-, veen- en lössregio. Vanaf eind 2004 is op een selectie van deelnemende bedrijven, gelegen in de *natte delen van de zandregio* naast het grondwater, ook drain- en slootwater in de winter bemonsterd. Het geplande aantal zandbedrijven in de natte delen van de zandregio bedraagt 30. Dit winterprogramma in de zandregio beperkt zich tot bedrijven die voor meer dan 25% gedraineerd zijn met buizendrainage, of bedrijven die voor meer dan de helft van het areaal via sloten zijn gedraineerd. De bemonstering van drain- en slootwater is identiek aan die in het monitoringsprogramma in de kleigebieden. De grondwater-bemonstering in de winter vindt op dezelfde wijze en op dezelfde locaties plaats als in de zomerperiode.

Indien een kleibedrijf voor minder dan 25% is gedraineerd of er geen 16 drainagebuizen kunnen worden bemonsterd, wordt in plaats daarvan op 16 locaties grondwater in combinatie met slootwater bemonsterd. Deze grondwatermonsters worden op het RIVM opgemengd naar 2 mengmonsters. Op met buizen gedraineerd land wordt het drainwater bemonsterd en vindt geen bemonstering via boorgaten plaats. 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. Details van de bemonsteringswijzen worden besproken in het LMM-Jaarrapport 2003 (Wattel-Koekkoek et al., 2008).

1.2 Geplande activiteiten

Het LMM-programma voor de EM en de DM van 2005 omvatte de in paragraaf 1.1 beschreven deelprogramma's. 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 en het Zand-winterprogramma voor bedrijven op de natte zandgrond).

In 2005 was het nog de normale procedure dat bedrijven in de zand/lössregio en de veenregio gedurende slechts zeven jaar deelnamen aan het LMM. De waterkwaliteit werd in deze periode driemaal vastgesteld. Elk jaar werd éénzevende deel van de steekproef verversd. Landbouwbedrijven in de kleiregio namen zes jaar deel en de bemonstering van het water vond hier elk jaar plaats. Elk jaar werd éénzesde deel van de bedrijven vervangen. De vervanging zorgde er voor dat de steekproef als geheel representatief bleef voor de Nederlandse landbouw (Fraters en Boumans, 2005). Tabel 1.1 toont het voor 2005 geplande aantal te onderzoeken bedrijven per programma.

Tabel 1.1 Oorspronkelijke planning van het aantal te onderzoeken bedrijven voor het LMM in 2005, uitgesplitst naar regio en programma (EM/DM of VM). Uit Fraters en Boumans (2005).

Regio	Specifiek programma	Meetnet	Aantal bedrijven per programma	Waarvan opgenomen in het reguliere programma	Waarvan apart in specifieke programma's
Zand/löss	-	EM/DM	144	144	-
	Scouting löss	EM/DM	-	-	¹
	Zand-winter	EM/DM			idem
Klei	-	EM/DM	60	60	-
Veen	-	EM/DM ²	24	24	-
Totaal			228	228	-
-	Bioveem ³	VM	17	-	17
-	Koeien & Kansen ⁴	VM	18	-	18
Totaal			263	228	35

1 Bedrijven die deelnemen aan het Scouting Löss en Zand-winterprogramma zijn, hoewel formeel nog behorend tot het VM-meetnet, opgenomen in het EM/DM-programma Zand/löss. In de planning was voorzien dat op dertig reguliere bedrijven in de zandregio grondwater- en drain- en slootwater zou worden bemonsterd in het kader van het Zand-winterprogramma.

2 Selectie van DM-bedrijven in de zand/lössregio wijkt af van de selectie voor de EM. De selectiecriteria van de DM-bedrijven in de veenregio zijn wel gelijk zijn aan die voor de EM.

3 Bioveem betreft acht bedrijven in de zandregio, één bedrijf in de lössregio, vijf bedrijven in de kleiregio en drie bedrijven in de veenregio.

4 K&K betreft elf bedrijven in de zandregio, één in de lössregio, drie in de kleiregio en drie in de veenregio.

1.3 Doel en opzet jaarrapport

Doel van de jaarrapportage 2005 is om het publiek (overheid en burgers) te informeren welke werkzaamheden binnen het LMM zijn uitgevoerd en wat daar de resultaten van zijn. Onderzocht zijn waterkwaliteit en landbouwpraktijk, en de relatie daartussen. In hoofdstuk 2 wordt uiteengezet welke gegevens zijn verzameld.

De landbouwkundige bedrijfsvoering wordt in hoofdstuk 3 beschreven. De waterkwaliteitsgegevens van bedrijven waarvan zowel BIN- als waterkwaliteitsgegevens verzameld zijn, worden in hoofdstuk 4 behandeld. 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 valt te verwachten dat het landbouwkundig handelen de grondwaterkwaliteit beïnvloedt en daarom worden aan deze voedingsstoffen aparte paragrafen gewijd (paragraaf 4.2 en 4.3).

Overige waterkwaliteitskenmerken, zoals kalium (na N en P de belangrijkste meststof), magnesium, opgeloste organische stof, elektrische geleidbaarheid en sporenelementen (enkele zware metalen en arseen) worden in paragraaf 4.4 beschreven. In hoofdstuk 5 komen de specifieke onderzoeksprogramma's aan bod. Tot slot wordt in hoofdstuk 6 de ontwikkeling van de nutriëntenoverschotten, de bemesting en de waterkwaliteit in de tijd beknopt weergegeven.

2 Gegevensverzameling en verwerking

2.1 Opzet en realisatie van het LMM 2005

In deze paragraaf worden kort de in 2005 geplande steekproefopzet en de daadwerkelijk gerealiseerde steekproef van LMM-bedrijven voor de EM en DM beschreven. Voor een uitgebreidere beschrijving van de opzet wordt verwezen naar het LMM-Jaarrapport 2003 (Wattel-Koekkoek et al., 2008) en naar Fraters en Boumans (2005).

2.1.1 Het LMM-steekproefkader

Voor elk EM/DM-deelprogramma (per hoofdgrondsoortregio) zijn specifieke doelpopulaties gedefinieerd waaruit potentiële deelnemers worden geselecteerd. Elke doelpopulatie aan bedrijven is op basis van drie kenmerken (variabelen) afgebakend, te weten: geografische ligging, bedrijfstype en bedrijfsomvang. In Bijlage 1 zijn voor alle dertien grondsoortgebieden² de daarbinnen opgenomen gemeenten weergegeven, gebaseerd op het bestand aan gemeenten in 2005.

Het LMM is gericht op de belangrijkste in Nederland voorkomende vormen van grondgebruik en bemestingspraktijk. Poppe (2004) typeert agrarische bedrijven volgens het NEG-schema en op basis van de economische omvang van hun productie van gewassen en/of dieren. Voor de selectie en werving van LMM-deelnemers zijn de bedrijven verder geclassificeerd op basis van de grondsoortregio en vervolgens zijn een aantal klassen samengenomen. Hierdoor zijn de zogenaamde LMM-bedrijfstypen verkregen. In Bijlage 2 is een overzicht van de LMM-bedrijfstypen en bijbehorende NEG-(hoofd)bedrijfstypen opgenomen, die bij selectie en werving van LMM-deelnemers worden onderscheiden.

Binnen het LMM is de bedrijfsoppervlakte van de steekproefbedrijven op twee manieren begrensd. Er geldt een minimumomvang van 10 hectare cultuurgrond, waardoor een zekere mate van oppervlakte-representativiteit wordt gewaarborgd. Bij controle achteraf bleken vijf geselecteerde bedrijven niet te voldoen aan het oppervlaktecriterium; deze vijf LMM-bedrijven zijn niet meegenomen in de gemiddelden (drie bedrijven categorie hokdieren, twee bedrijven categorie overig)³. Als tweede gelden er eisen aan de economische omvang uitgedrukt in Nederlandse grootte-eenheden, NGE's (website CBS; De Bont et al., 2003). Zeer kleine bedrijven (< 16 NGE) en zeer grote bedrijven >800 NGE) worden van deelname uitgesloten. In Bijlage 3 is een overzicht opgenomen van de aantallen bedrijven en hectaren cultuurgrond die door het LMM-steekproefkader in 2005 werden gedekt. De tabel B.4 laat zien dat binnen het LMM circa 45% van alle bedrijven en circa 81% van alle cultuurgrond zijn vertegenwoordigd.

² Binnen het LMM wordt gebruikgemaakt van een globale gebiedsindeling naar 'hoofdgrondsoort' (zand, veen, klei en löss). Om een gestratificeerde steekproef te kunnen opstellen met een optimale spreiding (zodat de effecten van het gevoerde beleid voor de verschillende hoofdgrondsoorten zo efficiënt mogelijk in beeld worden gebracht), zijn binnen de 4 hoofdgrondsoorten 13 deelgebieden onderscheiden.

³ Voor één bedrijf dat net onder deze grens van 10 ha zat is een uitzondering gemaakt en dit bedrijf is wel meegenomen in de LMM-gemiddelden.

In 2005 zijn voor zeven verschillende combinaties van bedrijfstype en regio waterkwaliteitsgegevens geëvalueerd:

- 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.

Van de categorie overige bedrijven in de kleiregio worden geen gemiddelde waardes getoond, omdat de groepsgrootte dit niet toelaat (minimaal zeven is vereist).

2.1.2 Selectie en werving van nieuwe EM-bedrijven

Voor de EM en DM 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. De Derogatie- en droge gronden Monitor omvat voornamelijk melkveebedrijven. De selectiecriteria voor deelname aan de DM-steekproef waren grotendeels gelijk aan die voor de bedrijven in de EM. In de zand/lössregio zijn er twee aanvullende eisen voor de bedrijven die deelnemen aan de DM. Ten eerste dat een meer dan gemiddeld deel van het areaal op droge zand- en lössgronden gelegen is. En ten tweede dat het areaal op de melkveebedrijven voor 70% of meer uit gras bestond (Fraters en Boumans, 2005). De selectiecriteria van de DM-bedrijven in de veenregio zijn wel gelijk aan die voor de EM.

2.1.3 Gerealiseerd aantal onderzochte bedrijven

Tabel 2.1 geeft per regio en per programma een overzicht van het aantal bedrijven dat volgens planning aan het LMM zouden deelnemen en waar bemonstering zou plaatsvinden, de aantallen waar werkelijk bemonsterd is, en de aantallen uiteindelijk gebruikt voor de rapportage. Het aantal bedrijven waarop werkelijk bemonsterd is, is voor een aantal regio's kleiner dan gepland. Dit valt vrijwel steeds toe te schrijven aan het feit dat in de LEI-bedrijvenpopulatie onvoldoende geschikte bedrijven beschikbaar waren.

Tabel 2.2 geeft eveneens een overzicht van de aantallen geplande bedrijven en aantallen die uiteindelijk gebruikt zijn voor de rapportage, met een uitsplitsing naar verschillende bedrijfstypen.

Op basis van de beschikbaarheid van gegevens kunnen onder de LMM-bedrijven twee groepen worden onderscheiden:

- bedrijven waarvan zowel bedrijfsgegevens als waterkwaliteitsgegevens zijn verzameld (186 EM- en DM-bedrijven, 17 Koeien & Kansen-bedrijven en 14 Bioveebedrijven en 22 Zand-winterbedrijven);
- bedrijven waarvan alleen waterkwaliteitsgegevens zijn verzameld, met name bedrijven uit onderzoeksprojecten buiten het BIN: 20 scouting löss (SL) bedrijven;

De gegevens in de hoofdstukken 3 en 4 van dit rapport hebben betrekking op de overgebleven 186 EM- en DM-bedrijven. Een aantal van de 212 bedrijven waar de waterkwaliteit onderzocht is, kan om uiteenlopende redenen niet mee worden genomen bij de beschouwing in de betreffende hoofdstukken (zie tekst bij Tabel 2.1). In de inleiding bij elk van deze hoofdstukken wordt gemeld welke bedrijven dit zijn. Uiteindelijk wordt voor 186 EM- en DM-bedrijven de waterkwaliteit gerapporteerd. De bedrijven uit

onderzoeksprojecten buiten het BIN om, waarvoor uitsluitend waterkwaliteitsdata verzameld zijn, en de Zand-winterbedrijven worden beschreven in hoofdstuk 5.

Bij de rapportage voor de verschillende grondsoortregio's is de volgende werkwijze gehanteerd:

- over categorieën (combinaties van bedrijfstypen en hoofdgrondsoortregio's) die minder dan zeven bedrijven omvatten, is niet gerapporteerd;
- de lössregio bevat een te gering aantal bedrijven om deze als afzonderlijke categorieën (van minimaal zeven bedrijven) te rapporteren. Daarom zijn deze bedrijven aan de zandregio toegevoegd. Bijvoorbeeld: bedrijven uit de categorie akkerbouw-löss zijn toegevoegd aan de categorie akkerbouw-zand. De zandregio en de lössregio zijn samengevoegd tot de hoofdgrondsoortregio 'zand/löss';
- alle bedrijven die als bedrijfstype 'niet-LMM' hebben, zijn toegevoegd aan het bedrijfstype 'overig' van dezelfde hoofdgrondsoortregio.

Tabel 2.1 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. N.B. VM bedrijven kunnen ook deel uitmaken van het EM/DM-meetnet.

Regio/ Programma ¹	Meetnet	Aantal bedrijven gepland	Daadwerkelijk bemonsterd	Aantal bedrijven geschikt voor rapportage ² , waarvoor ook BIN- gegevens beschikbaar zijn
Zand	EM/DM	120	114	106 ³
Löss	EM/DM	24	20	11 ⁴
Klei	EM/DM	60	54	49 ⁵
Veen	EM/DM	24	24	20 ⁶
Totaal	EM/DM	228	212	186
Koeien & Kansen	VM	18	17	17
Bioveem	VM	17	14	14
Zand-winter	VM	22	22	22 ⁷
Totaal	VM	57	53	53

¹ Scouting Lössbedrijven (SL) zijn op vergelijkbare wijze geworven als de overige EM-bedrijven en zijn meegenomen bij de EM- en DM-bedrijven.

² Waterkwaliteitsdata zijn geschikt voor rapportage wanneer niet alleen de hoofdgrondsoort klopt, maar wanneer ook aan de overige voorwaarden wordt voldaan (zoals bijvoorbeeld het tijdstip van bemonstering).

³ afvallers: één bedrijf niet-LMM; één bedrijf andere grondsoortregio dan voorzien; zes bedrijven geen BIN-gegevens. Voor negen bedrijven geen BIN-gegevens beschikbaar.

⁴ Vijf bedrijven vallen af (twee bedrijven niet-LMM, drie bedrijven categorie 'overig').

⁵ Vier bedrijven vallen af wegens verkeerde grondsoortregio.

⁶ Van de tweeëntwintig bedrijven komen twee bedrijven ook voor in de groep EM/DM-Zand

2.1.4 Evaluatie van de gerealiseerde steekproef

In Tabel 2.2 wordt de groep van 186 beschikbare EM- en DM-bedrijven verdeeld naar regio en bedrijfstype, en afgezet tegen de aantallen EM- en DM-bedrijven die voor het in beeld brengen van de ontwikkelingen in waterkwaliteit en landbouwpraktijk waren gepland (Fraters en Boumans, 2005). Van de 192 bedrijven vallen 186 bedrijven in één van de bedrijfscategorieën die in Hoofdstuk 4 gerapporteerd worden (zie Tabel 2.1).

Voor alle regio's geldt dat er meer melkveehouderijbedrijven zijn gerealiseerd dan voor de EM gepland. Dit is het gevolg van de aanvullende meetinspanningen voor de DM. Ook zijn in de klei- en lössregio meer akkerbouwbedrijven bemonsterd dan voorzien voor de EM. In de zandregio is, met elf bedrijven, er één minder gerealiseerd dan beoogd. In de klei- en lössregio zijn bedrijven met de karakterisering 'overige' in mindere mate gerealiseerd dan beoogd. Voor de veenregio geldt dat de extra gerealiseerde melkveehouderijen hoofdzakelijk in het Westelijk weidegebied zijn gelegen.

Tabel 2.2 Overzicht van gepland en gerealiseerd aantal bedrijven per regio en per bedrijfstype.

Regio	Bedrijfstype	Gepland aantal bedrijven EM/DM	Gerealiseerd aantal bedrijven EM/DM	Gerealiseerd/ EM/DM-planning
Zand	Akkerbouw	15	11	73%
	Melkveehouderij	80	67	84%
	Idem, subregio Noord	27	19	70%
	Idem, subregio Centraal/Oost	27	33	122%
	Idem, subregio Zuid	27	15	56%
	Hokdierbedrijven	12	16	133%
	Overige bedrijven	13	12	92%
	Totaal	120	106	88%
Klei	Akkerbouw	30	26	87%
	Melkveehouderij	18	22	122%
	Overige bedrijven	12	1	8%
	Totaal	60	49	82%
Veen	Melkveehouderij; noordelijk	12	7	58%
	Veenweidegebied			
	Melkveehouderij; westelijk	12	13	108%
	Weidegebied			
	Totaal	24	20	83%
Löss	Akkerbouw	8	4	50%
	Melkveehouderij	12	6	50%
	Overige bedrijven *	4	1	25%
	Totaal	24	11	46%

* In de lössregio zijn hokdierbedrijven in de categorie 'overige bedrijven' opgenomen.

2.2 Gegevensverzameling landbouwkundige bedrijfsvoering

De bedrijfsvoering van de aan LMM deelnemende landbouwbedrijven wordt door het LEI vastgelegd in het BIN. In paragraaf 1.1 is al vermeld dat het BIN is een gestratificeerde steekproef omvat van ongeveer 1500 land- en tuinbouwbedrijven. Hiervan wordt een gedetailleerde set financieel-economische en milieutechnische gegevens 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, beweidingsysteem, en de samenstelling van de veestapel. Naast de financiële stromen worden ook fysieke stromen (in kg) geregistreerd. Het gaat hierbij onder andere om het mestgebruik en de aan- en afvoerposten van stikstof en fosfaat, welke resulteren in overschotten op de bodembalans.

Binnen het totale mestgebruik wordt onderscheid gemaakt in dierlijke mest, kunstmest en overige organische meststoffen. Voor de berekening van het dierlijke mestgebruik wordt de productie van mest op het eigen bedrijf berekend. Voor stikstof betreft het de nettoproductie na aftrek van gasvormige stikstofverliezen uit stal en opslag. Het dierlijke mestgebruik wordt berekend door de aanvoer van dierlijke mest en de beginvoorraad op te tellen bij de productie op het eigen bedrijf en hier de afvoer en de eindvoorraad weer vanaf te trekken. Kunstmeststoffen en overige organische meststoffen worden niet op het bedrijf geproduceerd. Het gebruik wordt berekend als de beginvoorraad plus de aankopen minus de eindvoorraad en de verkopen.

De overschotten op de bodembalans worden gebruikt als een indicator van de hoeveelheid stikstof en fosfaat die na het groeiseizoen in de bodem achterblijven. Dit betekent dat naast de aangevoerde hoeveelheden stikstof en fosfaat via de 'bedrijfspoot' (voer, (kunst)mest, etc.) en de afgevoerde hoeveelheden stikstof en fosfaat via de 'bedrijfspoot' (melk, vlees, plantaardige producten, etc.) ook rekening wordt gehouden met andere stikstofaanvoerposten zoals nettomineralisatie van organische stof in de bodem, stikstofbinding door vlinderbloemigen (fixatie) en atmosferische depositie.

Een uitgebreide beschrijving van de vastlegging van data door het LEI, is opgenomen in het LMM-Jaarrapport 2003 (Wattel-Koekkoek et al., 2008).

2.3 Gegevensverzameling waterkwaliteit

Ook voor dit aspect geldt dat voor een uitgebreide omschrijving van de gegevensverzameling en uitgevoerde analyses verwezen wordt naar het LMM-Jaarrapport 2003 (Wattel-Koekkoek et al., 2008).

Aantal bemonsteringen in 2005

De bedrijven zijn in 2005, soms meerdere malen, bezocht voor het nemen van watermonsters. Zie Tabel 2.3 voor de aantallen bedrijven per hoofdgrondsoortregio en medium dat bemonsterd is.

Tabel 2.3 Bemonsteringswijze en aantal bezochte bedrijven per hoofdgrondsoortregio. Alleen de bedrijven waarvan BIN-gegevens zijn, zijn weergegeven.

Hoofdgrondsoortregio	Totaal aantal bedrijven met BIN-gegevens	Aantal bedrijven grondwater bemonsterd	Aantal bedrijven drainwater bemonsterd	Aantal bedrijven bodemvocht bemonsterd	Aantal bedrijven slootwater bemonsterd
Zand-zomer	106	106	0	0	0
Zand-winter	22	22	22	0	22
Klei	49	10 (waarvan bij 1 tevens drains)	40 (waarvan 1 tevens grondwater)	0	0
Veen	20	20	0	0	20
Löss	11	0	0	11	0

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, en sinds dit

jaar ook in de zandregio, waarvan slootwatergegevens beschikbaar zijn, zijn in Bijlage 6 beschreven. De resultaten van het Zand-winterprogramma zijn apart opgenomen in Hoofdstuk 5. De bemonsteringsfrequentie voor de verschillende bemonsteringsprogramma's is vermeld in Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Overzicht van de gerealiseerde bemonsteringsperiode en meetfrequentie per hoofdgrondsoortregio.

Hoofdgrondsoortregio	Programma	Periode	Bemonstering	Frequentie (aantal bemonsteringen per jaar)
Zand-zomer	Standaard	april 2005 - okt. 2005	Grondwater	1
Zand-winter	Grondwater, drain en sloot	nov. 2005 - mei 2006	Grondwater	1
			Drain en sloot	3 à 4
Klei	Drain	nov. 2004 - april 2005	Drain- en slootwater	2 à 4
	Grondwater	nov. 2004 - april 2005	Grond- en slootwater	2
Veen	Standaard	jan. 2005 - april 2005	Grond- en slootwater	1
	Greppel	jan. 2005 - april 2005	Grond-, greppel- en slootwater	1
Löss		okt. 2005 - dec. 2005	Bodemvocht	1

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 (de laatste 2 parameters alleen voor monsters waarbij bepaling niet in het veld is uitgevoerd: monsters van sloot- en drainwater);
- 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.

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

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

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

Gegevens analyse

Om de verschillende categorieën, genoemd in paragraaf 2.1.1 (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 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.

In de onderstaande tabellen wordt een indeling per regio en bedrijfstype naar grondwatertrap (Tabel 2.5) en bodemtype (Tabel 2.6) gegeven. In bijlage 4 wordt een uitgebreider overzicht van de relatieve oppervlakte per regio en bedrijfstype per grondwatertrap en per bodemtype gegeven.

Tabel 2.5 Relatieve oppervlakte (%) per grondwatertrap (globaal) per regio en bedrijfstype (Van Drecht en Schepers, 1998).

GW	Kleiregio		Veenregio		Zand/lössregio		
	akkerbouw	melkvee	melkvee	akkerbouw	hokdier	melkvee	overig
Nat (I-IV)	6,0	37,4	93,2	36,8	16,6	41,0	39,8
Gemiddeld (V, VI)	83,8	45,4	6,6	31,5	49,1	38,4	42,6
Droog (VII, VIII)	10,2	17,2	0,2	31,7	34,3	20,6	17,6

Tabel 2.6 Relatieve oppervlakte (%) per bodemtype per regio en bedrijfstype (Van Drecht en Schepers, 1998).

Bodemtype	Kleiregio		Veenregio		Zand/lössregio		
	akkerbouw	melkvee	melkvee	akkerbouw	hokdier	melkvee	overig
Veen	0,2	2,2	49,9	20,5	0,0	5,6	5,1
Zand	17,8	11,7	5,8	34,5	95,4	65,6	78,5
Klei	81,1	85,4	43,0	3,7	0,6	10,0	4,2
Löss	0,0	0,0	0,0	19,8	0,0	7,5	8,7
Dalgrond*	1,0	0,7	1,2	21,6	4,0	11,4	3,5

* Een deel van het areaal van de vier hoofdgrondsoortregio's betreft dalgrond; dit bodemtype wordt tot de zandregio gerekend.

3 Karakteristieken van steekproefbedrijven

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt, in de vorm van tabellen, van de 192 LMM-bedrijven de in het BIN geregistreerde landbouwkundige bedrijfsvoering gepresenteerd. In paragraaf 3.2 worden kengetallen van de melkvee-bedrijven getoond en in paragraaf 3.3 overeenkomstige gegevens over de niet-melkveebedrijven. In deze paragrafen 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).

Alleen LMM-bedrijven met minimaal 10 ha cultuurgrond zijn meegenomen in de gemiddelden. Wegens dit criterium zouden twee van de 192 LMM-bedrijven (waarvoor informatie beschikbaar is) niet kwalificeren om meegenomen te worden in de gemiddelden; hierbij gaat het om één bedrijf uit de categorie akkerbouw en één uit de categorie hokdier. Voor één bedrijf dat net onder deze grens van 10 ha zat is een uitzondering gemaakt; dit bedrijf is wel meegenomen in de LMM-gemiddelden. Verder worden geen gemiddelde gegevens getoond van de vijf bedrijven uit de categorie overig in de kleiregio, omdat de groepsgrootte dit niet toelaat (minimaal zeven is vereist).

De beschrijvende kenmerken van de LMM-bedrijven worden vergeleken met het gewogen gemiddelde van alle BIN-bedrijven met hetzelfde bedrijfstype in dezelfde grondsoortregio. De LMM-bedrijven maken derhalve deel uit van de groep waarop het BIN-gemiddelde is gebaseerd. Van bemesting en nutriëntenoverschotten worden gemiddelden en standaardafwijkingen 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.

3.2 Melkvee

Melkveebedrijven in de kleiregio en in de veenregio waren in 2004 in BIN gemiddeld groter dan in de zand/lössregio (Tabel 3.1). Dit geldt ook voor de LMM-bedrijven. In de kleiregio kwam de oppervlakte van de LMM-bedrijven redelijk overeen met het BIN-gemiddelde. In de zand/lössregio en de veenregio waren de LMM-bedrijven groter dan de BIN-bedrijven qua oppervlakte cultuurgrond.

In de zand/lössregio kwam het bouwplan van de LMM-bedrijven in grote mate overeen met het gemiddelde bouwplan in BIN. De LMM-bedrijven hadden iets minder mais en iets meer marktbaar gewassen. Ook in de kleiregio en de veenregio zijn de verschillen niet groot. De LMM-bedrijven hadden in deze regio's iets minder grasland in het bouwplan en juist iets meer mais in vergelijking met de BIN-bedrijven.

Op de LMM-bedrijven werden geen biologische gewassen geteeld. Op de BIN-bedrijven was dit wel in elke regio het geval.

Op de LMM-melkveebedrijven in de zand/lössregio was de totale veebezetting per hectare gelijk aan het BIN-gemiddelde, evenals de verdeling over de verschillende diercategorieën. Ook de melkproductie per hectare voedergewas en de melkproductie per koe lagen op hetzelfde niveau.

Tabel 3.1 Karakteristieken in 2004 van de melkveebedrijven bemonsterd in het LMM ten opzichte van het BIN-gemiddelde in de zand/lössregio, kleiregio en veenregio.

<i>Karakteristieken</i>	Zand/löss		Klei		Veen	
	LMM-gem. N=73	BIN-gem. N=166	LMM-gem. N=22	BIN-gem. N=58	LMM-gem. N=20	BIN-gem. N=38
Grond						
Oppervlakte cultuurgrond (ha)	45	38	50	48	54	50
- Grasland (% van opp.)	71	72	78	80	92	94
- Snijmaïs (% van opp.)	22	24	18	16	6	5
- Overige voedergewassen (% van opp.)	1	0	0	0	0	0
- Marktbaar gewassen (% van opp.)	7	3	4	3	1	1
- Biologische gewassen (% van opp.)	0	1	0	2	0	2
Dieren						
<i>Graasdieren (GVE/ha)</i>	<i>2,1</i>	<i>2,1</i>	<i>2,1</i>	<i>2,1</i>	<i>2,0</i>	<i>2,0</i>
- waarvan melkkoeien (GVE/ha)	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5
- waarvan jongvee (GVE/ha)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
- waarvan overige graasdieren (GVE/ha)	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
<i>Hokdieren (GVE/ha)</i>	<i>0,3</i>	<i>0,3</i>	<i>0,2</i>	<i>0,1</i>	<i>0,1</i>	<i>0,0</i>
- waarvan varkens (GVE/ha)	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0
- waarvan pluimvee (GVE/ha)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- waarvan vleeskalveren (GVE/ha)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- waarvan overige hokdieren (GVE/ha)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Totaal alle dieren (GVE/ha)</i>	<i>2,4</i>	<i>2,4</i>	<i>2,3</i>	<i>2,2</i>	<i>2,0</i>	<i>2,0</i>
Melkproductie						
kg FPCM/ha voedergewassen	13.891	13.843	13.420	13.512	12.433	11.918
kg FPCM/melkkoe	8.011	8.047	7.864	7.977	7.568	7.549

Op de LMM-bedrijven in de kleiregio lag de totale veebezetting ongeveer op hetzelfde niveau als op de BIN-bedrijven. Het aantal GVE per ha in de vorm van graasdieren was gelijk. Het aantal GVE per ha in de vorm hokdieren lag bij de bemonsterde melkveebedrijven iets hoger. Zowel de melkproductie per ha voedergewas als de melkproductie per koe lagen ongeveer 100 kg lager op de LMM-bedrijven.

In de veenregio is de veebezetting op de LMM-bedrijven vergelijkbaar met de BIN-bedrijven, evenals de melkproductie per koe. De intensiteit in de vorm van melkproductie per ha voedergewas was ruim 500 kg hoger op de LMM-bedrijven.

Op de LMM-bedrijven in de zand/lössregio is in 2004 gemiddeld 392 kg N en 110 kg P₂O₅ aan meststoffen gebruikt. Voor stikstof was tweederde van de toegediende meststoffen afkomstig uit dierlijke mest. Voor fosfaat geldt dat 85% van de gebruikte meststoffen van dierlijke oorsprong was. Op de melkveebedrijven in de zand/lössregio lag de gemiddeld gebruikte hoeveelheid dierlijke mest op hetzelfde niveau als de productie hiervan. Logischerwijs waren ook de gemiddelde aan- en afvoer van dierlijke mest vrijwel aan elkaar gelijk.

Op de LMM-bedrijven in de kleiregio was de productie en het gebruik van dierlijke mest groter dan in de zand/lössregio. Het gebruik van dierlijke mest in de kleiregio was iets groter dan de productie; gemiddeld werd er meer dierlijke mest aangevoerd dan afgevoerd. Het N-kunstmestgebruik lag in de kleiregio 34 kg per ha hoger dan in de zand/lössregio, het P₂O₅-kunstmestgebruik verschilde nauwelijks.

Tabel 3.2 Mestgebruik, nutriëntenoverschotten en nutriëntenmanagement in 2004 op de LMM-melkveebedrijven in de zand/lössregio, kleiregio en veenregio.

	Zand/löss		Klei		Veen	
	Gem.(st.afw.) N=70*		Gem.(st.afw.) N=22		Gem.(st.afw.) N=19**	
Mestgebruik	In kg N/ha	In kg P ₂ O ₅ /ha	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	263 (79)	93 (31)	269 (53)	95 (24)	245 (42)	85 (15)
- afvoer dierlijke mest	17 (30)	8 (14)	14 (22)	6 (10)	11 (21)	5 (10)
+ aanvoer dierlijke mest	17 (24)	9 (13)	19 (29)	10 (14)	11 (25)	5 (14)
Gebruik dierlijke mest	263 (68)	94 (25)	273 (56)	98 (25)	245 (48)	85 (17)
+ Gebruik kunstmest	128 (65)	17 (17)	162 (68)	16 (16)	117 (78)	13 (17)
+ Gebruik overige organische mest	0 (2)	0 (1)	1 (3)	0 (2)	0 (0)	0 (0)
Totaal gebruik mest	392 (110)	110 (28)	436 (98)	115 (36)	362 (111)	98 (25)
Nutriëntenoverschotten						
Ingaand	342 (148)	83 (43)	365 (163)	80 (50)	278 (113)	63 (27)
- uitgaand	118 (68)	43 (24)	134 (60)	47 (20)	106 (33)	39 (12)
Overschot bedrijfsbalans	224 (106)	40 (31)	231 (124)	33 (40)	173 (95)	24 (20)
+ Depositie, fixatie, mineralisatie	46 (19)	-	38 (6)	-	99 (73)	-
- Emissie	44 (18)	-	56 (22)	-	48 (17)	-
Overschot bodembalans	226 (99)	40 (31)	213 (112)	33 (40)	224 (105)	24 (20)
Kengetallen						
nutriëntenmanagement	N=73		N=22		N=20	
Maaipercantage (%)	283 (102)***		268 (75)****		238 (112)*****	
Percentage opslagcapaciteit van half- jaarproductie dierlijke mest [%]	127 (54)		129 (51)		139 (54)	
Aandeel weide-uren mei – okt. melkkoeien (%)	39 (27)		37 (25)		43 (31)	

* Drie bedrijven met meer dan 20% GVE van derden zijn niet meegenomen bij het mestgebruik en de nutriëntenoverschotten.

** Eén bedrijf met meer dan 20% GVE van derden is niet meegenomen bij het mestgebruik en de nutriëntenoverschotten.

*** N=72, één bedrijf met een maaipercantage < 100 is niet meegenomen.

**** N=21, één bedrijf met een maaipercantage < 100 is niet meegenomen.

***** N=19, één bedrijf met een maaipercantage < 100 is niet meegenomen.

In de veenregio was de productie en het gebruik van dierlijke mest kleiner dan in de beide andere regio's. De gemiddelde aanvoer van dierlijke mest kwam overeen met de gemiddelde afvoer, zodat productie en gebruik van dierlijke mest aan elkaar gelijk waren. Ook het N- en P₂O₅-kunstmestgebruik in de veenregio was het laagst. Daardoor lag het totale mestgebruik in de veenregio lager dan in de twee andere regio's. Het totale gebruik van N uit mest in de veenregio was 30 en 74 kg per ha lager dan in de zand/lössregio, respectievelijk de kleiregio en het totale gebruik van P₂O₅ uit mest 12 en 17 kg per ha lager.

De N-overschotten op de bedrijfsbalans in de zand/lössregio en de kleiregio lagen met een verschil van 7 kg/ha niet heel ver uit elkaar. Bij het P₂O₅-overschot was het verschil tussen deze regio's ook 7 kg/ha. De kleiregio realiseerde een lager P₂O₅-overschot doordat de ingaande stroom P₂O₅ kleiner was en de uitgaande stroom juist groter. De N- en P₂O₅-overschotten op de bedrijfsbalans in de veenregio waren qua niveau veel lager dan in de beide andere regio's als gevolg van een veel kleinere ingaande stroom van deze nutriënten.

In de zand/lössregio week de emissie van stikstof in kg N per ha 2 kg af van de aanvoer via fixatie, mineralisatie en depositie. Het N-overschot op de bodembalans komt daarmee op 226 kg N per ha en week daarmee niet veel af van het overschot op de bedrijfsbalans. De emissie op de LMM-bedrijven in de kleiregio daarentegen is circa 18 kg per ha groter dan de aanvoer via mineralisatie, fixatie en depositie, waardoor het N-overschot op de bodembalans lager is dan het overschot op de bedrijfsbalans. Voor de veenregio geldt juist dat de aanvoer via mineralisatie, fixatie en depositie groter is dan de afvoer via emissie, waardoor het N-overschot op de bodembalans ruim 50 kg per ha hoger is dan het overschot op de bedrijfsbalans. Het N-overschot op de bodembalans is in de kleiregio met 213 kg per ha het laagst. De veen- en zand/lössregio's zaten hier respectievelijk 5 en 6% boven.

Uit de kengetallen nutriëntenmanagement kan worden opgemaakt dat de mestopslagcapaciteit op de LMM-melkveebedrijven in de zand/lössregio en de kleiregio op hetzelfde niveau ligt (ongeveer 130% van de halfjaarproductie wat overeenkomt met een periode van bijna 8 maanden). De gemiddelde opslagcapaciteit van de halfjaarproductie in de veenregio is groter met 139%. Op de bedrijven in de zand/lössregio wordt het grasland met een maaipercantage van 283% het vaakst gemaaid, gevolgd door de kleiregio (268%). In de zand/lössregio wordt, in vergelijking met de kleiregio, ook iets langer beweide. In de veenregio wordt het minst gemaaid (maaipercentage van 238%), maar juist het meest beweide (de melkkoeien lopen 43% van de uren buiten in de periode mei-oktober).

Conclusie LMM-melkveebedrijven

De karakteristieken van de LMM-melkveebedrijven komen goed overeen met de BIN-gemiddelden. Alleen in de veenregio was de gemiddelde melkproductie per ha voedergewas wat hoger dan in BIN.

Het totale mestgebruik was het hoogst in de kleiregio en het laagst in de veenregio. Het totale mestgebruik in de zand/lössregio lag tussen beide in. Het hogere verbruik in de kleiregio werd veroorzaakt door zowel een hoger gebruik van dierlijke mest (zowel bij N als P_2O_5) als een hoger verbruik van kunstmest (alleen bij N). Het N-overschot op de bodembalans was in de zand/lössregio iets hoger dan in de veenregio. De kleiregio zat het laagst. De mestopslagcapaciteit lag in de zand/lössregio en kleiregio op hetzelfde niveau, terwijl de gemiddelde opslagcapaciteit in de veenregio groter was. Op de bedrijven in de zand/lössregio was het maaipercantage het hoogst, gevolgd door de kleiregio. In de zand/lössregio werd ook net iets meer beweide dan in de kleiregio. In de veenregio werd het minst gemaaid en het meest beweide.

3.3 Niet-melkveebedrijven

3.3.1 Akkerbouw

De bemonsterde akkerbouwbedrijven waren in de zand/lössregio en de kleiregio aanzienlijk groter dan het gemiddelde akkerbouwbedrijf in BIN (Tabel 3.3). Dit vloeit voort uit het streven om binnen LMM representatief te zijn voor het totale areaal van akkerbouwbedrijven. Omdat grote bedrijven een groter deel van het areaal beslaan, hebben zij een grotere kans om geselecteerd te worden voor het LMM.

In de zand/lössregio kwam het gemiddelde bouwplan op de LMM-bedrijven redelijk overeen met het gemiddelde van de BIN-bedrijven. De grootste verschillen zijn zichtbaar bij de aandelen fabrieksaardappelen, zomergerst, wintertarwe en peulvruchten. De LMM-bedrijven teelden meer fabrieksaardappelen en wintertarwe, maar minder zomergerst en peulvruchten. Ook in de kleiregio kwam het gemiddelde bouwplan op de LMM-bedrijven redelijk overeen met het gemiddelde van de BIN-bedrijven. De LMM-bedrijven in de kleiregio hadden wat minder wintertarwe in het bouwplan, maar wat meer overige gewassen dan de BIN-bedrijven.

Tabel 3.3 Karakteristieken in 2004 van de akkerbouwbedrijven bemonsterd in het LMM in 2005 ten opzichte van het BIN-gemiddelde van 2004, in de zand/lössregio en de kleiregio.

<i>Karakteristieken</i>	Zand/löss		Klei	
	LMM-gem. N=14	BIN-gem. N=46	LMM-gem. N=27	BIN-gem. N=92
Grond				
Oppervlakte cultuurgrond	93	44	98	54
- voedergewassen (% van opp.)	5	7	5	4
- consumptie-aardappelen (% van opp.)	4	4	12	11
- pootaardappelen (% van opp.)	2	2	9	9
- fabrieksaardappelen (% van opp.)	27	16	0	0
- suikerbieten (% van opp.)	22	23	14	16
- winter tarwe (% van opp.)	8	5	18	21
- zomergerst (% van opp.)	14	19	4	5
- overige granen (% van opp.)	9	11	10	11
- peulvruchten (% van opp.)	0	3	1	1
- graszaad (% van opp.)	4	3	8	6
- braak (% van opp.)	2	1	4	3
- overige gewassen (% van opp.)	4	6	16	13
Biologische gewassen (% van opp.)	0	2	0	3
Dieren				
Graasdieren (GVE/ha)	0,0	0,0	0,0	0,0
Hokdieren (GVE/ha)	0,1	0,0	0,1	0,1
<i>Totaal graas- en hokdieren (GVE/ha)</i>	<i>0,1</i>	<i>0,0</i>	<i>0,2</i>	<i>0,1</i>

Op de LMM-bedrijven werden geen biologische gewassen geteeld. Op de BIN-bedrijven werden in de zand/lössregio en de kleiregio op respectievelijk 2% en 3% van de oppervlakte cultuurgrond biologische gewassen geteeld. In overeenstemming met het gemiddelde van de BIN-bedrijven waren op de bemonsterde akkerbouwbedrijven slechts in beperkte mate dieren aanwezig.

Het totale gebruik van N en P₂O₅ in meststoffen lag op de bemonsterde akkerbouwbedrijven in de kleiregio respectievelijk 43 en 9 kg/ha hoger dan in de zand/lössregio. In de zand/lössregio werd fors meer dierlijke mest gebruikt dan in de kleiregio door een grotere aanvoer van dierlijke mest. In de kleiregio werd daarentegen meer kunstmest gebruikt (Tabel 3.4).

De ingaande stroom van N en P₂O₅ was in de kleiregio groter dan in de zand/lössregio. Dat geldt ook voor de uitgaande stroom. Het N-overschot bedroeg in de kleiregio 99 kg/ha, 24 kg/ha meer dan in de zand/lössregio. Het P₂O₅-overschot in de kleiregio bedroeg 35 kg/ha, 5 kg/ha meer vergeleken met de zand/lössregio.

In de zand/lössregio was de aanvoer van N via depositie, fixatie en mineralisatie groter dan in de kleiregio (verschil van 10 kg/ha), terwijl de afvoer via emissie in de kleiregio 5 kg N/ha groter was. Het verschil in N-overschot op de bodembalans tussen de zand/lössregio en de kleiregio bedroeg hierdoor nog maar 8 kg/ha.

Tabel 3.4 Mestgebruik en nutriëntenoverschotten in 2004 op de akkerbouwbedrijven bemonsterd voor het LMM in 2005 in de zand/lössregio en de kleiregio.

	Zand/löss		Klei	
	Gem.(st.afw.) N=13*		Gem.(st.afw.) N=27	
	In kg N/ha	In kg P ₂ O ₅ /ha	In kg N/ha	In kg P ₂ O ₅ /ha
<i>Mestgebruik</i>				
Productie dierlijke mest	0 (1)	0 (0)	12 (34)	5 (16)
- afvoer dierlijke mest	14 (26)	8 (15)	10 (25)	8 (20)
+ aanvoer dierlijke mest	122 (57)	71 (35)	85 (92)	53 (52)
Gebruik dierlijke mest	109 (48)	63 (30)	84 (86)	48 (48)
+ Gebruik kunstmest	79 (40)	15 (18)	142 (54)	38 (32)
+ Gebruik overige organische mest	0 (0)	0 (0)	5 (11)	1 (3)
Totaal gebruik mest	188 (54)	78 (34)	231 (96)	87 (55)
Nutriënten overschotten				
Ingaand	204 (65)	86 (36)	250 (116)	98 (59)
- uitgaand	128 (39)	57 (19)	151 (62)	63 (30)
Overschot bedrijfsbalans	75 (46)	30 (30)	99 (98)	35 (59)
+ Depositie, fixatie, mineralisatie	41 (9)	-	31 (10)	-
- Emissie	2 (2)	-	7 (15)	-
Overschot bodembalans	115 (43)	30 (30)	123 (93)	35 (59)

* *Eén bedrijf met meer dan 20% GVE van derden is niet meegenomen bij het mestgebruik en de nutriëntenoverschotten*

Conclusie LMM-akkerbouwbedrijven

De LMM-akkerbouwbedrijven waren in de zand/lössregio en in de kleiregio groter dan het gemiddelde akkerbouwbedrijf in BIN. In zowel de zand/löss- als de kleiregio kwam het gemiddelde bouwplan op de LMM-bedrijven redelijk overeen met het gemiddelde van de BIN-bedrijven. In overeenstemming met het gemiddelde van de BIN-bedrijven waren op de LMM-bedrijven slechts in beperkte mate dieren aanwezig.

Het totale gebruik van N en P₂O₅ in meststoffen lag op de LMM-akkerbouwbedrijven in de zand/lössregio lager dan in de kleiregio. Ook de overschotten, zowel N als P₂O₅, op de bedrijfsbalans en bodembalans waren lager in de zand/lössregio in vergelijking met de kleiregio.

3.3.2 Hokdier- en overige bedrijven

De bemonsterde hokdierbedrijven waren qua oppervlakte groter dan het gemiddelde hokdierbedrijf met meer dan 10 ha grond in BIN (Tabel 3.5). Het bouwplan bestond bij LMM-bedrijven voor 69% uit voedergewassen, bij BIN-bedrijven was dit 78%. De LMM-bedrijven hadden hierbij minder grasland en minder overige voedergewassen in het bouwplan, maar juist wat meer mais dan de BIN-bedrijven. Verder waren de aandelen consumptie-aardappelen en suikerbieten op de LMM-bedrijven groter dan gemiddeld in BIN. Op de LMM-bedrijven werden, evenals op de BIN-bedrijven, geen biologische gewassen geteeld.

De totale veebezetting per ha was bij de LMM-hokdierbedrijven hoger dan bij de BIN-bedrijven. Met name het hogere aantal GVE/ha in de vorm van varkens op de LMM-bedrijven veroorzaakte dit verschil. Verder hadden de LMM-bedrijven alleen hokdieren, terwijl de hokdierbedrijven in BIN ook in beperkte mate graasdieren hadden. Dat laatste verklaart wellicht ook het hogere aandeel gras in het bouwplan van de BIN-bedrijven.

Tabel 3.5 Karakteristieken in 2004 van de LMM- hokdier- en overige bedrijven ten opzichte van het BIN-gemiddelde.

Karakteristieken	Hokdier		Overig	
	LMM-gem. N=15	BIN-gem. N=46	LMM-gem. N=14	BIN-gem. N=31
Grond				
Oppervlakte cultuurgrond (ha)	20	17	38	32
- grasland (% van opp.)	9	20	45	60
- mais (% van opp.)	53	44	30	25
- overige voedergewassen (% van opp.)	7	14	6	4
- consumptie-aardappelen (% van opp.)	9	3	1	1
- fabrieksaardappelen (% van opp.)	0	0	2	0
- suikerbieten (% van opp.)	11	7	6	3
- wintertarwe (% van opp.)	0	1	2	2
- zomergerst (% van opp.)	1	0	2	0
- overige granen (% van opp.)	4	5	1	1
- peulvruchten (% van opp.)	0	0	0	0
- graszaad (% van opp.)	1	1	0	0
- braak (% van opp.)	1	0	0	0
- overige gewassen (% van opp.)	5	4	5	2
Biologische gewassen (% van opp.)	0	0	0	7
Dieren				
Melkkoeien (GVE/ha)	0,0	0,1	0,6	0,4
Totaal graasdieren (GVE/ha)	0,0	0,3	1,3	1,3
Varkens (GVE/ha)	18,0	11,6	0,9	0,7
Pluimvee (GVE/ha)	3,3	3,3	2,8	0,9
Vleeskalveren (GVE/ha)	2,6	2,4	0,5	0,6
Overige hokdieren (GVE/ha)	0,0	1,1	0,0	0,0
Totaal hokdieren (GVE/ha)	23,8	18,4	4,2	2,2
Totaal graas- en hokdieren (GVE/ha)	23,8	18,7	5,5	3,5

* *Eén bedrijf niet meegenomen wegens onvolledig bouwplan*

De overige LMM-bedrijven waren qua oppervlak groter dan het BIN-gemiddelde (38 versus 32 ha). Het bouwplan was op deze combinatiebedrijven zeer divers. De LMM-bedrijven hadden ten opzichte van de BIN-bedrijven minder voedergewassen, namelijk 81% ten opzichte van 89% bij BIN. De LMM-bedrijven teelden geen biologische gewassen, terwijl bij de BIN-bedrijven gemiddeld 7% van de gewassen biologisch was.

De veebezetting in de vorm van graasdieren lag bij de LMM-bedrijven op hetzelfde niveau als bij de BIN-bedrijven. De veebezetting in de vorm van hokdieren lag op de LMM-bedrijven echter hoger dan in BIN, waarbij het verschil vooral veroorzaakt werd door pluimvee.

Conclusie LMM-hokdier- en overige bedrijven

De LMM-hokdierbedrijven waren qua oppervlakte iets groter dan het gemiddelde hokdierbedrijf met meer dan 10 ha grond in het BIN en het aandeel voedergewassen in het bouwplan lag lager. De totale veebezetting per ha was bij de LMM-bedrijven hoger dan bij de BIN-bedrijven, met name als gevolg van een hogere veebezetting in de vorm van varkens.

De overige LMM-bedrijven waren qua oppervlakte groter dan de overige BIN-bedrijven. Het bouwplan was op deze combinatiebedrijven zeer divers. De LMM-bedrijven hadden ten opzichte van de BIN-bedrijven minder voedergewassen en een hogere veebezetting per ha.

4 Gemeten waterkwaliteit

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd van de bemonstering van het grondwater, drainwater en bodemvocht op de 192 bedrijven waarvan zowel BIN- als waterkwaliteitsgegevens beschikbaar zijn. De chemische analyses van slootwater zijn apart verwerkt in Bijlage 6 en niet gebruikt voor de berekening van bedrijfs- en categoriegemiddelden. Onder een categorie wordt de combinatie van hoofdgrondsoortregio (zand/löss, klei, veen) en bedrijfstype (akkerbouw, melkvee, hokdier, overig) bedoeld.

Voor iedere gemeten parameter 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 2.3) en wat het percentage bedrijven is dat onder de betreffende waterkwaliteitsnorm blijft. De relevante normen en streefwaarden zijn opgenomen als Bijlage 7.

Voor de presentatie van de gegevens wordt, naast tabellen, gebruikgemaakt van cumulatieve percentiel-grafieken (zie bijvoorbeeld Figuur 4.1). In Bijlage 5 staat voor ieder gemeten waterkwaliteitskenmerk de 10, 25, 50, 75 en 90-percentielwaarde zoals gemeten in grondwater, drainwater en bodemvocht.

Cumulatieve percentielgrafieken

Op de y-as van de grafieken is de bedrijfsgemiddelde concentratie in het grondwater weergegeven. Op de x-as 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. In Figuur 4.1 zijn de bedrijfsgemiddelde nitraatconcentraties weergegeven voor melkveebedrijven in de kleiregio (22 bedrijven), de veenregio (20 bedrijven) en de zand/lössregio (73 bedrijven). Als men wil weten hoeveel procent van de melkveebedrijven op zand/löss een concentratie heeft lager dan de EU-norm van 50 mg nitraat/l, dan start men vanaf deze waarde op de y-as en gaat naar rechts totdat de gele 'zand/löss'-lijn wordt bereikt. Vanaf hier gaat men loodrecht naar beneden en leest op de x-as het bijbehorende percentage af (ongeveer 47%). 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/löss'-lijn gekruist wordt en men leest op de y-as de bijbehorende concentratie af (circa 116 mg nitraat/l).

Alle gemeten waarden (ook die onder de detectiegrens) zijn in de grafieken weergegeven. De waarden kleiner dan de detectiegrens zijn met de waarde nul aangegeven. Voor detectiegrenzen wordt naar Bijlage 7 verwezen.

Het LMM 2005 bestond voor circa twee derde uit bedrijven in de zandregio (zie Tabel 2.1). Wegens het beperkte 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.

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 vrij in de vorm van ammonium (NH_4). 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 via het nitrificatie proces geoxideerd naar nitraat (NO_3^-). 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 gasen en zo verdwijnen in de atmosfeer. De NO_3^- -concentratie in het grondwater wordt beïnvloed door de mate van denitrificatie. In de Nitraatrichtlijn (EU, 1991) is gesteld dat de NO_3^- -concentratie in het water niet hoger zou moeten zijn dan 50 mg/l.

Bij bemesting van de bodem met stikstof wordt over het algemeen een grotere hoeveelheid mest 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

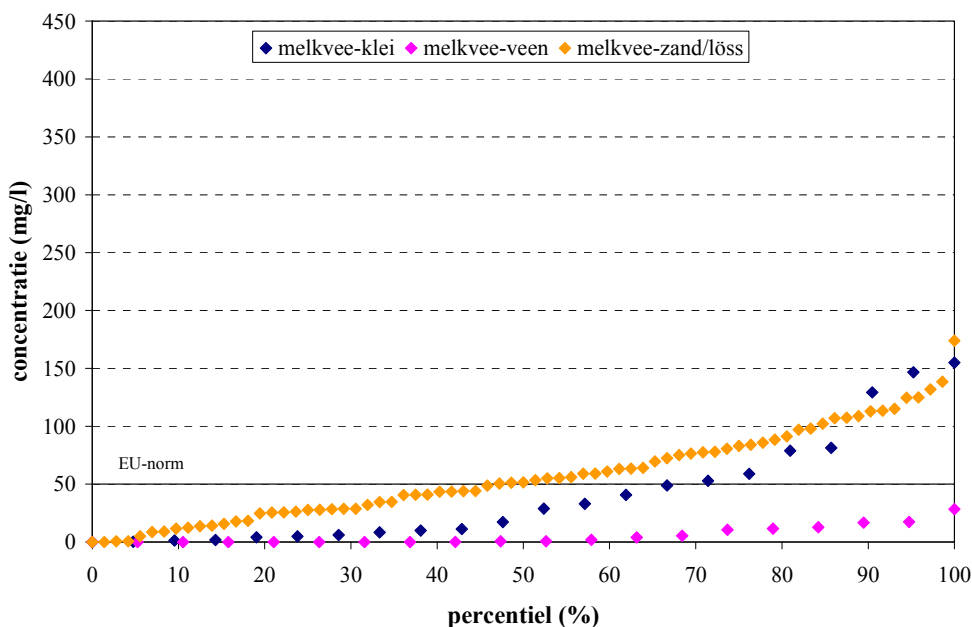
De nitraatconcentratie in het neerslagoverschot was voor de zand/lössregio gemiddeld 83 mg/l, voor de kleiregio 46 mg/l, en voor de veenregio 5,5 mg/l. Ten opzichte van 2004 is de gemiddelde nitraatconcentratie in de zand/lössregio iets gestegen (van 79 naar 83 mg/l), terwijl de nitraatconcentraties in de veenregio (van 16 naar 5,5 mg/l) en in de kleiregio (van 54 naar 46 mg/l) gedaald zijn.

De relatief lage nitraatconcentraties in de klei- en veenregio's liggen in de lijn der verwachting: in die gebieden wordt nitraat wegens de hoge grondwaterstand en de aanwezigheid (en afbraak) van organische stof, waardoor het grondwater anaeroob wordt, eerder gedenitrificeerd. In de klei- en veenregio lag de nitraatconcentratie bij 60% en 100% van de bedrijven onder de norm van 50 mg/l, terwijl dit in de zand/lössregio voor 33% van de bedrijven het geval was. Er zijn binnen de zand/lössregio grote verschillen gevonden tussen de categorieën. Zo was de nitraatconcentratie significant hoger bij de akkerbouw- en hokdierbedrijven dan bij de melkveebedrijven (zie ook voorlaatste kolom Tabel 4.1). In de categorie 'zand/löss-hokdier' lag minder dan 2% van de bedrijven onder de norm van 50 mg/l.

Tabel 4.1 Gemiddelde nitraatconcentratie (mg/l) en percentage bedrijven met een bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie onder de norm van 50 mg/l en het verschil tussen de categorieën⁴.

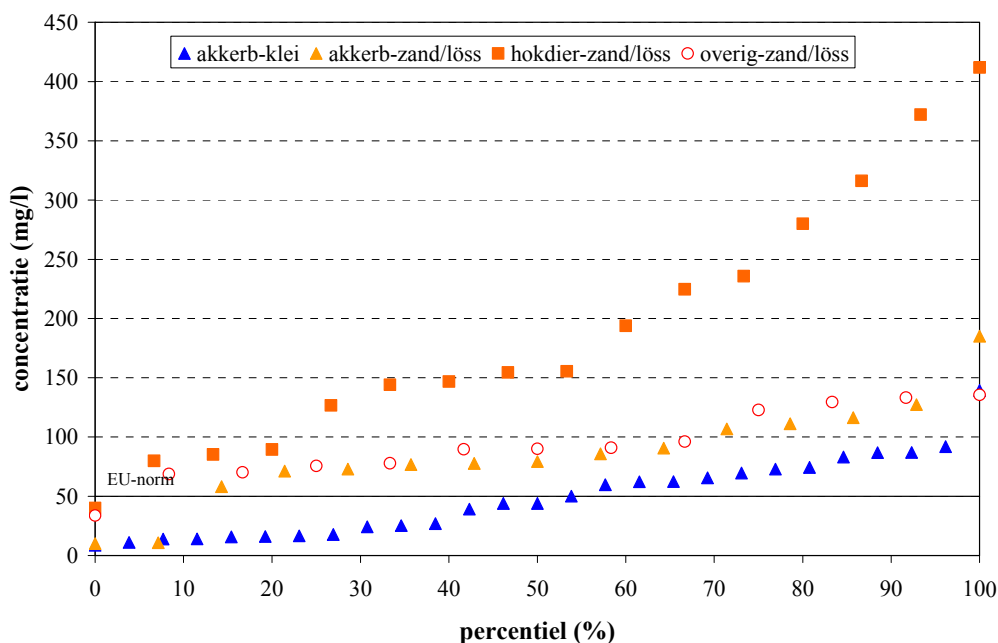
Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	% onder norm	Vershil
Klei	akkerbouw	27	49	54	B
	melkvee	22	42	68	B
Veen	melkvee	20	5,5	100	A
Zand en löss	akkerbouw	15	85	13	C
	hokdier	16	191	1,6	D
	melkvee	73	57	47	B
	overig	13	93	3,8	C

In Figuur 4.1 zijn alle bedrijfsgemiddelde nitraatconcentraties voor de melkveebedrijven weergegeven, te weten 20 veenbedrijven, 22 kleibedrijven en 73 zand/lössbedrijven. Uit de figuur blijken duidelijk de verschillen in concentratie tussen de regio's. Zoals vermeld, wordt in veen nitraat door de anaerobe omstandigheden op bijna alle bedrijven volledig omgezet in N_2O en N_2 . Deze figuur laat ook 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 174 mg/l. Deze variatie wordt veroorzaakt door verschillende factoren, zoals door verschillen in de bedrijfsvoering, in bodemtype en grondwatertrap. Voor de andere (niet-melkvee) bedrijven geldt dat voornamelijk de hokdierbedrijven in de zand/lössregio een hoge nitraatconcentratie hebben (zie Figuur 4.2).



Figuur 4.1 Bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie (mg NO_3 /l) bij melkveebedrijven

⁴ Zie toelichting in paragraaf 2.3 (gegevensanalyse)



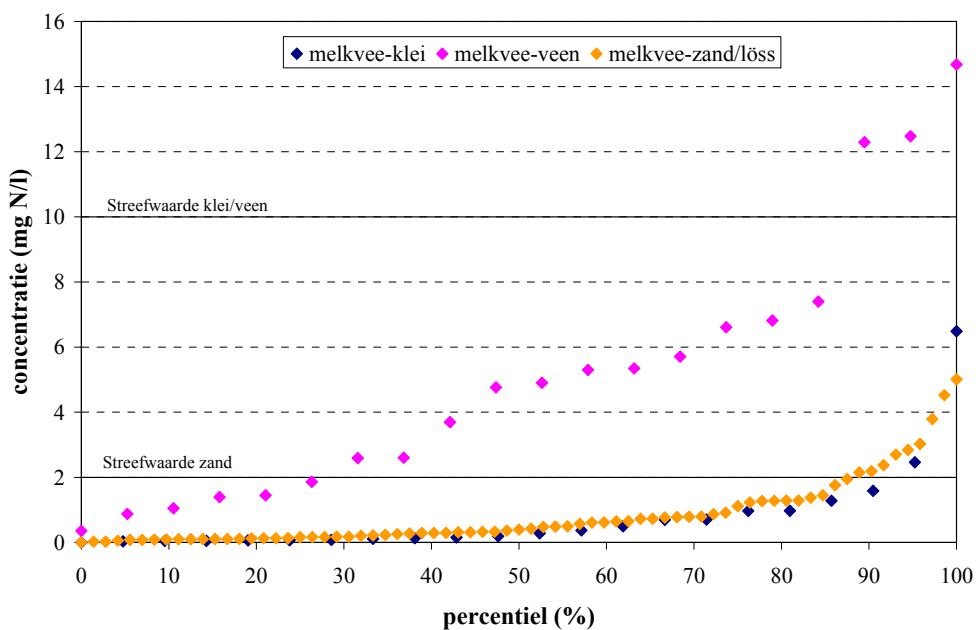
Figuur 4.2 Bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie (mg NO₃/l) bij niet-melkveebedrijven.

Ammonium

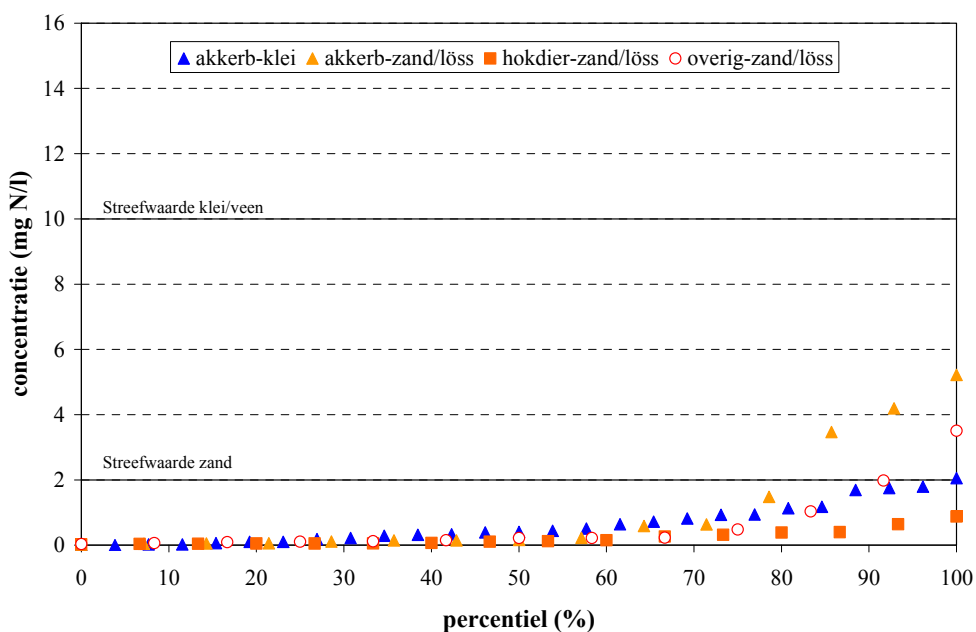
Ammonium komt, behalve uit mest, vrij bij de afbraak van organische stof in de bodem door micro-organismen, waarna het positieve ion door (negatief geladen) kleimineralen kan worden gebonden. Ammonium komt dus relatief veel voor in bodems die rijk zijn aan organische stof en klei, zoals de bodems in de klei- en veenregio's (zie Tabel 4.2). De normstelling is hierop aangepast (er geldt een streefwaarde van 2 mg ammonium-N/l in de zand/lössregio en van 10 mg ammonium-N/l in de kleiregio en in de veenregio). Bij de melkvee-bedrijven in de kleiregio komt enkele malen een concentratie hoger dan 10 mg ammonium-N per liter voor (zie Figuur 4.3). De bedrijfsgemiddelde ammonium stikstofconcentraties in niet-melkveebedrijven zijn weergegeven in Figuur 4.4.

Tabel 4.2 Gemiddelde NH₄-N-concentratie (in mg N/l) en percentage bedrijven waarvan de bedrijfsgemiddelde ammoniumconcentratie 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	27	0,6	99	A
	melkvee	22	0,8	93	A
Veen	melkvee	20	5,1	27	B
Zand en löss	akkerbouw	15	1,1	80	A
	hokdier	16	0,2	100	A
	melkvee	73	0,8	88	A
	overig	13	0,6	92	A



Figuur 4.3 Bedrijfsgemiddelde amoniumstikstofconcentratie (mg N/l) bij melkveebedrijven.



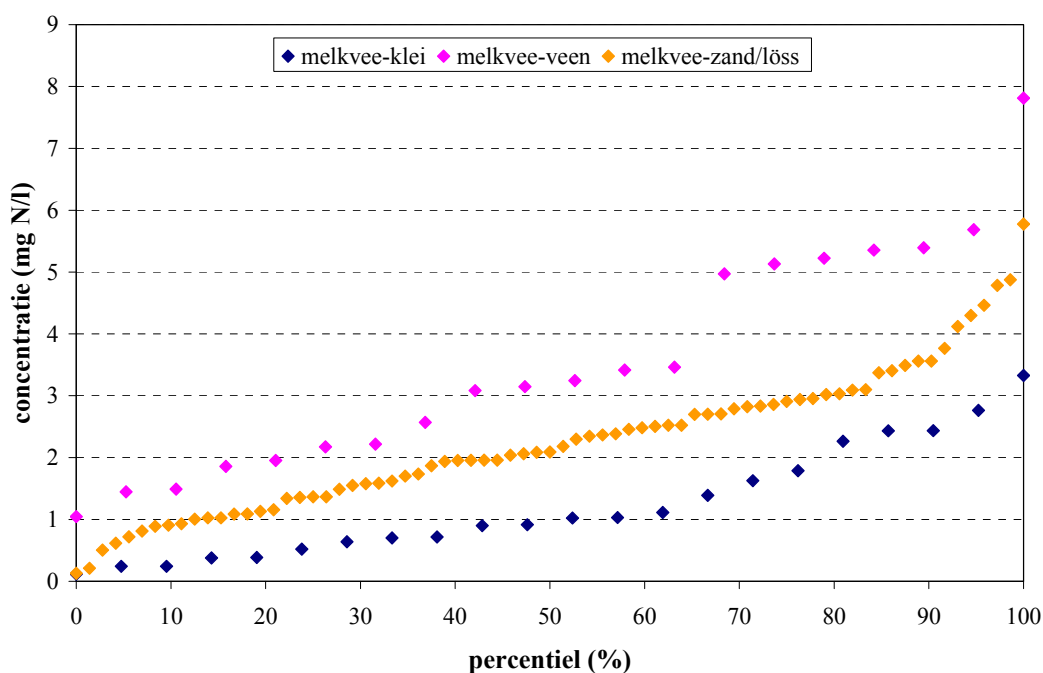
Figuur 4.4 Bedrijfsgemiddelde amoniumstikstofconcentratie (mg N/l) bij niet-melkveebedrijven.

Organische stikstof

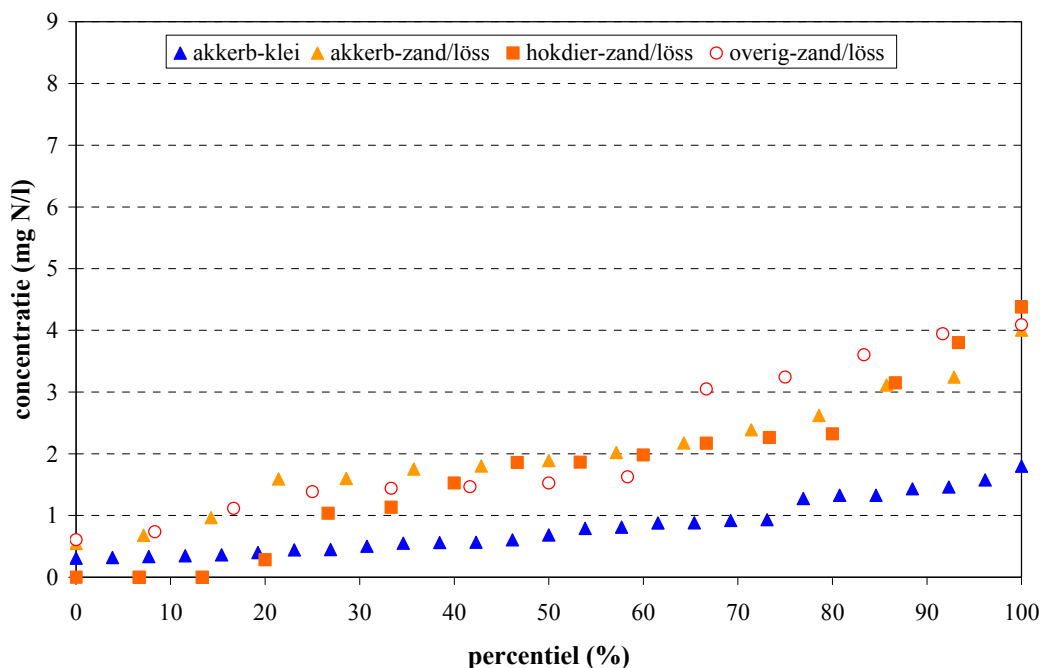
De concentratie opgeloste organisch stikstof (in het grondwater of bodemvocht) is het hoogst bij de bedrijven in de veenregio (Tabel 4.3). Dit ligt in de lijn der verwachting omdat veengrond rijk is aan organische stof. Voor organische stikstof bestaat geen norm of streefwaarde. De bedrijfsgemiddelde concentraties voor melkveebedrijven, respectievelijk niet-melkveebedrijven staan weergegeven in Figuur 4.5 en Figuur 4.6.

Tabel 4.3 Gemiddelde concentratie organische stikstof (in mg N/l) en het verschil tussen de categorieën.

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	Vershil
Klei	akkerbouw	27	0,8	A
	melkvee	22	1,2	AB
Veen	melkvee	20	3,5	D
Zand en löss	akkerbouw	15	2,0	C
	hokdier	16	1,7	BC
	melkvee	73	2,2	C
	overig	13	2,1	C



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



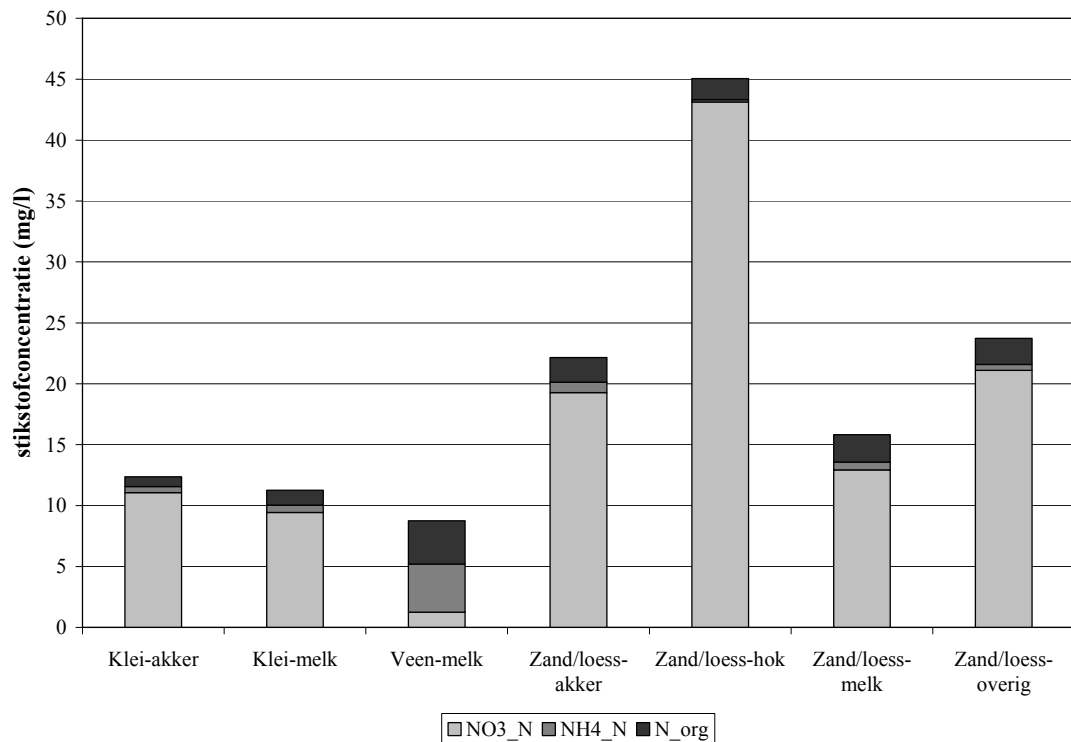
Figuur 4.6 Bedrijfsgemiddelde opgeloste organische stikstofconcentratie (mg N/l) bij niet-melkveebedrijven.

Stikstof-totaal

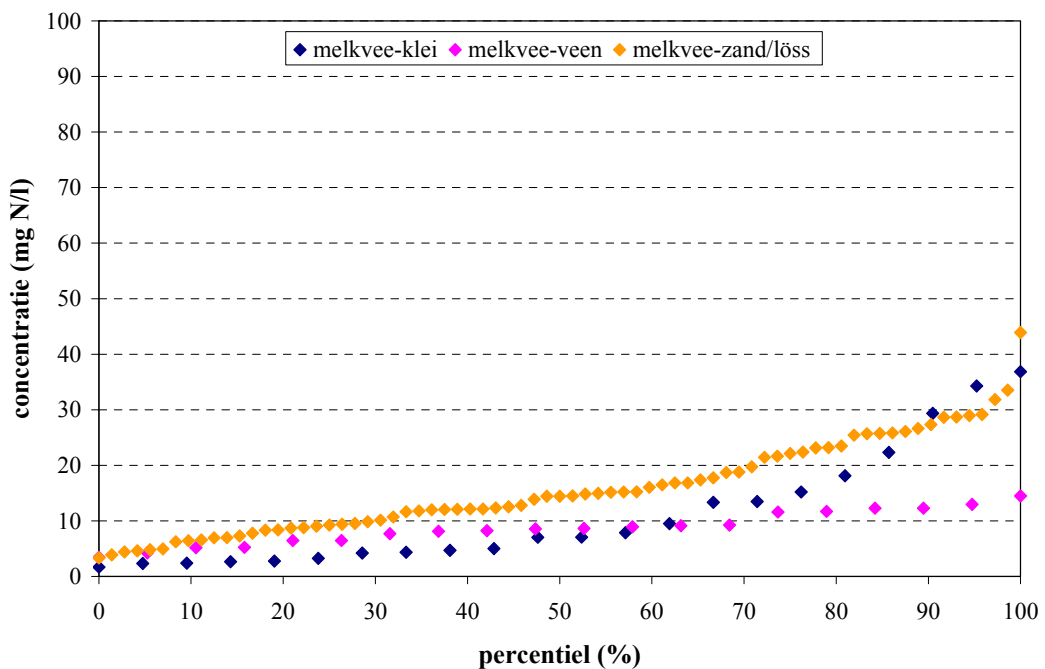
Stikstof-totaal is de som van nitraatstikstof ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumstikstof ($\text{NH}_4\text{-N}$) en opgeloste organische stikstof. Het beeld is vergelijkbaar met dat voor nitraat: bedrijven in de klei- en veenregio hebben gemiddeld lagere totaal-stikstofconcentraties in het bovenste grondwater dan bedrijven in de zand/lössregio. In die laatste regio hebben vooral de hokdierbedrijven hoge concentraties in het bovenste grondwater (zie Tabel 4.4 en Figuur 4.7). Er is geen norm voor stikstof-totaal in grondwater. De bedrijfsgemiddelde waarden voor melkvee- en niet-melkveebedrijven zijn weergegeven in Figuur 4.8 en Figuur 4.9.

Tabel 4.4 Gemiddelde stikstof-totaalconcentratie, (mg N/l) en het verschil tussen de categorieën.

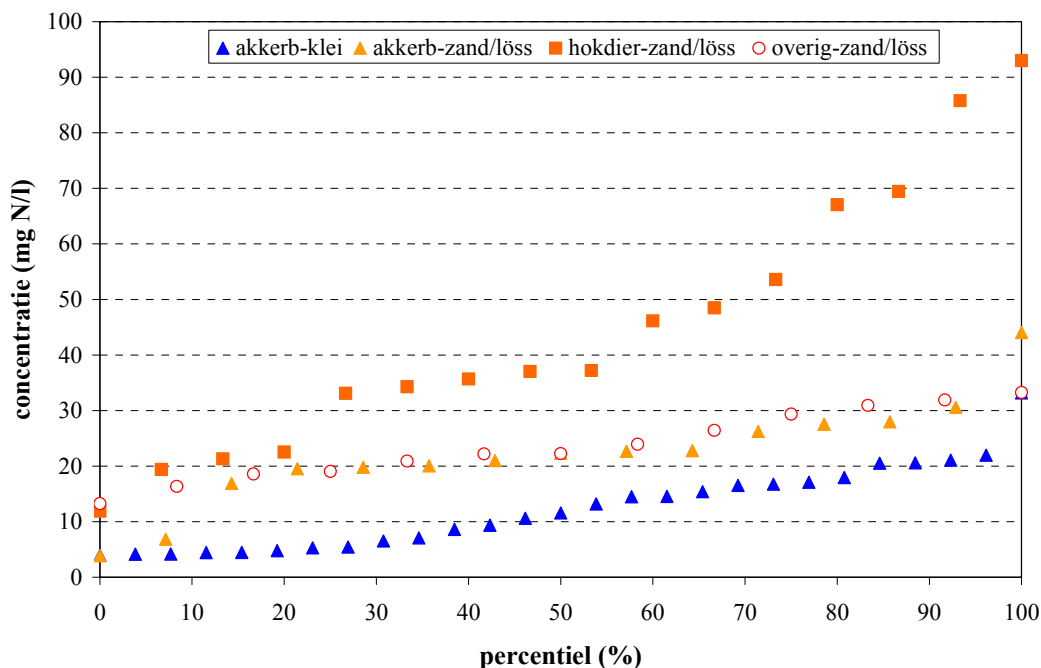
Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddeld	Vershil
Klei	akkerbouw	27	12	AB
	melkvee	22	11	AB
Veen	melkvee	20	9	A
Zand en löss	akkerbouw	15	22	C
	hokdier	16	45	D
	melkvee	73	16	B
	overig	13	24	C



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



Figuur 4.8 Bedrijfsgemiddelde N-totaalconcentratie (mg N/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 organisch materiaal. 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 in zuur milieu gemakkelijk neer, in de vorm van (slecht oplosbare) aluminium- en ijzerfosfaten. In neutraal tot basisch milieu ontstaan 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

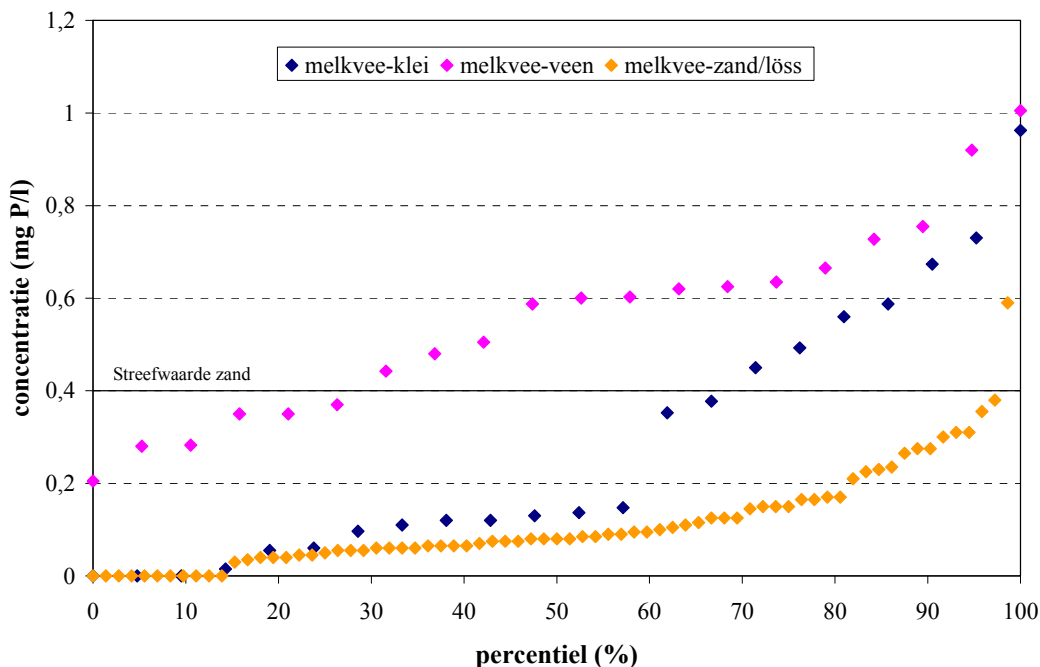
De norm voor fosfor-totaal varieert per regio (er geldt voor grondwater een norm van 0,4 mg/l in de zand/lössregio en een norm van 3 mg/l in de klei- en veenregio). De meetresultaten zijn weergegeven in Tabel 4.5, Figuur 4.10 en Figuur 4.11. De hoogste bedrijfsgemiddelde concentratie was 2,31 mg P/l, op een

melkveebedrijf op zand/löss (valt buiten de grafiek). NB: een deel van de waarnemingen lag onder de detectiegrens van 0,06 mg P/l (circa 16% van alle bedrijfsgemiddelde waarden). Aan de bedrijven met fosfor-totaalconcentraties lager dan de detectiegrens is een waarde van 0 mg/l gegeven.

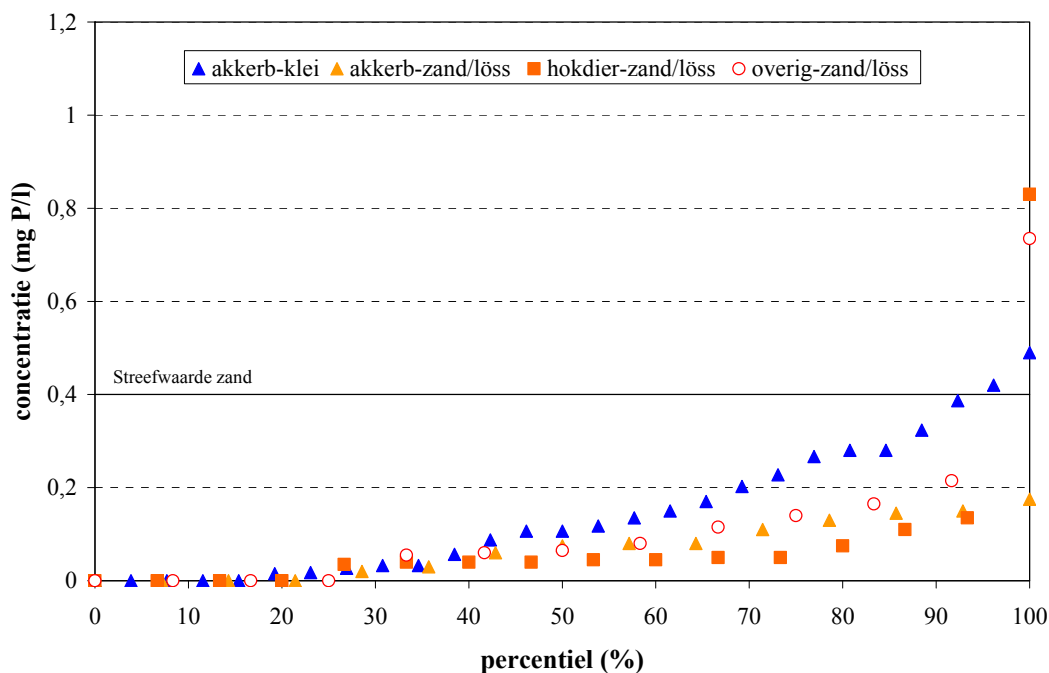
Tabel 4.5 Gemiddelde fosfor-totaalconcentratie (in mg P/l) en percentage bedrijven waarvan de bedrijfsgemiddelde fosforconcentratie onder de norm van 0,4 mg P/l (voor bedrijven in de zand/lössregio) en 3 mg P/l ligt (in de kleiregio en veenregio), en het verschil tussen de categorieën.

Regio	Bedrijfstype	Aantal	% onder detectiegrens	Gemiddelde	% onder norm	Vershil
Klei	akkerbouw	27	15	0,15	94	AB
	melkvee	22	14	0,28	68	B
Veen	melkvee	20	0	0,55	28	C
Zand en löss	akkerbouw	15	27	0,07	100	A
	hokdier	16	25	0,09	96	A
	melkvee	73	15	0,14	97	AB
	overig	13	31	0,13	95	AB

Op de onderzochte melkveebedrijven in de veenregio is de fosfor-totaalconcentratie hoger dan in alle andere categorieën (zie volgende paragraaf).



Figuur 4.10 Bedrijfsgemiddelde fosfor-totaalconcentratie (mg P/l) bij melkveebedrijven. De streefwaarde voor de zandregio bedraagt 0,4 mg P/l, de streefwaarde voor de kleiregio en de veenregio 3,0 mg P/l. Eén waarde (van 2,31 mg P/l) voor een melkveebedrijf op zand/löss is niet weergegeven.



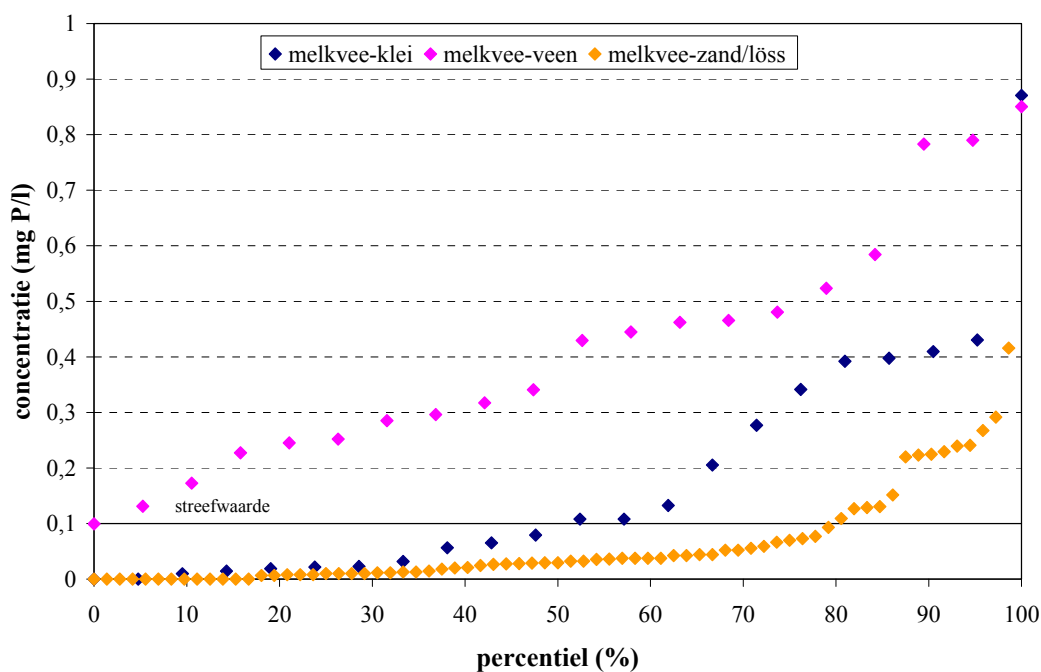
Figuur 4.11 Bedrijfsgemiddelde fosfor-totaalconcentratie (mg P/l) bij niet-melkveebedrijven. De streefwaarde voor de zandregio bedraagt 0,4 mg P/l, de streefwaarde voor de kleiregio en de veenregio 3,0 mg P/l

Ortho-fosfaat

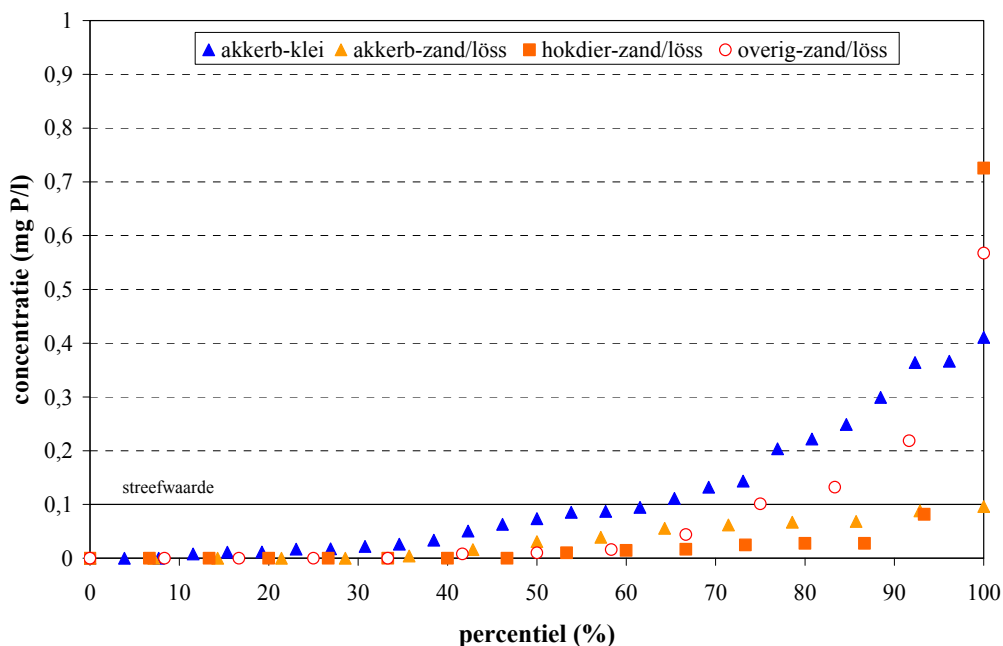
De streefwaarde voor ortho-fosfaat bedraagt 0,1 mg P/l (TCB, 1990). Op melkveebedrijven in de veenregio is de ortho-fosfaatconcentratie significant hoger dan bij alle andere bedrijfscategorieën in de overige regio's en ook veel hoger dan de streefwaarde (Tabel 4.6, Figuur 4.12 en Figuur 4.13). Fosfaat in de veenregio kan afkomstig zijn van bemesting, maar ook mineralisatie van veen kan resulteren in extra fosfaat in het grondwater. 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. NB: een deel van de waarnemingen lag onder de detectiegrens van 0,012 mg P/l (circa 19% van alle bedrijfsgemiddelde waarden).

Tabel 4.6 Gemiddelde ortho-fosfaatconcentratie (in mg P/l), het percentage bedrijven waarvan de bedrijfsgemiddelde fosfaatconcentratie onder de norm 0,1 mg P/l ligt, en het verschil tussen de categorieën.

Regio	Bedrijfstype	Aantal	% onder detectiegrens	Gemiddelde	% onder norm	Vershil
Klei	akkerbouw	27	11	0,11	63	AB
	melkvee	22	9	0,18	51	B
Veen	melkvee	20	0	0,41	0	C
Zand en löss	akkerbouw	15	33	0,04	100	A
	hokdier	16	50	0,06	93	AB
	melkvee	73	18	0,09	80	AB
	overig	13	38	0,08	75	AB



Figuur 4.12 Bedrijfsgemiddelde ortho-fosfaatconcentratie (mg P/l) bij melkveebedrijven. De hoogst gevonden concentratie was 2,03 mg P/l, op een melkveebedrijf op zand/löss (valt buiten de grafiek)*.



Figuur 4.13 Bedrijfsmiddelde ortho-fosfaatconcentratie (mg P/l) bij niet-melkveebedrijven*.

*N.B. Aan bedrijven met ortho-P-concentraties lager dan de detectiegrens is een waarde 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 (dissolved organic carbon, DOC), elektrisch geleidingsvermogen (electric conductivity, EC) en de zuurgraad (pH). De bepaling van pH en EC is in het veld gebeurd, behalve voor drainwater en slootwater dat tegelijkertijd met drainwater is bemonsterd.

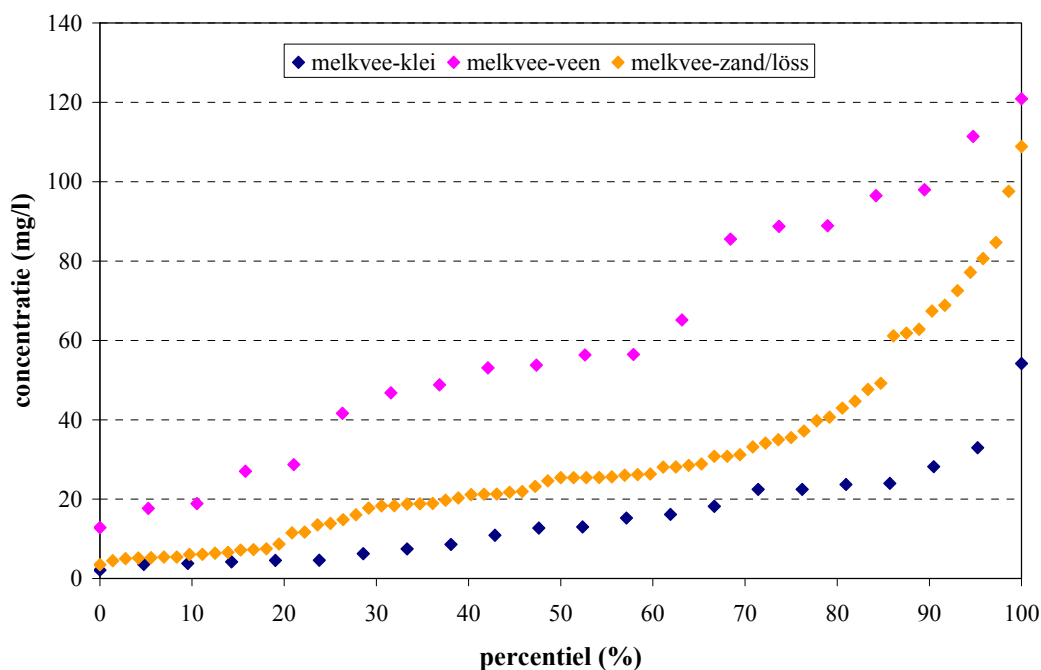
Opgeloste organische stof

Opgeloste organische koolstof (DOC) bestaat 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 bodemtype, organisch stofgehalte en het gebruik van dierlijke meststoffen. Er is geen wettelijke norm of streefwaarde voor DOC.

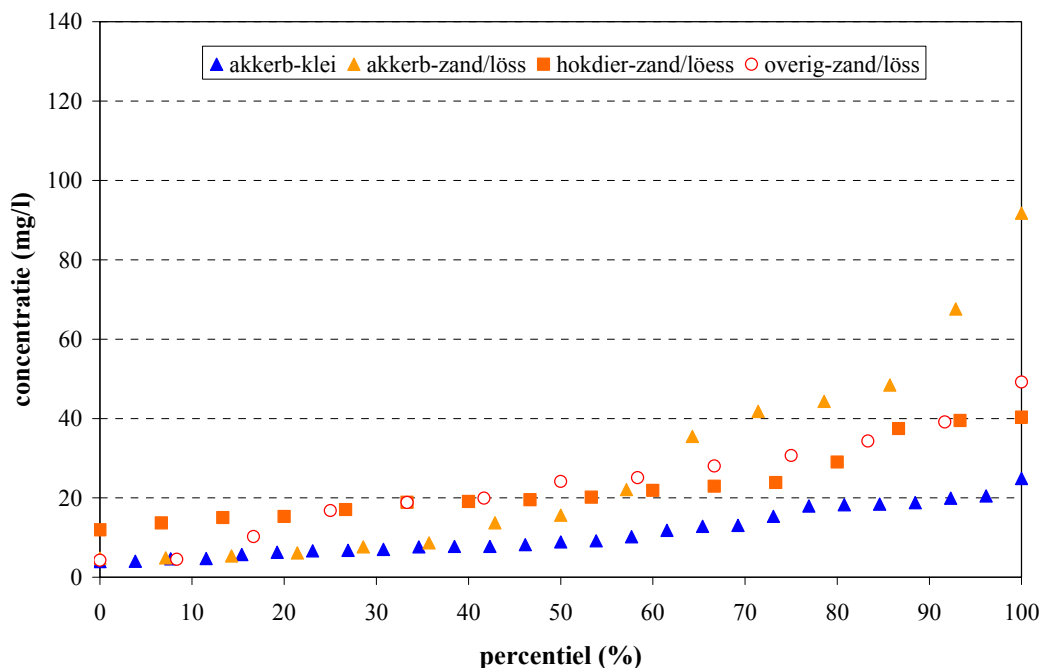
De hoogste concentratie DOC (circa 120 mg/l) werd, zoals verwacht, gevonden bij de bedrijven op veen. De laagste concentratie werd gevonden in het grond- en drainwater in kleigebieden, gemiddeld ongeveer 11 mg/l) (Tabel 4.7). Bij melkveebedrijven in de zand/lössregio was de DOC-concentratie het meest variabel (zie Tabel 4.7, Figuur 4.14 en Figuur 4.15).

Tabel 4.7 Gemiddelde opgeloste organische koolstofconcentratie (in mg C/l), en het verschil tussen de categorieën.

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	Vershil
Klei	akkerbouw	27	11,2	A
	melkvee	22	15,4	AB
Veen	melkvee	20	60,9	D
Zand en löss	akkerbouw	15	27,9	BC
	hokdier	16	22,9	ABC
	melkvee	73	29,8	C
	overig	13	23,5	ABC



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



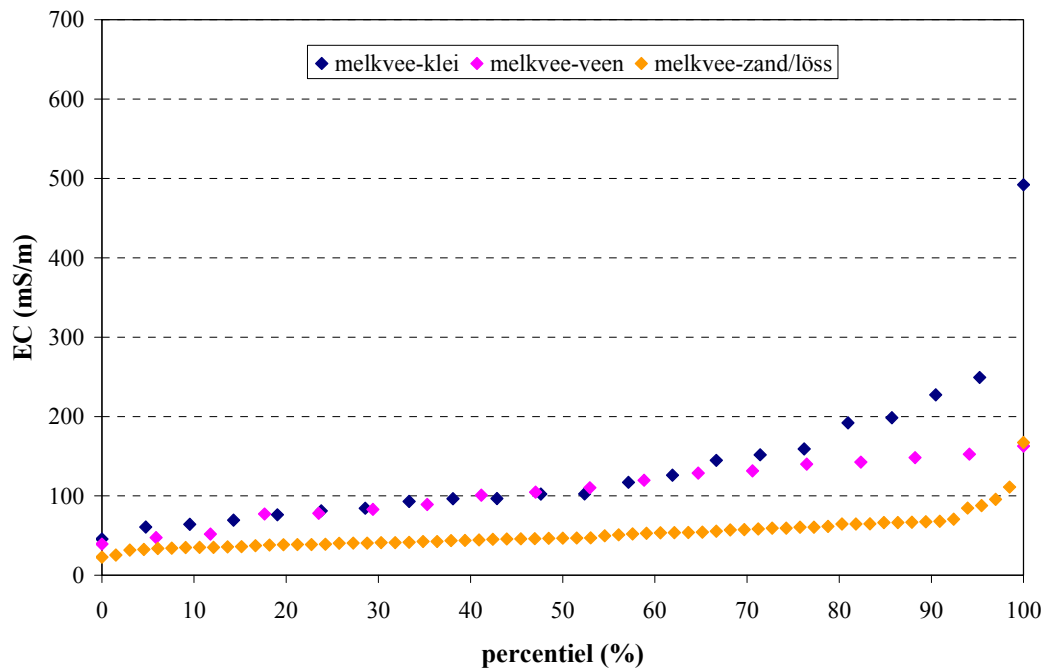
Figuur 4.15 Bedrijfsgemiddelde opgeloste organische koolstofconcentratie (mg C/l) bij niet-melkveebedrijven.

Elektrisch geleidingsvermogen

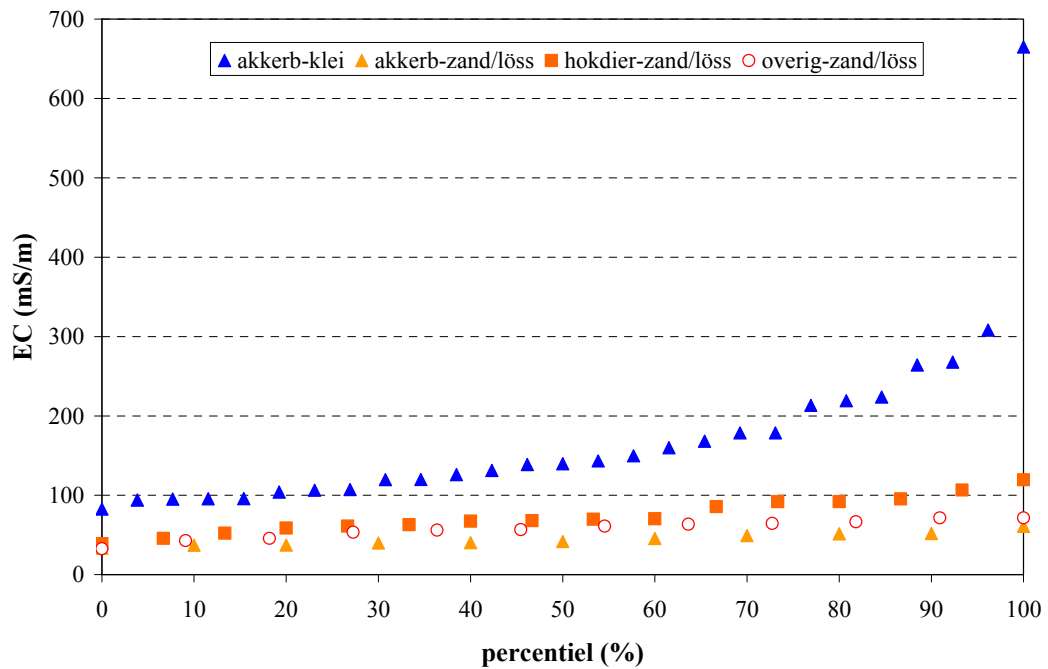
Het elektrische geleidingsvermogen (EC, in milliSiemens/meter) is een maat voor de hoeveelheid geladen ionen in een vloeistof. Hoe hoger de EC, des te zouter is het water. Er is geen streefwaarde voor de EC. De hoogste gemiddelde EC werd gevonden op kleigronden (zie Tabel 4.8, Figuur 4.16 en Figuur 4.17). Er komen enkele relatief hoge EC's voor (> 200 mS/m). Deze hoge waarden gaan samen met de ligging van de betreffende bedrijven in zeekleigebieden.

Tabel 4.8 Gemiddelde EC (in mS/m) en het verschil tussen de categorieën.

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	Vershil
Klei	akkerbouw	27	174	D
	melkvee	22	138	C
Veen	melkvee	18	106	BC
Zand en löss	akkerbouw	11	44	A
	hokdier	16	74	AB
	melkvee	67	52	A
	overig	12	57	A



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



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

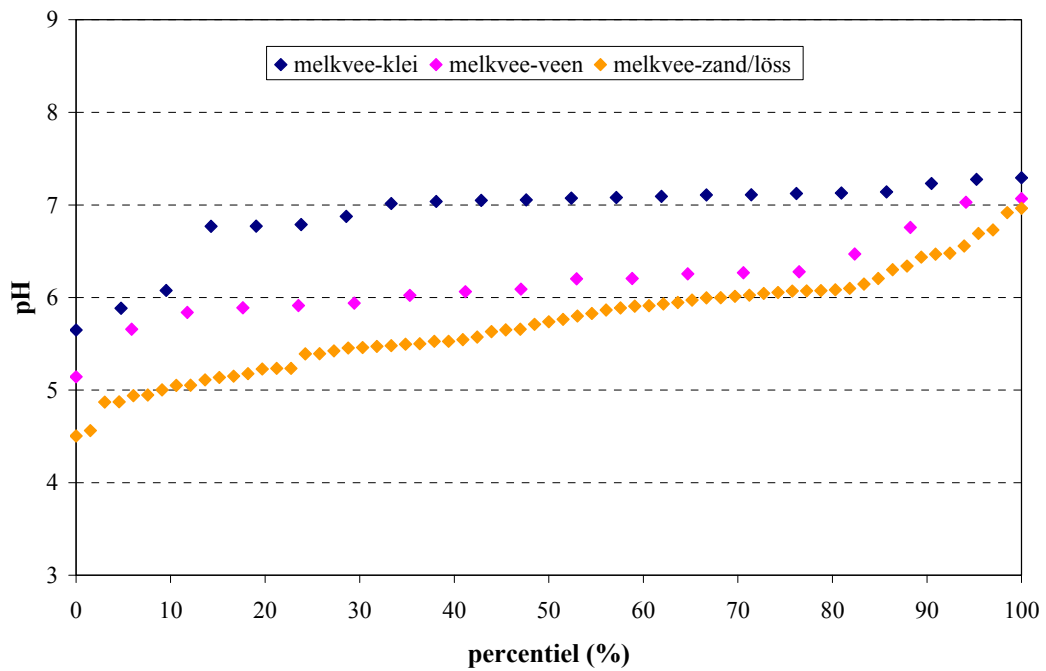
Zuurgraad

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

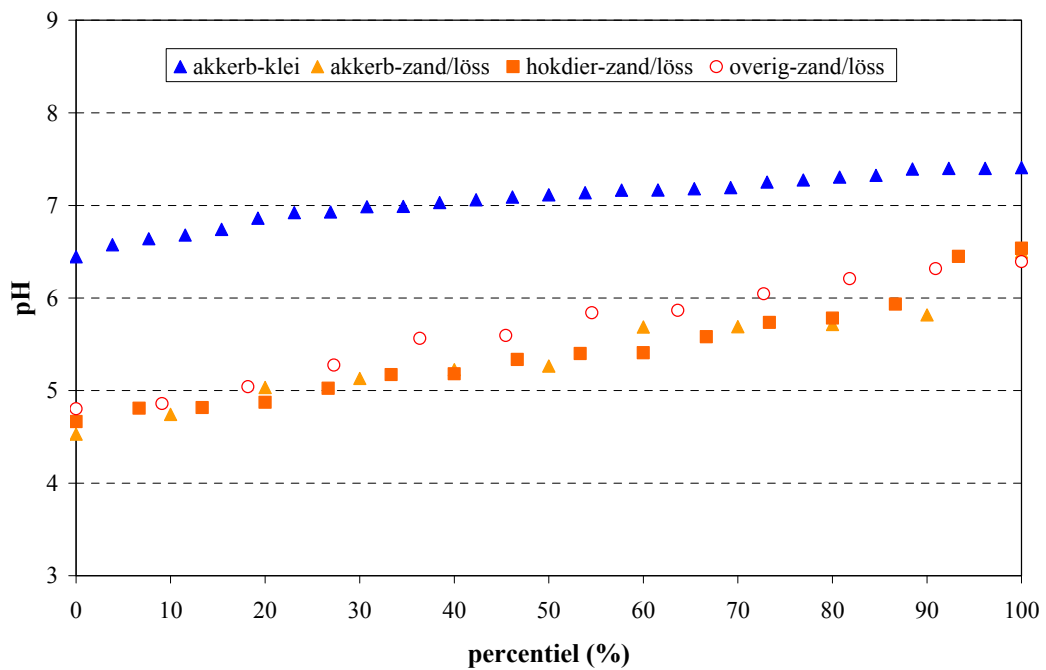
Het grond- en drainwater van bedrijven in de kleiregio heeft een significant hogere pH dan het water van bedrijven uit de zand/löss- en veenregio's (zie Tabel 4.9, Figuur 4.18 en Figuur 4.19). De hogere pH wordt is het gevolg van de bufferende werking van carbonaten. Vaak is een samenhang te zien met een hoge concentratie calcium in het water (zie volgende paragraaf). De kleiregio is te verdelen in het rivierkleigebied en de zeekleigebieden (zie hoofdstuk 2). Vooral 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 gemakkelijk tweewaardige kationen zoals calcium en magnesium adsorberen en eventueel op een later moment weer uitwisselen met anderen ionen uit het grondwater.

Tabel 4.9 Gemiddelde pH en het verschil tussen de categorieën.

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	Vershil
Klei	akkerbouw	27	7,1	D
	melkvee	22	6,9	D
Veen	melkvee	18	6,2	C
Zand en löss	akkerbouw	11	5,4	A
	hokdier	16	5,4	A
	melkvee	67	5,7	B
	overig	12	5,6	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) en chloor (chloride) en ijzer. De gevonden concentraties van macro-elementen bij bepaalde categorieën bedrijven kunnen beïnvloed zijn door de geografische ligging van deze bedrijven.

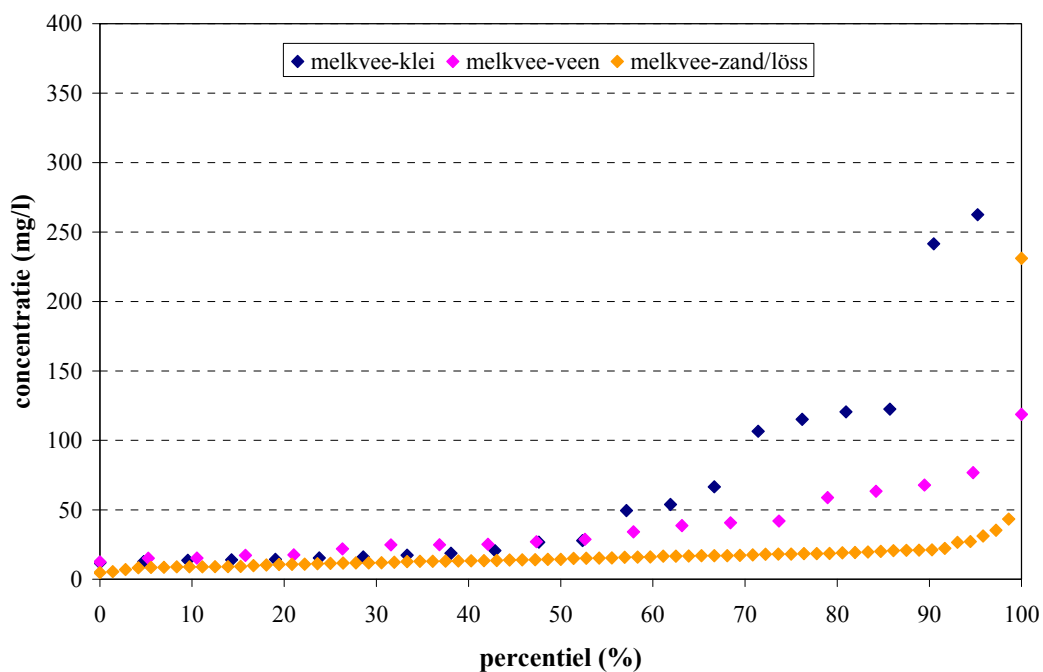
Natrium

Natrium is een ion dat veel voorkomt in grondwater. Net als chloride is het zeer goed oplosbaar. Het is vaak in verhoogde concentraties aanwezig in kleirijke mariene gronden. Hier heeft een overmaat aan natrium een negatief effect op de structuur van een bodem. Een overmaat aan natriumionen kan tweewaardige calciumionen uit het kristalrooster van een klei vervangen. Hierdoor zakt het kristalrooster van een kleimineraal als het ware in elkaar en verslemt de grond. Natrium is geen belangrijke meststof. Er is geen streefwaarde voor de natriumconcentratie in grondwater.

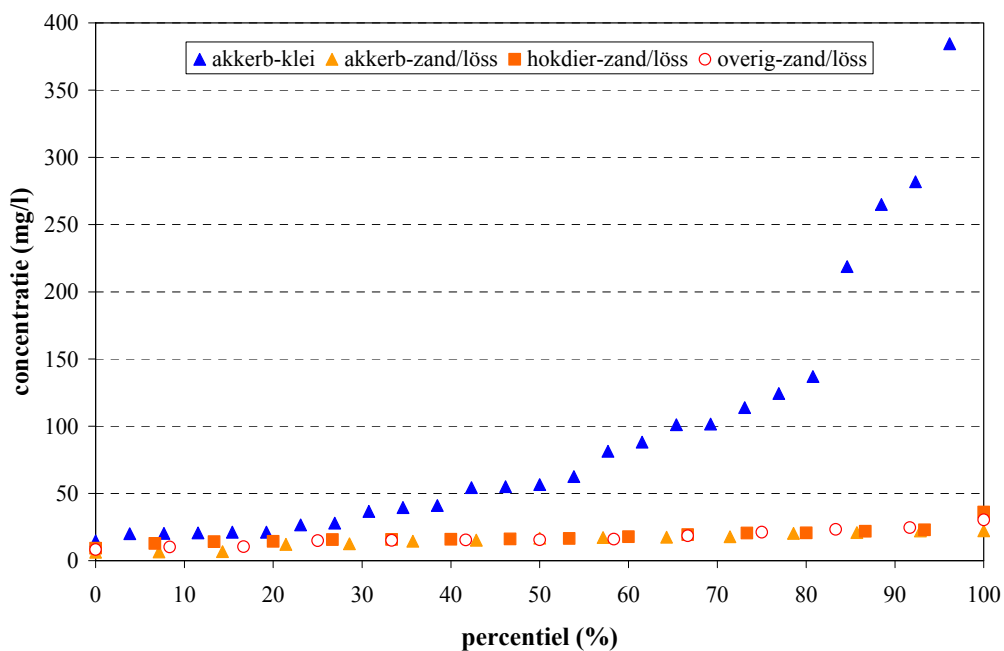
Uit de metingen blijkt (Tabel 4.10, Figuur 4.20 en Figuur 4.21) dat de natriumconcentratie in het grondwater op bedrijven in de kleiregio significant hoger is dan bij de andere categorieën. Dit fenomeen is ook te zien voor de EC. Met name bedrijven in het zeekleigebied hebben veel natrium in het grond- en drainwater. Dit natrium is afkomstig van de mariene afzettingen in de diepe of ondiepe ondergrond.

Tabel 4.10 Gemiddelde natriumconcentratie (mg/l) en het verschil tussen de categorieën.

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	Vershil
Klei	akkerbouw	27	133	C
	melkvee	22	91	BC
Veen	melkvee	20	39	AB
Zand en löss	akkerbouw	15	15	A
	hokdier	16	18	A
	melkvee	73	18	A
	overig	13	17	A



Figuur 4.20 Bedrijfsgemiddelde natriumconcentratie bij melkveebedrijven. De hoogste bedrijfsgemiddelde natriumconcentratie was 648 mg/l, op een melkveebedrijf op (zee)klei (valt buiten de grafiek).



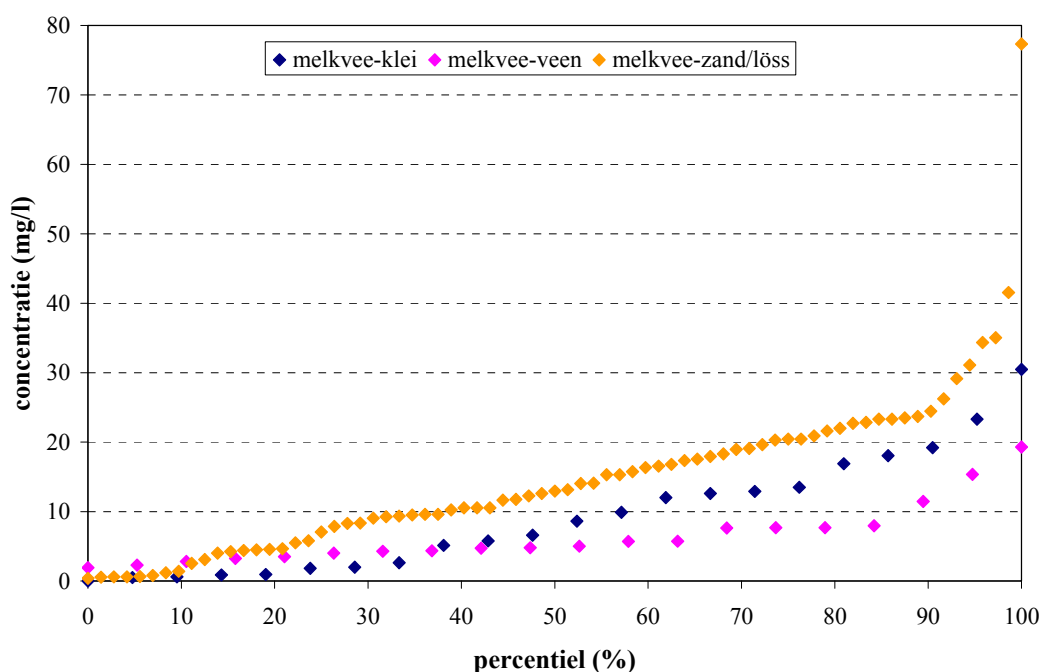
Figuur 4.21 Bedrijfsgemiddelde natriumconcentratie bij niet-melkveebedrijven. De hoogste bedrijfsgemiddelde natriumconcentratie was 1.179 mg/l, op een akkerbouwbedrijf op (zee)klei (valt buiten de grafiek).

Kalium

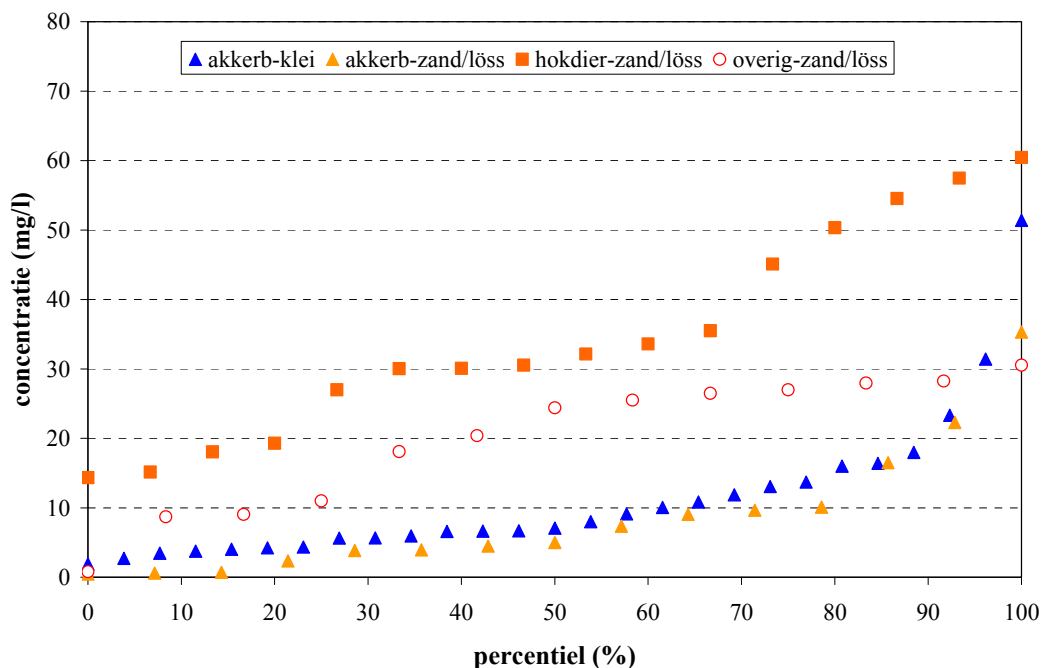
Kalium is naast stikstof en fosfaat één van de drie belangrijkste nutriënten voor gewassen. Kalium is vooral afkomstig van mineralen zoals veldspaten en mica's. Door verwerking van deze mineralen kan kalium in oplossing komen en zo beschikbaar komen voor gewassen. Tevens wordt kalium via meststoffen 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 negatief-polair organische stof gebonden worden. Er is geen streefwaarde voor de kaliumconcentratie in grondwater. De kaliumconcentratie was in 2005 net als het voorgaande jaar significant hoger op hokdierbedrijven in de zand/lössregio dan op de andere bedrijven (zie Tabel 4.11, Figuur 4.22 en Figuur 4.23). Waarschijnlijk is het kalium afkomstig van mest die toegepast is in voorafgaande jaren en vertraagd is uitgespoeld naar het grondwater.

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

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	Vershil
Klei	akkerbouw	27	11	AB
	melkvee	22	9	AB
Veen	melkvee	20	6	A
Zand en löss	akkerbouw	15	9	AB
	hokdier	16	35	D
	melkvee	73	15	BC
	overig	13	20	C



Figuur 4.22 Bedrijfsgemiddelde kaliumconcentratie bij melkveebedrijven.



Figuur 4.23 Bedrijfsgemiddelde kaliumconcentratie bij niet-melkveebedrijven.

Calcium

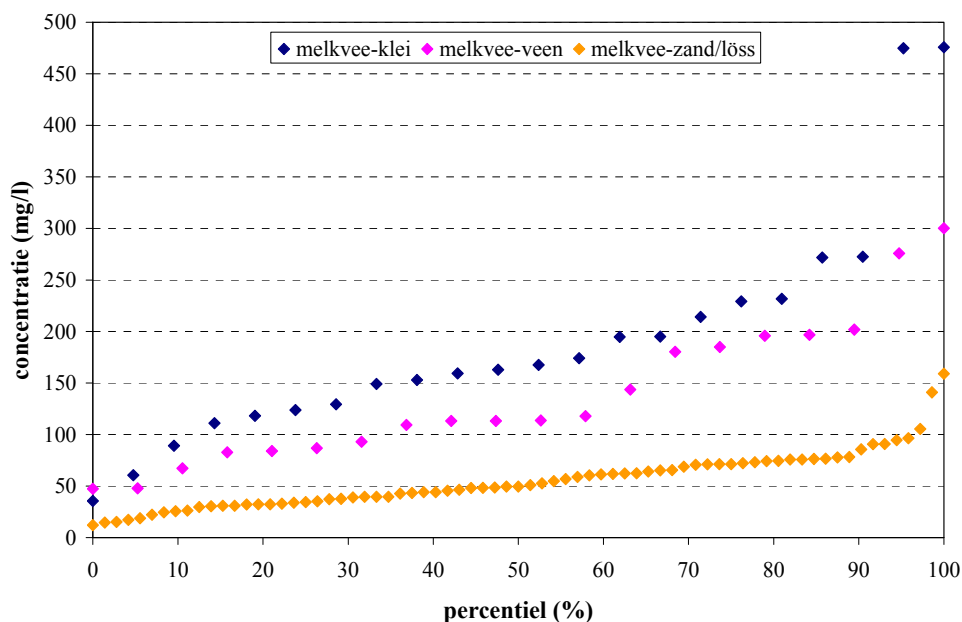
Calcium komt in de bodem voor in anorganische vorm, bijvoorbeeld in silicaten. In mariene en fluviatiele afzettingen komt het voor als kalk (CaCO_3). Calcium is goed oplosbaar en spoelt gemakkelijk uit. Tweewaardige calciumionen worden geadsorbeerd door negatief geladen kleimineralen en dragen bij aan 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.

De resultaten van de analyses voor de verschillende categorieën staan weergegeven in Tabel 4.12, Figuur 4.24 en Figuur 4.25.

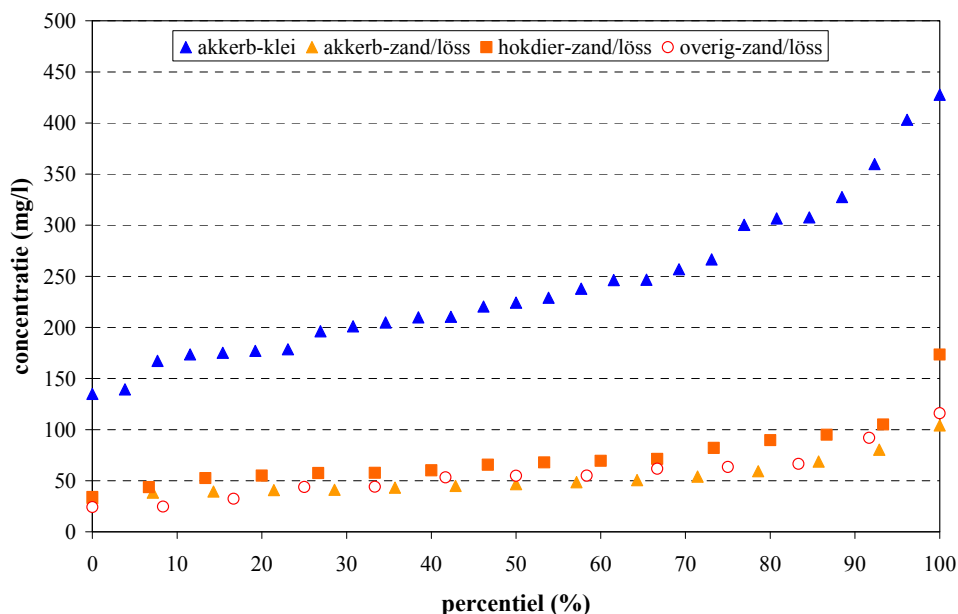
Tabel 4.12 Gemiddelde calciumconcentratie (mg/l) en het verschil tussen de categorieën.

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	Vershil
Klei	akkerbouw	27	242	D
	melkvee	22	191	C
Veen	melkvee	20	138	B
Zand en löss	akkerbouw	15	53	A
	hokdier	16	74	A
	melkvee	73	55	A
	overig	13	56	A

Grond- en drainwater van bedrijven in de kleiregio hebben een significant hogere calciumconcentratie dan het water van bedrijven in de veenregio. De veenregio op haar beurt vertoont weer significant hogere calciumconcentraties dan de zand/lössregio. De kleiregio is te verdelen in het rivierkleigebied en de zeeleigebieden (zie hoofdstuk 2). Vooral bedrijven in de zeeleigebieden kunnen rijk zijn aan CaCO_3 doordat er schelpen in de grond zitten.



Figuur 4.24 Bedrijfsgemiddelde calciumconcentratie bij melkveebedrijven.



Figuur 4.25 Bedrijfsgemiddelde calciumconcentratie bij niet-melkveebedrijven.

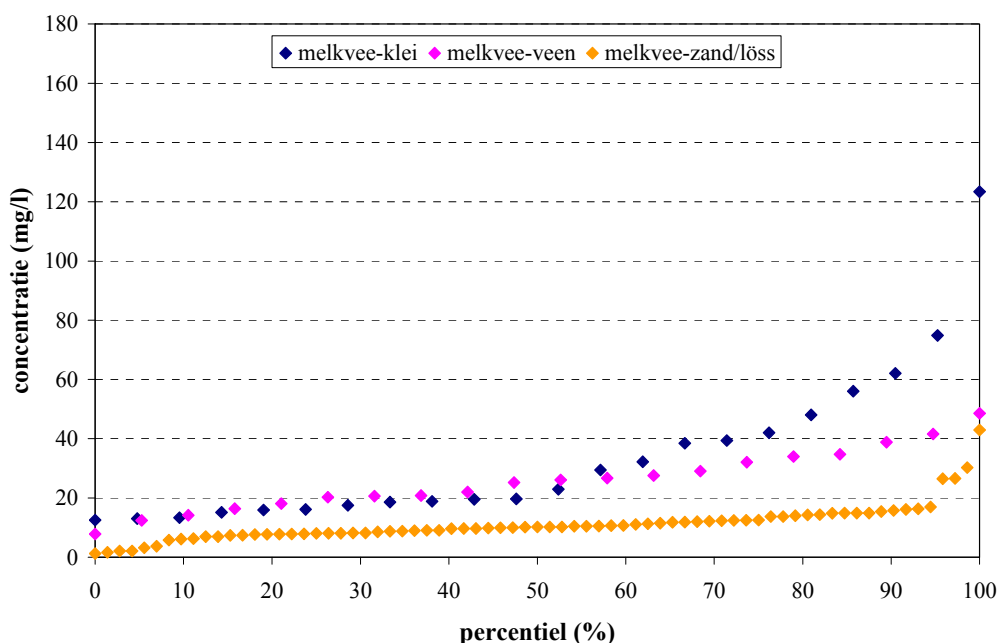
Magnesium

Magnesium gedraagt zich vergelijkbaar met calcium. Echter, de magnesiumgehalten in de bodem zijn over het algemeen lager dan die van calcium. Magnesium komt voor in silicaten, bijvoorbeeld in kleimineralen. Magnesium kan worden geadsorbeerd door kleimineralen en worden uitgewisseld met andere ionen in 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 de magnesiumconcentratie in grondwater.

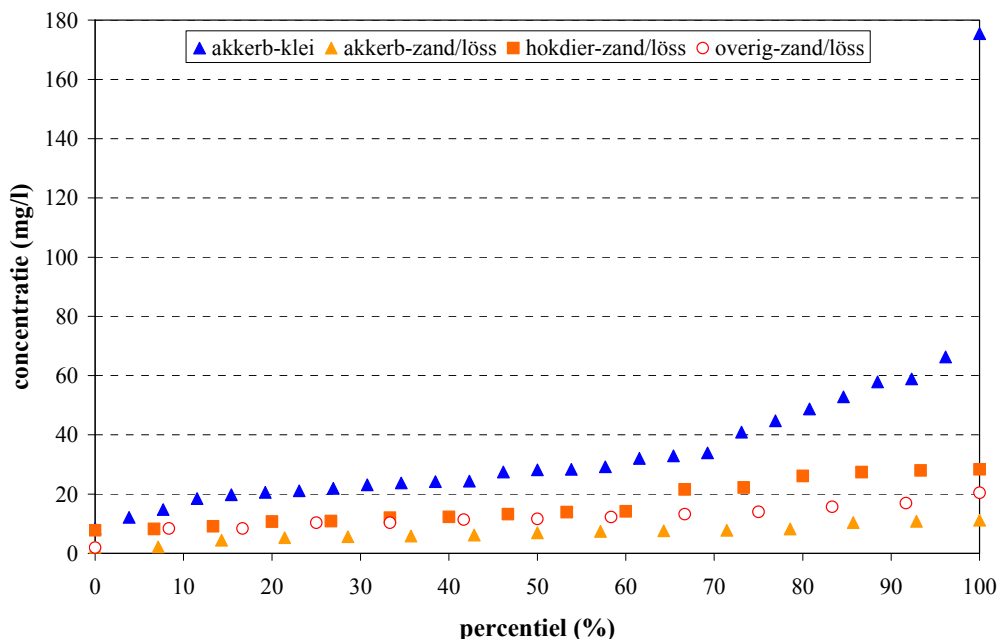
De trends die bij magnesium te zien zijn, zijn vergelijkbaar met die bij calcium: kleigronden zijn relatief rijk aan tweewaardige ionen (zie hierop volgende Tabel 4.13, Figuur 4.26 en Figuur 4.27). Dit wordt veroorzaakt doordat kleimineralen negatief geladen oppervlakken hebben waaraan gemakkelijk tweewaardige kationen kunnen worden gebonden.

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

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	Vershil
Klei	akkerbouw	27	37	D
	melkvee	22	34	CD
Veen	melkvee	20	26	BC
Zand en löss	akkerbouw	15	7	A
	hokdier	16	17	AB
	melkvee	73	11	A
	overig	13	12	A



Figuur 4.26 Bedrijfsmiddelde magnesiumconcentratie bij melkveebedrijven.



Figuur 4.27 Bedrijfsgemiddelde magnesiumconcentratie bij niet-melkveebedrijven.

Sulfaat

Evenals fosfaat komt zwavel zowel in de organische (als onderdeel van eiwitten) als in de anorganische vaste fase voor (bijvoorbeeld als ijzersulfide, waaronder pyriet). 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.

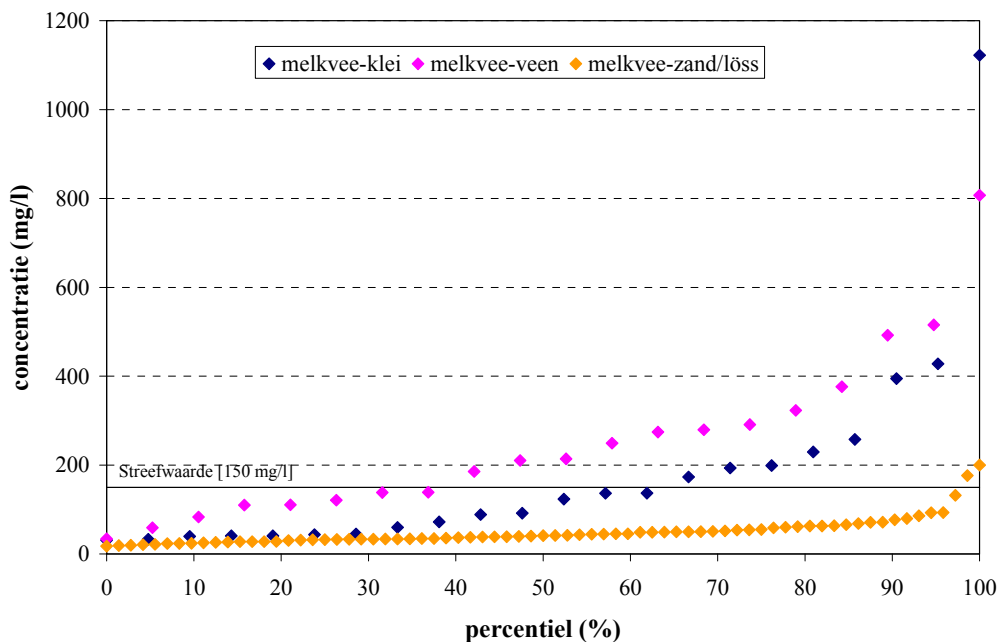
Sulfaat kan afkomstig zijn van mest, en kan ook, zoals hierboven beschreven, vrijkomen wanneer ijzersulfide oxideert (bijvoorbeeld bij verdroging). Voor de hoge uitschieters in de meetresultaten is het waarschijnlijk dat dit proces van oxidatie een rol speelt.

De resultaten van de analyses voor sulfaat staan weergegeven in Tabel 4.14, Figuur 4.28 en Figuur 4.29.

De gemiddelde sulfaatconcentratie in het grondwater varieert tussen 49 mg/l (melkveebedrijven in de zand/lössregio) en 267 mg/l (akkerbouw op klei). In de klei- en veenregio overschrijdt een aanzienlijk deel van de bedrijven de streefwaarde van 150 mg/l.

Tabel 4.14 Gemiddelde sulfaatconcentratie (mg/l) en het verschil tussen de categorieën (norm: 150 mg/l).

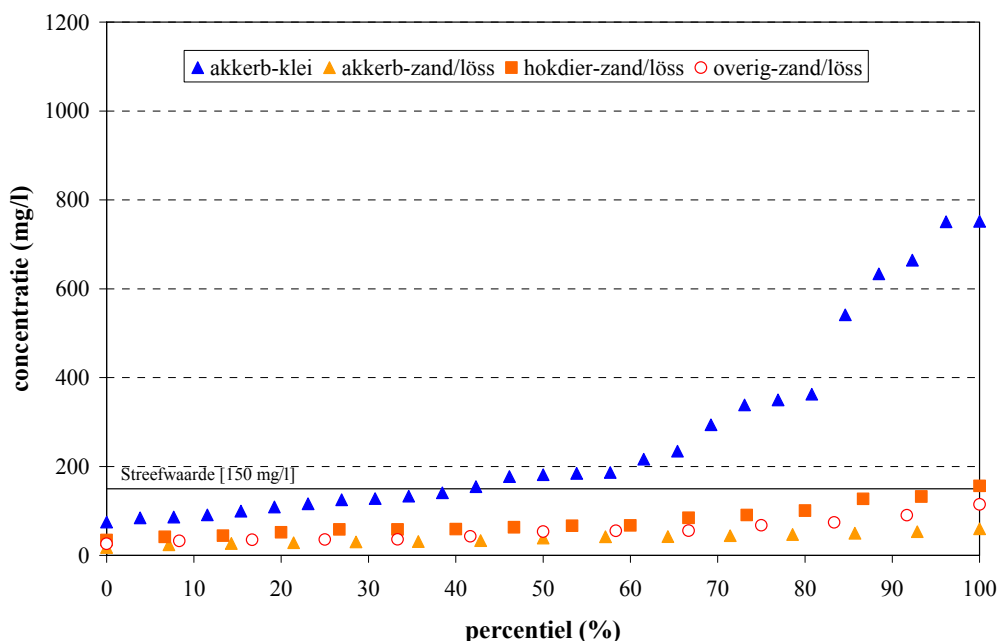
Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddeld	% onder norm	Vershil
Klei	akkerbouw	27	267	50	C
	melkvee	22	181	64	B
Veen	melkvee	20	251	38	BC
Zand en löss	akkerbouw	15	38	100	A
	hokdier	16	77	98	A
	melkvee	73	49	98	A
	overig	13	55	100	A



Figuur 4.28 Bedrijfsgemiddelde sulfaatconcentratie bij melkveebedrijven.

Chloride

Chloride is net als natrium goed oplosbaar. Chloride is voornamelijk afkomstig uit kunstmest, dierlijke mest, atmosferische depositie en in sommige situaties aangevoerd 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 tolerantie voor chloride in het bodemvocht is voor ieder gewas verschillend. Bloembollen bijvoorbeeld hebben een lage tolerantie, terwijl suikerbieten een vrij hoge tolerantie hebben. De meeste gewassen ondervinden geen schade van chloride in het bodemvocht tot circa 400 mg/l. Suikerbieten gedijen zelfs bij chlorideconcentraties boven 4.000 mg/l (Roest et al., 2003).



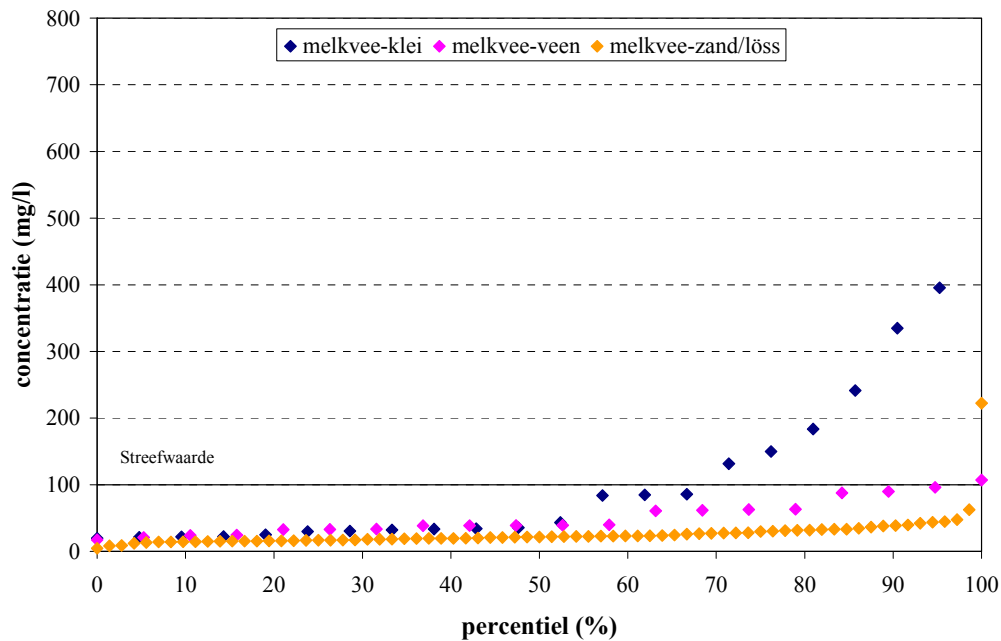
Figuur 4.29 Bedrijfsgemiddelde sulfaatconcentratie bij niet-melkveebedrijven.

De chlorideconcentraties in het grondwater voor de verschillende categorieën zijn vergelijkbaar met die van de natriumconcentraties: de chlorideconcentratie op de bedrijven in de kleiregio is hoger dan bij de andere categorieën (zoals ook bij de EC te zien was). Met name bedrijven in de zeekleigebieden hebben een relatieve hoge concentratie chloride in het grond- of drainwater. De bodems in de zeekleigebieden zijn van mariene oorsprong. Hierin worden vaak hoge gehalten aan natrium en chloride aangetroffen.

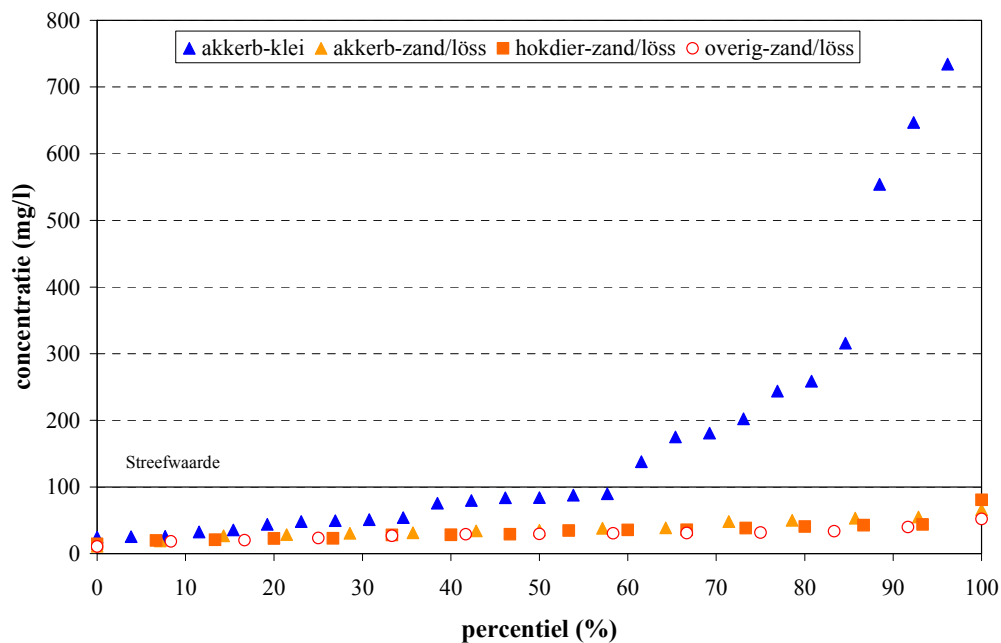
De analyseresultaten voor het jaar 2005 zijn samengevat in Tabel 4.15, Figuur 4.30 en Figuur 4.31.

Tabel 4.15 Gemiddelde chlorideconcentratie (mg/l) en het verschil tussen de categorieën (streefwaarde: 100 mg/l).

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddeld	% onder norm	Vershil
Klei	akkerbouw	27	245	59	C
	melkvee	22	188	68	BC
Veen	melkvee	20	51	97	AB
Zand en löss	akkerbouw	15	38	100	AB
	hokdier	16	34	100	A
	melkvee	73	26	99	A
	overig	13	29	100	A



Figuur 4.30 Bedrijfsgemiddelde chlorideconcentratie bij melkveebedrijven. De hoogste bedrijfsgemiddelde chlorideconcentratie die werd gevonden was 2.092 mg/l, op een melkveebedrijf op klei (buiten de grafiek).



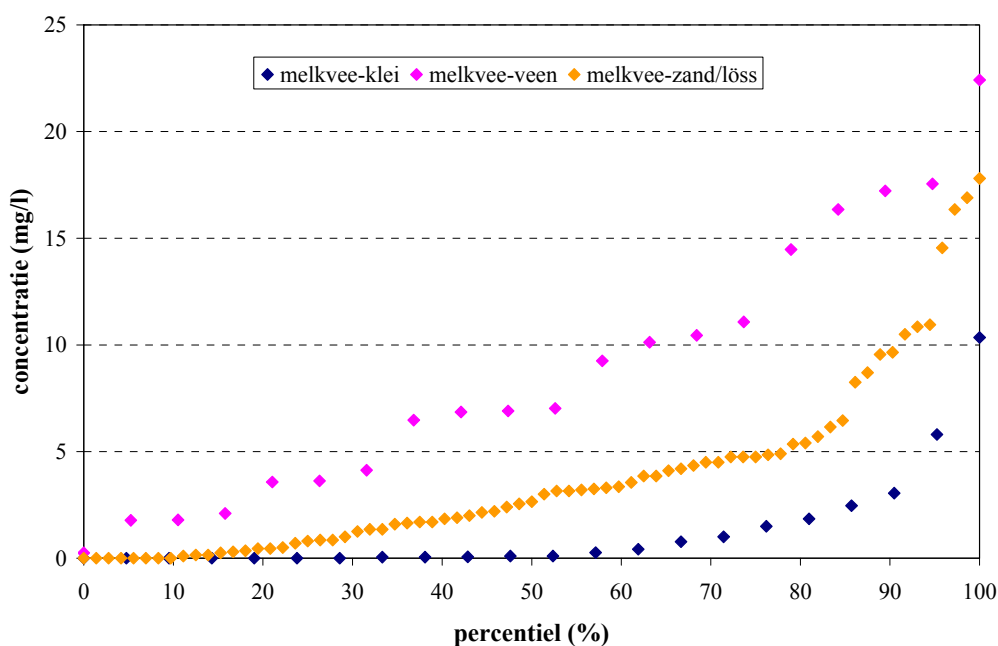
Figuur 4.31 Bedrijfsgemiddelde chlorideconcentratie bij niet-melkveebedrijven. De hoogste bedrijfsgemiddelde concentratie die werd gevonden was 2.262 mg/l op een akkerbouwbedrijf op klei (buiten de grafiek).

IJzer

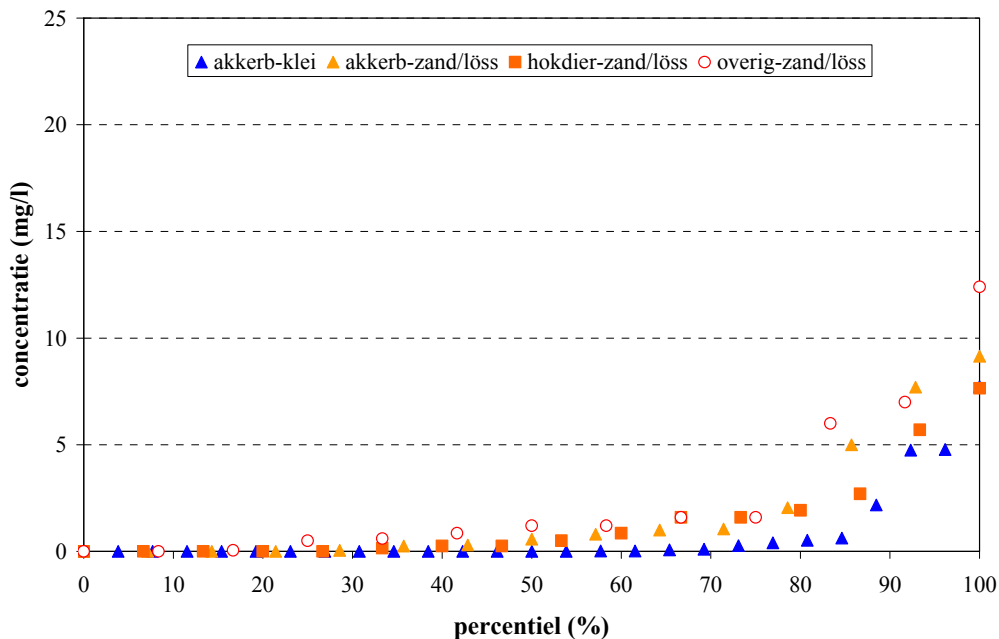
IJzer is een belangrijk bestanddeel van de vaste fase. Het komt veelvuldig voor in silicaatmineralen (zoals amfibolen en pyroxenen) en ijzer(hydr)oxides. Het merendeel van het in de bodem aanwezige ijzer is niet oplosbaar en daardoor niet opneembaar. IJzergebrek in gewassen doet zich vooral voor op carbonaatrijke vochtige gronden met een hoge pH. IJzergebrek is meestal geen gevolg van een absoluut tekort aan ijzer. Hierdoor heeft bemesting met ijzer geen zin; ijzer wordt dan direct geïmmobiliseerd in allerlei verbindingen. Er is geen wettelijke norm voor de ijzerconcentratie in grondwater. De gemeten gemiddelde ijzerconcentraties (voorkomend als Fe^{2+}) zijn gepresenteerd in Tabel 4.16, Figuur 4.32 en Figuur 4.33. Watermonsters in de veenregio bevatten gemiddeld hogere concentraties aan Fe^{2+} .

Tabel 4.16 Gemiddelde ijzerconcentratie (mg/l) en het verschil tussen de categorieën.

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	Vershil
Klei	akkerbouw	27	0,8	A
	melkvee	22	1,3	A
Veen	melkvee	20	8,7	C
Zand en löss	akkerbouw	15	1,9	AB
	hokdier	16	1,4	A
	melkvee	73	3,8	B
	overig	13	2,5	AB



Figuur 4.32 Bedrijfsgemiddelde ijzerconcentratie bij melkveebedrijven. Aan de bedrijven met concentraties lager dan de detectiegrens is een waarde van 0 mg/l gegeven.



Figuur 4.33 Bedrijfsgemiddelde ijzerconcentratie bij niet-melkveebedrijven. Aan de bedrijven met concentraties lager dan de detectiegrens is een waarde van 0 mg/l gegeven.

4.4.3 Sporenelementen

Algemeen

Kwantitatieve analyses zijn uitgevoerd voor de volgende sporenelementen: arseen (As), cadmium (Cd), chroom (Cr), koper (Cu), lood (Pb), nikkel (Ni) en zink (Zn). In Bijlage 7 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, bijvoorbeeld veroorzaakt door industriële bedrijvigheid in een bepaald gebied. In het Zuidelijk zandgebied zijn bijvoorbeeld de concentraties van sommige metalen hoger dan in het Centraal en Noordelijk zandgebied (zie Fraters, 2001).

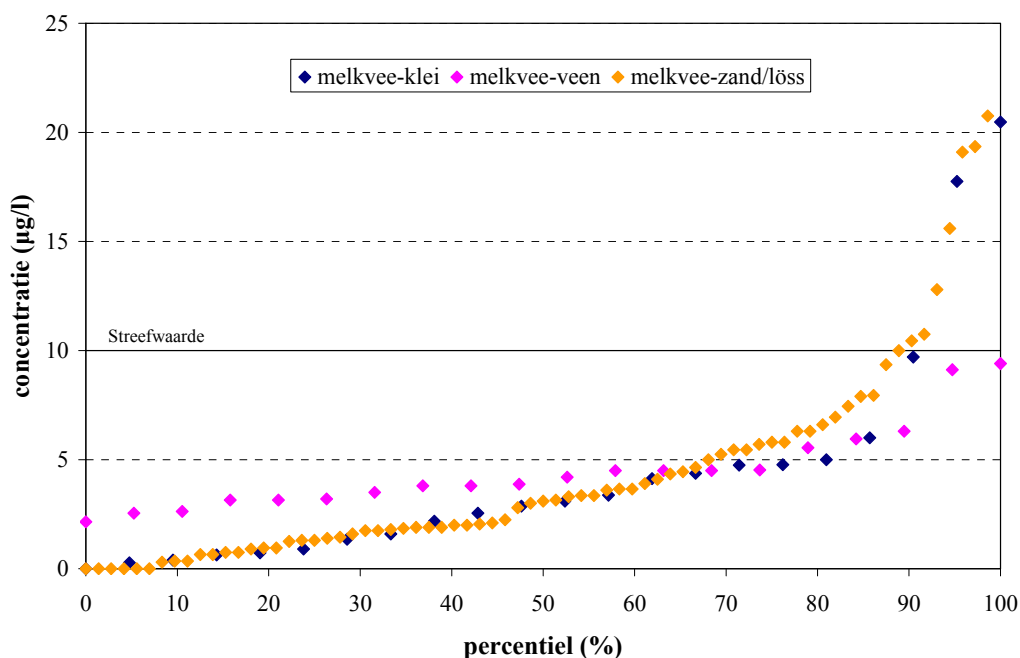
Arseen

Arseen komt van nature in anorganische en organische vorm voor. Relatief hoge concentraties in het grondwater kunnen aangetroffen worden in zeekleigebieden en in de veenregio. Arseen komt vaak vrij bij de oxidatie van pyriet onder kalkloze omstandigheden (zie van den Berg et al., 2002, en website www.rivm.nl/rvs/stoffen/prio/totale_prior_stoffenlijst.jsp Nederlandse Prioritaire Stoffenlijst 'arseen en arseenverbindingen'). Arseen kan in het milieu terecht komen 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.

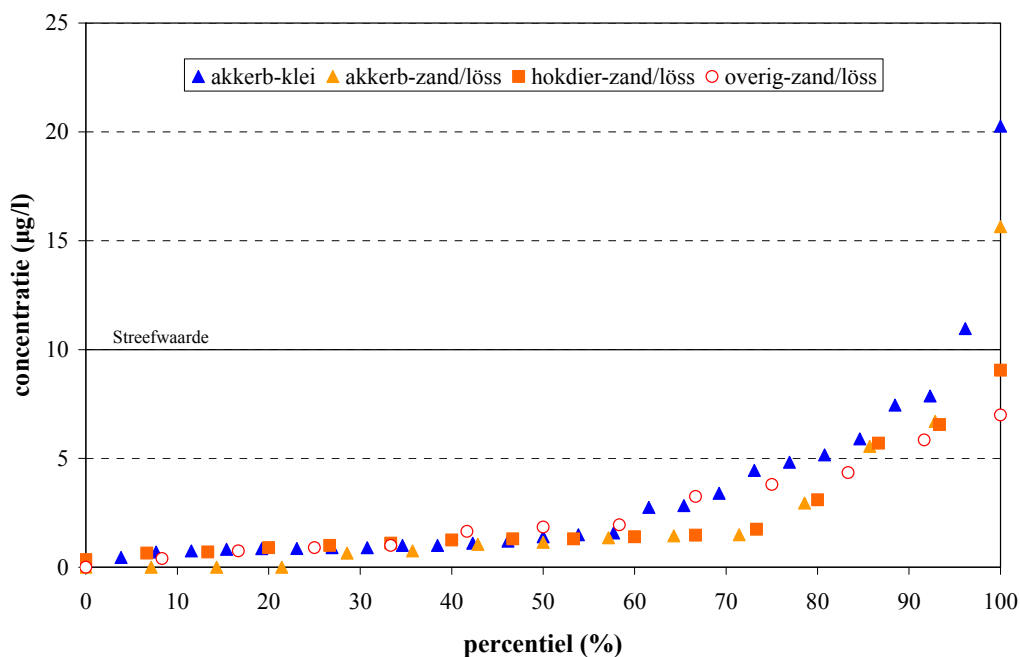
De gecompileerde analyseresultaten voor arseen op de LMM bedrijven zijn weergegeven in Tabel 4.17, Figuur 4.34 en Figuur 4.35.

Tabel 4.17 Gemiddelde arseenconcentratie ($\mu\text{g/l}$) en het verschil tussen de categorieën (streefwaarde 10 $\mu\text{g/l}$).

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddeld	% onder streefwaarde	Vershil
Klei	akkerbouw	27	3,4	95	A
	melkvee	22	4,4	91	A
Veen	melkvee	20	4,5	100	A
Zand en löss	akkerbouw	15	2,6	95	A
	hokdier	16	2,3	100	A
	melkvee	73	5,0	89	A
	overig	13	2,5	100	A



Figuur 4.34 Bedrijfsgemiddelde arseenconcentratie ($\mu\text{g/l}$) bij melkveebedrijven. De hoogste bedrijfsgemiddelde arseenconcentratie die werd gevonden was 53 $\mu\text{g/l}$, op een bedrijf in de zand/lössregio (valt buiten de grafiek).



Figuur 4.35 Bedrijfsgemiddelde arseenconcentratie (µg/l) bij niet-melkveebedrijven.

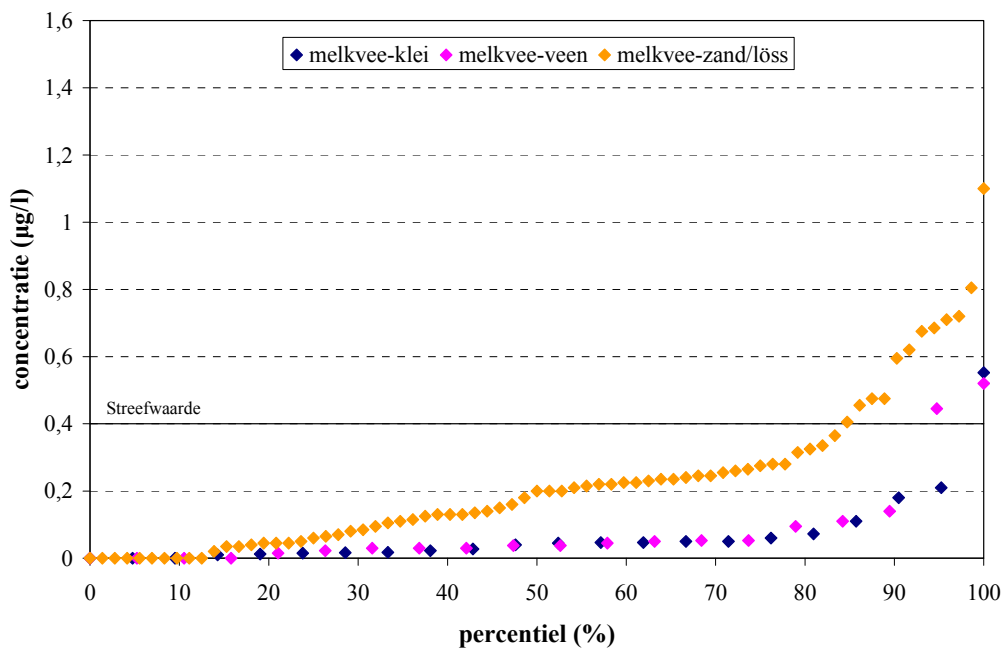
Cadmium

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 bodem en het grondwater aangetroffen worden. Cadmium is giftig voor de mens (zie website www.rivm.nl/rvs/stoffen/prio/totale_prior_stoffenlijst.jsp Nederlandse Prioritaire Stoffenlijst 'cadmium en cadmiumverbindingen').

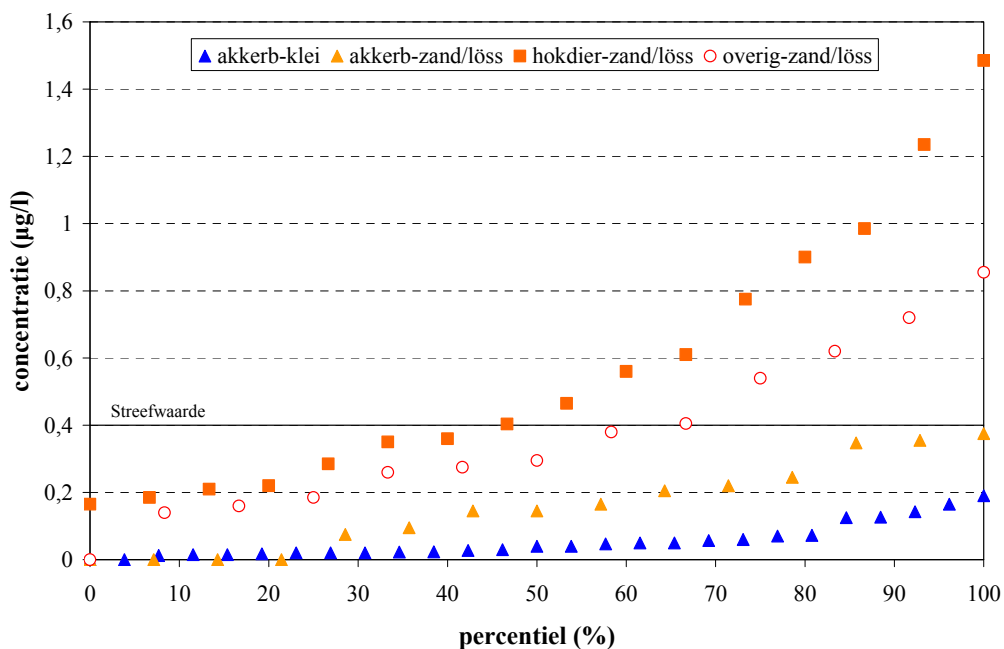
De cadmiumconcentratie lag in 2005 voor de meeste bedrijven in de klei- en veenregio onder de streefwaarde van 0,4 µg/l. De hoogste concentraties zijn gevonden bij bedrijven in de zand/lössregio, en dan vooral bij het hokdierbedrijven (zie onderstaande Tabel 4.18, Figuur 4.36 en Figuur 4.37).

Tabel 4.18 Gemiddelde cadmiumconcentratie (µg/l) en verschil tussen de categorieën (streefwaarde 0,4 µg/l).

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	% onder streefwaarde	Vershil
Klei	akkerbouw	27	0,05	100	A
	melkvee	22	0,07	98	A
Veen	melkvee	20	0,09	94	A
Zand en löss	akkerbouw	15	0,16	100	AB
	hokdier	16	0,57	46	D
	melkvee	73	0,22	85	B
	overig	13	0,37	65	C



Figuur 4.36 Bedrijfsgemiddelde cadmiumconcentratie (µg/l) bij melkveebedrijven. Aan de bedrijven met concentraties lager dan de detectiegrens is een waarde van 0 µg/l gegeven.



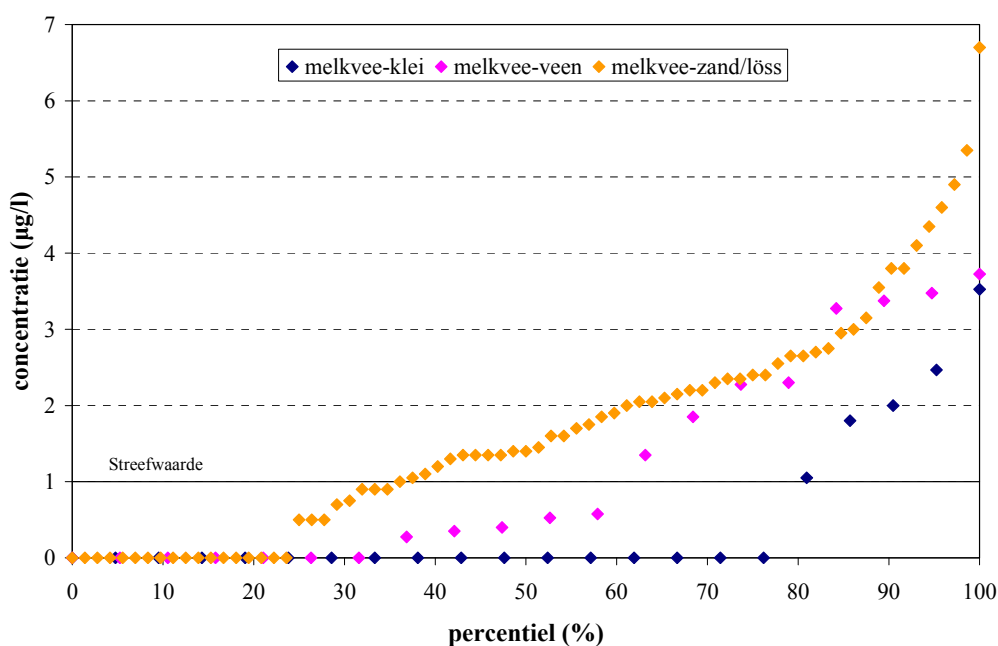
Figuur 4.37 Bedrijfsgemiddelde cadmiumconcentratie (µg/l) bij niet-melkveebedrijven. Aan de bedrijven met concentraties lager dan de detectiegrens is een waarde van 0 µg/l gegeven.

Chroom

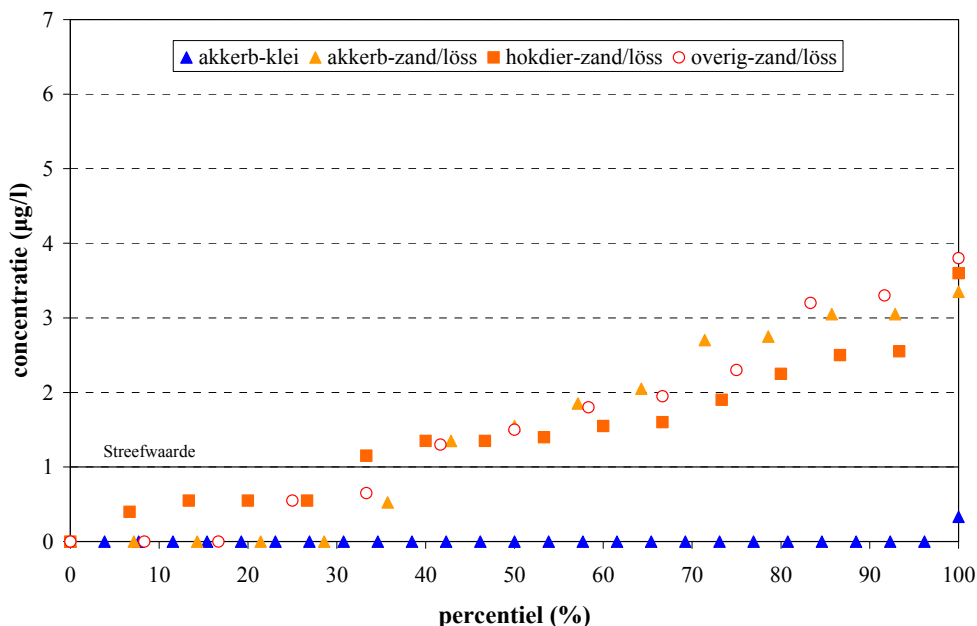
In de Nederlandse bodem komt chroom van nature in kleine hoeveelheden voor (zie website www.rivm.nl/rvs/stoffen/prio/totale_prior_stoffenlijst.jsp Nederlandse Prioritaire Stoffenlijst, 'chroom en chroomverbindingen'). Door bemesting met drijf- en kunstmest komt jaarlijks circa 48 ton chroom in het Nederlandse milieu. In 2005 was de concentratie chroom het laagst op akkerbouwbedrijven in de kleiregio, gemiddeld 0,01 µg/l. 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. Voor een weergave van de analyse resultaten wordt verwezen naar Tabel 4.19, Figuur 4.38 en Figuur 4.39.

Tabel 4.19 Gemiddelde chroomconcentratie (µg/l) en het verschil tussen de categorieën (streefwaarde 1 µg/l).

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddeld	% onder norm	Vershil
Klei	akkerbouw	27	0,01	100	A
	melkvee	22	0,49	81	AB
Veen	melkvee	20	1,19	61	BC
Zand en löss	akkerbouw	15	1,48	40	C
	hokdier	16	1,45	32	C
	melkvee	73	1,66	36	C
	overig	13	1,57	38	C



Figuur 4.38 Bedrijfs-gemiddelde chroomconcentratie (µg/l) bij melkveebedrijven. Aan de bedrijven met concentraties lager dan de detectiegrens is een waarde van 0 µg/l gegeven.



Figuur 4.39 Bedrijfsgemiddelde chroomconcentratie (µg/l) bij niet-melkveebedrijven. Aan de bedrijven met concentraties lager dan de detectiegrens is een waarde van 0 µg/l gegeven.

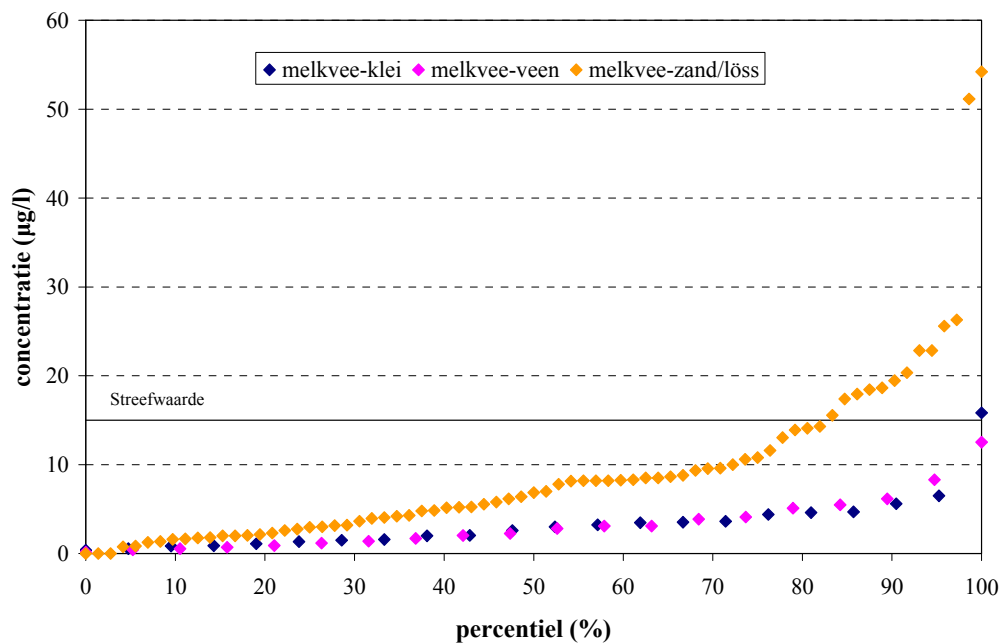
Koper

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 website www.rivm.nl/rvs/stoffen/prio/totale_prior_stoffenlijst.jsp Nederlandse Prioritaire stoffenlijst, 'koper en koperverbindingen'). In de Brabantse Kempen kunnen als gevolg van atmosferische depositie en het verspreiden van zinkassen verhoogde concentraties koper in bodem en het grondwater aangetroffen worden.

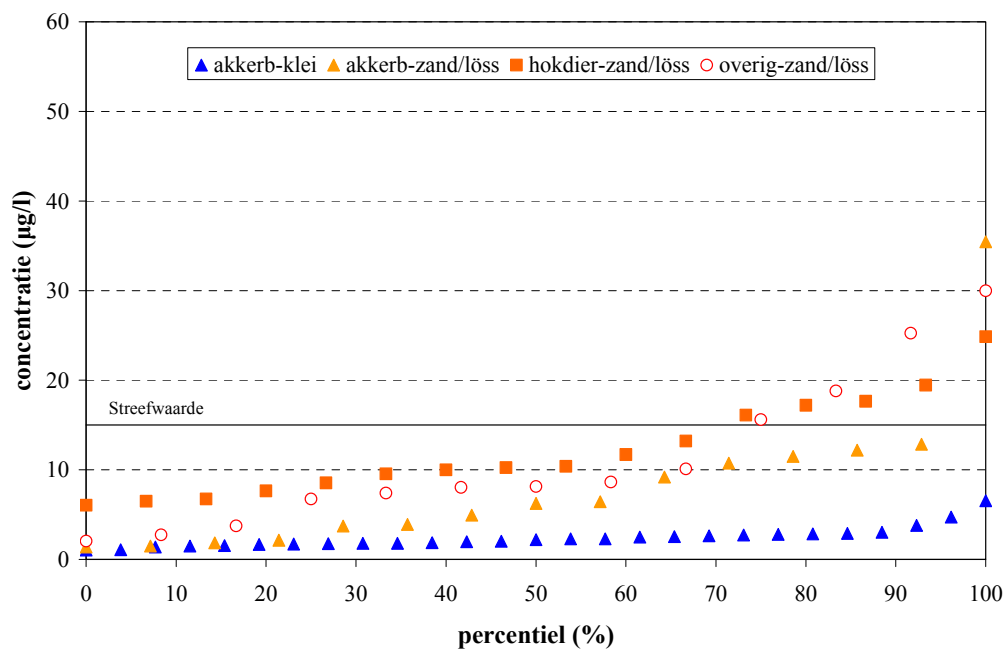
In 2005 werden de laagste koperconcentraties gevonden bij bedrijven in de klei- en veenregio. De hoogste koperconcentraties werden gevonden bij hokdierbedrijven in de zand/lössregio (zie Tabel 4.20, Figuur 4.40 en Figuur 4.41). Deze hoge concentraties zijn gelieerd aan de geografische ligging van deze bedrijven en wellicht het gebruikte voer.

Tabel 4.20 Bedrijfsgemiddelde koperconcentratie (µg/l) en verschil tussen de categorieën (streefwaarde 15 µg/l).

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddeld	% onder streefwaarde	Vershil
Klei	akkerbouw	27	2,4	100	A
	melkvee	22	3,3	99	A
Veen	melkvee	20	3,3	100	A
Zand en löss	akkerbouw	15	8,3	94	B
	hokdier	16	12,2	71	B
	melkvee	73	9,2	83	B
	overig	13	11,3	74	B



Figuur 4.40 Bedrijfs-gemiddelde koperconcentratie (µg/l) bij melkveebedrijven.



Figuur 4.41 Bedrijfs-gemiddelde koperconcentratie (µg/l) bij niet-melkveebedrijven.

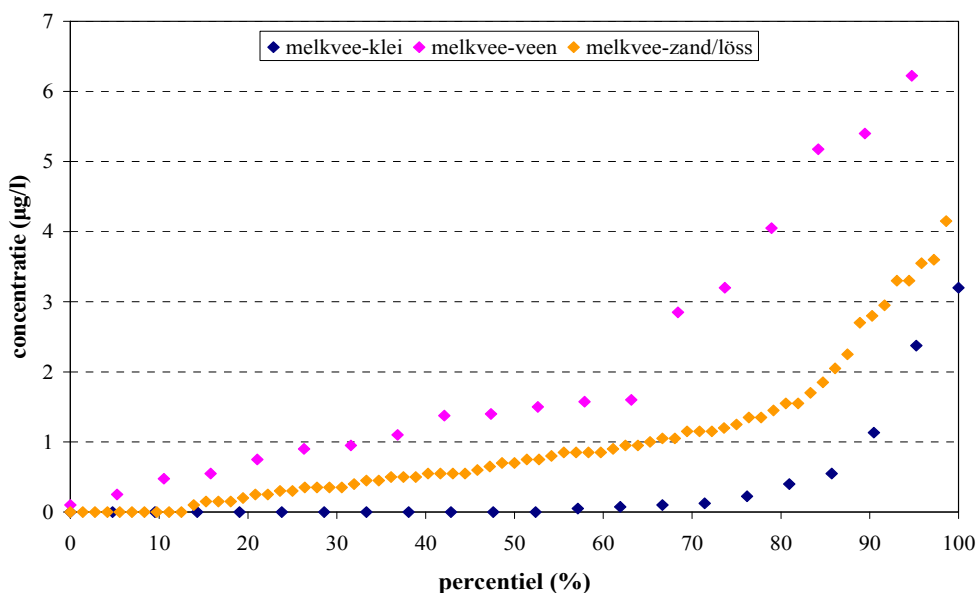
Lood

Lood komt van nature in de bodem voor. Het is geen essentieel element voor gewassen. In hoge concentraties is lood zeer giftig. Op landelijke schaal is er sprake van een diffuse bodembelasting met lood, tot voor kort vooral door atmosferische depositie als gevolg van lood in benzine (zie website www.rivm.nl/rvs/stoffen/prio/totale_prior_stoffenlijst.jsp Nederlandse Prioritaire Stoffenlijst, 'lood en loodverbindingen'). In de Brabantse Kempen kunnen verhoogde concentraties lood in bodem en het grondwater aangetroffen worden, wellicht gerelateerd aan de processen die voor de verontreiniging met vooral zink, cadmium en nikkel gezorgd hebben.

De meetresultaten voor 2005 staan weergegeven in Tabel 4.21, Figuur 4.42 en Figuur 4.43. Aan de bedrijven met concentraties lager dan de detectiegrens is in voornoemde figuren een waarde van 0 µg/l gegeven.

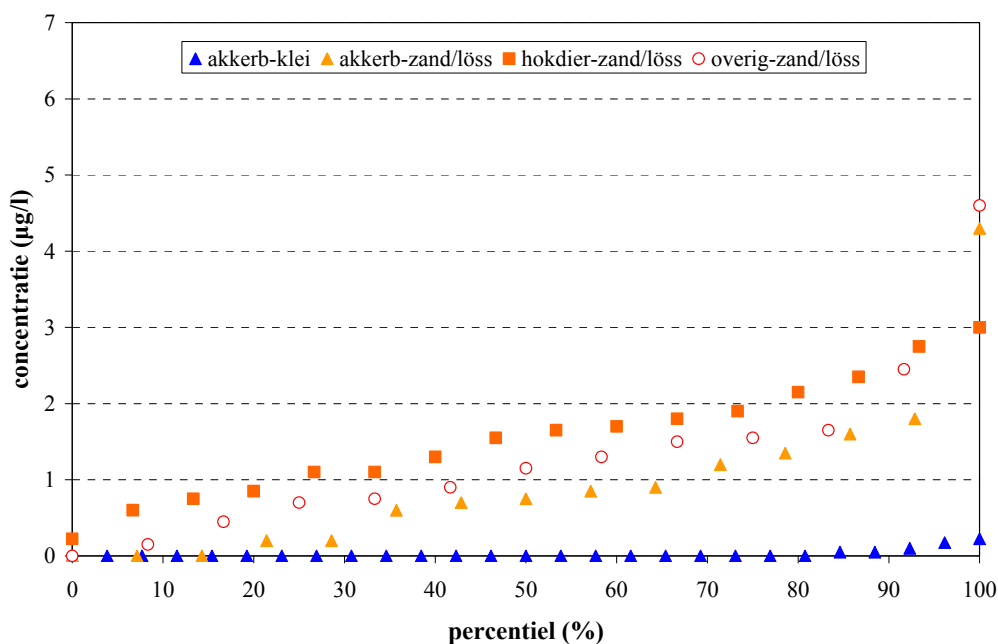
Tabel 4.21 Gemiddelde loodconcentratie (µg/l) en het verschil tussen de categorieën (streefwaarde 15 µg/l).

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddeld	% onder streefwaarde	Vershil
Klei	akkerbouw	27	0,02	100	A
	melkvee	22	0,37	100	AB
Veen	melkvee	20	2,64	100	D
Zand en löss	akkerbouw	15	0,96	100	ABC
	hokdier	16	1,55	100	C
	melkvee	73	1,15	100	BC
	overig	13	1,32	100	BC



Figuur 4.42 Bedrijfsgemiddelde loodconcentratie (µg/l) bij melkveebedrijven (de hoogste bedrijfs-gemiddelde concentraties van 13,3 µg/l, op een melkveebedrijf op veen en 14,0 µg/l op een melkveebedrijf in de zand/lössregio staan niet in de grafiek weergegeven).

De hoogste gemiddelde loodconcentraties werden gevonden op hokdierbedrijven in de zand/lössregio, de laagste concentraties bij akkerbouwbedrijven in de kleiregio. De hoogste bedrijfsgemiddelde concentraties die werden gevonden waren 13,3 µg/l, op een melkveebedrijf op veen en 14,0 µg/l op een melkveebedrijf in de zand/lössregio (valt buiten de grafiek). Alle bedrijfsgemiddelde concentraties lagen onder de streefwaarde van 15 µg/l.



Figuur 4.43 Bedrijfsgemiddelde loodconcentratie (µg/l) bij niet-melkveebedrijven.

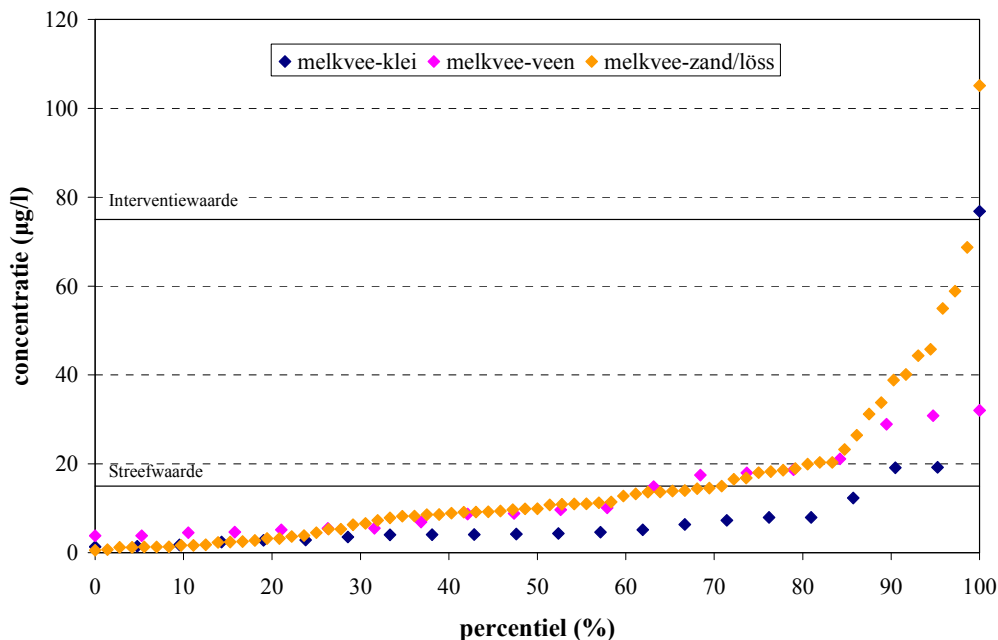
Nikkel

Nikkel komt van nature in de bodem voor. Nikkel is een essentieel element voor planten en dieren, met name zoogdieren (zie website www.rivm.nl/rvs/stoffen/prio/totale_prior_stoffenlijst.jsp Nederlandse Prioritaire stoffenlijst, 'nikkel en nikkelverbindingen'). Nikkel is giftig voor in het water levende organismen; het kan in het aquatische 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 (Van den Berg et al., 2002). De meetresultaten voor nikkel in grond- en drainwater van de LMM bedrijven zijn samengevat in Tabel 4.22, Figuur 4.44 en Figuur 4.45.

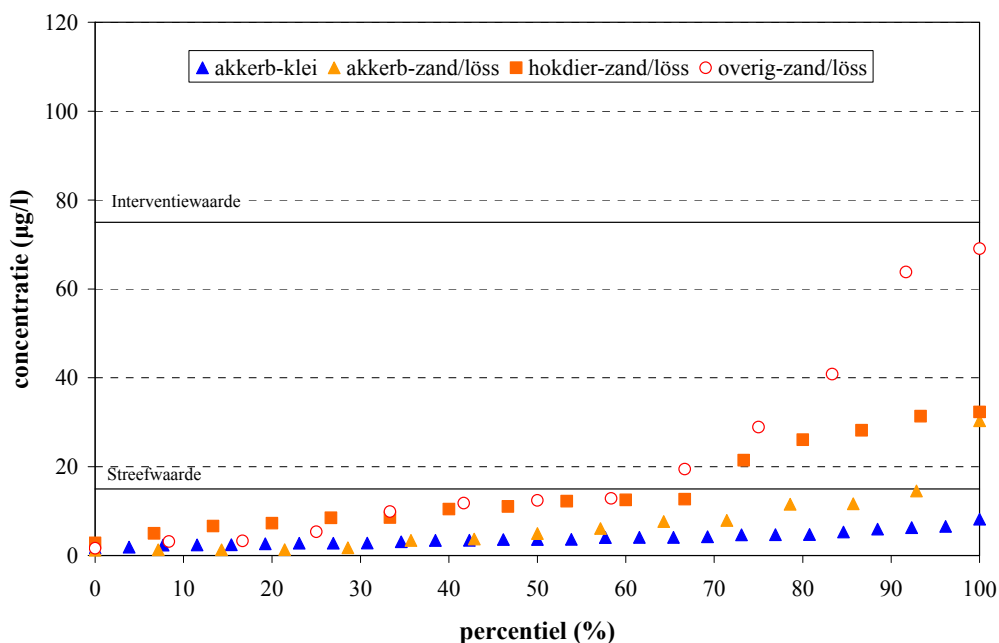
Tabel 4.22 Gemiddelde nikkelconcentratie ($\mu\text{g/l}$) en het verschil tussen de categorieën (streefwaarde 15 $\mu\text{g/l}$, interventiewaarde 75 $\mu\text{g/l}$).

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddeld	% onder streefwaarde	Vershil
Klei	akkerbouw	27	3,9	100	A
	melkvee	22	9,3	88	AB
Veen	melkvee	20	12,9	63	BC
Zand en löss	akkerbouw	15	7,3	93	AB
	hokdier	16	14,8	68	BC
	melkvee	73	15,3	71	BC
	overig	13	21,7	61	C

De gemiddelde nikkelconcentraties varieerden in 2005 tussen 3,9 $\mu\text{g/l}$ voor akkerbouwbedrijven in de kleiregio, en 21,7 $\mu\text{g/l}$ voor ‘overige’ bedrijven in de zand/lössregio. De beide bedrijven waar de interventiewaarde wordt overschreden zijn gelegen in Brabant. Voor beide bedrijven geldt dat er in meerdere jaren nikkelconcentraties boven de interventiewaarde zijn aangetroffen. De in Brabant in de bodem en grondwater voorkomende verhoogde concentraties van bepaalde zware metalen zijn over het algemeen niet gerelateerd aan de bedrijfsvoering van de specifieke boerenbedrijven, maar aan geografische ligging.



Figuur 4.44 Bedrijfsgemiddelde nikkelconcentratie ($\mu\text{g/l}$) bij melkveebedrijven.



Figuur 4.45 Bedrijfsgemiddelde nikkelconcentratie (µg/l) bij niet-melkveebedrijven.

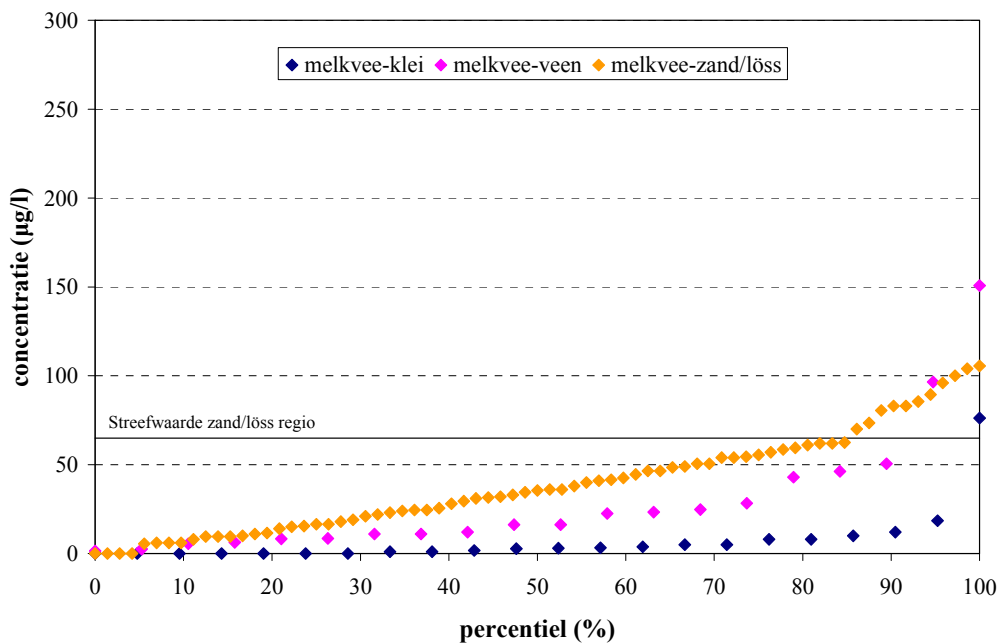
Zink

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 zink 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 bodem en het grondwater aangetroffen worden. De resultaten voor zink staan weergegeven in Tabel 4.23, Figuur 4.46 en Figuur 4.47.

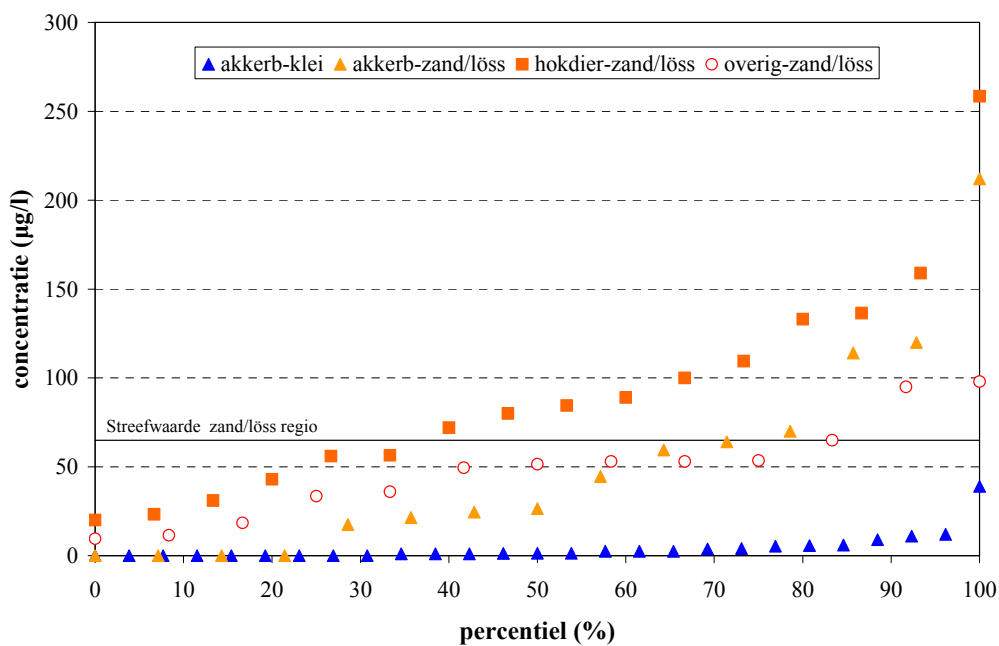
Tabel 4.23 Gemiddelde zinkconcentratie (µg/l) en het verschil tussen de categorieën (streefwaarde 65 µg/l).

Regio	Bedrijfstype	Aantal	Gemiddelde	% onder norm	Vershil
Klei	akkerbouw	27	4,1	100	A
	melkvee	22	7,2	99	A
Veen	melkvee	20	29	91	B
Zand en löss	akkerbouw	15	52	73	B
	hokdier	16	91	37	C
	melkvee	73	39	85	B
	overig	13	48	83	B

De gemiddelde zinkconcentraties varieerden tussen 4 µg/l voor akkerbouwbedrijven in de kleiregio tot 91 µg/l voor hokdierbedrijven in de zand/lössregio.



Figuur 4.46 Bedrijfsgemiddelde zinkconcentratie (µg/l) bij melkveebedrijven*.



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

*Aan de bedrijven met concentraties lager dan de detectiegrens is een waarde van 0 µg/l gegeven.

5 Bijzondere projecten

5.1 Koeien & Kansen

Het onderzoeksproject ‘Koeien & Kansen’ (K&K) is gestart in 1999. Binnen dit project onderzoekt een groep van zeventien melkveehouders samen met onderzoekers de mogelijkheden van een 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’. De K&K-bedrijven in de zand/lössregio worden intensiever bemonsterd dan gewone EM-bedrijven (grondwater wordt op 48 meetpunten bemonsterd in plaats van op 16). Op klei en veen is de bemonsteringsprocedure gelijk aan die van de EM-bedrijven.

De K&K-bedrijven worden voor vier parameters vergeleken met de reguliere EM- en DM-bedrijven. Van de zeventien K&K-bedrijven bevonden zich er tien in de zandregio, één in de lössregio, drie in de veenregio en drie in de kleiregio. De waarden zijn gebaseerd op gemiddelden van grond- en drainwater samen.

Over het algemeen zijn de K&K-bedrijven in de zandregio, getoetst aan 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, neutrale en droge gronden⁵ op K&K- en reguliere LMM-bedrijven (met onderscheid tussen relatief natte en droge bedrijven) in de zandregio, met indicatie van de gemiddelde grondwaterstand op de verschillende type bedrijven.

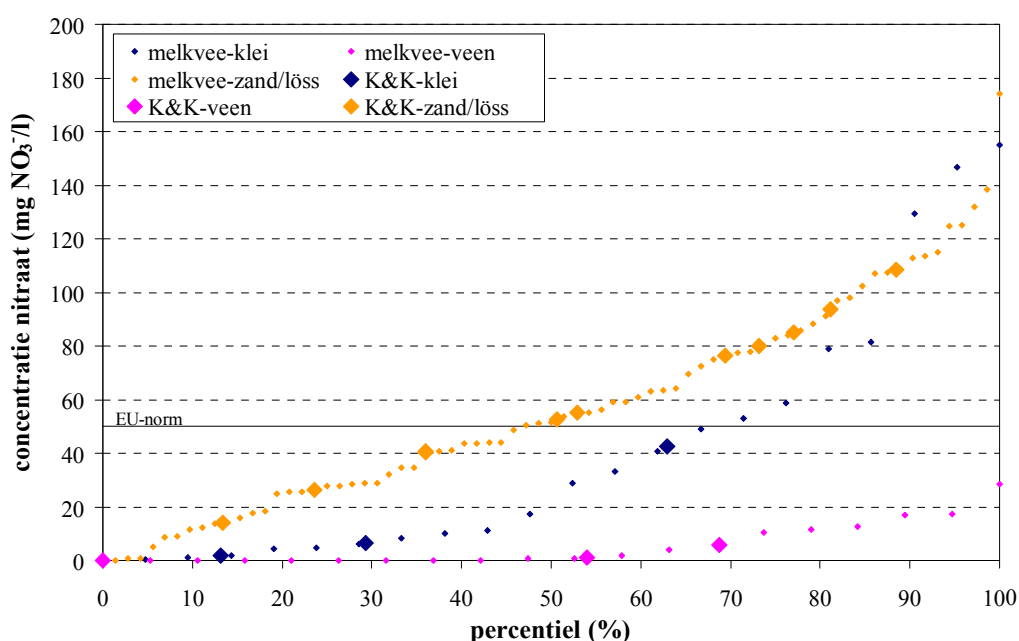
	% nat	% neutraal	% droog	GW-stand (in cm-mv)
K&K-zandbedrijf - nat	5	95	0	-172
Regulier zandbedrijf - nat	52	41	7	-128
regulier zandbedrijf - droog	18	50	33	-169
K&K-zandbedrijf - droog	7	48	45	-191

Het aantal K&K-bedrijven is met name in de kleiregio en de veenregio laag (drie bedrijven), waardoor het vergelijken van gemiddelden met de EM- en DM-bedrijven door uitschieters sterk kan worden beïnvloed. In Bijlage 8 zijn de bedrijfsgemiddelde meetwaarden van grond- en drainwaterkwaliteit per bedrijf opgenomen.

⁵ nat: Gt I - IV; neutraal: Gt V - VI; droog: Gt VII - VIII

Nitraat

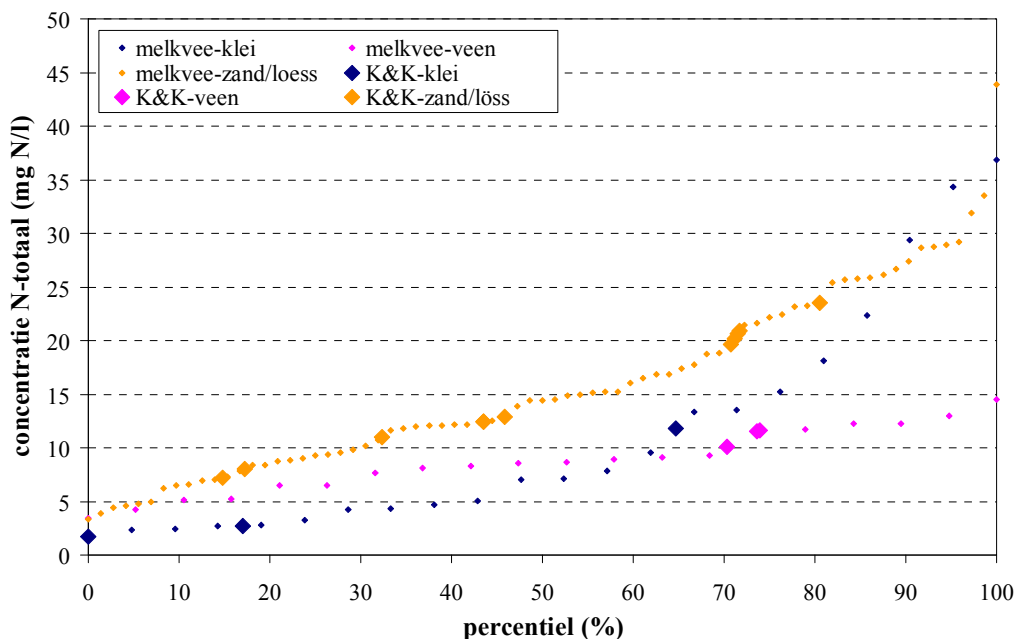
In Figuur 5.1 staan de bedrijfsgemiddelde nitraatconcentraties van zowel K&K-bedrijven als EM- en DM-melkveebedrijven (zie ook Figuur 4.1). De gemiddelde nitraatconcentratie van *alle* K&K-bedrijven is 43 mg/l. Op de K&K-bedrijven in de kleiregio is het gemiddelde 17 mg/l. Bij EM- en DM-melkveebedrijven in de kleiregio is de corresponderende waarde 42 mg/l. De gemiddelde nitraatconcentraties bij K&K-bedrijven in de zand/lössregio is 61 mg/l. Bij EM- en DM-melkveebedrijven in de zand/lössregio is dit 57 mg/l. De gemiddelde concentratie voor bedrijven in de veenregio ligt bij K&K-bedrijven op 2 mg/l en bij de EM- en DM-melkveebedrijven op 6 mg/l. Verschillen tussen de waarnemingen van de K&K-bedrijven en de EM- en DM-melkveebedrijven zouden, behalve door verschillen in landbouwpraktijk ook het gevolg kunnen zijn van een andere verhouding tussen grondsoorten en grondwatertrappen.



Figuur 5.1 Bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie (in mg NO₃/l) bij EM-melkveebedrijven en K&K-bedrijven.

Stikstof-totaal

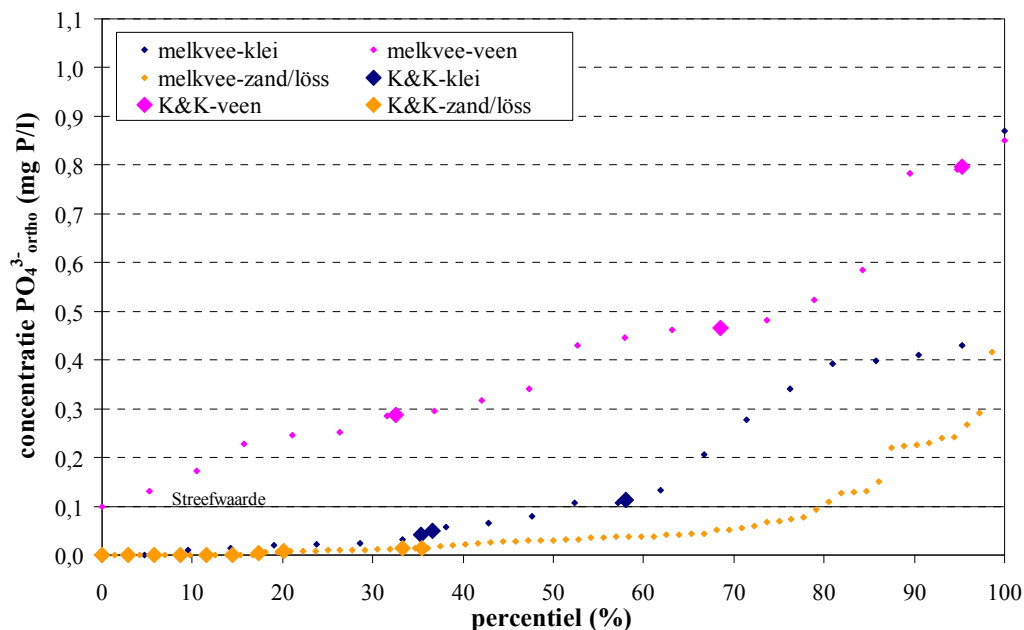
De gemiddelde N-totaalconcentratie van de K&K-bedrijven in de kleiregio is 5,4 mg/l. Dit is relatief laag ten opzichte van de EM-melkveebedrijven in deze regio (11,3 mg/l). De gemiddelde stikstof-totaalconcentratie bij K&K-bedrijven in de veenregio is 11,1 mg/l. Dit is hoger dan de EM-melkveebedrijven in deze regio (8,8 mg/l). De gemiddelde N-totaalconcentratie bij K&K-bedrijven in de zand/lössregio is 15,4 mg/l, dit is nagenoeg gelijk aan de gemiddelde stikstof-totaalconcentratie van EM-melkveebedrijven in deze regio (15,8 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).



Figuur 5.2 Bedrijfsgemiddelde stikstof-totaalconcentratie (in mg N/l) bij EM- en K&K-melkveebedrijven.

Ortho-fosfaat

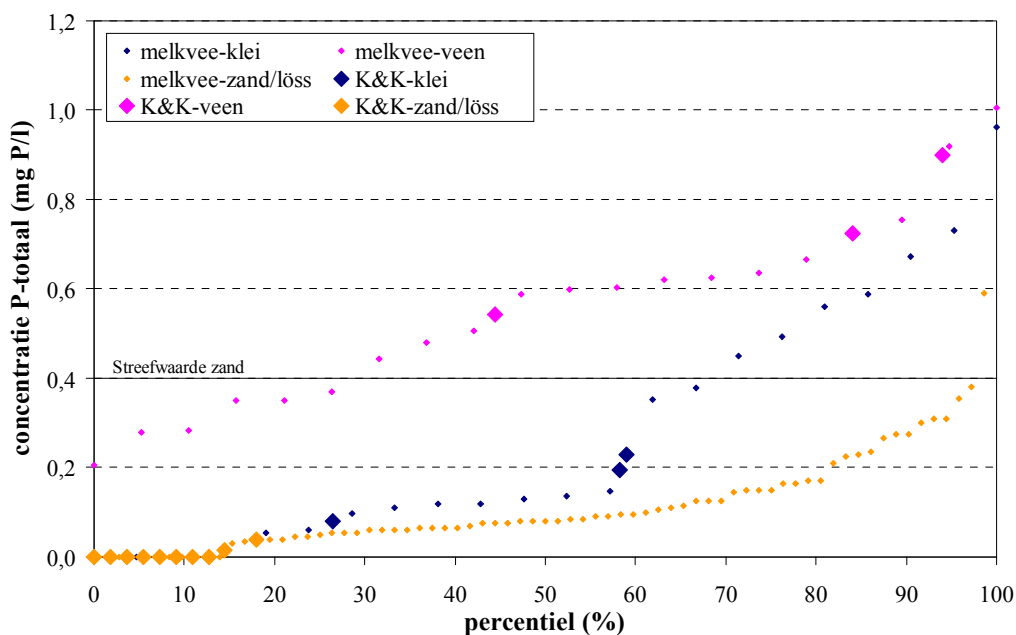
De gemiddelde ortho-fosfaatconcentraties van de K&K-bedrijven in de kleiregio is 0,07 mg/l. Dit is iets hoger dan op de EM-melkveebedrijven in deze regio (gemiddeld 0,18 mg/l). De ortho-fosfaatconcentratie van K&K-bedrijven in de veenregio is relatief hoog (0,52 mg/l) ten opzichte van de EM-bedrijven (0,41 mg/l). De gemiddelde ortho-fosfaatconcentratie bij K&K-bedrijven in de zand/lössregio is 0,004 mg P/l, dit is ruim lager dan de gemiddelde concentratie van EM-melkveebedrijven in deze regio (0,09 mg P/l). In Figuur 5.3 staan de bedrijfsgemiddelde ortho-fosfaatconcentraties van K&K bedrijven samen met de bedrijfsgemiddelde concentraties van de EM-melkveebedrijven (zie ook Figuur 4.12 en Figuur 4.13).



Figuur 5.3 Bedrijfsgemiddelde ortho-fosfaatconcentratie (in mg P/l) bij EM-/DM- en K&K-melkveebedrijven. Eén EM-bedrijf op zand/löss valt buiten de figuur: de gemiddelde ortho-fosfaatconcentratie van dat bedrijf was 2,0 mg P/l.

Fosfor-totaal

De gemiddelde P-totaalconcentratie van de K&K-bedrijven in de kleiregio is 0,17 mg P/l. Dit is minder dan de EM- en DM-bedrijven in dezelfde regio (0,28 mg P/l). De P-totaalconcentraties van K&K-bedrijven in de veenregio is gemiddeld 0,72 mg P/l en van de EM bedrijven 0,55 mg P/l. De gemiddelde P-totaalconcentratie bij K&K-bedrijven in de zand/lössregio is 0,006 mg P/l (beneden de detectiegrens), dit is aanzienlijk lager dan de gemiddelde P-totaalconcentratie van EM-melkveebedrijven in deze regio (0,14 mg P/l).

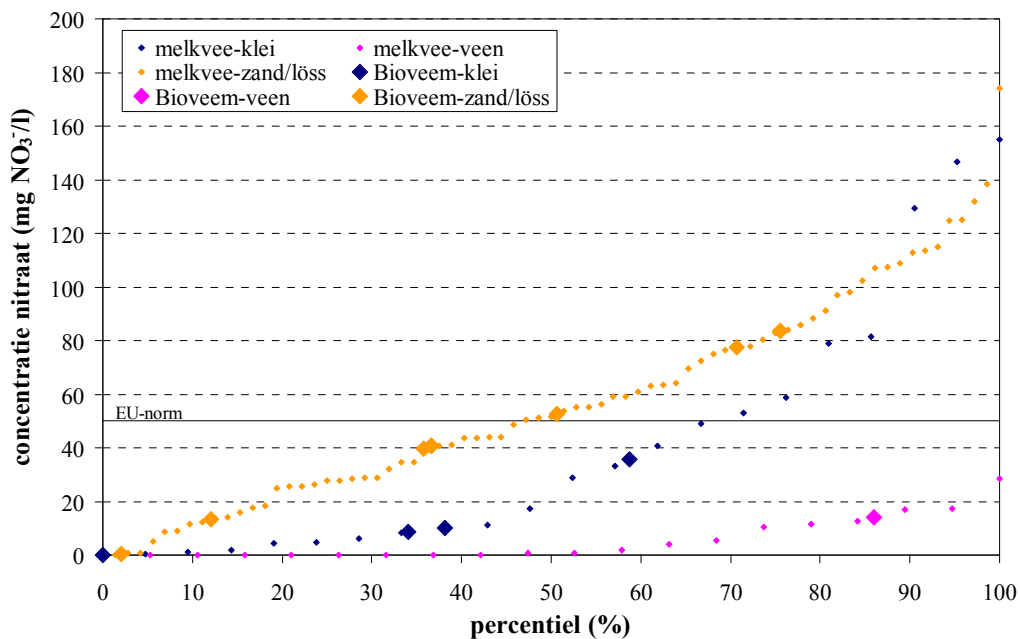


Figuur 5.4 Bedrijfsgemiddelde fosfor-totaalconcentratie (in mg P/l) bij EM en K&K-melkveebedrijven.

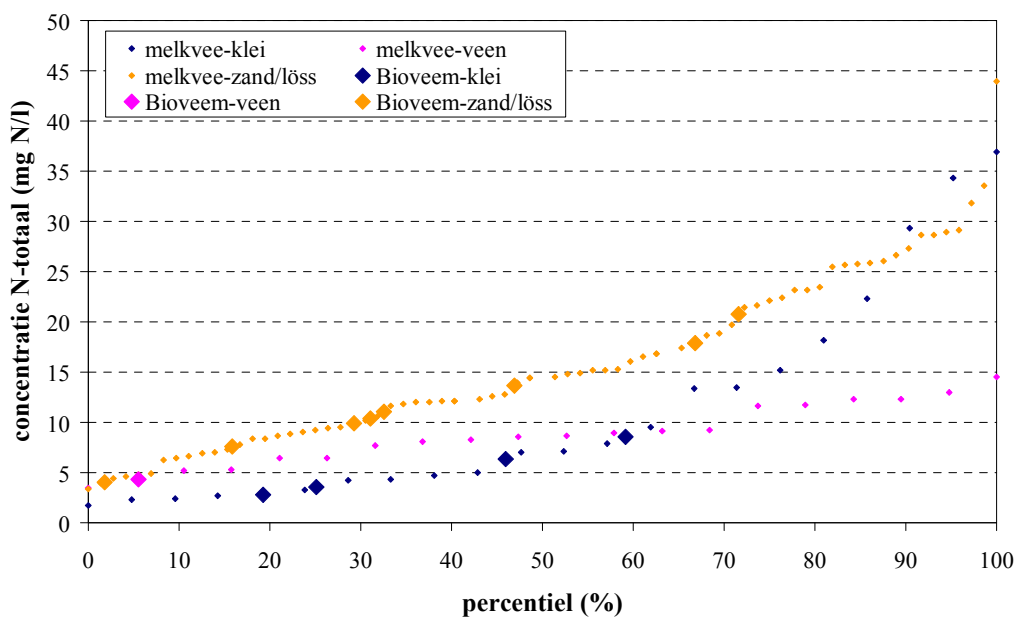
5.2 Bioveem

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 2005 is op veertien bedrijven de waterkwaliteit bepaald (zie Bijlage 9): één bedrijf in de veenregio, vijf in de kleiregio en acht in de zand/lössregio. In Bijlage 9 zijn de bedrijfsgemiddelde meetwaarden van grond- en drainwaterkwaliteit per bedrijf opgenomen. De nitraatconcentratie op deze biologische melkveehouderijen was relatief laag (zie Figuur 5.5). Ook bij de N-totaalconcentratie van de Bioveembedrijven liggen de waarden laag ten opzichte van de reguliere EM-bedrijven (Figuur 5.6), vooral bij de bedrijven in de kleiregio.

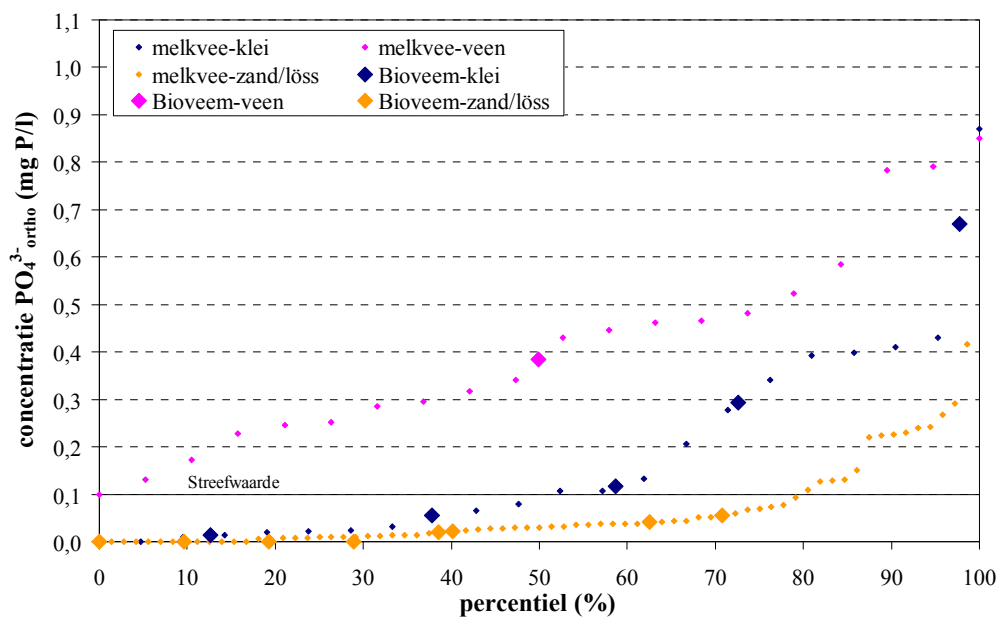
De ortho-fosfaat- en fosfor-totaalconcentraties van de Bioveembedrijven in de veenregio varieerde sterk. In tegenstelling tot het voorgaande jaar zijn op de Bioveembedrijven geen hogere concentraties ortho-fosfaat en fosfor-totaal gevonden dan op de EM- en DM-melkveebedrijven (Figuur 5.7 en Figuur 5.8)



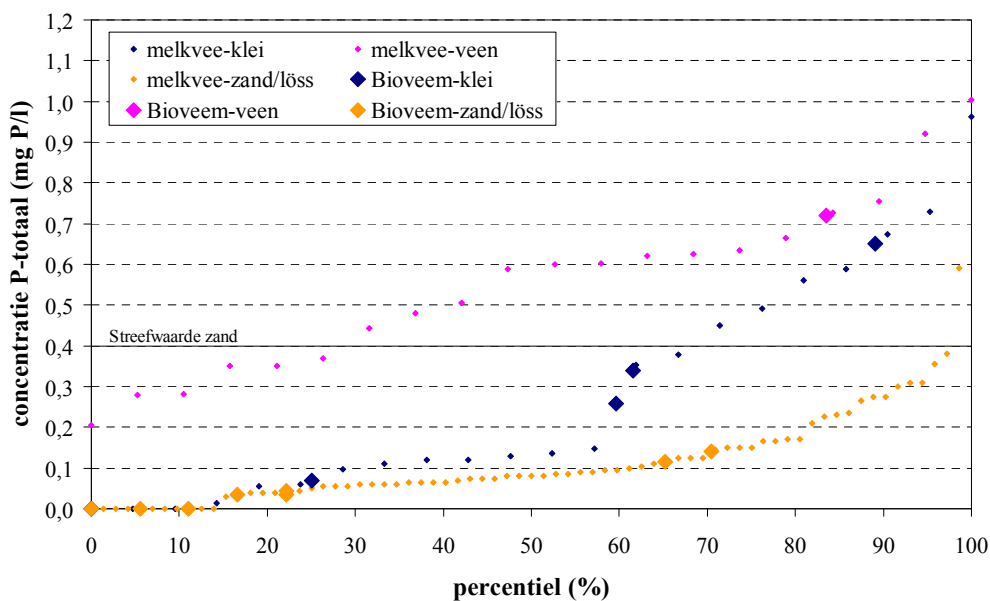
Figuur 5.5 Bedrijfsgemiddelde NO₃⁻ concentratie (in mg/l) bij EM- en Bioveemmelkveebedrijven.



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



Figuur 5.7 Bedrijfsgemiddelde ortho-fosfaatconcentratie (in mg P/l) bij EM- en Bioveemmelkveebedrijven. Vier Bioveembedrijven in de zand/lössregio hadden een concentratie onder de detectiegrens.



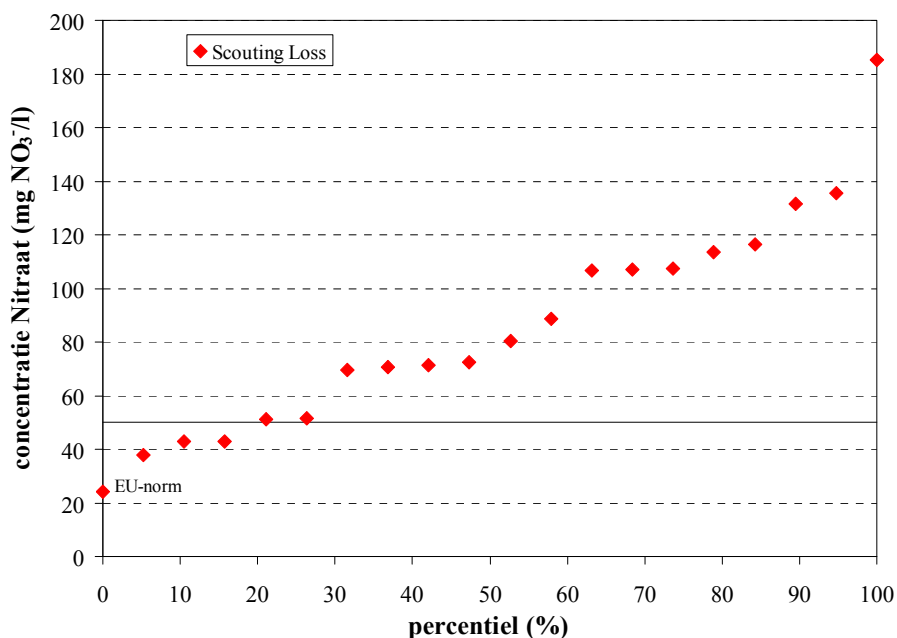
Figuur 5.8 Bedrijfsgemiddelde fosfor-totaalconcentratie (in mg P/l) bij EM- en Bioveemmelkveebedrijven. Eén EM-bedrijf in de zand/lössregio met een concentratie van 2,31 mg P/l valt buiten de figuur. Drie Bioveembedrijven in de zand/lössregio en één bedrijf in de kleiregio hadden een concentratie onder de detectiegrens.

5.3 Scouting Löss

Scouting Löss is een deelproject van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid. In de lössregio (Zuid-Limburg; zie Figuur 1.1) is op 20 bedrijven de waterkwaliteit van het bodemvocht onderzocht. Dit bodemvocht komt vrij door veldvochtige bodemonmonsters te verzamelen en te centrifugeren (zie hoofdstuk 2.2). Van de meeste bedrijven zijn geen BIN-gegevens beschikbaar. Hierna worden daarom gemiddelden gegeven voor de hele lössregio.

Nitraat

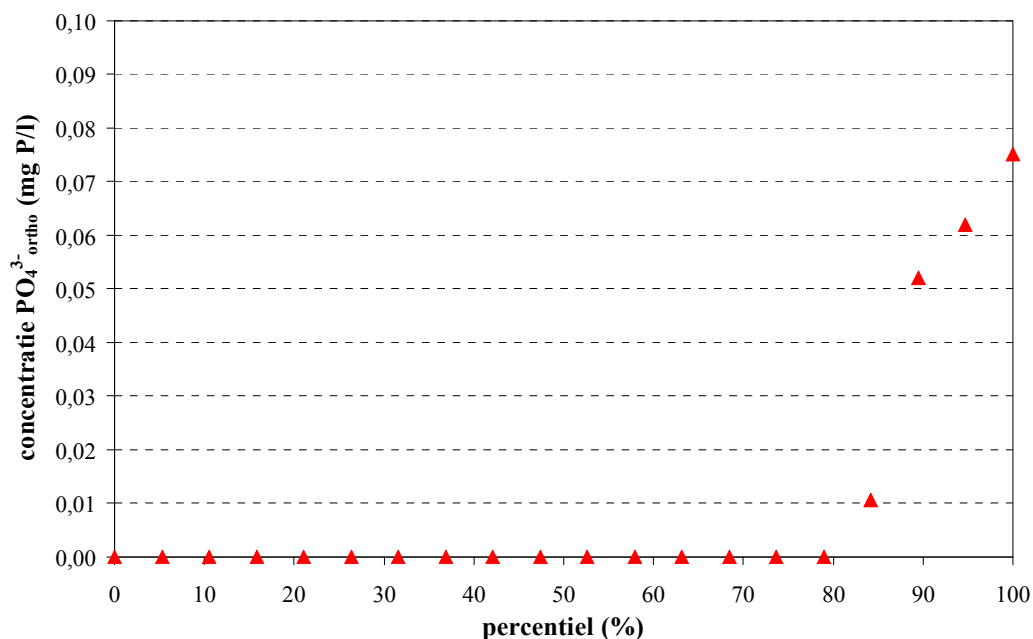
In 2005 was de gemiddelde nitraatconcentratie in het bodemvocht 85,3 mg/l, met een standaardafwijking van 40,1 mg/l. Bij 20,2% van de bedrijven lag de bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie in 2005 onder de norm van 50 mg NO_3^- per liter (Figuur 5.9). Dit is het dubbele ten opzichte van het voorafgaande jaar.



Figuur 5.9 Bedrijfsgemiddelde nitraatconcentraties (in mg NO_3^- /l) van twintig bedrijven in de lössregio.

Ortho-fosfaat

Slechts bij vier van de twintig LMM-bedrijven zijn concentraties gevonden boven de detectiegrens (zie Figuur 5.10). De gemiddelde ortho-fosfaatconcentratie op deze vier bedrijven met analyseresultaat boven de detectielimiet bedroeg 0,05 mg P/l.



Figuur 5.10 Bedrijfsgemiddelde fosfaatconcentraties (in mg P/l) van twintig 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 5.2.

Tabel 5.2 Gemiddelde en standaardafwijking van diverse waterkwaliteitskenmerken in de lössregio.

parameter	gemiddelde (mg/l)	st.afw.	parameter	gemiddelde (microgram/l)	st.afw.
NO ₃ ⁻	85,3	40,1	As	0,04	0,13
NH ₄	0,16	0,04	Cd	0,14	0,038
N_Totaal	20,4	9,4	Cu	2,3	1,14
P_Totaal*	0,012	0,022	Pb	0,03	0,07
Ortho-P*	0,010	0,023	Zn	4,15	6,9
DOC	5,67	0,97	Cr	0,70	0,71
EC	_*	-	Ni	1,32	0,40
pH	_*	-			
Na	8,2	2,8			
K	1,0	0,90			
Ca	62,7	17,0			
Mg	2,9	2,0			
SO ₄	32,8	9,8			
Cl	20,6	14,6			
Fe	0,02	0,07			

* gemiddelde waarden zijn vertekend, omdat voor resultaten beneden de detectiegrens een waarde van 0 is aangenomen (NB: detectiegrens P_Totaal: 0,06 mg P/l en voor ortho-P: 0,012 mg P/l)

** Geen metingen verricht in bodemvocht.

5.4 Zand-winterprogramma

Sinds 2004 wordt gedurende de wintermaanden op een geselecteerd aantal bedrijven op de natte zandgronden de grondwaterkwaliteit en de kwaliteit van het drainwater en slootwater gevolgd. Dit gebeurt om te voldoen aan de eisen die gesteld zijn door de EU in het kader van de Nitraatrichtlijn; ook kan deze informatie nuttig zijn voor de Kaderrichtlijn Water (KRW) monitoringverplichting. Het monitoren gebeurt naar analogie met de bemonstering op klei en veengronden, waar al langer een bemonstering van grondwater, drainwater en slootwater plaatsvindt in de winter.

De lage zandgronden zijn veelal gedraineerd. In deze gebieden kan dus direct de kwaliteit van het drainerende grondwater en het ontvangende slootwater onderzocht worden. Ook wordt informatie verkregen over de kwaliteit van het ondiepe grondwater onder de percelen, met behulp van boringen. Deze boringen vinden zowel 's zomers als 's winters plaats.

Bij de keuze van bedrijven voor de bemonstering van de natte zandgronden tijdens de wintermaanden zijn veelal bedrijven geselecteerd waar al bemonstering van het grondwater plaatsvond gedurende de zomermaanden, in het kader van het reguliere EM-monitoringnetwerk of een ander lopend programma.

De beoogde bemonsteringsfrequentie voor het Zand-winterprogramma is viermaal per winterseizoen (periode oktober-april). Het is de bedoeling dat tussen twee bemonsteringsrondes een tussenpoos van minimaal drie weken ligt. In uitzonderlijke gevallen wordt een tussenpoos van twee weken geaccepteerd.

In hoofdstuk 4 van dit jaarrapport zijn de meetresultaten van de zand-zomerbemonstering opgenomen (rapportage EM/DM basisgroep). In deze paragraaf zijn alleen de resultaten van de zand-winterbemonstering gepresenteerd.

Zomer- versus winterbemonstering

Het zou interessant zijn om, voor dezelfde groep bedrijven, de grondwaterkwaliteit gemeten in de winter te vergelijken met de kwaliteit gemeten tijdens de zomer. In de winter '04-'05 is op 22 bedrijven de grondwaterkwaliteit vastgesteld. Van deze groep van 22 bedrijven is slechts op twee bedrijven ook in de zomer van 2005 het grondwater bemonsterd. In het jaar daarvoor (2004) is op een groep van acht bedrijven zomerbemonstering uitgevoerd. Wegens het geringe aantal overeenkomstige bedrijven is voor dit jaarrapport daarom besloten geen vergelijking te maken tussen de resultaten van de winter- en zomerbemonstering van het grondwater. Het feit dat de overlap tussen bedrijven die zowel 's winters als 's zomers bemonsterd zijn zo gering is, is het gevolg van het in 2005 nog gebruikte 'wandelende meetnet' systeem, waarbij ieder jaar maar een deel van de deelnemende bedrijven wordt bemonsterd. Het voornemen bestaat om in de volgende jaren (waarin een vast meetnet wordt gehanteerd) een analyse te maken van het effect van het moment van monsternamen op de grondwaterkwaliteit.

Vergelijking grondwaterkwaliteit ten opzichte van drainwaterkwaliteit

De meetgegevens maken het wel mogelijk een vergelijking te maken tussen de 's winters gemeten grondwaterkwaliteit en de drainwaterkwaliteit op dezelfde bedrijven. De aantallen bedrijven per bemonsteringssoort (meettype) en per bedrijfstype die in deze analyse zijn meegenomen, staan weergegeven in onderstaande Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Aantal bedrijven waarvoor grond- en drainwatermonsters beschikbaar zijn.

Bedrijfstype	grondwater winter	drainwater winter
akkerbouw	9	9
hokdier	1	1
melkvee	11	12
overig	1	1
Eindtotaal	22	23

In Tabel 5.4 is een overzicht gegeven van de gemiddelde waterkwaliteit voor grondwater en drainwater voor respectievelijk de totale groep zand-winterbedrijven, voor melkveebedrijven afzonderlijk en voor de combinatie akkerbouw- en overige bedrijven afzonderlijk.

Tabel 5.4 Gemiddelde concentraties in mg/l (vet) en standaarddeviatie van waterkwaliteitsparameters per meettype en (combinatie van) bedrijfstype.

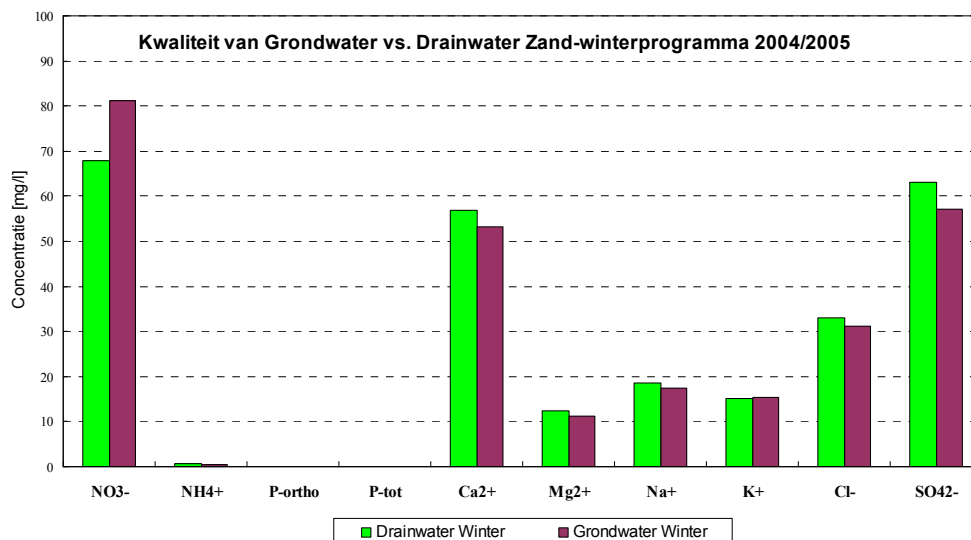
	Zand-winterbedrijven gecombineerd		Melkveebedrijven		Akkerbouw- en overige bedrijven	
	Grondwater	Drainwater	Grondwater	Drainwater	Grondwater	Drainwater
Aantal bedrijven	22	23	11	12	11	11
NO ₃ ⁻	81,2 38,4	67,8 48,2	69,4 40,5	70,4 58,1	93,1 34,0	64,9 37,1
NH ₄ ⁺	0,53 0,65	0,67 0,79	0,66 0,78	0,61 0,53	0,40 0,49	0,74 1,03
PO ₄ -ortho	0,03 0,03	0,06 0,17	0,05 0,04	0,09 0,23	0,01 0,01	0,03 0,04
P-totaal	0,03 0,05	0,07 0,20	0,06 0,07	0,11 0,27	0,00 0,01	0,03 0,06
Ca ²⁺	53,1 21,0	57,0 25,1	57,0 24,6	58,8 26,2	49,2 17,0	55,0 24,9
Mg ²⁺	11,3 3,7	12,3 5,2	12,6 3,3	14,1 6,1	10,1 3,8	10,4 3,2
Na ⁺	17,4 4,6	18,7 5,9	18,4 5,4	19,9 7,6	16,4 3,6	17,3 3,0
K ⁺	15,4 10,2	15,2 12,9	17,4 12,7	17,1 16,5	13,4 7,0	13,2 7,4
Cl ⁻	31,2 10,0	33,0 10,3	31,5 11,6	32,7 13,3	31,0 8,8	33,4 6,4
SO ₄ ²⁻	57,2 24,4	63,1 37,6	55,6 25,9	53,3 34,5	58,8 24,0	73,8 39,5
	Gem St.Dev	Gem St.Dev	Gem St.Dev	Gem St.Dev	Gem St.Dev	Gem St.Dev

De gemiddelde waarden uit Tabel 5.4 staan grafisch weergegeven in Figuur 5.11 en Figuur 5.12.

Op 18 van de 23 zand-winterbedrijven (dat is 82%) blijkt de gemiddelde nitraatconcentratie in het grondwater boven de norm van 50 mg/l te liggen. Voor melkveebedrijven is de corresponderende waarde 64%, en voor akkerbouw- en overige bedrijven 100%. In drainwater ligt de gemiddelde nitraatconcentratie op 48% van alle

zand-winterbedrijven boven de norm. Voor dit type water is het onderscheid tussen melkveebedrijven tegenover akkerbouw- en overige bedrijven gering: 50% en 45% respectievelijk.

Met betrekking tot de gemiddelde ortho-fosfaatconcentratie blijkt dat in het grondwater maar op één bedrijf de norm van 0,1 mg p/l overschreden wordt. In het drainwater wordt op drie van de 23 bemonsterde bedrijven de norm niet gehaald.



Figuur 5.11 Gemiddelde waterkwaliteitskarakteristieken voor grondwater en drainwater, voor alle bedrijfstypen gecombineerd, bemonsterd tijdens het Zand-winterprogramma 2004/2005

Bovenstaande Figuur 5.11 toont aan dat de gemiddelde nitraatconcentratie in het grondwater hoger is dan in het drainwater. Voor sulfaat geldt het omgekeerde.

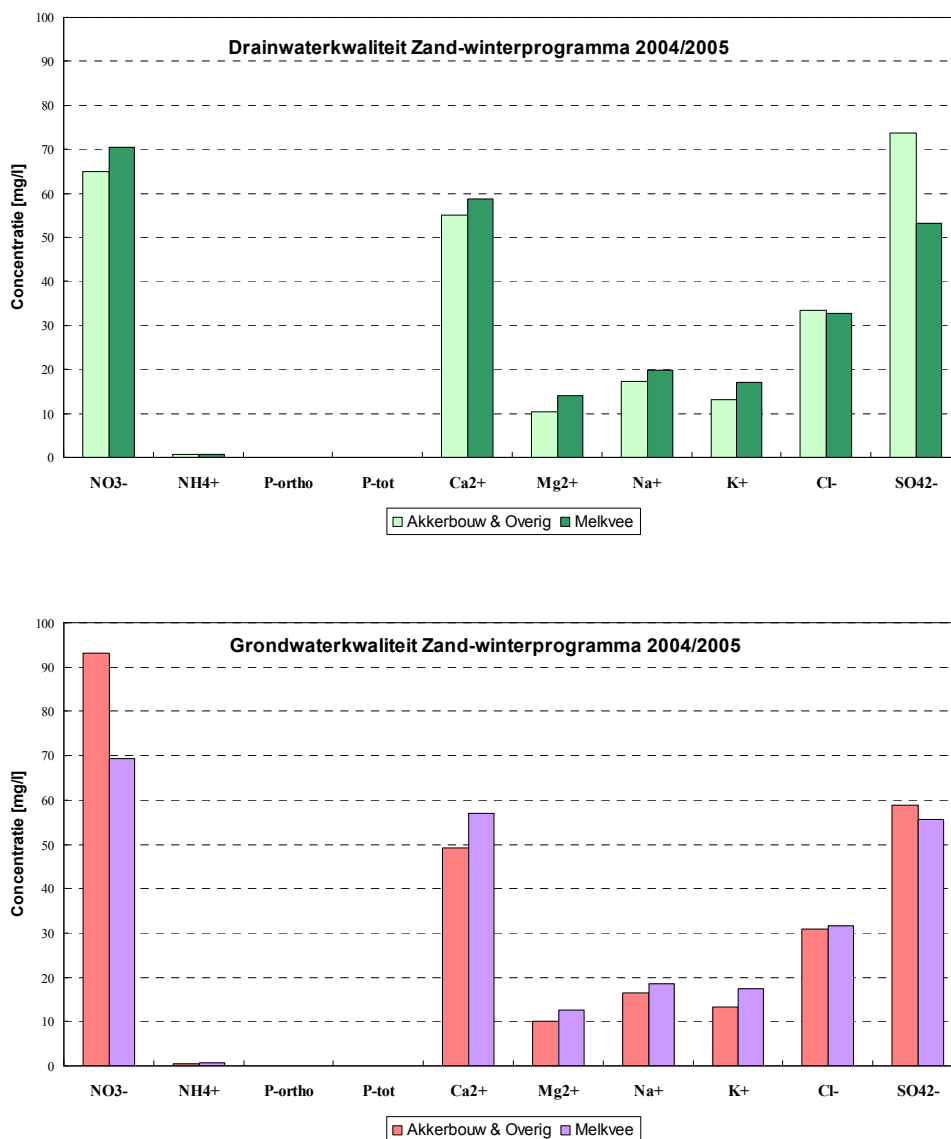
Vergelijking akkerbouwbedrijven versus melkveebedrijven

Een uitsplitsing voor de twee onderscheiden bedrijfstypen (melkveebedrijven ten opzichte van akkerbouw- en overige bedrijven) staat weergegeven in Figuur 5.12. Deze figuur laat zien dat de grondwaterkwaliteit op de twee bedrijfstypen verschilt. Op de melkveebedrijven blijkt er gemiddeld nauwelijks sprake van een verschil in nitraatconcentratie tussen grondwater en drainwater, terwijl dat verschil op akkerbouw- en overige bedrijven wel duidelijk aanwezig is: op akkerbouw- en overige bedrijven is de gemiddelde nitraatconcentratie in het grondwater duidelijk hoger dan in het drainwater.

Voor sulfaat geldt het omgekeerde: de gemiddelde sulfaatconcentratie in drainwater op akkerbouw- en overige bedrijven is duidelijk hoger dan de overeenkomstige concentratie in grondwater op dezelfde bedrijven. Voor melkveebedrijven is dit verschil gering.

Deze verschillen tussen de typen bedrijven zouden gerelateerd kunnen zijn aan verschillen in bemestingspraktijk (vooral tijd van bemesting). En de verschillen tussen de kwaliteit grondwater ten opzichte van drainwater zouden een relatie kunnen hebben met denitrificatie.

In de komende jaren dient nader onderzocht te worden of de hierboven geconstateerde verschillen consistent zijn en verklaard kunnen worden, of dat sprake is van een toevallig verschijnsel.

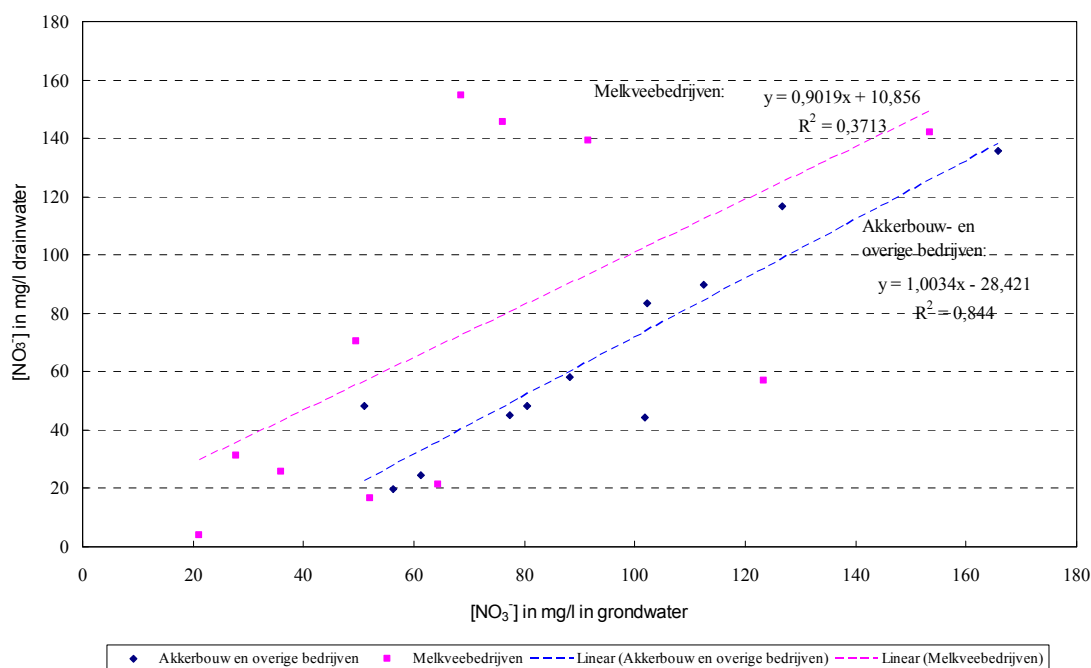


Figuur 5.12 Gemiddelde waterkwaliteitskarakteristieken voor drainwater (top) en grondwater (onder), voor akkerbouw- en overige bedrijven t.o.v melkveebedrijven, bemonsterd tijdens het Zand-winterprogramma 2004/2005

Verder toont de figuur dat het grondwater en drainwater onder melkveebedrijven gemiddeld sterker gemineraliseerd is (meer opgeloste stoffen bevat) dan onder akkerbouw- en overige bedrijven; deze observatie geldt niet voor het chloride-ion.

Mogelijke relatie tussen grondwaterkwaliteit en drainwaterkwaliteit

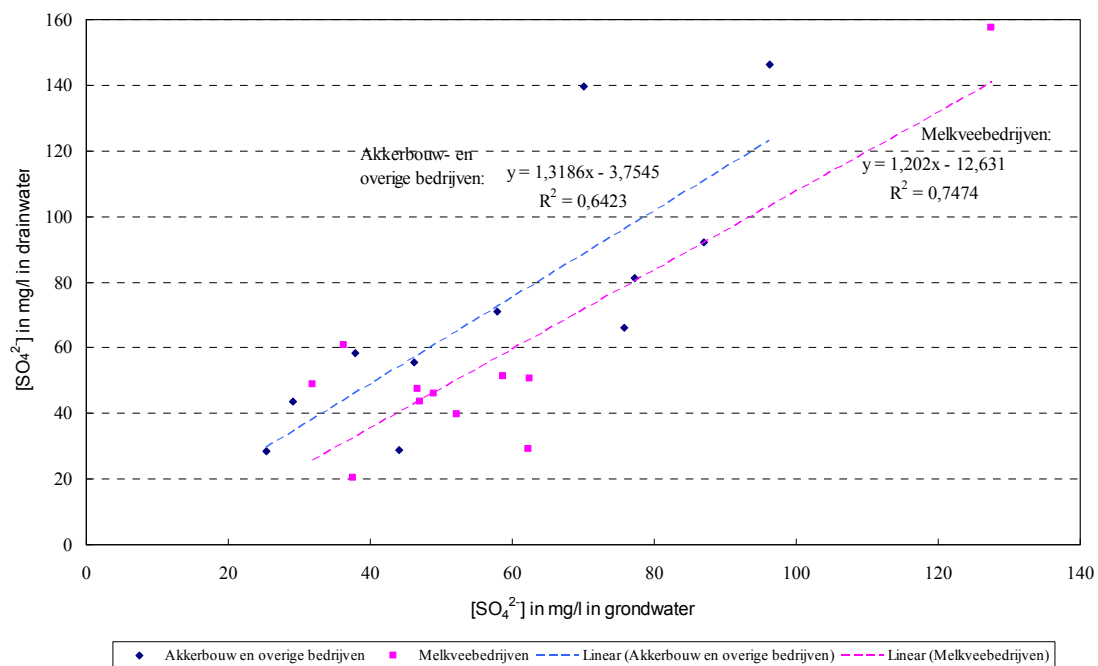
Het valt te verwachten dat de grondwaterkwaliteit gerelateerd is aan de drainwaterkwaliteit: de kwaliteit van het drainwater is waarschijnlijk een functie van de grondwaterkwaliteit. Om dit te onderzoeken zijn in onderstaande figuren de gemiddelde bedrijfsconcentraties aan nitraat en sulfaat, zoals gemeten in het grondwater (x-as) en in het drainwater (y-as) tegen elkaar uitgezet.



Figuur 5.13 Plot van bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie gemeten in grondwater en drainwater op respectievelijk akkerbouw- en overige bedrijven (blauw) en melkveebedrijven (paars); Zand-winterprogramma 2004/2005

Voor akkerbouw- en overige bedrijven blijkt er een sterke correlatie te bestaan tussen de bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie gemeten in grondwater en drainwater. De gemiddelde nitraatconcentratie in drainwater is vrijwel steeds kleiner dan de gemiddelde concentratie van het grondwater.

Op melkveebedrijven is de spreiding veel groter en de correlatie veel minder. De kwaliteit van het drainwater lijkt op melkveebedrijven veel minder direct bepaald te worden door de kwaliteit van het grondwater.



Figuur 5.14 Plot van bedrijfsgemiddelde sulfaatconcentratie gemeten in grondwater en drainwater op respectievelijk akkerbouw- en overige bedrijven (blauw) en melkveebedrijven (paars); Zand-winterprogramma 2004/2005.

Ook voor sulfaatconcentraties geldt dat er een positieve significante correlatie is tussen grondwater en drainwater.

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 P_2O_5 -overschotten op de bodembalans in 2004 van de in 2005 bemonsterde melkvee- en akkerbouwbedrijven vergeleken met de landelijke gemiddelden zoals gepubliceerd in Van den Ham et al. (2007)⁶. In paragraaf 6.1.3 wordt de in 2004 toegediende bemesting op de in 2005 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 volgens het BIN 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 BIN.

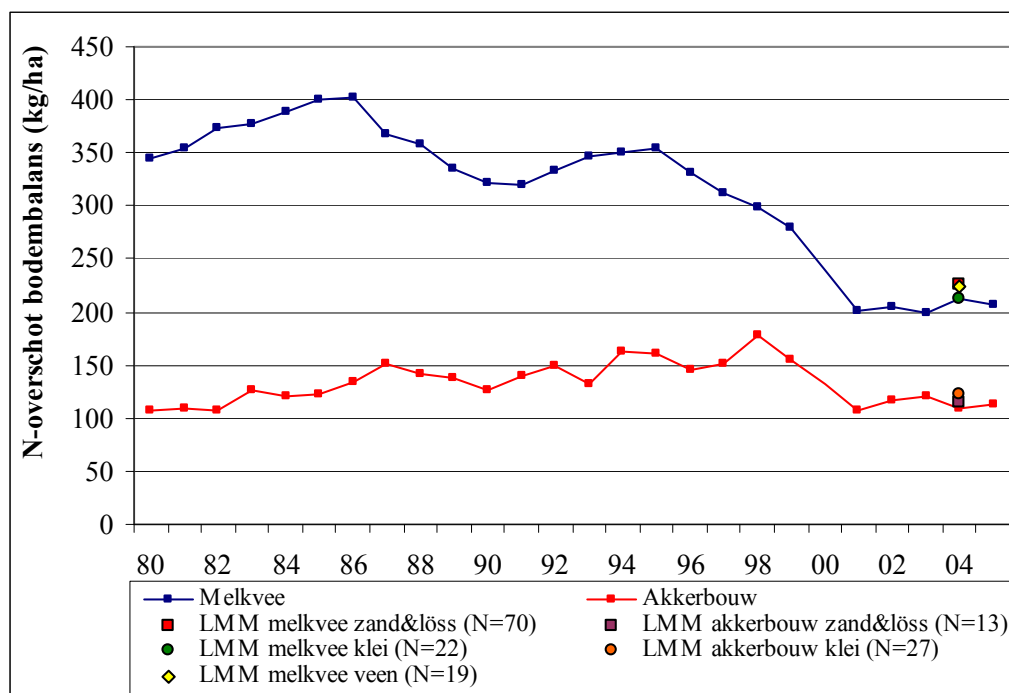
Het doel van deze paragraaf is om de in dit rapport gepresenteerde overschotten en bemesting te vergelijken met cijfers van eerdere jaren en andere metingen.

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 2004 was het N-overschot op de bodembalans van Nederlandse melkveebedrijven gemiddeld 212 kg per ha. Het gemiddelde N-overschot op de in 2005 bemonsterde LMM-bedrijven in de kleiregio week hier met 213 kg/ha nauwelijks van af. Het N-overschot in de LMM-regio's veen en zand/löss lag met respectievelijk 224 en 226 kg per ha iets hoger.

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 2004 was het gemiddelde N-overschot op Nederlandse akkerbouwbedrijven 109 kg per ha. Op de LMM-bedrijven in de zand/lössregio lag het gemiddelde N-overschot iets hoger met 115 kg per ha en in de kleiregio nog iets hoger met 123 kg per ha. Ook Zwart et al. (2008) laten hogere overschotten zien voor bedrijven in de kleiregio ten opzichte van bedrijven in de zandregio in de periode 2004-2006.

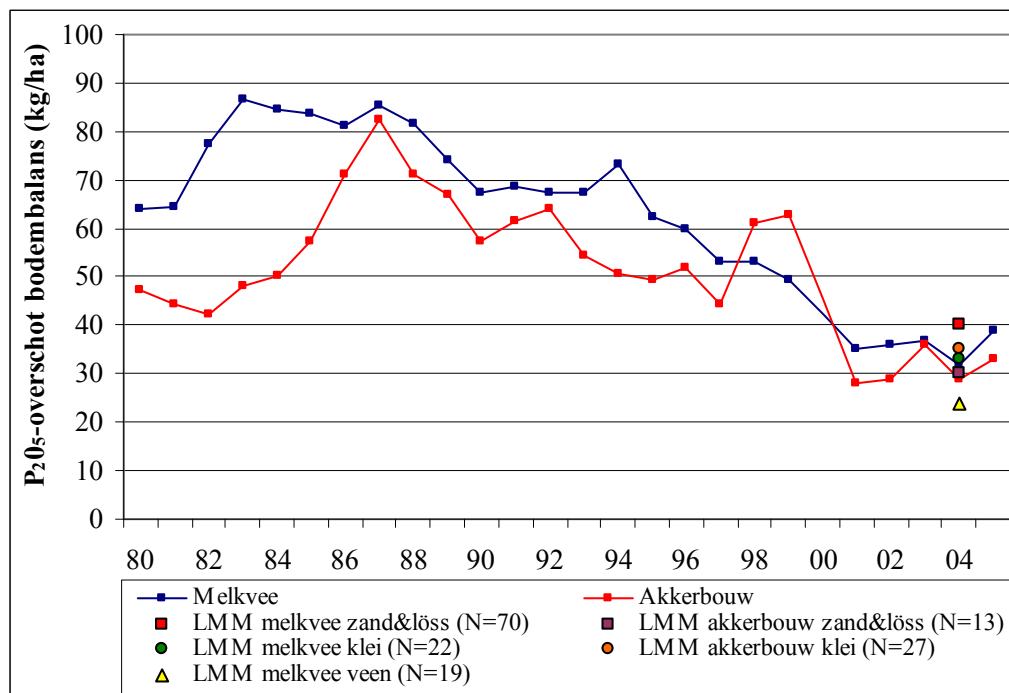
⁶ Ten opzichte van de studie van Van den Ham et al. (2007) zijn de overschotten op akkerbouwbedrijven in de jaren 2001-2005 enigszins gewijzigd door aanpassingen in de vastlegging.



Figuur 6.1 Gemiddelde N-overschot op de bodembalans (in kg per ha) in 2004 op de in 2005 bemonsterde melkvee- en akkerbouwbedrijven per regio ten opzichte van de landelijke trend per sector (bron: Van den Ham et al., 2007).

Figuur 6.2 laat zien dat de P_2O_5 -overschotten voor zowel melkvee- als akkerbouwbedrijven in de jaren '80 geleidelijk toenamen tot ongeveer 85 kg per ha in 1987. Vervolgens namen deze overschotten weer langzaam af. In 1998 en 1999 steeg het P_2O_5 -overschot op akkerbouwbedrijven tijdelijk tot ruim 60 kg per ha. 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 2004 was het gemiddelde overschot op melkveebedrijven in Nederland 32 kg per ha. De LMM-bedrijven in de kleiregio realiseerden een vergelijkbaar P_2O_5 -overschot van 33 kg per ha. De bemonsterde melkveebedrijven in de zand/lössregio zaten met 40 kg P_2O_5 per ha juist boven dit gemiddelde, terwijl de bemonsterde melkveebedrijven in de veenregio met 24 kg P_2O_5 per ha lager zaten.

Nederlandse akkerbouwbedrijven hadden gemiddeld in 2004 een P_2O_5 -overschot van 29 kg per ha. De LMM-bedrijven in de zand/lössregio realiseerden met 30 kg P_2O_5 per ha een overeenkomstig overschot. In de kleiregio was het gemiddelde P_2O_5 -overschot van de LMM-bedrijven met 35 kg per ha hoger in vergelijking met het Nederlandse gemiddelde.

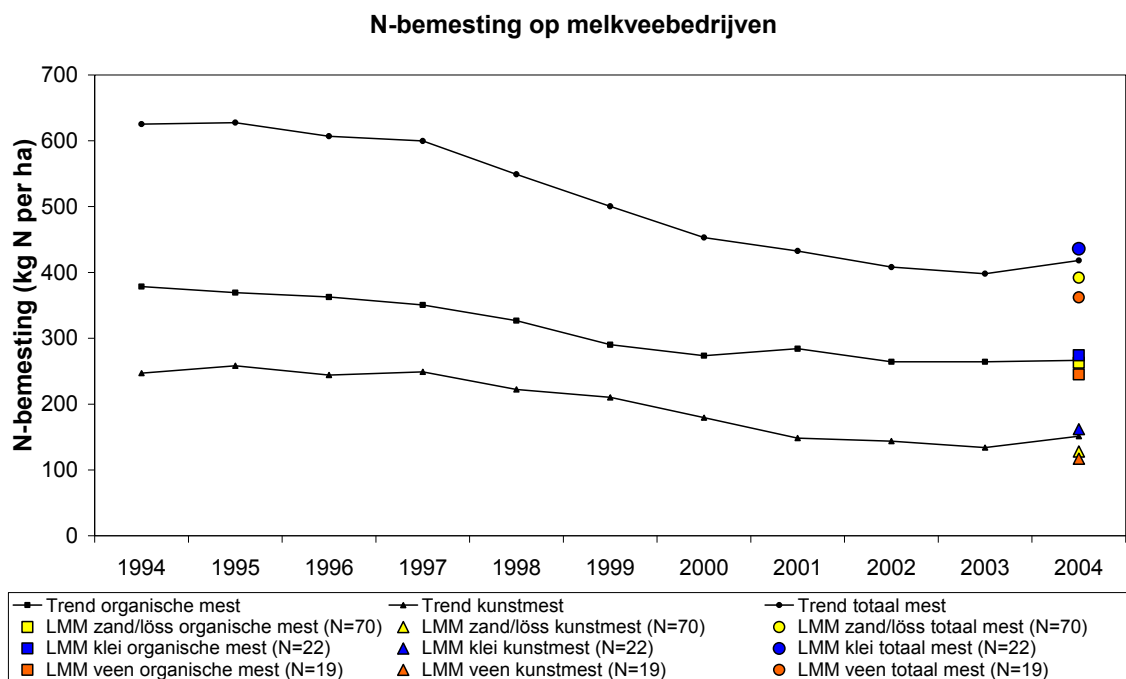


Figuur 6.2 Gemiddelde P₂O₅-overschot op de bodembalans (in kg per ha) in 2004 op de in 2005 bemonsterde melkvee- en akkerbouwbedrijven per regio ten opzichte van de landelijke trend per sector (bron: Van den Ham et al., 2007).

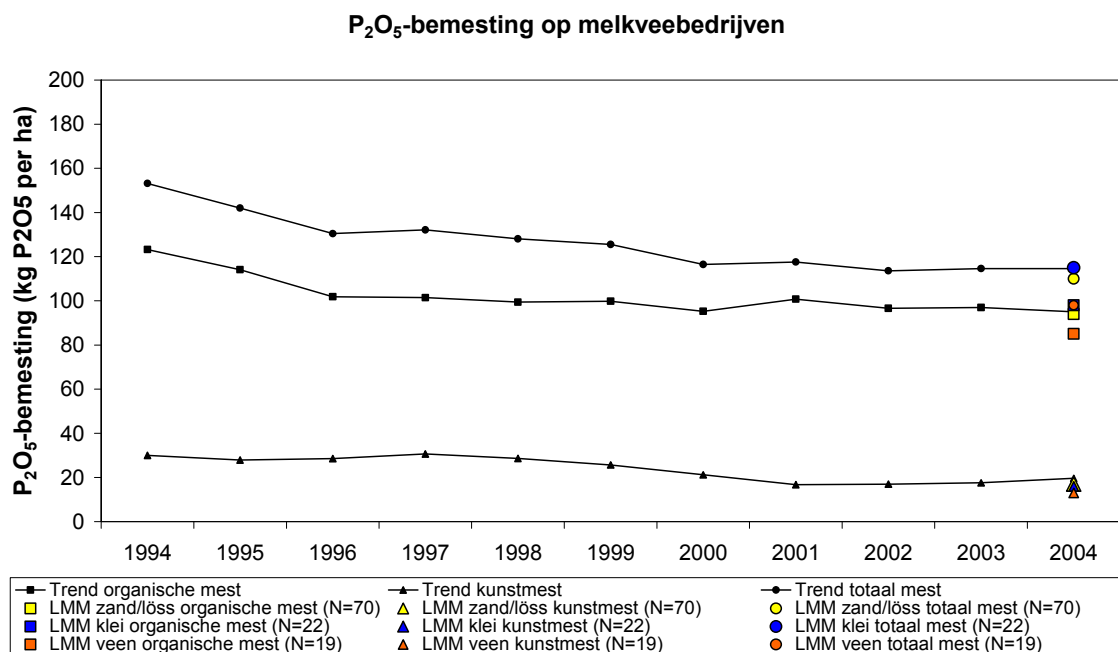
6.1.3 Bemesting

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. Vanaf 2002 heeft het gemiddelde gebruik aan N uit meststoffen op melkveebedrijven in Nederland zich gestabiliseerd rond de 400 kg per ha. In 2004 was het gemiddelde N-gebruik 418 kg per ha. De in 2005 LMM-bedrijven in de zand/lössregio en de veenregio hadden in 2004 een respectievelijk 26 en 56 kg per ha lager N-gebruik dan het gemiddelde Nederlandse bedrijf. De kleiregio zat juist 18 kg per ha hoger. De verschillen in het totale N-gebruik tussen de regio's zijn vooral het gevolg van verschillen in gebruik van kunstmest. De LMM-bedrijven in de kleiregio zaten qua gebruik van kunstmest met 162 kg per ha iets hoger dan het Nederlandse gemiddelde van 151 kg per ha. De zand/lössregio zat 23 kg per ha en de veenregio zelfs 34 kg per ha lager dan dit Nederlands gemiddelde. Het verschil in het N-gebruik van organische mest tussen de regio's was echter kleiner.

Het gebruik aan fosfaat uit meststoffen op melkveebedrijven (Figuur 6.4) is gedaald van 153 kg in 1994 tot ongeveer 115 kg in de jaren na 2000. Deze daling kwam in de eerste jaren tot stand door een daling van het gebruik aan fosfaat uit dierlijke mest gevolgd door een daling in het gebruik aan fosfaatkunstmest in de periode 1997-2001. In 2004 was het gemiddelde fosfaatgebruik op Nederlandse melkveebedrijven 115 kg per ha, net zo hoog als het gebruik op de LMM-bedrijven in de kleiregio. De LMM-bedrijven in de zand/löss- en veenregio's hadden met respectievelijk 110 en 98 kg fosfaat per ha een lager gebruik. De verschillen in het totale fosfaatgebruik tussen de LMM-regio's waren vooral het gevolg van verschillen in gebruik van (fosfaat uit) organische mest. Vooral in de veenregio was het fosfaatgebruik uit organische mest lager in vergelijking met de andere LMM-gebieden en het landelijk gemiddelde.

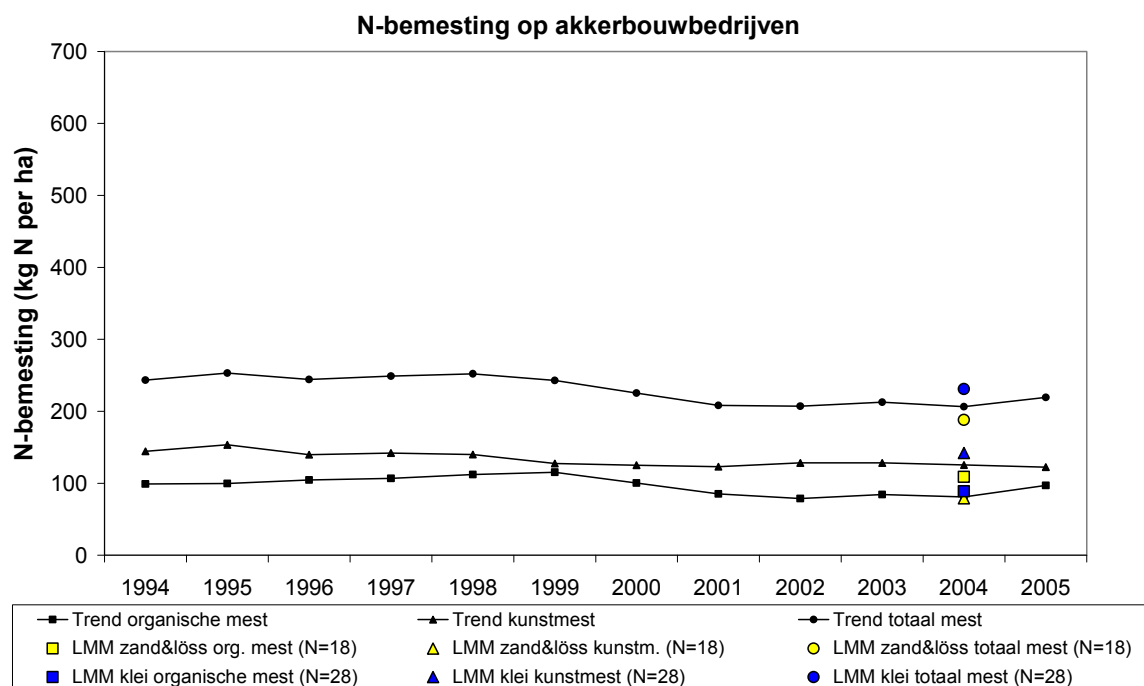


Figuur 6.3 Gemiddelde N-bemesting (kg/ha) via kunstmest en dierlijke mest in 2004 op de in 2005 bemonsterde LMM-melkveebedrijven ten opzichte van de landelijke trend in N-bemesting op melkveebedrijven. Bronnen: BIN (aan- en afvoer van dierlijke mest en kunstmest) en CBS, 2009 (productie dierlijke mest).



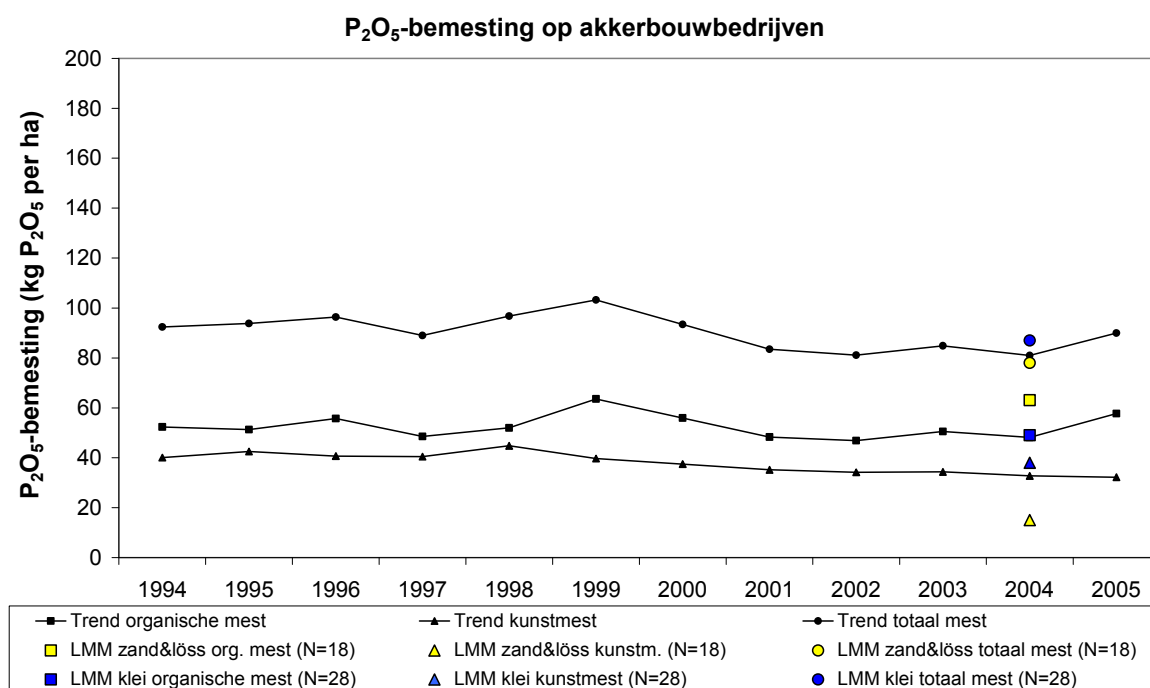
Figuur 6.4 Gemiddelde P₂O₅-bemesting (kg/ha) via kunstmest en dierlijke mest in 2004 op de in 2005 bemonsterde LMM-melkveebedrijven ten opzichte van de landelijke trend in P-bemesting op melkveebedrijven. Bronnen: BIN (aan- en afvoer van dierlijke mest en kunstmest) en CBS, 2009 (productie dierlijke mest).

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 ligt de totale bemesting tussen 240 en 255 kg N per ha, daarna treedt een daling op. In de jaren na 2000 varieert de totale N-bemesting op akkerbouwbedrijven tussen 205-220 kg N per ha. In 2004 was dit gemiddeld 206 kg waarvan 81 kg uit organische mest. Op de in 2005 bemonsterde akkerbouwbedrijven in de zand/lössregio lag de totale N-bemesting in 2004 op een wat lager niveau dan het gemiddelde Nederlandse akkerbouwbedrijf. Het N-gebruik uit organische mest was in deze regio met 109 kg per ha hoger dan het gemiddelde akkerbouwbedrijf in Nederland. Het N-kunstmestgebruik was daarentegen behoorlijk lager. De LMM-bedrijven in de kleiregio realiseerden een hoger totaal N-gebruik per ha dan het gemiddelde akkerbouwbedrijf doordat per ha zowel meer N uit organische mest als ook uit kunstmest is gebruikt.



Figuur 6.5 Gemiddelde N-bemesting (in kg per ha) via kunstmest en organische mest in 2004 op de in 2005 bemonsterde LMM-akkerbouwbedrijven ten opzichte van de landelijke trend in N-bemesting op akkerbouwbedrijven. Bron: BIN.

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 2004 lag de totale fosfaatbemesting gemiddeld op 81 kg per ha waarvan 48 kg uit organische mest. Op de in 2005 bemonsterde akkerbouwbedrijven in de zand/lössregio lag de totale fosfaatbemesting in 2004 met 78 kg per ha iets lager dan het landelijk gemiddelde. Deze bedrijven gebruikten met 63 kg per ha meer fosfaat uit dierlijke mest en met 15 kg per ha juist minder fosfaat uit kunstmest dan het gemiddelde akkerbouwbedrijf in Nederland. De LMM-bedrijven in de kleiregio hebben met 87 kg per ha een hogere totale fosfaatbemesting dan het gemiddelde akkerbouwbedrijf. In deze regio werd ongeveer evenveel fosfaat uit organische mest gebruikt in vergelijking met het Nederlandse gemiddelde en iets meer fosfaat uit kunstmest.



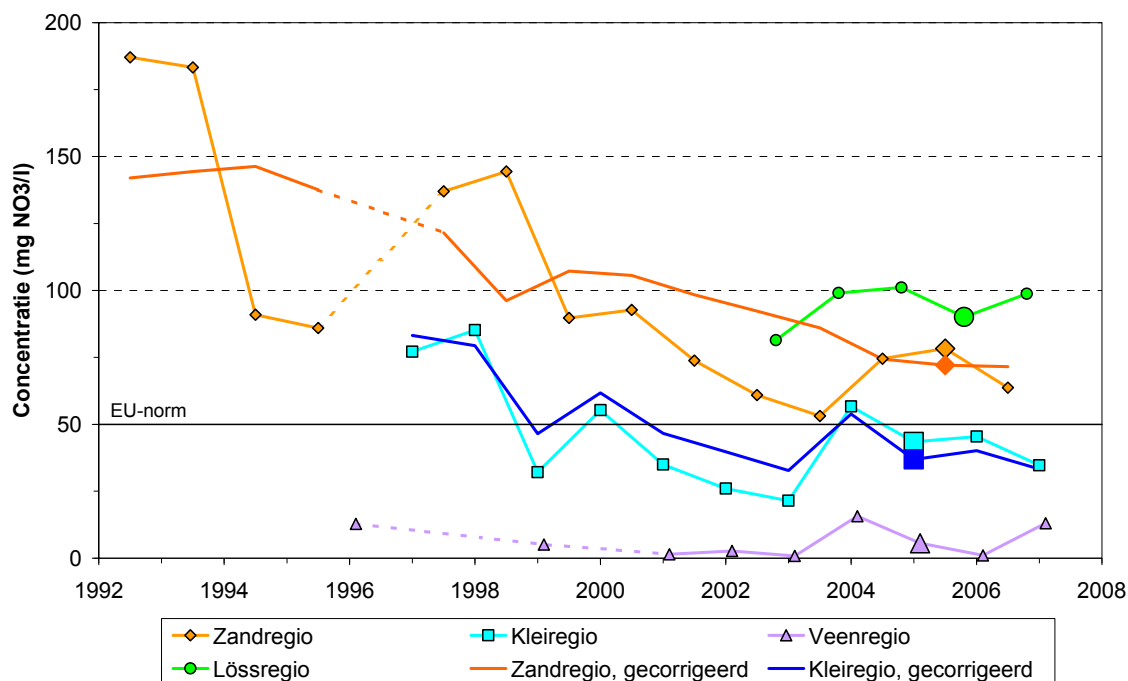
Figuur 6.6 Gemiddelde P₂O₅-bemesting (in kg per ha) via kunstmest en organische mest in 2004 op de in 2005 bemonsterde LMM-akkerbouwbedrijven ten opzichte van de landelijke trend in N bemesting op akkerbouwbedrijven (bron: BIN).

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 Wattel-Koekkoek et al., 2008). 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 6.7

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.



Figuur 6.7 Gemeten en gecorrigeerde nitraatconcentraties in de hoofdgrondsoortregio's. De meetpunten die betrekking hebben op het jaar 2005 zijn vergroot weergegeven. Wanneer in de meetreeks een jaar ontbreekt, zijn de meetwaarden van de aansluitende jaren met een onderbroken lijn verbonden.

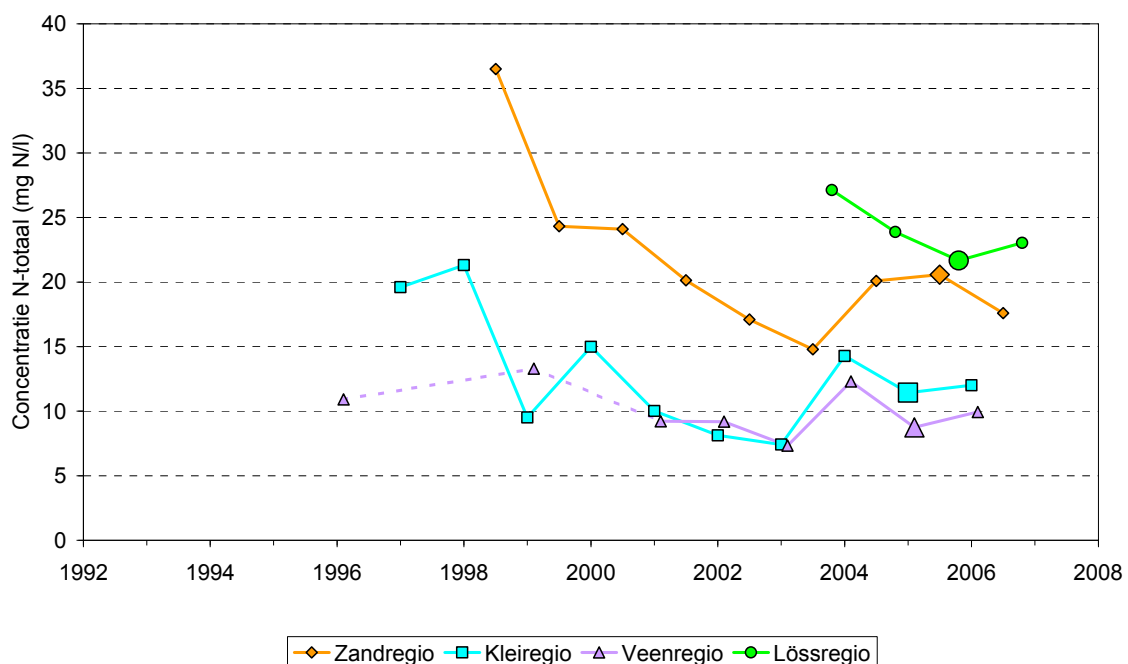
De waterkwaliteit van het bovenste grondwater wordt door vele factoren beïnvloed. Naast aard van een bedrijf en bedrijfsvoering, is de hoeveelheid neerslag en het neerslagoverschot in de periode voorafgaande aan bemonstering een belangrijke factor. Verder heeft de keuze van de bedrijven waar bemonsterd 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. Deze laatste factor zal in de komende jaren van minder belang zijn, omdat vanaf 2006 zoveel als mogelijk een vast meetnet gebruikt zal worden.

Zowel de gecorrigeerde als de ongecorrigeerde nitraatconcentratie in de zandregio geeft vanaf 1998 tot en met 2003 een duidelijk dalende trend weer. In 2004 en 2005 is echter geen sprake meer van een dalende trend in de ongecorrigeerde cijfers, als gevolg van de uitzonderlijk droge weersomstandigheden in 2003. De gecorrigeerde meetwaarden geven daarentegen in 2004 nog steeds een daling in de nitraatconcentratie aan. De grote variatie die zichtbaar is in de ongecorrigeerde meetcijfers is er uitgefilterd.

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. Wanneer het neerslagoverschot de belangrijkste correctiefactor is, is duidelijk dat het model in de kleiregio nog verder ontwikkeld moet worden. De dalende trend die was ingezet, lijkt in 2004 doorbroken, maar zet in 2005 weer door.

6.2.2 N-Totaal

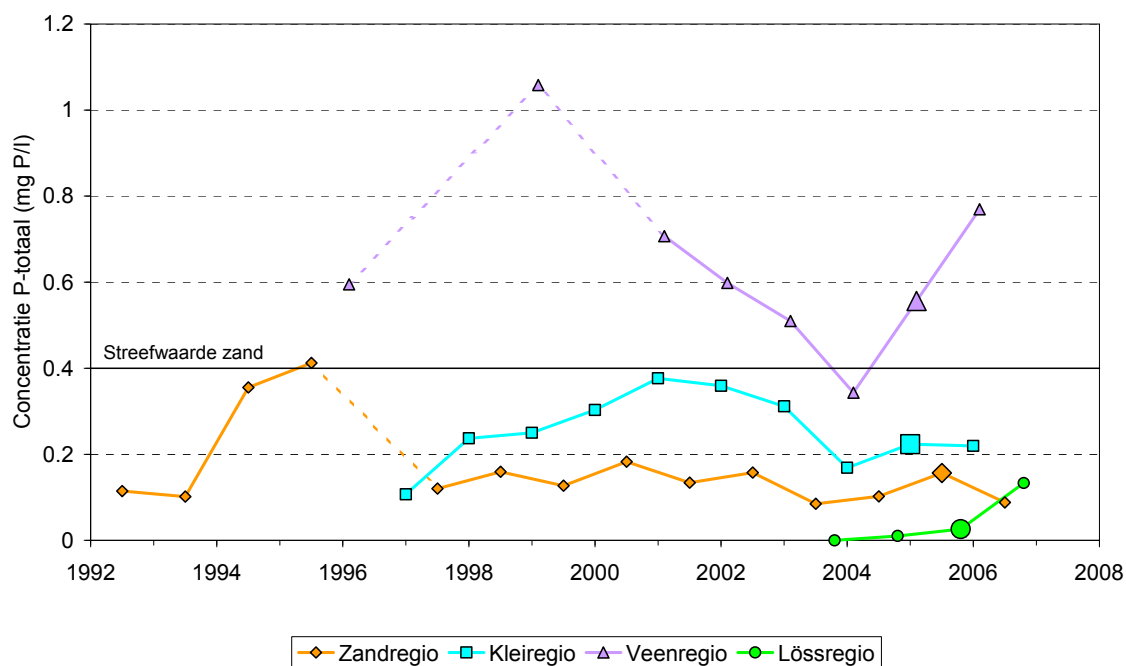
In Figuur 6.8 is een overzicht gegeven van de gemeten jaargemiddelde N-totaalconcentraties voor de zandregio-, löss-, klei- en veenregio. Met name in de zandregio is sinds de jaren '90 sprake van een dalende trend. In 2003 worden de laagste waarden van de huidige meetreeks bereikt. In 2004 is er, als gevolg van de uitzonderlijk droge weersomstandigheden in 2003, sprake van hogere N-totaalconcentraties in alle vier hoofdgrondsoortregio's. In 2005 neemt de N-totaalconcentratie in de lössregio, de kleiregio en de veenregio af ten opzichte van 2004. In de zandregio is de N-totaalconcentraties in 2005 echter licht gestegen ten opzichte van 2004.



Figuur 6.8 Gemeten N-totaalconcentraties (in mg N/l) in de hoofdgrondsoortregio's. De meetpunten die betrekking hebben op het jaar 2005 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 P-totaalconcentraties voor de zand-, löss-, klei- en veenregio. Voor P-totaal is in geen van de hoofdgrondsoortregio's een duidelijke trend aan te geven. Wel is in alle regio's de P-totaalconcentratie in 2005 gestegen. De P-totaalconcentratie in de veenregio varieert sterk. Een deel van de schommeling kan mogelijk worden toegeschreven aan het geringe aantal LMM-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 wordt veroorzaakt door een geringe afwijking van de selectiecriteria van de voor Figuur 6.9 gebruikte dataset ten opzichte van de selectiecriteria zoals gebruikt in eerdere hoofdstukken van dit jaarrapport.



Figuur 6.9 Gemeten P-Totaalconcentraties (in mg P/l) in de hoofdgrondsoortregio's. De meetpunten die betrekking hebben op het jaar 2005 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

- Berg R van den, H. Westhoek en W Weltevrede (eds.) (2002). Minas en Milieu. Balans en Verkenning. RIVM rapport 718201005
- 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, , B. Koole (2003) Standard Gross Margins in the Netherlands. Den Haag, Landbouw Economisch Instituut, LEI rapport 1.03.04.
- 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, pp 163-177.
- Bruggen, C. van (2007). Dierlijke mest en mineralen 2002. Voorburg/Heerlen, Centraal Bureau voor de Statistiek (www.cbs.nl).
- Bureau Heffingen (2001). Tabellenbrochure 2001. Bureau Heffingen, Assen.
- CBS website STATLINE: Landbouw; economische omvang, naar omvangsklasse, bedrijfstype ([http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?DM=SLNL&PA=71800ned&D1=0,2&D2=0-8&D3=0-1,8,21,32&D4=0,\(1-2\)-1&VW=T](http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?DM=SLNL&PA=71800ned&D1=0,2&D2=0-8&D3=0-1,8,21,32&D4=0,(1-2)-1&VW=T))
- CBS website STATLINE (2009). Productie van dierlijke mest en mineralen naar bedrijfstype. (<http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?DM=SLNL&PA=70950ned&D1=0-3,7,11,20,31,34,43,46&D2=0-1,5,9&D3=0&D4=6,10,14-15&HDR=G2,T&STB=G3,G1&VW=T>)
- CIW (2000). Normen voor het waterbeheer. Achtergronddocument NW4, Commissie Integraal Waterbeheer.
- CVB (2003) Tabellenboek Veevoeding. Lelystad, Centraal Veevoeder Bureau.
- Dienst Regelingen (2006) www.hetInvloket.nl, zoek term 'brochure mestbeleid 2006'. Assen, Dienst Regelingen van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, d.d. 14 maart 2007.
- Dijk, W. van (2003). Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Lelystad, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, PPO verslag 307.
- Dijk, W. van, J.G. Conijn, J.F.M. Huijsmans, J.C. van Middelkoop, K.B. Zwart (2004). Onderbouwing N-werkingscoefficient organische mest. Lelystad, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, PPO Rapport 337.
- Drecht, G. van en E. Schepers (1998). Actualisering van model NLOAD voor de nitraatuitspoeling van landbouwgronden; beschrijving van model en GIS-omgeving. Bilthoven, RIVM Rapport 711501002.
- EU (1991). Implementation of Nitrates Directive. Directive 91/676/EEC (<http://ec.europa.eu/environment/water/water-nitrates/directiv.html>).
- Fraters, B., L.J.M. Boumans, H.P. Prins (2001). Achtergrondconcentraties van 17 sporenmetalen in het grondwater van Nederland. Bilthoven, RIVM Rapport 711701017.

Fraters, B., P.H. Hotsma, V.T. Langenberg, T.C. van Leeuwen, A.P.A. Mol, C.S.M. Olsthoorn, C.G.J. Schotten, 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. Bilthoven, RIVM Rapport 500003002.

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. Bilthoven, RIVM Rapport 680100001/2005.

Fraters, B., J. Doze, P.H. Hotsma, V.T. Langenberg, C.T. van Leeuwen, C.S.M. Olsthoorn, W.J. Willems, M.H. Zwart (2008). Inventarisatie van de gegevens-, monitor- en modelbehoefte voor de EU-Nitraatrichtlijnrapportage 2008. Bilthoven, RIVM Briefrapport 680716001.

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, D.W. de Hoop (2007). Bodemoverschotten op landbouwbedrijven; Deelrapportage in het kader van de Evaluatie Meststoffenwet 2007 (EMW 2007). Den Haag, LEI Wageningen UR, rapport 3.07.05.

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

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

Nederlandse Prioritaire Stoffenlijst, Arseen en Arseenverbindingen, 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, H.G. van der Meer, K.W. van der Hoek (2000). Forfaitaire waarden voor gasvormige stikstofverliezen uit stallen en mestopslagen. Wageningen, Alterra Rapport 107.

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

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

Roest, C.W.J., P.J.T. van Bakel en A.A.M.F.R. Smit (2003) Actualisering van de zouttolerantie van land- en tuinbouwgewassen ten behoeve van de berekening van de zoutschade in Nederland met het RIZA-instrumentarium. Alterra.

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, 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. Wageningen, Plant Research International, Report 93.

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.

Swen, H.M., J.W. Reijers, T.C. van Leeuwen, G. Doornewaard, B. Fraters, E.J.W. Wattel-Koekkoeck, L.J.M. Boumans (2008). Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid, LMM-jaarrapport 2004. Bilthoven, RIVM Rapport 680717006.

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

Velthof, G.L., 2000. Advies Prioritering Onderzoek en Monitoring Fosfaat en Stikstof. Advies in opdracht van Ministeries VROM en LNV

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

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

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, 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

Bijlage 1 Overzicht van gemeenten per LMM-grondsoortgebied in 2005

Tabel B.1 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	DeMarne
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

Noordhollandse droogmakerijen en Ysselmeerpolders (3)

gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente
34	Almere	412	Niedorp	534	Hillegom
50	Zeewolde	416	Langedijk	537	Katwijk
171	Noordoostpolder	420	Medemblik	553	Lisse
184	Urk	429	Obdam	558	Wester-Koggenland
303	Dronten	432	Opmeer	567	Nieuwerkerk aan den IJssel
358	Aalsmeer	441	Schagen	575	Noordwijk
361	Alkmaar	448	Texel	576	Noordwijkerhout
362	Amstelveen	451	Uithoorn	579	Oegstgeest
364	Andijk	453	Velsen	599	Rotterdam
366	Anna Paulowna	454	Venhuizen	602	Rijnsburg
370	Beemster	458	Schermer	603	Rijswijk
373	Bergen	459	Wervershoof	604	Sassenheim
375	Beverwijk	462	Wieringen	619	Valkenburg
377	Bloemendaal	463	Wieringermeer	625	Voorhout
383	Castricum	466	Wognum	627	Waddinxveen
388	Enkhuizen	476	Zijpe	629	Wassenaar
392	Haarlem	492	Bergschenhoek	637	Zoetermeer
394	Haarlemmermeer	493	Berkelen-Rodenrijs	645	Jacobswoude
395	Harenkarspel	495	Bleiswijk	995	Lelystad

396	Heemskerk	498	Drechterland	1666	Zevenhuizen-Moerkapelle
			Capelle aan den		
397	Heemstede	502	IJssel	1783	Westland
398	Heerhugowaard	503	Delft	1842	Midden-Delfland
399	Heiloo	518	's-Gravenhage	1926	Pijnacker-Nootdorp
400	DenHelder	529	Noorder-Koggenland		
405	Hoorn	532	Stede-Broec		

Westelijk weidegebied (4)

gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente	gemnr	Gemeente
305	Abcoude	457	Weesp	608	Schoonhoven
310	DeBilt	478	Zeevang	610	Slidrecht
311	Breukelen	479	Zaanstad	623	Vlist
313	Bunschoten	480	TerAar	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 Rijk	499	Boskoop	689	Giessenlanden
381	Bussum	512	Gorinchem	693	Graafstroom
384	Diemen	513	Gouda	694	Liesveld
			Hardinxveld-		
385	Edam-Volendam	523	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	Wijdmeren
439	Purmerend	590	Papendrecht	1916	Leidschendam-Voorburg
450	Uitgeest	595	Reeuwijk		

Westelijk zeekleigebied (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	Spijkensisse	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	Vlaardingingen	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	Grootegast	109	Coevorden	1690	DeWolden
17	Haren	118	Hoogeveen	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	175	Ommen	1509	Oude IJsselstreek
147	Borne	177	Raalte	1700	Twenterand
148	Dalfsen	183	Tubbergen	1735	Hof van Twente
150	Deventer	189	Wierden	1742	Rijssen-Holtén
153	Enschede	197	Aalten	1773	Olst-Wijhe
158	Haaksbergen	222	Doetinchem	1774	Dinkelland
163	Hellendoorn	240	Groenlo	1859	Berkelland
164	Hengelo	262	Lochem	1876	Bronckhorst
168	Losser	294	Winterswijk	1955	Montferland
173	Oldenzaal	301	Zutphen		

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
			Driebergen-		
244	Hattem	316	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	274	Renkum	344	Utrecht
202	Arnhem	275	Rheden	352	Wijk bij Duurstede
209	Beuningen	281	Tiel	353	IJsselstein
213	Brummen	282	Ubbergen	356	Nieuwegein
214	Buren	285	Voorst	545	Leerdam
216	Culemborg	289	Wageningen	620	Vianen
221	Doesburg	293	Westervoort	668	West-Maas en Waal
225	Druten	296	Wijchen	733	Lingewaal
226	Duiven	297	Zaltbommel	738	Aalburg
236	Geldermalsen	299	Zevenaar	797	Heusden
241	Groesbeek	304	Neerijnen	874	Woudrichem
252	Heumen	312	Bunnik	1705	Lingewaard
263	Maasdriel	321	Houten	1734	Over-Betuwe
265	Millingen aan de Rijn	335	Montfoort	1740	Neder-Betuwe
268	Nijmegen				

Zuidelijk zandgebied (12)

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

808	Lith	925	Hunsel	1706	Cranendonck
809	Loon op Zand	929	Kessel	1711	Echt-Susteren
815	Mill en Sint-Hubert	933	Maasbracht	1721	Bernheze
820	Nuenenc.a.	934	Maasbree	1723	Alphen-Chaam
823	Oirschot	941	Meijel	1724	Bergeijk
824	Oisterwijk	944	Mook en Middelaar	1728	Bladel
828	Oss	946	Nederweert	1771	Geldrop-Mierlo
840	Rucphen	957	Roermond	1937	Heel
844	Schijndel	964	Sevenum		

Zuid-Limburg (13)

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

Bijlage 2 Overzicht van bedrijfstypen binnen de NEG-typering

Tabel B.2 Overzicht van de 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	Open gronds groentebedrijven	2022	Glasbloemenbedrijven
2012	Glasgroentebedrijven	2023	Andere bloemenbedrijven
2013	Andere groentebedrijven	2039	Andere tuinbouwbedrijven
2021	Open gronds bloemenbedrijven		
3 Blijvende teeltbedrijven			
3210	Fruitbedrijven	3490	Andere blijvende teelten
3480	Boonkwekerijbedrijven		
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 2005

Tabel B.3 Grondgebruik van land- en tuinbouwbedrijven in 2005, 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 voeder- gewassen (ha)	Akker- bouwgewassen (ha)	Overige grond (ha)	Totaal cultuurgrond (ha)
Akkerbouwbedrijven	12.358	19.921	29.301	412.225	17.414	478.861
Tuinbouwbedrijven	10.239	3.553	1.864	12.897	49.765	68.078
Blijvende-teeltbedrijven	4.520	1.600	1.001	3.949	30.295	36.845
Melkveebedrijven	20.567	661.104	143.728	32.606	1.638	839.075
Overige graasdierbedr.	20.531	216.908	26.150	10.017	972	254.047
Hokdierbedrijven	6.083	12.670	13.079	16.116	1.075	42.940
Gewassencombinaties	1.487	3.561	2.892	28.791	10.013	45.256
Veeteeltcombinaties	2.017	24.909	10.519	6.506	1.130	43.064
Gewas- en veeteeltcombin.	4.028	36.134	19.111	52.741	4.660	112.645
Totaal	81.830	980.359	247.645	575.847	116.961	1.920.812

Bron: CBS-Landbouwtelling 2005

Tabel B.4 Bedrijven en arealen die door het LMM-steekproefkader in 2005 werden gedekt, landelijk, en verdeeld naar hoofdgrondsoort en LMM-bedrijfstype.

	Aantal bedrijven (geteld)	Grasland (ha)	Maïs/andere voedergewassen (ha)	Akkerbouw- gewassen (ha)	Overige grond (ha)	Totaal areaal (ha)
Totale land- en tuinbouw in NL:	81.830	980.359	247.645	575.847	116.961	1.920.812
- w.v. in LMM-regio ZAND	43.431	477.843	180.955	204.473	39.950	903.222
- w.v. in LMM-regio KLEI	28.175	286.052	47.002	349.597	71.786	754.436
- w.v. in LMM-regio VEEN	8.970	205.820	16.008	7.594	3.685	233.108
- w.v. in LMM-regio LÖSS	1.254	10.644	3.680	14.183	1.539	30.046
Steekproefpopulatie regio ZAND						
- akkerbouwbedrijven	2.364	6.738	9.492	107.026	3.990	127.246
- melkveebedrijven	10.968	306.011	101.214	17.910	1.104	426.239
- hokdierbedrijven	1.316	5.384	8.196	10.867	717	25.164
- overige bedrijven	5.374	94.862	34.716	33.899	3.349	166.826
Totaal (in % van totale regio)	46.1%	86.4%	84.9%	83.0%	22.9%	82.5%
Steekproefpopulatie regio KLEI						
- akkerbouwbedrijven	5.260	8.064	6.405	266.396	12.284	293.150
- melkveebedrijven	4.724	184.544	26.910	11.163	413	223.030
- overige bedrijven	2.437	62.436	6.831	24.899	1.794	95.960
Totaal (in % van totale regio)	44.1%	89.2%	85.4%	86.5%	20.2%	81.1%
Steekproefpopulatie regio VEEN						
- melkveebedrijven	4.035	161.797	13.018	1.861	72	176.748
In % van totale regio	45.0%	78.6%	81.3%	24.5%	2.0%	75.8%
Steekproefpopulatie regio LÖSS						
- akkerbouwbedrijven	214	642	346	7.882	102	8.971
- melkveebedrijven	188	5.003	2.025	1.376	13	8.416
- hokdierbedrijven	14	55	59	193	5	312
- overige bedrijven	200	3.601	857	2.624	77	7.160
Totaal (in % van totale regio)	49.1%	87.4%	89.3%	85.1%	12.8%	82.7%
Totale LMM-steekproefkader	37.094	839.136	210.069	486.095	23.921	1.559.222
- In % van tot. NL land- en tuinbouw	45,3%	85,6%	84,8%	84,4%	20,5%	81,2%

Bron: CBS-Landbouwtelling 2005

Bijlage 4 Grondwatertrap en bodemtype per regio en bedrijfstype

Tabel B.5 Relatieve oppervlakte (%) per grondwatertrap per regio en bedrijfstype (Van Drecht en Schepers, 1998).

GW-trap	Kleiregio		Veenregio		Zand/lössregio		Overig
	Akkerbouw	Melkvee	Melkvee	Akkerbouw	Hokdier	Melkvee	
Opp. open water	3,2	0,6	0,1	0,2	0,0	0,4	1,8
Gt I	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
Gt II	0,0	8,7	43,9	3,4	0,0	7,8	0,2
Gt II*	0,0	0,0	14,6	0,0	0,0	0,8	0,0
Gt III	3,6	14,2	25,1	4,9	13,2	19,3	24,9
Gt III*	1,5	4,2	6,1	10,9	3,1	10,9	7,1
Gt IV	0,7	9,9	3,4	17,5	0,2	1,8	6,9
Gt V	5,5	13,1	2,8	1,6	10,5	12,1	18,4
Gt V*	22,1	13,1	2,3	2,2	9,8	5,9	5,6
Gt VI	53,5	18,7	1,5	27,7	28,8	20,3	17,8
Gt VII	9,9	17,0	0,2	9,1	28,2	8,9	7,5
Gt VII*	0,0	0,0	0,0	21,2	6,1	11,0	9,8
Gt VIII	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,7	0,0

Tabel B.6 Relatieve oppervlakte (%) per bodemtype per regio en bedrijfstype (Van Drecht en Schepers, 1998).

Bodemtype	Kleiregio		Veenregio		Zand/lössregio		Overig
	Akkerbouw	Melkvee	Melkvee	Akkerbouw	Hokdier	Melkvee	
Veen	0,2	2,2	49,9	20,5	0,0	5,6	5,1
Zand	17,8	11,7	5,8	34,5	95,4	65,6	78,5
Zeeklei	81,1	51,8	36,8	0,0	0,0	1,1	0,0
Rivierklei	0,0	33,6	6,2	0,0	0,0	6,6	4,2
Oude klei	0,0	0,0	0,0	3,7	0,6	2,3	0,0
Leem/löss	0,0	0,0	0,0	19,8	0,0	7,5	8,7
Moerig en overig	1,0	0,7	1,2	21,6	4,0	11,4	3,5

Bijlage 5 Kwaliteit van grond- en drainwater EM-bedrijven in 2005

Tabel B.7 Gemiddelde nitraatconcentratie, standaard afwijking (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%	50%	75%	90%	Gemid.	St.afw.	% onder norm	Verschil
Klei	Akkerbouw	27	14,0	17,2	44,0	71,3	87,0	49,0	32,8	54	B
	Melkvee	22	1,3	5,2	23,1	57,4	124,5	41,8	48,6	68	B
Veen	Melkvee	20	0	0	0,62	10,8	16,9	5,51	8,08	100	A
Zand en löss	Akkerbouw	15	29,7	72,2	79,3	109,0	123,0	85,4	43,4	13	C
	Hokdier	16	82,6	117,4	155,0	246,8	344,2	191,0	108,3	1,6	D
	Melkvee	73	11,7	27,7	51,5	83,0	112,0	57,3	38,9	47	B
	Overig	13	69,1	75,7	90,0	122,8	132,5	93,4	30,0	3,8	C

Tabel B.8 Gemiddelde N-totaalconcentratie, standaard afwijking (mg/l). **N-totaal**

Hoofdgrondsoort-regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemid.	St.afw.	Verschil
Klei	Akkerbouw	27	4,3	5,4	11,6	16,9	20,8	12,4	7,4	AB
	Melkvee	22	2,4	3,5	7,1	14,8	28,7	11,3	11	AB
Veen	Melkvee	20	5,1	6,5	8,6	11,6	12,3	8,8	3,1	A
Zand en löss	Akkerbouw	15	10,9	19,7	22,4	26,9	29,6	22,2	9,4	C
	Hokdier	16	20,4	30,5	37,1	57,0	77,6	44,8	24	D
	Melkvee	73	6,5	9,3	14,5	22,2	27,2	15,8	8,4	B
	Overig	13	16,8	19,1	22,3	29,4	31,7	23,7	6,3	C

Tabel B.9 Gemiddelde ammoniumconcentratie, standaard afwijking (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	27	0,0	0,1	0,4	0,9	1,7	0,6	0,6	99	100
	Melkvee	22	0,0	0,1	0,2	0,9	1,6	0,8	1,4	93	100
Veen	Melkvee	20	1,0	1,8	4,8	6,7	12,3	5,1	4,1	27	87
Zand en löss	Akkerbouw	15	0,0	0,1	0,2	1,1	3,9	1,1	1,7	80	100
	Hokdier	16	0,0	0,1	0,1	0,3	0,5	0,2	0,2	100	100
	Melkvee	73	0,1	0,2	0,4	1,1	2,2	0,8	1,0	88	100
	Overig	13	0,1	0,1	0,2	0,5	1,8	0,6	1,0	92	100

Tabel B.10 Gemiddelde concentratie organische stikstof en standaard afwijking (mg N/l).
N-org

Hoofdgrondsoort-regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemiddelde	St. afw.	Verschil
Klei	Akkerbouw	27	0,3	0,4	0,7	1,1	1,4	0,8	0,4	A
	Melkvee	22	0,3	0,6	1,0	1,7	2,4	1,2	0,9	AB
Veen	Melkvee	20	1,5	2,1	3,2	5,2	5,4	3,5	1,8	D
Zand en löss	Akkerbouw	15	0,8	1,6	1,9	2,5	3,2	2,0	1,0	C
	Hokdier	16	0,0	0,8	1,9	2,3	3,5	1,7	1,3	BC
	Melkvee	73	0,9	1,4	2,1	2,9	3,6	2,2	1,1	C
	Overig	13	0,8	1,4	1,5	3,2	3,9	2,1	1,3	C

Tabel B.11 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	27	0,00	0,02	0,11	0,25	0,35	0,15	0,14	94	100
	Melkvee	22	0,00	0,07	0,13	0,48	0,66	0,28	0,28	68	100
Veen	Melkvee	20	0,28	0,37	0,59	0,64	0,77	0,55	0,21	28	100
Zand en löss	Akkerbouw	15	0,00	0,01	0,08	0,12	0,15	0,07	0,06	100	100
	Hokdier	16	0,00	0,03	0,04	0,06	0,12	0,09	0,20	96	100
	Melkvee	73	0,00	0,05	0,08	0,15	0,28	0,14	0,28	97	100
	Overig	13	0,00	0,00	0,07	0,14	0,21	0,13	0,20	95	100

Tabel B.12 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	27	0,00	0,02	0,07	0,17	0,33	0,11	0,13	63	AB
	Melkvee	22	0,01	0,02	0,09	0,33	0,41	0,18	0,22	51	B
Veen	Melkvee	20	0,17	0,25	0,39	0,49	0,78	0,41	0,22	0	C
Zand en löss	Akkerbouw	15	0,00	0,00	0,03	0,06	0,08	0,04	0,04	100	A
	Hokdier	16	0,00	0,00	0,01	0,03	0,05	0,06	0,18	94	AB
	Melkvee	73	0,00	0,01	0,03	0,07	0,22	0,09	0,25	80	AB
	Overig	13	0,00	0,00	0,01	0,10	0,20	0,08	0,16	75	AB

Tabel B.13 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	27	4,7	6,7	8,9	16,7	19,3	11,2	6	A
	Melkvee	22	3,8	5,0	12,8	22,4	27,8	15,4	13	AB
Veen	Melkvee	20	18,8	38,4	55,1	88,8	99,3	60,9	32	D
Zand en löss	Akkerbouw	15	5,1	6,9	15,6	43,1	59,9	27,9	27	BC
	Hokdier	16	14,3	16,6	19,8	25,2	38,5	22,9	9	ABC
	Melkvee	73	6,1	13,9	25,4	35,5	66,5	29,8	24	C
	Overig	13	5,7	16,8	24,1	30,7	38,2	23,5	13	ABC

Tabel B.14 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	27	95	107	140	196	266	174	115	D
	Melkvee	22	65	82	102	157	224	138	97	C
Veen	Melkvee	18	51	79	108	138	149	106	38	BC
Zand en löss	Akkerbouw	11	37	39	42	50	52	44	8	A
	Hokdier	16	49	61	69	92	101	74	22	AB
	Melkvee	67	35	40	47	60	68	52	21	A
	Overig	12	43	52	59	65	71	57	12	A

Tabel B.15 Gemiddelde pH en het verschil tussen de categorieën. pH

Hoofdgrondsoort-regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemiddelde	St. afw.	Vershil
Klei	Akkerbouw	27	6,7	6,9	7,1	7,3	7,4	7,1	0,3	D
	Melkvee	22	6,1	6,8	7,1	7,1	7,2	6,9	0,4	D
Veen	Melkvee	18	5,8	5,9	6,1	6,3	6,8	6,2	0,5	C
Zand en löss	Akkerbouw	11	4,7	5,1	5,3	5,7	5,8	5,4	0,6	A
	Hokdier	16	4,8	5,0	5,4	5,7	6,2	5,4	0,6	A
	Melkvee	67	5,0	5,4	5,7	6,1	6,4	5,7	0,5	B
	Overig	12	4,9	5,2	5,7	6,1	6,3	5,7	0,6	AB

Tabel B.16 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	27	20	27	57	119	272	133	229	C
	Melkvee	22	14	16	27	113	230	91	144	BC
Veen	Melkvee	20	15	21	28	46	69	39	27	AB
Zand en löss	Akkerbouw	15	7	12	17	19	22	15	5	A
	Hokdier	16	13	15	16	20	22	18	6	A
	Melkvee	73	9	11	14	18	21	18	26	A
	Overig	13	10	15	16	21	24	17	6	A

Tabel B.17 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	27	4	5	7	13	20	11	11	AB
	Melkvee	22	1	2	8	13	19	9	8	AB
Veen	Melkvee	20	3	4	5	8	12	6	4	A
Zand en löss	Akkerbouw	15	1	3	5	10	20	9	10	AB
	Hokdier	16	17	25	31	46	56	35	15	D
	Melkvee	73	2	7	13	20	24	15	12	BC
	Overig	13	9	11	24	27	28	20	10	C

Tabel B.18 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	27	171	187	224	283	340	242	75	D
	Melkvee	22	91	125	165	225	273	191	110	C
Veen	Melkvee	20	65	86	113	188	209	138	71	B
Zand en löss	Akkerbouw	15	39	41	47	57	76	53	19	A
	Hokdier	16	48	57	67	84	100	74	32	A
	Melkvee	73	26	34	50	71	84	55	27	A
	Overig	13	26	44	55	63	87	56	26	A

Tabel B.19 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	27	17	22	28	43	58	37	31	D
	Melkvee	22	14	16	21	41	61	34	27	CD
Veen	Melkvee	20	14	20	26	33	39	26	10	BC
Zand en löss	Akkerbouw	15	3	5	7	8	11	7	3	A
	Hokdier	16	9	11	14	23	28	17	8	AB
	Melkvee	73	6	8	10	13	16	11	6	A
	Overig	13	8	10	12	14	17	12	5	A

Tabel B.20 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	27	89	121	182	344	646	267	214	41	C
	Melkvee	22	40	44	108	198	381	181	238	64	B
Veen	Melkvee	20	81	118	212	299	494	251	187	38	BC
Zand en löss	Akkerbouw	15	25	29	39	46	52	38	12	100	A
	Hokdier	16	43	57	65	93	130	77	36	98	A
	Melkvee	73	24	32	41	55	76	49	31	98	A
	Overig	13	33	36	54	68	87	55	26	100	A

Tabel B.21 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	27	30	49	84	223	591	245	446	59	C
	Melkvee	22	22	30	39	145	325	188	438	68	BC
Veen	Melkvee	20	24	33	39	63	90	51	27	97	AB
Zand en löss	Akkerbouw	15	22	30	35	49	54	38	14	100	AB
	Hokdier	16	20	23	32	39	43	34	15	100	A
	Melkvee	73	14	17	22	30	39	26	25	99	A
	Overig	13	19	23	29	32	39	29	10	100	A

Tabel B.22 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	27	0,0	0,0	0,0	0,3	3,2	0,8	1,9	A
	Melkvee	22	0,0	0,0	0,1	1,4	3,0	1,3	2,5	A
Veen	Melkvee	20	1,8	3,6	7,0	11,9	17,3	8,7	6,2	C
Zand en löss	Akkerbouw	15	0,0	0,0	0,6	1,6	6,6	1,9	3,0	AB
	Hokdier	16	0,0	0,0	0,4	1,7	4,2	1,4	2,2	A
	Melkvee	73	0,0	0,8	2,7	4,8	9,6	3,8	4,2	B
	Overig	13	0,0	0,5	1,2	1,6	6,8	2,5	3,7	AB

Tabel B.23 Gemiddelde arseenconcentratie (µg/l) en het verschil tussen de categorieën (streefwaarde: 10 µg/l)..
As

Hoofdgrondsoort-regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemiddelde	St. afw	% onder streefw.	Vershil
Klei	Akkerbouw	27	0,7	0,9	1,4	4,6	7,6	3,4	4,3	95	A
	Melkvee	22	0,4	1,0	3,0	4,8	9,3	4,4	5,3	91	A
Veen	Melkvee	20	2,6	3,2	4,0	4,8	6,6	4,5	2,0	100	A
Zand en löss	Akkerbouw	15	0,0	0,3	1,2	2,2	6,2	2,6	4,1	95	A
	Hokdier	16	0,7	1,0	1,3	2,1	6,1	2,3	2,5	100	A
	Melkvee	73	0,4	1,3	3,1	5,8	10,4	5,0	7,3	89	A
	Overig	13	0,5	0,9	1,9	3,8	5,6	2,5	2,2	100	A

Tabel B.24 Gemiddelde cadmiumconcentratie (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	27	0,01	0,02	0,04	0,07	0,13	0,05	0,05	100	A
	Melkvee	22	0,00	0,02	0,04	0,06	0,17	0,07	0,12	98	A
Veen	Melkvee	20	0,00	0,02	0,04	0,06	0,17	0,09	0,14	94	A
Zand en löss	Akkerbouw	15	0,00	0,04	0,15	0,23	0,35	0,16	0,13	100	AB
	Hokdier	16	0,20	0,27	0,43	0,81	1,11	0,57	0,40	46	D
	Melkvee	73	0,00	0,06	0,20	0,28	0,57	0,22	0,22	85	B
	Overig	13	0,14	0,19	0,30	0,54	0,70	0,37	0,25	65	C

Tabel B.25 Gemiddelde chroomconcentratie (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 streefw.	Vershil
Klei	Akkerbouw	27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	100	A
	Melkvee	22	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,5	1,0	81	AB
Veen	Melkvee	20	0,0	0,0	0,5	2,3	3,4	1,2	1,4	61	BC
Zand en löss	Akkerbouw	15	0,0	0,0	1,6	2,7	3,1	1,5	1,3	40	C
	Hokdier	16	0,5	0,6	1,4	2,0	2,5	1,5	1,0	32	C
	Melkvee	73	0,0	0,5	1,4	2,4	3,8	1,7	1,5	36	C
	Overig	13	0,0	0,6	1,5	2,3	3,3	1,6	1,3	38	C

Tabel B.26 Gemiddelde koperconcentratie (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	27	1,5	1,7	2,2	2,8	3,3	2,4	1,2	100	A
	Melkvee	22	0,9	1,4	2,8	4,2	5,5	3,3	3,3	100	A
Veen	Melkvee	20	0,5	1,1	2,5	4,4	6,4	3,3	3,1	100	A
Zand en löss	Akkerbouw	15	1,6	2,9	6,3	11,1	12,6	8,3	8,5	94	B
	Hokdier	16	6,6	8,3	10,3	16,4	18,6	12,2	5,4	71	B
	Melkvee	73	1,6	3,0	6,9	10,8	19,3	9,2	9,8	83	B
	Overig	13	3,0	6,8	8,2	15,6	24,0	11,3	8,7	74	B

Tabel B.27 Gemiddelde loodconcentratie (in µg/l) en het verschil tussen de categorieën (streefwaarde: 15 µg/l).Pb

Hoofdgrondsoort-regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemiddelde	St. afw.	% onder streefw.	Vershil
Klei	Akkerbouw	27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	100	A
	Melkvee	22	0,0	0,0	0,0	0,2	1,1	0,4	0,8	100	AB
Veen	Melkvee	20	0,5	0,9	1,5	3,4	5,5	2,6	3,1	100	D
Zand en löss	Akkerbouw	15	0,0	0,2	0,8	1,3	1,7	1,0	1,1	100	ABC
	Hokdier	16	0,7	1,0	1,6	2,0	2,6	1,5	0,8	100	C
	Melkvee	73	0,0	0,3	0,7	1,3	2,8	1,1	1,8	100	BC
	Overig	13	0,2	0,7	1,2	1,6	2,3	1,3	1,2	100	BC

Tabel B.28 Gemiddelde nikkelconcentratie (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.	% onder streefw.	Vershil
Klei	Akkerbouw	27	2,4	2,8	3,6	4,7	6,1	3,9	1,5	100	A
	Melkvee	22	1,8	3,0	4,3	7,8	18,4	9,3	15,9	88	AB
Veen	Melkvee	20	4,4	5,4	9,2	18,2	29,1	12,9	9,3	63	BC
Zand en löss	Akkerbouw	15	1,3	1,6	5,0	9,7	13,4	7,2	7,7	93	AB
	Hokdier	16	5,8	8,2	11,7	22,6	29,8	14,8	9,7	68	BC
	Melkvee	73	1,7	4,5	9,9	18,0	37,8	15,3	17,7	71	BC
	Overig	13	3,2	5,4	12,4	28,9	59,2	21,7	22,7	61	C

Tabel B.29 Gemiddelde zinkconcentratie (in µg/l) en het verschil tussen de categorieën (streefwaarde: 65 µg/l). Zn

Hoofdgrondsoort-regio	Bedrijfstype	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemid.	St. afw.	% onder streefw.	Vershil
Klei	Akkerbouw	27	0,0	0,0	1,3	4,7	9,8	4,1	7,8	100	A
	Melkvee	22	0,0	0,0	2,9	7,3	11,8	7,2	16,1	99	A
Veen	Melkvee	20	5,2	8,4	16,3	31,9	55,1	29,2	36,3	91	B
Zand en löss	Akkerbouw	15	0,0	8,8	26,5	67,0	117,6	51,6	59,2	73	B
	Hokdier	16	27,1	52,8	82,3	115,4	147,8	90,7	60,8	37	C
	Melkvee	73	6,4	16,5	35,5	55,5	82,5	39,0	27,7	85	B
	Overig	13	12,9	33,5	51,5	53,5	89,0	48,3	27,6	83	B

Bijlage 6 Kwaliteit van slootwater EM-bedrijven

Tabel B.30 Gemiddeld nitraatconcentratie in mg/l van slootwater op EM bedrijven (voor categorieën > 7 bedrijven).

Categorie	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemiddelde	St. afw
Akkerb-klei	27	9,2	17,0	26,4	45,8	64,8	32,5	22,0
Akkerb-zand	9	29,0	37,1	42,9	69,4	87,6	54,5	29,3
Melkvee-klei	21	2,4	3,8	6,8	29,7	31,4	15,2	18,7
Melkvee-veen	20	0,0	0,89	2,3	5,6	10,2	4,0	4,7
Melkvee-zand	12	12,9	19,6	22,6	76,0	78,7	40,8	34,3

Tabel B.31 Gemiddeld fosfaatconcentratie in mg/l van slootwater op EM bedrijven (voor categorieën > 7 bedrijven).

Categorie	Aantal	10%	25%	50%	75%	90%	Gemiddelde	St. afw
Akkerb-klei	27	0,0	0,02	0,11	0,29	0,52	0,18	0,22
Akkerb-zand	9	0,0	0,002	0,02	0,05	0,09	0,04	0,06
Melkvee-klei	21	0,0	0,01	0,05	0,47	0,83	0,28	0,37
Melkvee-veen	20	0,03	0,05	0,08	0,11	0,16	0,09	0,06
Melkvee-zand	12	0,0003	0,01	0,02	0,05	0,06	0,04	0,06

Bijlage 7 Normen, streefwaarden en interventie- waarden van waterkwaliteitsparameters gemeten in grondwater en slootwater (Bron: o.a. Commissie Integraal Waterbeheer, 2000)

Tabel B.32 Normen, streefwaarden, interventiewaarden en Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR).

Parameter	Detectie- grens (mg/l)	Norm grondwater zand/lössregio (in mg/l)	Norm grondwater kleiregio (in mg/l)		
Nitraat	0,31	50	50		
Ammonium - N	0,064	2	10		
Organische stikstof		-	-		
Stikstof totaal		-	-		
Fosfor-totaal	0,06	0,4	3		
Orthofosfaat	0,01	0,1	0,1		
DOC		-	-		
EC		-	-		
pH		-	-		
Natrium		-	-		
Kalium		-	-		
Calcium		-	-		
Magnesium		-	-		
Sulfaat		150	150		
Chloride		100	100		
IJzer	0,1	-	-		
Sporenelementen		Grondwater		Slootwater	
	Detectie- grens (in µg/l)	Streefwaarde (in µg/l)	Interventiewaarde (in µg/l)	Streefwaarde (in µg/l)	MTR (in µg/l)
Arseen	0,5	10	60	1	25
Cadmium	0,04	0,40	6	0,08	0,4
Chroom	1,0	1,0	30	0,3	8,7
Koper	0,6	15	75	0,5	1,5
Lood	0,2	15	75	0,3	11
Nikkel	0,5	15	75	3,3	5,1
Zink	6,54	65	800	2,9	9,4

Bijlage 8 Kwaliteit van grond- en drainwater Koeien & Kansen

Tabel B.33 Bedrijfsgemiddelde kwaliteit van grond- en drainwater op Koeien & Kansen-bedrijven in mg/l.

Hoofdgrond- soortregio	NO ₃	NH ₄	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	1,7	0,49	0,96	1,7	0,23	0,11	13,6	145	7,2	123,9	13,3	171,4	43,5	140,9	172,9	0	6,7	0,06	1,5	0	0	0	8,0
KLEI	42,6	0	2,16	11,8	0,08	0,04	24,9	115	7,5	46,6	13,7	207,4	30,3	268,9	27,0	0	1,3	0	5,1	0	0	0	3,9
KLEI	6,5	0,24	1,07	2,7	0,20	0,05	11,9	90	7,0	23,5	0,7	163,0	21,4	65,1	48,7	0,05	0,4	0,07	4,9	0	127,5	0,6	5,6
LOSS	55,0	0,11	0	12,4										27,0	15,2								
VEEN	0	1,87	8,66	10,1	0,90	0,80	56,8	532	6,7	772,3	16,5	221,8	77,8	123,1	1581	3,20	2,6	0,02	0,8	0,5	9,5	1,2	6,7
VEEN	1,0	8,88	4,45	11,6	0,73	0,47	79,0	110	6,2	29,4	9,1	159,7	20,4	292,7	40,3	1,38	2,8	0,02	0,2	0,4	7,3	0	3,6
VEEN	5,8	7,41	4,54	11,6	0,54	0,29	73,4	107	5,9	44,3	7,5	108,1	33,0	326,2	48,9	18,65	3,1	0,08	1,9	4,0	19,8	2,3	17,5
ZAND	14,0	3,75	1,11	7,2	0	0,01	34,3	24	4,9	13,1	7,1	11,9	5,1	42,8	22,6	4,28	1,0	0,13	17,7	3,2	45,8	2,6	9,2
ZAND	26,3	0,09	2,03	8,0	0	0	37,8	21	4,9	10,6	9,4	17,3	5,2	37,1	14,8	0,38	0,9	0,18	25,0	1,8	25,3	3,1	7,1
ZAND	52,4	0,06	1,04	12,9	0,02	0,01	6,9	66	6,8	18,7	8,8	105,3	13,0	49,8	29,6	0,43	1,3	0,09	5,9	0,9	5,3	1,2	4,8
ZAND	40,4	0,21	1,72	11,0	0,04	0	21,1			20,5	9,3	21,6	6,7	60,7	23,5	3,60	2,6	0,29	6,3	1,9	36,0	3,3	4,1
ZAND	108	0,07	0	23,6	0	0,01	11,2	45	4,6	17,3	21,1	30,4	8,2	35,0	33,9	0,05	0	0,54	2,8	1,2	73,0	0,7	11,5
ZAND	40,6	0,12	3,17	12,4	0	0	50,4	31	4,8	13,5	18,0	18,8	8,7	47,8	18,1	0,55	1,2	0,56	35,2	7,2	57,0	3,9	13,6
ZAND	93,7	0,47	0	20,9	0	0,00	28,0	40	5,3	14,4	16,4	29,7	10,9	40,7	24,0	0,25	1,3	0,27	9,7	1,2	52,3	1,8	11,2
ZAND	84,9	1,15	0,56	20,6	0	0	17,4	42	4,9	16,9	18,3	30,9	9,5	60,8	24,2	2,83	3,5	0,16	7,7	2,6	115,3	1,8	31,0
ZAND	76,5	3,14	0,52	20,2	0	0	24,9	60	4,9	28,6	10,3	42,9	13,5	104,7	48,5	13,03	3,6	0,41	6,1	1,0	89,3	2,3	36,3
ZAND	79,9	0,20	1,49	19,7	0	0	35,3	50	5,2	23,5	24,9	34,4	14,1	59,2	42,8	0,78	2,9	0,84	22,6	2,2	140,0	2,7	18,7

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

Bijlage 9 Kwaliteit van grond- en drainwater Bioveem

Tabel B.34 Bedrijfsgemiddelde kwaliteit van grond- en drainwater op de 16 Bioveembedrijven in mg/l.

Hoofdgrond- soortregio	NO ₃	NH ₄	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	35,7	0,06	0	0,02	0,07	0,06	5,8	102	7,4	40	2,6	171	23	45	59	0	3,3	0	2,2	0	0	0	3,4
KLEI	92,2	0,11	0	0	0	0,01	29,9	84	6,7	19	2,7	166	15	101	33	0	0,8	0,06	2	0	0	0	2,5
KLEI	0	0,96	0	0,06	0,26	0,12	22,8	139	6,9	38	7,6	300	30	456	47	6,8	8,2	0,06	1,4	0,3	24	0,3	14,2
KLEI	8,7	0,71	0	0,15	0,65	0,67	12,2	299	7,2	347	32,4	254	74	169	730	0	16,7	0	2,8	0	0	0	5,6
KLEI	9,9	0,26	0	0,08	0,34	0,29	11,6	105	7,4	28	5,8	221	19	119	30	0	4,3	0	2,6	0	0	0	4,3
VEEN	14,2	0,17	0,97	4,3	0,72	0,39	9,4	32	5,9	9	6,2	35	7	40	17	5,7	7,3	0,05	4,5	0	15	0	2,8
ZAND	83,4	0,03	1,89	20,8	0,05	0	7,3	61	6,7	8	8,9	90	9	24	10	0	0	0,11	5,5	0,2	20	0	5,9
ZAND	77,4	0,02	0,36	17,9	0	0	5,1	54	6,3	8	15,4	80	11	26	15	0	0	0,31	3,7	0,6	64	0,6	5,9
ZAND	40,7	0,09	1,84	11,1	0,04	0,02	9,4	54	5,9	19	11,9	66	12	57	22	3,3	2,1	0,18	3,3	1,5	56	0	15,8
ZAND	52,5	0,06	1,76	13,7	0,04	0	14,0	34	4,9	13	13,7	25	8	55	21	0,8	5,4	0,39	8	1,4	147	1,5	32,6
ZAND	13,3	3,62	1,72	7,6	0,12	0,04	26,9	48	4,9	22	11,7	31	7	76	24	6,0	4,7	0,31	3,1	0,8	46	2,9	9,8
ZAND	0,28	2,69	1,90	4,1	0,14	0,06	31,4	29	5,8	16	2,3	22	5	33	17	9,6	2,5	0,02	2,9	0,6	10	2,4	9,9
ZAND	39,6	0,1	1,38	10,4	0	0,02	12,1	41	5,9	12	7,9	50	8	38	27	2,8	1,7	0,13	2,8	0	2	0	2,7
LÖSS	40,7	0,16	0,58	9,9	0	0	7,2			7	0,4	38	2	29	8	0	0	0,02	1,5	0	11	0,7	1,2

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