

Mineralenmanagement en kwaliteit van bovenste grondwater

Studie op basis van bedrijfsgegevens van 1992 tot 2002 uit
Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid

D.W. de Hoop (red.)

Projectcode 30269

April 2004

Rapport 3.04.07

LEI, Den Haag

Het LEI beweegt zich op een breed terrein van onderzoek dat in diverse domeinen kan worden opgedeeld. Dit rapport valt binnen het domein:

- Wettelijke en dienstverlenende taken
- Bedrijfsontwikkeling en concurrentiepositie
- Natuurlijke hulpbronnen en milieu
- Ruimte en Economie
- Ketens
- Beleid
- Gamma, instituties, mens en beleving
- Modellen en Data

Mineralenmanagement en kwaliteit van bovenste grondwater; Studie op basis van bedrijfsgegevens van 1992 tot 2002 uit Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid
D.W. de Hoop (red.)
Den Haag, LEI, 2004
Rapport 3.04.07; ISBN 90-5242-906-5; Prijs € 26,50 (inclusief 6% BTW)
93 p., fig., tab., bijl.

Ten behoeve van de Evaluatie Meststoffenwet 2004 is een studie verricht naar de invloed van mineralenmanagement op de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater onder landbouwbedrijven. De daarbij gebruikte data zijn afkomstig uit het in 1992 opgericht 'Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid' waarin genoemde LEI en RIVM jaarlijks de bedrijfsvoering en waterkwaliteit op landbouwbedrijven monitoren. Na enkele beschrijvende overzichten wordt in het rapport vooral ingegaan op de relaties tussen de bedrijfsvoering en de nitraatconcentratie voor bedrijven met zandgrond.

Bestellingen:

Telefoon: 070-3358330

Telefax: 070-3615624

E-mail: publicatie.lei@wur.nl

Informatie:

Telefoon: 070-3358330

Telefax: 070-3615624

E-mail: informatie.lei@wur.nl

© LEI, 2004

Vermenigvuldiging of overname van gegevens:

- toegestaan mits met duidelijke bronvermelding
- niet toegestaan



Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO-NL) van toepassing. Deze zijn gedeponereerd bij de Kamer van Koophandel Midden-Gelderland te Arnhem.

Inhoud

	Blz.
Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1. Inleiding	25
2. Uitgangspunten en berekeningswijzen	26
3. Beschrijvende overzichten voor diverse karakteristieken van de bemonsterde Informatienet-bedrijven	36
4. Resultaten van verklarende analyses per LMM-submeetnet	44
Literatuur	71
Bijlagen	
1. Overzicht van bedrijfskarakteristieken van bemonsterde akkerbouwbedrijven	73
2. Overzicht van bedrijfskarakteristieken van bemonsterde, gangbare melkveebedrijven op zandgrond.	76
3. Overzicht van bedrijfskarakteristieken van bemonsterde, gangbare melkveebedrijven op zandgrond; voorlopers.	80
4. Overzicht van bedrijfskarakteristieken van bemonsterde, gangbare melkveebedrijven op klei- en veengrond.	84
5. Overzicht van bedrijfskarakteristieken van bemonsterde overige bedrijven.	88
6. Resultaten van regressieanalyses.	92

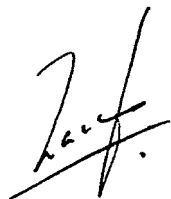
Woord vooraf

Het Nederlandse mestbeleid met het oog op het ontlasten van het milieu is sterk in transformatie. Waar het beleid voorheen gericht was op een verantwoord evenwicht in de aan- en afvoer van mineralen op bedrijfsniveau, zal het beleid zich per 2006 gaan richten op grenzen aan het gebruik van mineralen voor bemesting. Gevolgen van meststoffengebruik voor de kwaliteit van water en de effectiviteit van genomen maatregelen om die kwaliteit te verbeteren zijn niet eenduidig in zicht.

In het kader van de Evaluatie Meststoffenwet 2004 zijn door het LEI, in samenwerking met het RIVM, effecten van het mestbeleid op de bedrijfsvoering en de kwaliteit van (met name grond)water op landbouwbedrijven in kaart gebracht en geanalyseerd. Met als centraal element daarbij de mogelijkheden die ondernemers zelf via hun gedrag hebben om verontreiniging van grondwater te beperken.

Door middel van multiële regressieanalyses zijn enerzijds relaties tussen gerealiseerde stikstofoverschotten en gemeten concentraties nitraat in grondwater onderzocht. Vanwege de uitspraak van het Europese Hof d.d. 2 oktober 2003 en de daaruit volgende voorschriften voor nieuw beleid is daarnaast ook gekeken naar invloeden op basis van gerealiseerd mineralengebruik in relatie tot een nieuw stelsel van gebruiksnormen.

De in het onderzoek gebruikte data hebben betrekking op het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) dat door het LEI en RIVM gezamenlijk in opdracht van de Ministeries van VROM en LNV wordt beheerd en ontwikkeld. In een projectteam bestaande uit Ton van Leeuwen, Geerte Cotteleer en Co Daatselaar is onder leiding van Wim de Hoop het onderzoek uitgevoerd. Voor de samenwerking vanuit LMM-partner RIVM past met name aan Dico Fraters en Leo Boumans een woord van dank. Onze dank gaat tevens uit naar de 435 ondernemers die hun medewerking aan het LMM-meetnet hebben verleend.



Prof.dr.ir. L.C Zachariasse
Algemeen directeur LEI B.V.

Samenvatting

In deze notitie staat de invloed van mineralenmanagement op de kwaliteit van het (bovenste) grondwater centraal. De onderzochte data hebben betrekking op LEI-Informatienet-landbouwbedrijven die in de periode 1992-2002 hebben deelgenomen aan het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid. Elke gemeten nitraatconcentratie is gekoppeld aan de bedrijfsvoering volgens het Informatienet in het aan bemonstering voorafgegane groeiseizoen. Door het datamateriaal integraal met aanvullende, niet te beïnvloeden omstandigheden zoals bodemtypering, grondwaterstand evenals 'het weer' te onderzoeken is getracht de invloed van mineralengebruik en mineralenbelasting zo zuiver mogelijk te schatten. De schatting van de relatie tussen nitraatkwaliteit van het bovenste grondwater enerzijds en mineralenmanagement, grondsoorten, grondwaterstanden anderzijds heeft plaatsgevonden middels de methode van (multipeler) regressieanalyse.

In tabel 1 is een verdeling van de bedrijfsbemonsteringen over de elf afzonderlijke bemonsteringsjaren opgenomen. Binnen het LMM wordt onderscheid gemaakt in een Evaluerende en een Verkennende Monitoring (EM/VM). De VM is gericht op het vooraf inschatten van effecten van toekomstig beleid. VM-bedrijven betreffen veelal deelnemers aan zogenoemde voorloperprojecten zoals Koeien & Kansen en BIOVEEM. Op de VM-bedrijven is ongeacht de grondsoort, steeds grondwater via boorgaten (putwater) bemonsterd.

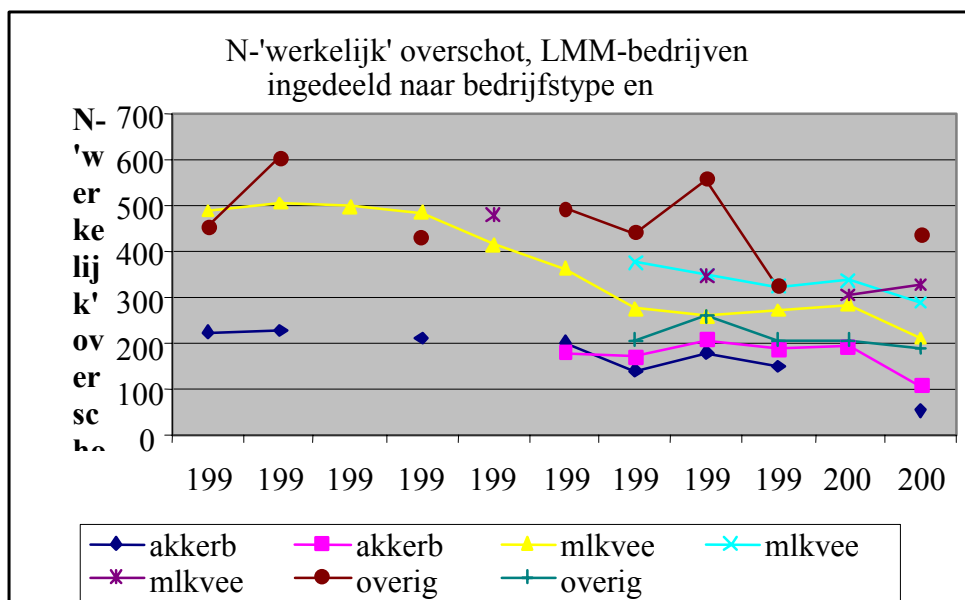
Tabel 1 Overzicht van het aantal in LMM bemonsterde Informatienet- bedrijven van het LEI per bemonsteringsjaar

Bemonsteringsjaar:	1992	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	2000	2001	2002	Totaal
<i>Meetprogramma</i>												
<i>Evaluerende monitoring:</i>												
Zand: putwater	93	89	35	86		27	43	42	42	47	42	546
Klei: drainwater					6	27	52		57	54	48	244
Klei: putwater						37						37
Veen: putwater					18			17		8	22	65
Subtotaal	93	89	35	86	24	91	95	116	96	103	64	892
<i>Verkennende monitoring:</i>												
LMM: putwater-zand						16	15	15				46
MDM: putwater-zand		5	5	5	5	5	4					29
KeK: putwater-zand								6	11	9		26

Tabel 1 Vervolg

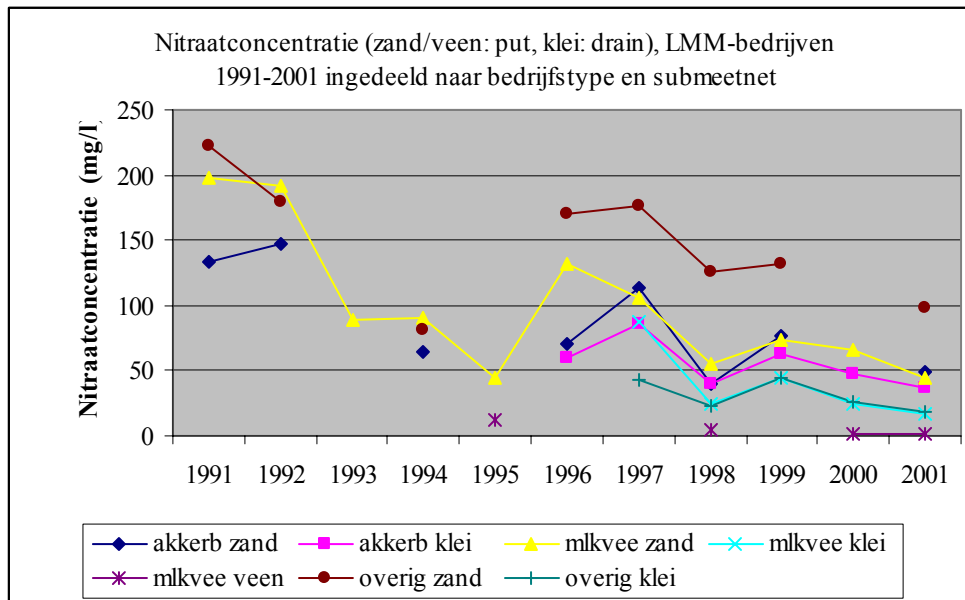
Bemonsteringsjaar: Meetprogramma	1992	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	2000	2001	2002	Totaal
KeK: putwater-klei								3	3	3		9
KeK: putwaterveen								3	3	1	2	9
Bioveem: putwaterzand							4	6	6			16
Bioveem: putwater klei							2	2	1	2		7
Bioveem: putwater veen								2	2	2		
Subtotaal	0	5	5	5	5	21	25	37	26	17	2	148
totaal waarnemingen	93	94	40	91	29	112	120	136	122	120	66	1.040

Uit de diverse, beschrijvende overzichten voor het verloop in mineralengebruik, mineralenbelasting en waterkwaliteit volgt dat minder mineralengebruik en mineralenbelasting in de loop der jaren is samengegaan met, gemiddeld genomen, minder hoge concentraties nitraat in het grondwater. In figuur 1 is het verloop weergegeven van de effecten van het mineralenmanagement op verloop van de stikstofoverschotten op de bemonsterde bedrijven, die ingedeeld zijn naar diverse bedrijfstypen en grondsoorten. In figuur 2 wordt het verloop van de gemeten nitraatconcentraties weergegeven.



Figuur 1 N-'werkelijk' overschot, LMM-bedrijven ingedeeld naar bedrijfstype en submeetnet

Op de melkveebedrijven vertoont het N-overschot een dalend verloop. Voor de melkveebedrijven op zand is sprake van meer dan een halvering. Bij de akkerbouwbedrijven is de lijn constanter; 2001 is hier een uitschieter naar beneden, mogelijk door de MKZ-crisis in de lente van dat jaar, figuur 2 geeft het verloop in gemeten nitraatconcentraties weer



Figuur 2 Nitraatconcentratie (zand/veen: put, klei: drain), LMM-bedrijven 1991-2001 ingedeeld naar bedrijfstype en submeetnet

In grote lijnen is een aanzienlijke daling van de nitraatconcentraties waarneembaar in de loop van de tijd.

Resultaten van analyses ter verklaring van nitraatconcentraties in bovenste grondwater.

Voor de zandgebieden.

In de loop der jaren zijn stikstofgebruik en -belasting per ha cultuurgrond gemiddeld afgenomen en de gemeten nitraatconcentraties gezakt. Wanneer gemeten nitraatconcentraties enkelvoudig worden uitgezet tegen mineralengebruik of -belasting, blijkt een forse spreiding. Door middel van regressieanalyses is getracht hierop meer grip te krijgen en invloeden van het mineralenmanagement op bedrijfsniveau te kwantificeren en corrigeren voor factoren die ook dan wel helemaal niet met bedrijfsvoering samenhangen.

Voor de zandgebieden is het mogelijk gebleken ruim twee derde van de variatie in de nitraatconcentratie te verklaren door naast mineralenvariabelen aanvullende informatie op te nemen. Enerzijds betrekking hebbend op aspecten van de bedrijfsvoering en anderzijds voor de ondernemen gegeven omstandigheden zoals weer-, de bodem- en GT-typing.

In de meest verklarende modellen blijkt niet de stikstofbelasting maar het -gebruik, uitgesplitst naar kunstmest en dierlijke mest, verklarend. Dierlijke mest blijkt daarbij aan-

zienlijk minder (in sommige modellen zelfs meer dan 50 procent) van invloed dan stikstof die in de vorm van kunstmest wordt.

Ondanks relatief hoge verklaringsgraden blijft bij de interpretatie van modelresultaten voorzichtigheid geboden en roepen resultaten discussie op. Zo kan uit de gemaakte figuren worden opgemaakt dat ook bij het geheel reduceren van het stikstofgebruik nog altijd een nitraat (in soms aanzienlijke concentraties) in het bovenste grondwater wordt verwacht. Allereerst moet worden bedacht dat de onzekerheid omtrent schattingen voor extreem 'lage ranges' voor stikstofgebruik of belasting groot is (mede door geringe aantallen waarnemingen). Desondanks lijkt ook de naijling van mineralisatie door mestgiften uit het verleden in de modelschattingen een rol te spelen. In de verdere toekomst mag worden verwacht dat deze, doordat bemestingsregimes aanzienlijk zijn aangepast, verder in omvang af zal nemen (en ook lagere nitraatconcentraties kunnen worden gerealiseerd dan de regressielijnen weergeven). De 6 meest relevante geschatte regressievergelijkingen met de meest verklarende variabelen voor de verschillen in nitraatconcentraties zijn aan het eind van de Samenvatting weergegeven.

Conclusies ten aanzien van haalbaarheid van normen op basis van de geschatte regressievergelijkingen en de recente landbouwpraktijk op melkvee- en akkerbouwbedrijven in de zandgebieden.

Op basis van bovengenoemde multipale regressievergelijkingen zijn de relaties grafisch gepresenteerd in grafieken (3 t/m 9). Hierbij worden relaties gegeven tussen de nitraatconcentratie bij variërende stikstofkunstmestgift en drie niveau van dierlijke mestgiften. De overige variabelen in de regressievergelijking zijn gebaseerd op de van de meer recente landbouwpraktijk; en wel voor het gemiddelde bedrijf in de bemonsteringsperiode 2000-2002 (zie tabel 2) De drie niveaus voor dierlijke mestgift per ha zijn 170, 250 of 300 (melkvee) dan wel 0, 100 of 170 (akkerbouw) kg N per ha.

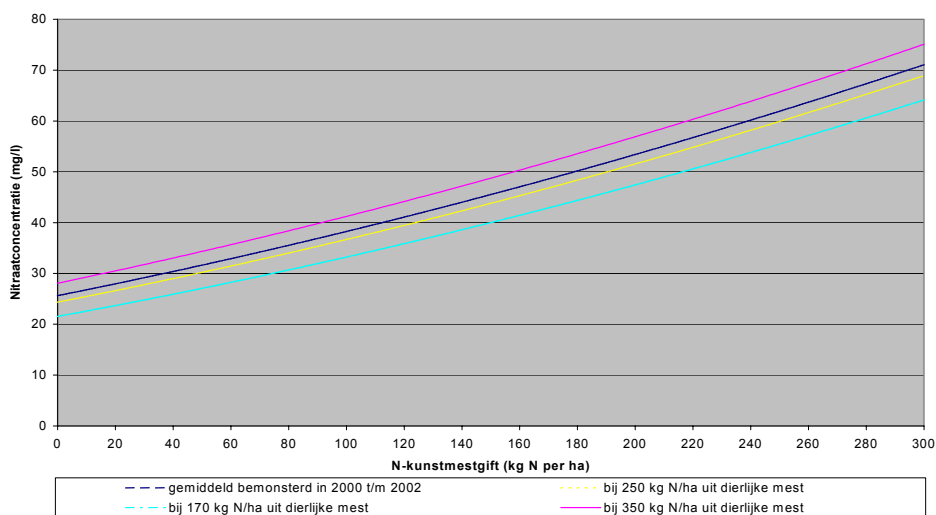
Tabel 2 Overzicht van gemiddelde waarden per onderscheiden subgroep, bemonsteringsperiode 2000-2002. De waarden van de verklarende variabelen zijn weergegeven.

	Melkveehouderij				Akkerbouw a)		
	nat	normaal	droog	overig	nat	normaal	overig
Aantal waarnemingen (N)	20	37	2	18	4	6	8
<i>Gemiddelde waarde voor verklarende variabelen:</i>							
Fractie 'normale' grond	0.23	0.83	0.17	0.31	0.30	0.93	0.19
Fractie 'droge' grond	0.03	0.04	0.72	0.22	0.00	0.02	0.15
Fractie veengrond	0.01	0.02	0.00	0.13	0.11	0.04	0.56
Fractie moerige grond	0.20	0.07	0.00	0.10	0.36	0.23	0.18
Aandeel grasland (%)	76	63	72	78	3	0	0
Maaipercantage	169	185	185	194	0	0	1
N-gift via dierlijke mest (kg/ha)	286	295	258	290	158	147	161

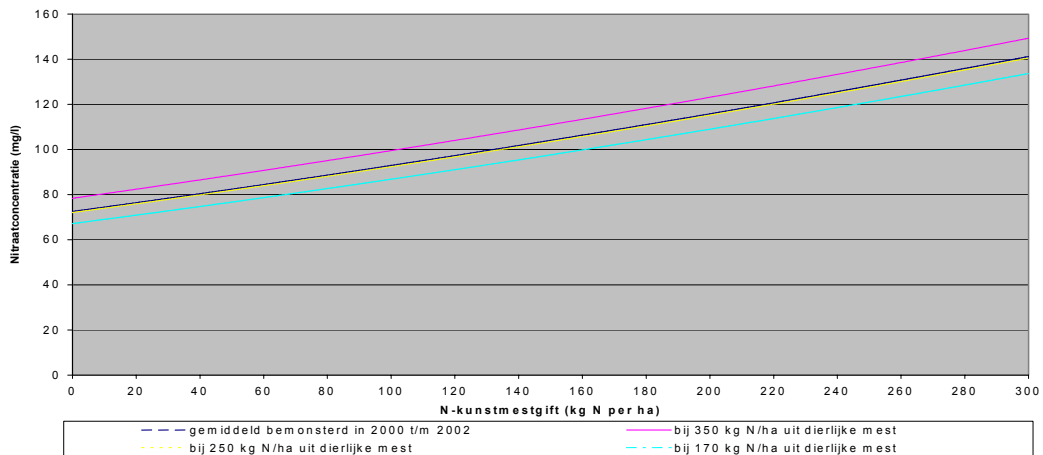
Tabel 2 Vervolg

	Melkveehouderij				Akkerbouw a)		
	nat	normaal	droog	overig	nat	normaal	overig
Saldo N-aan- en afvoer ten behoeve van dierlijke producten (kg/ha)	61	78	65	75	0	14	0
<i>Overige mineralendata</i>							
N-gift via kunstmest (kg/ha)	155	132	52	167	55	64	108
N-overschot 'Minas' (kg/ha)	184	137	87	205	64	53	122

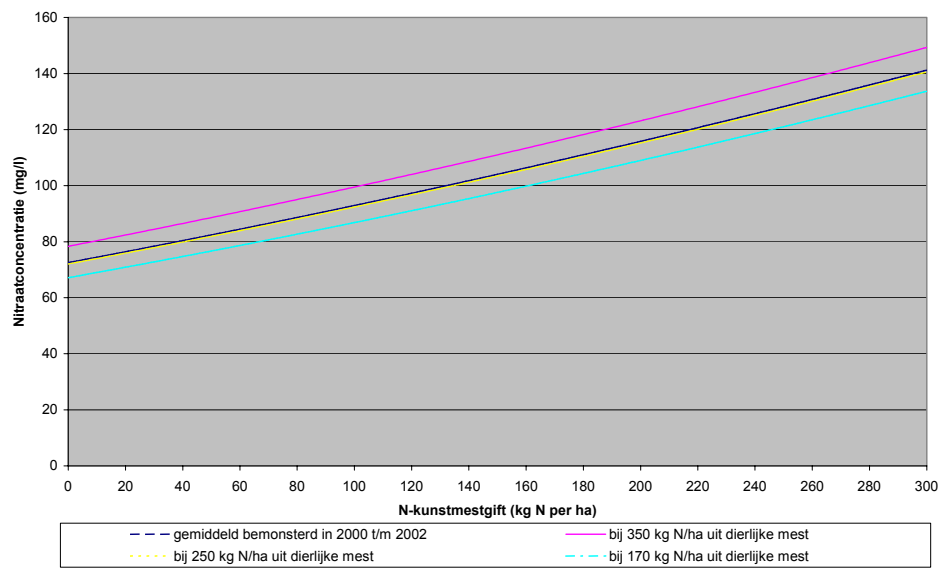
a) wegens onvolkomenheden in de datavastlegging over 2001 hebben de N-gegevens (giften, -overschotten en -saldi) op akkerbouwbedrijven betrekking op groeiseizoenen 1999 en 2000.



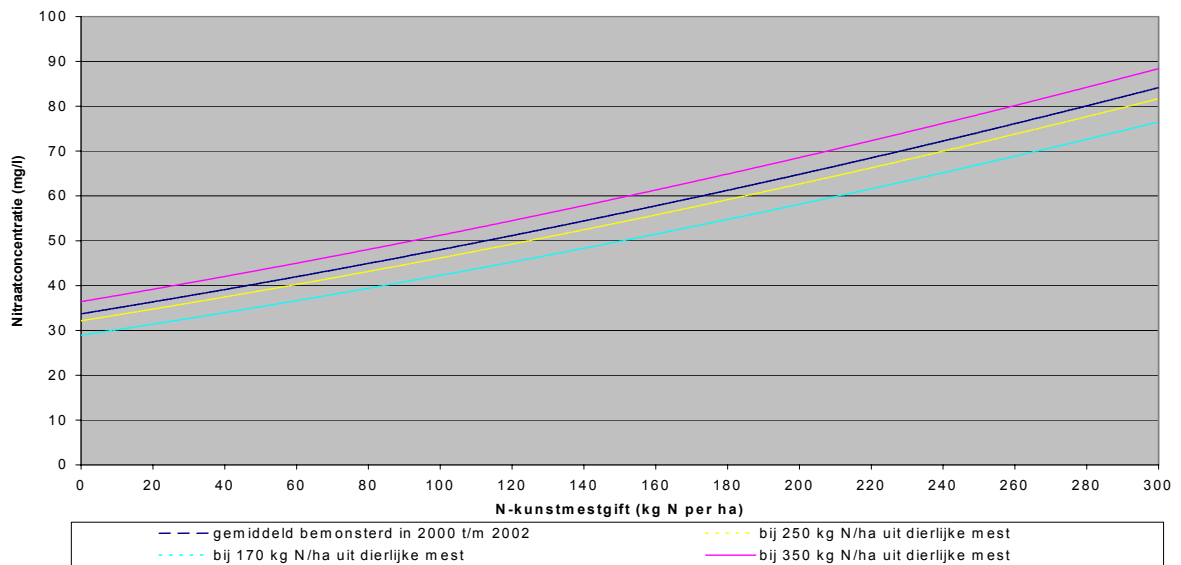
Figuur 3 Geschatte nitraatconcentraties in het bovenste grondwater, bij variërende N-gift via kunstmest, voor melkveebedrijven in de zandgebieden op overwegend 'natte' zandgrond, bemonsterd in de jaren 2000 t/m 2002



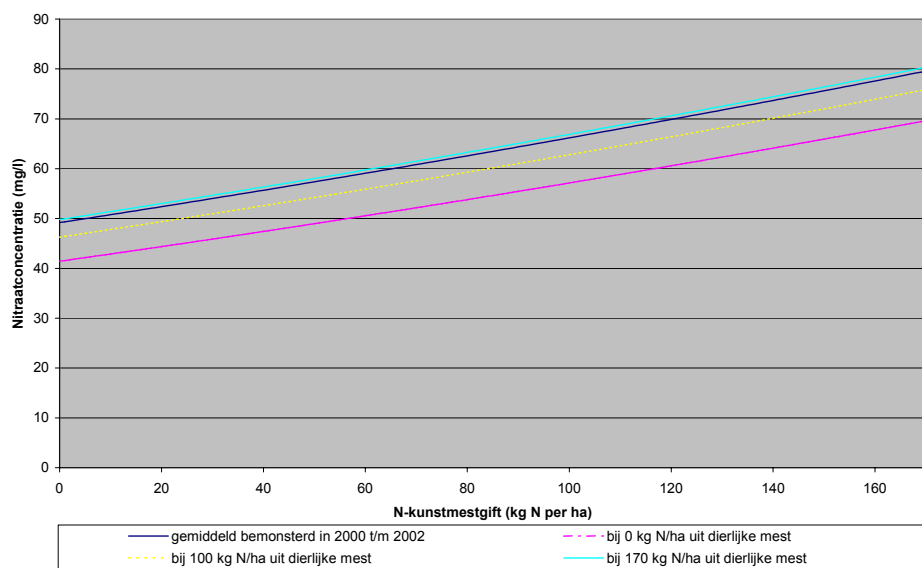
Figuur 4 Geschatte nitraatconcentraties in het bovenste grondwater, bij variërende N-gift via kunstmest, voor melkveebedrijven in de zandgebieden op overwegend 'normale' zandgrond bemonsterd in de jaren 2000 t/m 2002



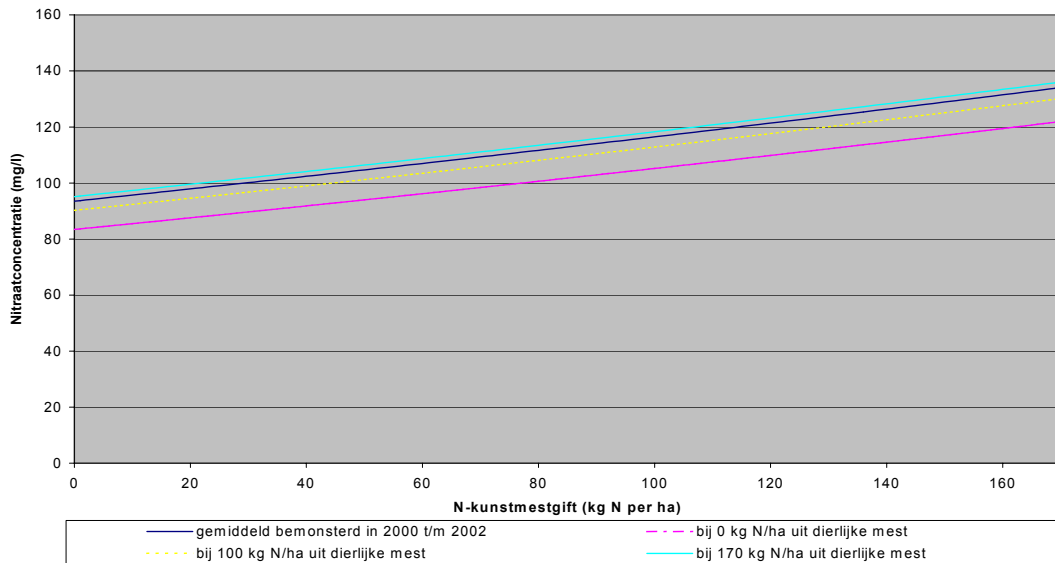
Figuur 5 Geschatte nitraatconcentraties in het bovenste grondwater, bij variërende N-gift via kunstmest, voor melkveebedrijven in de zandgebieden op overwegend 'droge' zandgrond bemonsterd in de jaren 2000 t/m 2000



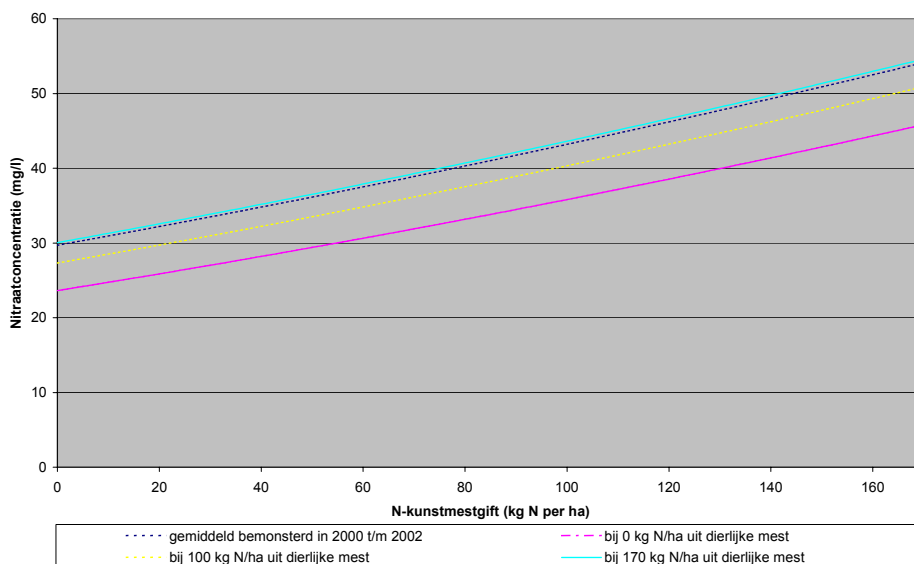
Figuur 6 Geschatte nitraatconcentraties in het bovenster grondwater, bij variërende N-gift via kunstmest, voor overige melkbedrijven in de zandgebieden bemonsterd in de jaren 2000 t/m 2002



Figuur 7 Geschatte nitraatconcentraties in het bovenste grondwater, bij variërende N-gift via kunstmest, voor akkerbouwbedrijven in de zandgebieden op overwegend 'natte' zandgrond bemonsterd in de jaren 2000 t/m 2002



Figuur 8 Geschatte nitraatconcentraties in het bovenste grondwater bij variërende N-gift via kunstmest voor akkerbouwbedrijven in de zandgebieden op overwegend 'normale' zandgrond bemonsterd in de jaren 2000 t/m 2002



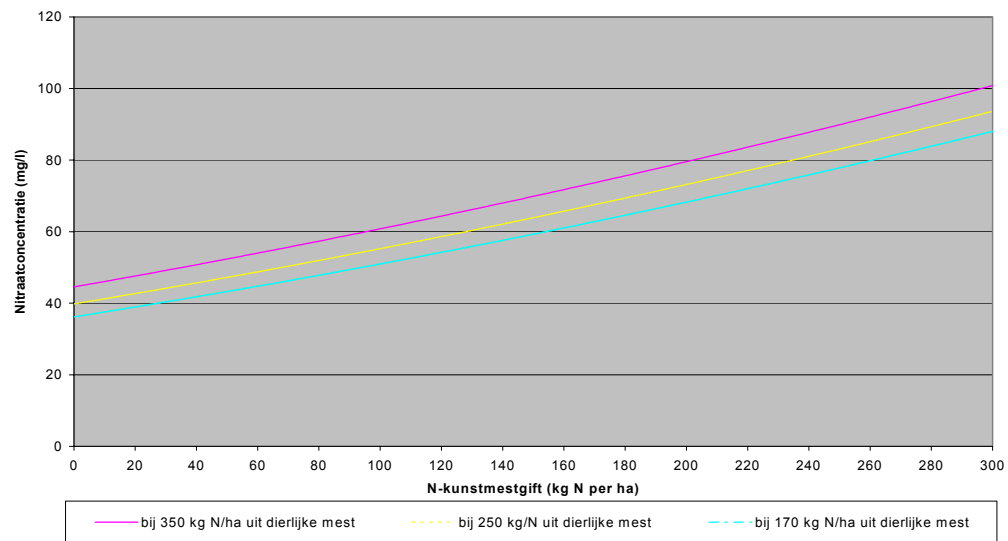
Figuur 9 Geschatte nitraatconcentraties in het bovenste grondwater, bij variërende N-gift via kunstmest, voor 'overige' akkerbouwbedrijven in de zandgebieden bemonsterd in de jaren 2000 t/m 2002

Figuren 3 t/m 9 geven een wisselend beeld wat betreft de haalbaarheid in het streven naar een kwaliteit van het bovenste grondwater van maximaal 50 mg per liter. Op basis van de geschatte relaties en de landbouwpraktijk in de groeiseizoenen 1999 t/m 2001 lijkt dit streven voor de melkveebedrijven met overwegend 'natte' zandgronden en de overige bedrijven in de zandgebieden (welke subgroepen samen ruim 50% van de bemonsterde oppervlakte zandgrond uitmaken; tabel 4.2), gemiddeld genomen haalbaar. Daarbij meege-
 nomen dat de Minas-verliesnormen voor stikstof en fosfaat sinds 2001 verder zijn aangescherpt.

Voor de melkveebedrijven op 'normale zandgrond' worden ten opzichte van de zichtperiode verdere aanpassingen in de bedrijfsvoering noodzakelijk, maar ook mogelijk geacht. Door een verdere aanscherping binnen Minas is het stikstof(kunst)mestgebruik sinds 2001 verder afgenomen. Verder zal een deel van de bedrijven in de nabije toekomst, om in aanmerking te komen voor derogatie, het aandeel gras moeten verhogen, waarmee ook het (bedrijfs)gemiddelde maaipcentage automatisch zal toenemen. De lijngrafiek (fig. 10) op de volgende bladzijde toont geschatte nitraatconcentraties voor een mogelijk scenario waarbij het aandeel grasland wordt verhoogd naar 75%, gras gemiddeld 3,33 keren wordt gemaaid en het aanvoersaldo voor dierlijke productie door scherper voermanagement wordt beperkt tot 45 kg per ha. In onderstaande tabel 3 staan de scenariowaarden voor wat betreft de aangepaste verklarende factoren weergegeven. Ter vergelijking zijn daarnaast ook de recent gerealiseerde waarden op de bemonsterde melkveebedrijven op normale zandgrond weergegeven; gemiddeld voor gangbare en voorloperbedrijven apart.

Tabel 3 Overzicht van verklarende bedrijfsvoeringgetallen voor de melkveehouderij op overwegend 'normale' zandgrond, gerealiseerd over de groeiseizoenen 1999-2001 evenals verwacht (mede onder invloed van derogatie)

	Gemiddeld over groeiseizoenen 1999 – 2001		Verwacht (scenario)
	Gangbare bedrijven	Voorlopers	
Aantal waarnemingen	19	18	n.v.t.
Aandeel grasland (%)	61	66	75
Maaipcentage	186	185	250
N-gift via dierlijke mest (kg/ha)	301	288	250
Saldo N-aan- & -afvoer t.bijvoorbeeld dierl. producten (kg/ha)	113	40	45



Figuur 10 Nitraatconcentraties in het bovenste grondwater, bij variërende N-gift via kunstmest, bij verwacht scenario voor melkveebedrijven op overwegend 'normale' zandgrond

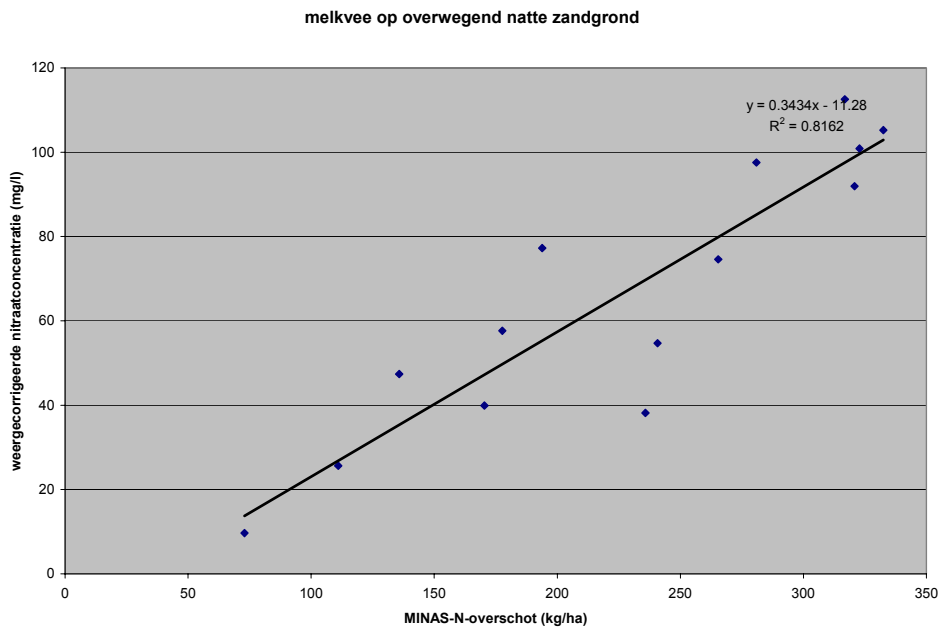
Op basis van figuur 10 lijkt in de nabije toekomst ook voor de melkveebedrijven op overwegend 'normale' zandgrond de nitraatnorm gemiddeld genomen haalbaar, zij het bij een beperkter gebruik van stikstofkunstmestgift en/of dierlijk mest. Uit de figuur, die gebaseerd is op de praktijkgegevens, blijkt echter dat een lagere dierlijke mestgift per ha aanzienlijk minder effect heeft dan een lagere kunstmestgift per ha. Uit de afgeleide relaties, weergegeven in de grafiek, blijkt namelijk dat een 50 kg lagere kunstmestgift gepaard gaat met ongeveer 10 mg lagere nitraatconcentratie, terwijl het verschil tussen de 350 kg dierlijke mest-lijn en de 170 kg-lijn ook ongeveer gepaard gaat met eenzelfde verschil 10 mg nitraatconcentratie (dus 180 kg dierlijke mest per ha minder).

Echt problematisch lijkt de situatie voor de melkveehouderij op, volgens oude kaart, overwegend 'droog zand'. Voor deze, overigens relatief kleine groep, melkveebedrijven mag op grond van de geconstrueerde regressielijn (figuur 5) zelfs worden betwijfeld of bij omschakeling naar biologische houderij zonder gebruik van kunstmest en 170 kg N uit dierlijke mest per ha de gewenste waterkwaliteit op korte termijn gehaald kan worden.

Voor deze subgroep geldt met name dat de beperkte set waarnemingen voorzichtigheid gebiedt bij het interpreteren van modelschattingen.

Tot dusver gepresenteerde regressielijnen, zoals figuur 10, zijn gebaseerd op de relaties tussen de nitraatconcentratie en het mineralengebruik volgens het best verklarend model op basis van de gegevens van elk afzonderlijk bedrijf van 1992 t/m 2002 in het Meetnet.

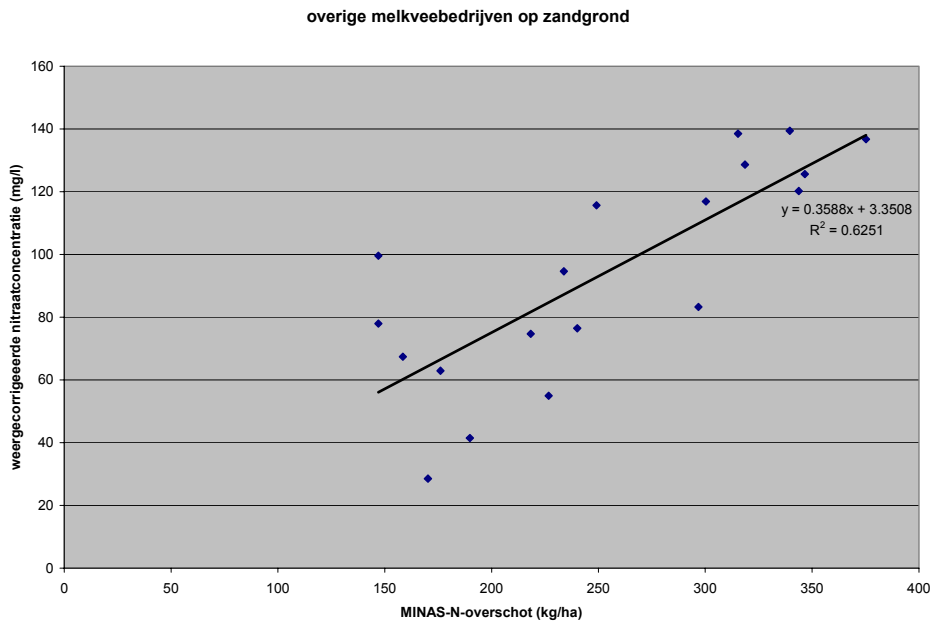
In onderstaande figuren 11 t/m 14 worden relaties tussen het ('Minas'-) N-overschot en de voor weer gecorrigeerde nitraatconcentratie enkelvoudig voor melkveebedrijven afgeleid op basis van jaargemiddelde waarden van 1992 t/m 2002 (voor gangbare en voorloperbedrijven afzonderlijk).



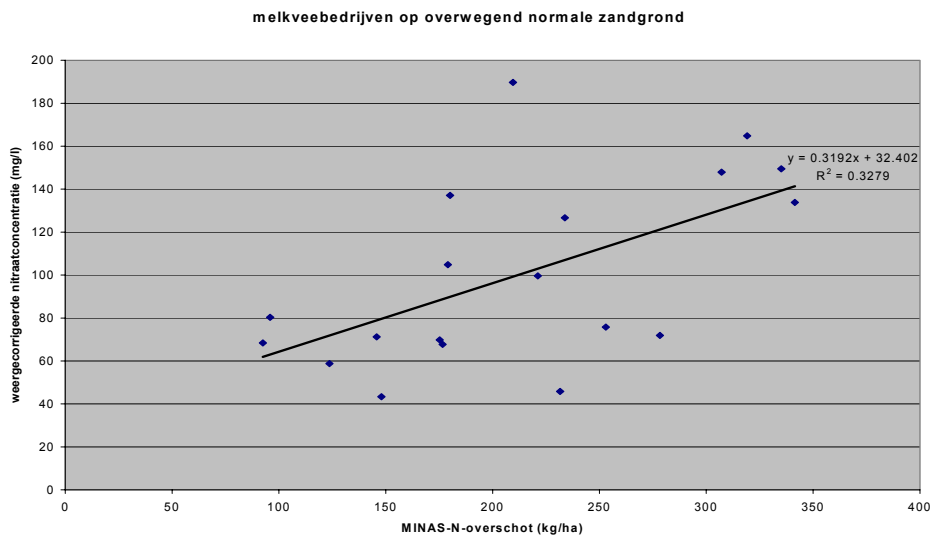
Figuur 11 Enkelvoudige relatie tussen het Minas-stikstofoverschotten en de voor weer gecorrigeerde nitraatconcentratie; voor gemiddelden groepen melkveebedrijven op overwegend 'natte' zandgrond in 1992-2002

Door de relatie voor subgroepen afzonderlijk af te leiden wordt al deels rekening gehouden met verschillen tussen melkveebedrijven wat betreft bodem- en gt-typing. Voor de melkveebedrijven op overwegend 'natte' zandgronden is de verklaringsgraad (R^2) het hoogst, maar resulteren (extrapolerend) Minas-overschotten lager dan 33 kg in negatieve nitraatconcentraties. Uit enkelvoudige regressie van jaargemiddelde, weergecorrigeerde nitraatconcentraties volgt dat bij een nihil Minas-overschot nog altijd meer dan 50 mg nitraat per liter bovenste grondwater moet worden verwacht.

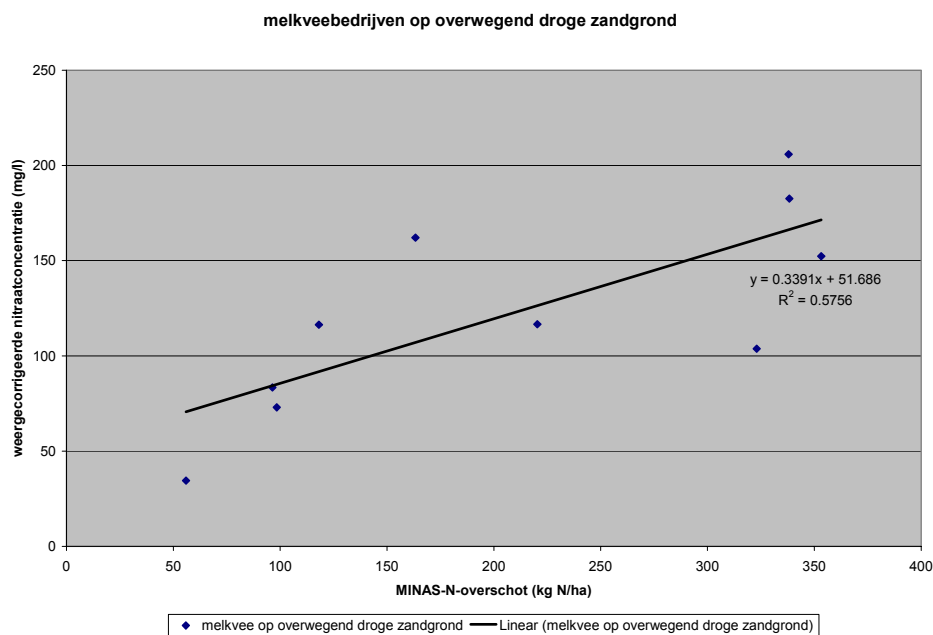
Bij het afleiden van relaties op basis van jaargemiddelden, wordt de uiteenlopende informatie op het niveau van individuele bedrijfsbemonsteringen 'weggemiddeld' en het aantal waarnemingen (en vrijheidsgraden) waarop regressielijnen worden gebaseerd sterk ingeperkt. Mede omdat het aantal achterliggende waarnemingen per jaar gemiddelde klein is, kunnen verschillen tussen jaren wat betreft overige verklarende (bedrijfsvoerings- en niet-bedrijfsvoerings)factoren de enkelvoudige relatie nog altijd verstoren.



Figuur 12 Enkelvoudige relatie tussen het Minas-stikstofoverschotten en de voor weer gecorrigeerde nitraatconcentratie; voor 'overige' gemiddelde van groepen melkveebedrijven in de zandgebieden van 1992-2002



Figuur 13 Enkelvoudige relatie tussen het Minas-stikstofoverschotten en de voor weer gecorrigeerde nitraatconcentratie; voor gemiddelden van groepen melkveebedrijven op overwegend 'normale' zandgrond van 1992-2002



Figuur 14 Enkelvoudige relatie tussen het Minas-stikstofoverschotten en de voor weer gecorrigeerde nitraatconcentratie; voor gemiddelden van groepen melkveebedrijven op overwegend 'droge' zandgrond van 1992-2002

Van de bemonsterde akkerbouwgrond betreft het leeuwendeel (bijna 65 %) overige bedrijven in de zandgebieden waarvoor, gemiddeld genomen, zonder aanpassingen in mineralengebruik de gewenste nitraatnorm haalbaar is. Ook voor bedrijven op 'overwegend natte zandgrond' lijkt dit het geval, zij het met een uitgekiend mineralenmanagement (bij een groot aandeel aardappelen). Voor bedrijven met overwegend 'normale' GT-klassen (dan wel de akkerbouwers op zandgrond) lijkt de norm op korte termijn niet of nauwelijks haalbaar. Net als bij de melkveehouderij, geldt ook voor de 'problematische' subgroepen akkerbouwbedrijven dat deze minderheden vormen binnen de totale populatie akkerbouwbedrijven in de zandgebieden.

Kleigebieden

Voor de kleigebieden is de verklarende analyse beperkt tot de bemonsteringen via drainwater. Het aantal bemonsteringen in de kleigebieden via putwater is vrij gering (16) en de waargenomen concentraties zijn gemiddeld ver beneden 50 mg/l (13 mg/l).

Veengebieden

Voor de veengebieden is geen verklarende analyse uitgevoerd: de waargenomen concentraties in het putwater zijn gemiddeld ver beneden 50 mg/l (< 10 mg/l).

Zes relevante multiële regressievergelijkingen ter verklaring van verschillen in nitraatconcentraties van het bovenste grondwater in de zandgebieden

De regressie analyses zijn in eerste instantie gericht op modellen met een vaste (basis) set aan verklarende variabelen, te weten:

- *indexconcentratie*. Nitraat spoelt met name uit in de periode dat de neerslaghoeveelheid de verdamping overtreft (normaliter de periode medio augustus tot april). Variaties in neerslag en verdamping leiden tot variaties in grondwateraanvulling. Om met deze invloeden op de grondwaterkwaliteit rekening te kunnen houden, is door RIVM de indexconcentratie (voorheen 'verdunningsfactor') geconstrueerd, die als verklarende variabele voor de verschillen in neerslagoverschot kan worden opgenomen (Boumans et al., 1997). De verdunningsfactor is bedrijfs- en jaarspecifiek en afhankelijk van de neerslag en verdamping in het gebied, de datum van bemonstering en de grondwaterstand tijdens de bemonstering. Globaal varieert de factor tussen 0,5 in natte jaren en 1,5 in droge jaren;
- *fracties 'normale'* (fracties Gt 5, 5* en 6) respectievelijk *'droge'* (fracties Gt 7, 7* en 8) *grond*. Door RIVM is per bedrijf per bemonstering een grondwatertrapverdeling bepaald. Grondwatertrappen zijn gerelateerd aan de hoogte van de grondwaterstand (Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) en Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG)). Hoe hoger de grondwaterstand, des te meer kans er is op anaërobie en bevordering van denitrificatie. Vermoedelijke verklaring hiervoor is dat op grotere diepten geen denitrificatie plaatsvindt omdat minder organische stof aanwezig is;
- *fracties veen- en moerige grond*. Specifieke, capillaire eigenschappen van de grond beïnvloeden de infiltratiesnelheid van water in de bodem waardoor meer nitraat kan uitspoelen;
- *percentage grasland*. De opname van mineralen door het gewas is afhankelijk van de periode dat het gewas op het veld staat, het soort gewas en het groeistadium. Gras kent daarmee over het algemeen een hogere mineralenopname dan overige gewassen;
- *maaipercentage gras*. Dit betreft de gemaaide oppervlakte in procenten van de beeteelde oppervlakte grasland. Ook het graslandgebruik (beweidings- en maairegime) is bepalend voor de benutting van mineralen. Weidend vee deponeert mest en urine pleksgewijs waar dit bij toediening met geëigende apparatuur meer egaal over het perceel gebeurt. Minder weiden (en dus meer maaien) kan daarom leiden tot een betere benutting;

Ook na toevoeging van de recente LMM-metingen bleken deze variabelen nog significant verklarend te zijn voor de gemeten nitraatconcentratie in het bovenste grondwater. In aanvulling op bovengenoemde basisset zijn (onder andere) als verklarende variabelen onderzocht:

- stikstofoverschot (WOG-overschot, 'LEI'-overschot en 'Minas'-overschot);
- stikstofgebruik (via kunstmest en organische mest afzonderlijk);
- P- en K-bemestingstoestanden;
- mestopslagcapaciteit;
- mate van drainage;
- mate van beregening;
- concentratie opgeloste organische stof (DOC).

Met uitzondering van DOC wordt voor een beschrijving van de berekeningswijze verwezen naar hoofdstuk 2. DOC maakt deel uit van het RIVM-analysepakket en vormt mogelijk een maat voor het gehalte organische stof in de bodem. De hoeveelheid en kwaliteit van organische stof alsmede de zuurgraad van de bodem beïnvloeden de mate van mineralisatie, immobilisatie en denitrificatie.

Resultaten van regressieanalyses voor de EMW2004 voor de zandgebieden.

In tabel 4 zijn de 6 meest relevante modellen weergegeven. De verklaarde variabele betreft de nitraatconcentratie na worteltransformatie!

Uit de in tabel 4 gepresenteerde modellen kunnen de relaties tussen waterkwaliteit en mineralenmanagement voor (gespecialiseerde) akkerbouw- en melkveebedrijven in de zandgebieden worden afgeleid. De hoogste verklaringsgraden (grotendeels tweede verklaringsring) worden verkregen met modellen I, II en III waarin de aanvoer via kunstmest en dierlijke mest als afzonderlijke verklarende variabelen zijn opgenomen. Opvallend daarbij is het verschil in coëfficiënten; 0.011 (model I) respectievelijk 0.013 (II en III) voor kunstmest tegen 0.004 (I en II) respectievelijk 0.006 (model III) voor dierlijke mest.

De extra verklarende variabele in model II ten opzichte van model III betreft het 'saldo N-aanvoer en -afvoer ten behoeve van dierlijke producten' en is berekend als de totale N-aanvoer via voer (ruwvoer/krachtvoer/melkproducten) minus de N-afvoer via dieren en dierlijke producten zoals melk en eieren. Betreffend kengetal is (op veehouderijen) een maat voor aanvullend voerverbruik.

De modellen I t/m III met onder andere de variabelen 'N-kunstmest/ha', 'N-dierlijk mestgebruik/ha' en (modellen I en II) 'saldo N-aanvoer en -afvoer ten behoeve van dierlijke producten' geven dus een betere verklaring van de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater dan een model waarin deze 3 of 2 variabelen worden ingewisseld voor een N-overschot/ha als verklarende variabele.

De 3 eerstgenoemde variabelen zijn alle delen van het stikstofoverschot/ha. In het stikstofoverschot/ha werken zij mogelijk enigszins tegen elkaar in en/of compenseren zij elkaar. Het stikstofoverschot/ha kan daardoor een minder goede verklarende variabele zijn voor de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater; er is een/zijn 'onderliggende' variabele(n) die tot een betere verklaring leidt/leiden. Dit verschijnsel is niet onbekend in de verklarende statistiek.

De extra verklarende variabele in model I ten opzichte van model II betreft een dummyvariabele voor onderscheid tussen de bemonsteringsjaren 1992 tot en met 1996 (waarde = 1) en die daarna (waarde=0). Gevonden positief verband wordt verondersteld betrekking te hebben op een efficiënter mineralengebruik in de jaren na 1996, los van (ontwikkelingen in) de gebruikte mineralenhoeveelheden. Technische innovaties en de toegenomen aandacht van, alsook bewustzijn onder, ondernemers (mede ingegeven vanuit mineralenbeleid door bijvoorbeeld het instellen van uitrijdverboden) kunnen van betekenis zijn geweest voor deze efficiëncyslag.

Tabel 4 Enkele resultaten a) van regressieanalyses ter verklaring van de nitraatconcentraties (n = 519) op melkvee- en akkerbouwbedrijven (N = 219) in de zandgebieden, gemeten in periode 1992–2002

Model:	I	II	III	IV	V	VI
R-squared (in %)	67.7	65.4	63.8	64.1	61.4	59.4
Aantal verklarende variabelen (exclusief de constante)	11	10	9	8	8	8
Adjusted R-squared (in %)	67.0	64.7	63.2	63.5	60.8	58.7
Verklaarde variabele: Nitraatconcentratie na transformatie						
<i>Verklarende variabelen: basisset</i>						
Constante	2.992 (0.000)	3.026 (0.000)	3.082 (0.000)	3.271 (0.000)	3.692 (0.000)	4.519 (0.000)
Indexconcentratie	3.986 (0.000)	3.927 (0.000)	3.891 (0.000)	3.964 (0.000)	3.992 (0.000)	3.969 (0.000)
Fractie 'normale' grond	2.808 (0.000)	2.860 (0.000)	2.667 (0.000)	2.912 (0.000)	2.838 (0.000)	2.839 (0.000)
Fractie 'droge' grond	4.543 (0.000)	4.808 (0.000)	4.841 (0.000)	4.669 (0.000)	4.742 (0.000)	4.815 (0.000)
Fractie veengrond	-5.443 (0.000)	-5.316 (0.000)	-5.420 (0.000)	-5.102 (0.000)	-5.414 (0.000)	-5.544 (0.000)
Fractie moerige grond	-2.580 (0.001)	-2.455 (0.002)	-2.639 (0.001)	-2.331 (0.003)	-2.680 (0.001)	-2.828 (0.001)
Aandeel grasland (%)	-0.031 (0.000)	-0.030 (0.000)	-0.029 (0.000)	-0.023 (0.001)	-0.019 (0.008)	-0.021 (0.004)
Maaipercantage grasland ²	-0.007 (0.001)	-0.009 (0.000)	-0.009 (0.000)	-0.007 (0.001)	-0.008 (0.001)	-0.008 (0.000)
<i>Verklarende variabelen: aanvullend</i>						
N-gift via kunstmest (kg/ha)	0.011 (0.000)	0.013 (0.000)	0.013 (0.000)			
N-gift via dierlijke mest (kg/ha); obv Van den Brink	0.004 (0.009)	0.004 (0.001)	0.006 (0.000)			
Saldo N-aan- en -afvoer via dierlijke producten (kg/ha)	0.003 (0.002)	0.004 (0.001)				
Dummyvariabele voor bemonsteringsjaren t/m 1996	1.144 (0.000)					
N-overschot 'LEI' (kg/ha)				0.009 (0.000)		
WOG-N-bodemoverschot (kg/ha)					0.009 (0.000)	
N-overschot 'Minas' (kg/ha)						0.008 (0.000)

a) Per verklarende variabele worden de regressiecoëfficiënt en overschrijdingskans (tussen haken) weergegeven. De overschrijdingskans (ook wel 'significantieniveau') betreft de kans dat de betreffende variabele 'er niet toe doet' (en de coëfficiënt dus 0 zou zijn) in het geval we het model voor de gehele populatie landbouwbedrijven in de zandgebieden zouden (kunnen) testen. Een p-waarde van 0.01 betekent dan dat met 99 procent betrouwbaarheid mag worden gesteld dat de betreffende variabele er als verklarende variabele toe doet; 2 Weergegeven modellen hebben betrekking op zowel melkvee- als akkerbouwbedrijven. Om te voorkomen dat (meest akkerbouw)bedrijven met relatief geringe aandelen grasland de relaties voor verklarende variabelen 'aandeel grasland' en vooral 'maaipercantage grasland' verstoren, zijn de waargenomen 'maaipercantages grasland' bij alle waarnemingen nog eens vermenigvuldigd met de fractie ($0 <= <1$) grasland. Tweemaal maaien van alle gras bij 5 % gras resulteert dan in een maaipercantage van $200 \% * 0.05 = 10 \%$.

1. Inleiding

Al sinds de oprichting van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) in 1992 vinden bemonsteringen plaats van het bovenste grondwater onder LEI-Informatienet-landbouwbedrijven in de zandgebieden. Door de koppeling van LMM aan het Informatienet zijn van bemonsterde bedrijven naast de gemeten waterkwaliteit ook uiteenlopende gegevens over de aan bemonstering voorafgegane bedrijfsvoering bekend.

In deze notitie staan de relaties tussen mineralenmanagement (stikstofgebruik en mineralenbelasting) en milieukwaliteit centraal. Daartoe zijn de resultaten van bemonsteringen op Informatienet-bedrijven tussen 1992 en (zomer) 2002 geanalyseerd.

De opzet van deze eerste rapportage is als volgt. Voorafgaand aan onderzoeksresultaten worden in hoofdstuk 2 eerst de relevante uitgangspunten besproken en enkele berekeningswijzen toegelicht. Ook hierbij is de WOG-notitie zoveel mogelijk als leidraad gehanteerd. Puntsgewijs wordt besproken in welke mate het door de werkgroep gedefiniëerde N-bodemoverschot kon worden berekend.

De resultaten van de data-analyses staan weergegeven in de hoofdstukken 3 en 4. In deel 3 betreft het beschrijvende overzichten voor diverse karakteristieken van de bemonsterde Informatienet-bedrijven met betrekking tot de bedrijfsopzet, mineralengebruik en –overschotten.

Hoofdstuk 4 bevat de belangrijkste uitkomsten van verklarende analyses. De effecten van het (mineralen)management worden op bedrijfsniveau gekwantificeerd door bemonsteringsresultaten integraal met aanvullende gegevens over bodemtypering, grondwaterstand alsmede 'het weer' (met name neerslag) te beschouwen. Methode daarbij betreft regressie-analyse waarbij getracht is (verschillen in) de gemeten waterkwaliteit zo goed mogelijk te verklaren uit (de verschillen in) een mix van verklarende variabelen; combinaties van bedrijfsmanagementvariabelen en door management *niet* te beïnvloeden omstandigheden. Het hoofdstuk besluit met een overzicht van conclusies.

2. Uitgangspunten en berekeningswijzen

Omvang en opzet van het databestand

In de analyses zijn alle LMM-bedrijven betrokken die deelnamen (of nog deelnemen) aan het Bedrijven-Informatienet van het LEI (Informatienet). In totaal zijn op die bedrijven in de periode 1992 tot zomer 2003 ruim 1000 bedrijfsbemonsteringen uitgevoerd.

In tabel 2.1 is een verdeling van de bedrijfsbemonsteringen over de 11 afzonderlijke bemonsteringsjaren opgenomen. Binnen het LMM wordt onderscheid gemaakt in een Evaluerende en een Verkennende Monitoring (EM/VM). De VM is gericht op het vooraf inschatten van effecten van toekomstig beleid. VM-bedrijven betreffen veelal deelnemers aan zogenoemde voorloperprojecten zoals Koeien & Kansen en BIOVEEM. Op de VM-bedrijven is, ongeacht de grondsoort, steeds grondwater via boorgaten (putwater) bemonsterd.

Binnen de EM zijn afzonderlijke submeetnetten opgezet voor de klei-, veen- en zandgebieden. Binnen de zand- en veengebieden is grondwater via boorgaten (putwater) bemonsterd. Van deelnemers in de veengebieden zijn daarnaast op beperkte schaal oppervlaktewaterbemonsteringen genomen. In de kleigebieden hebben de bemonsteringen betrekking op drainwater dat in de winterperiode is bemonsterd. Verder is op 37 bedrijven op kleigrond in 1997 het putwater bemonsterd: op geen van deze 37 bedrijven is ooit het drainwater bemonsterd.

Tabel 2.1 Overzicht van het aantal bemonsterde Informatiene- bedrijven per bemonsteringsjaar

Bemonsteringsjaar: Meetprogramma	1992	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	2000	2001	2002	Totaal
<i>Evaluerende monitoring:</i>												
Zand: putwater	93	89	35	86	27	43	42	42	47	42		546
Klei: drainwater					6	27	52	57	54	48		244
Klei: putwater						37						37
Veen: putwater					18			17		8	22	65
Subtotaal	93	89	35	86	24	91	95	116	96	103	64	892
<i>Verkennende monitoring:</i>												
LMM; putwater zand						16	15	15				46
MDM: putwater zand		5	5	5	5	5	4					29
KeK: putwater zand								6	11	9		26
KeK: putwater klei								3	3	3		9
KeK: putwater veen								3	3	1	2	9
Bioveem1: putwater zand							4	6	6			16

Tabel 2.1 Vervolg

Bemonsteringsjaar: Meetprogramma	1992	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	2000	2001	2002	Totaal
Bioveem1: putwater klei							2	2	1	2		7
Bioveem1: putwater een								2	2	2		4
Subtotaal	0	5	5	5	5	21	25	37	26	17	2	148
totaal waarnemingen	93	94	40	91	29	112	120	136	122	120	66	1.040

Bij de 18 bedrijven op veengrond, waar in 1996 het putwater is bemonsterd, is ook het slotwater bemonsterd in hetzelfde jaar. Op de kleibedrijven in de VM is putwater bemonsterd.

Er wordt benadrukt dat de in de tabel weergegeven aantallen de jaarlijks uitgevoerde bemonsteringen betreffen en de totalen daaruit zodoende geen aantallen (unieke,) bemonsterde bedrijven opleveren; deelnemers aan het LMM worden gedurende hun deelname aan het LEI-Informatienet doorgaans meerdere keren bemonsterd.¹

Per bedrijf zijn per bemonstering bedrijfsgegevens uit het Informatienet opgevraagd over de aan bemonstering voorafgegane groeiseizoenen, voor zover beschikbaar. Tot 1 mei 2000 hebben de bedrijfsgegevens steeds betrekking op een periode van 1 mei tot en met 30 april. Daarna is de opzet van het Informatienet vernieuwd en worden de data op basis van kalenderjaren vastgelegd. Vanwege technische problemen bij de invoering van nieuwe software is voor groeiseizoen 2000 uitgegaan van de bedrijfsgegevens over seizoen 1999, waarbij de mineralenaanvoer via kunstmest is geïndexeerd conform de landelijke ontwikkeling in N-kunstmestgebruik op grasland tussen 1999 en 2000 (De Bont, 2000).

Groepsindelingsvariabelen

Bij het presenteren van resultaten in tabelvorm worden deze op groepsniveau gepresenteerd. Indelingsvariabelen daarbij zijn:

- (LMM-)bedrijfstype;
- LMM-submeetnet waaraan bedrijven deelnamen;
- mate van uitspoelingsgevoeligheid van bedrijfspercelen;
- bemonsteringsjaar of bemonsteringsperiode (bedrijven in de zandgebieden).

Aggregeren van data naar bedrijfstype wordt gedaan op basis van de NEG-typologie die in 1978 door de EG voor agrarische bedrijven is ontwikkeld. Op basis van de NEG-typologie onderscheidt het LEI veelal 5 bedrijfstypen voor landbouwbedrijven te weten: akkerbouwbedrijven (NEG-typen 1000-2000), sterk gespecialiseerde melkvee- (NEG-type 4110), gemengde melkveebedrijven (NEG-typen 4120, 4370 en 7100), hokdierbedrijven (NEG-typen 4380, 5000-6000 en 7200) en overige graasdier/combinaties (4390-5000, 6000-7000 en >8000).

¹ Zie/zoek voor meer informatie over de opzet, bemonsteringswijze en –strategie de LMM bijdragen op de RIVM-website: www.rivm.nl

Ook binnen het LMM zijn bij de afbakening van steekproeven voor werving van deelnemers, per (EM)submeetnet, bedrijfscategorieën op basis van NEG-typering onderscheiden. Belangrijk criterium daarbij is de mate waarin het totaal aan cultuurgrond door de geselecteerde bedrijfscategorieën in gebruik is. Zoals uit onderstaande tabel 2.2 blijkt, wijkt deze indeling enigszins af van de LEI-bedrijfstoppering.

Tabel 2.2 Onderscheiden LMM-bedrijfscategorieën per submeetnet, op basis van de NEG-typologie

LMM-submeetnet			
LMM-bedrijfscategorie	Zandgebieden	Kleigebieden	Veengebieden
Akkerbouw	1000 - <2000	1000-2000	Buiten steekproef
Melkvee	4000- <5000 en 7000 - <8000	4110, 4120 en 4370	4110, 4120 en 4370
Hokdier	5000 - <6000	Buiten steekproef	Buiten steekproef
Overig	> 8000	>8000	Buiten steekproef
		4000 - <5000 m.u.v.	
		4110, 4120 en 4370	

Per LMM-submeetnet zijn ook in geografisch opzicht grenzen bepaald teneinde gebieden met een min of meer homogene grondsoort te onderscheiden; 6 gebieden met daarbinnen overwegend zandgrond, 4 met overwegend klei, 2 veengebieden en 1 lössgebied (Zuid-Limburg). De afbakening is gespecificeerd op basis van gemeentegrenzen.

Een bepalende factor voor de stikstofuitspoeling vanuit de bodem betreft de grondwaterstand. Van deelnemers aan het LMM wordt bij iedere bemonstering de ligging van bedrijfspercelen in kaart gebracht. Door RIVM worden hiermee na digitalisatie verdelingen naar bodemtype en grondwatertrap ingelezen uit de 1:50000 bodemkaart (De Vries en Denneboom, 1992).

Voor het kunnen onderscheiden van natte en droge zandgronden zijn allereerst de fracties per GT-klasse samengevoegd tot fracties 'natte' (GT I t/m GT IV), 'normale' (GT's V en VI) en 'droge' grond (GT VII en hoger). Bodemtype-fracties voor 'leem' en 'moerig' tezamen met 'zand' zijn geclassificeerd als fractie 'zandgrond'. De fractie 'droog zand' is bepaald als het product van de fracties 'droge grond' en 'zandgrond'. Bedrijven met een fractie 'droog zand' >0.5 zijn in de verklarende analyses ingedeeld als 'bedrijven met overwegend droge zandgrond'. In afwijking hierop is bij beschrijvende analyses (hoofdstuk 3) ook Gt VI bij de 'droge' grond gevoegd om over 'droog zand' te kunnen presenteren: het aantal waarnemingen onder het engere criterium (Gt VII/VIII) is veel geringer.

LEI-berekeningswijze van N-mineralengebruik, bodem- en bedrijfsoverschotten

Bij LMM-analyses is zoveel mogelijk aangesloten bij de door de WOG opgestelde wensen (Schröder, 2003). Centrale rol daarbij speelt het N-bodemoverschot. In onderstaande toelichting op de LEI-berekeningen rondom mineralenmanagement wordt, waar relevant, ook aangegeven in hoeverre is aangesloten bij de WOG-definiëring.

Wijze van gegevensverzameling

Voor deze berekeningen wordt gebruik gemaakt van gegevens uit het Informatienet. Een aantal LEI-medewerkers verwerkt alle facturen van de bedrijven die aan het Informatienet deelnemen, enkele honderden per bedrijf per jaar voor ruim 1500 bedrijven. Tevens inventariseren zij voorraden en vragen naar aanvullende gegevens zoals beweidingssysteem, gemaaide oppervlakte grasland, etcetera. Ook leggen zij aanschafmoment, aanschafprijs en soort vast van alle investeringen (bijvoorbeeld grond, machines, gebouwen, quota). Per LEI-medewerker worden, afhankelijk van de omvang en de complexiteit van de bedrijven, 30 tot 40 bedrijven bijgehouden. Verder werven deze LEI-medewerkers jaarlijks 200-250 nieuwe bedrijven omdat het Informatienet een roterend panel is: bedrijven doen doorgaans 5 tot 7 jaar mee. Ook begeleiden zij aanvullende enquêtes die nu en dan onder (meestal een deel van de) Informatienet-deelnemers worden gehouden (onder andere houding van akkerbouwers ten aanzien van dierlijke mest in 1993, stijl/motivatie onder melkveehouders in 1998, houding ten aanzien van mestbeleid in het kader van EMW2004 in het najaar van 2003).

Al deze informatie wordt omgezet in voornamelijk jaartotalen: krachtvoerverbruik per jaar is dus de som van alle aankopen tussen 2 balansdata minus alle verkopen plus de beginvoorraad minus de eindvoorraad. Voor (kunst)mest wordt gekeken naar het groeiseizoen: vanaf het moment dat de voorvrucht is geoogst tot en met de oogst van het gewas, voor blijvend grasland het verbruik in een kalenderjaar.

Mineralengebruik via kunstmest

Van kunstmest is van Informatienet-bedrijven per jaar vastgelegd welke hoeveelheden (in zuiver N dan wel fosfaat) gemiddeld, dan wel voor alleen N op gras- en bouwland, zijn aangewend. Uit de facturen worden naast de bedragen ook de hoeveelheden overgenomen waarbij doorgaans de gehalten ook vermeld staan (als dat niet het geval is wordt navraag gedaan bij de Informatienet-deelnemer of de leverancier wiens naam ook op de factuur is te vinden). In het geval van stikstof wordt de Informatienet-deelnemer ook gevraagd naar de verdeling over gewassen. In 2001 heeft dit laatste niet plaatsgevonden door de al genoemde softwareproblemen zodat voor de verdeling over bouw- en grasland dezelfde verhouding als in 1999 is gebruikt.

Mineralengebruik via organische mest (dierlijke mest en compost)

Het gebruik van dierlijke mest is als volgt berekend;

- Op bedrijven waarop geen dieren worden gehouden volgt het dierlijke mestgebruik rechtstreeks uit het saldo van de aan- en afvoer van (bedrijfsvreemde) mest inclusief de mutaties in eventuele voorraden aan mest. Een nettovoorraadafname wordt bij het aanvoersaldo opgeteld en een nettovoorraadtoename erop in mindering gebracht. De hoeveelheden mest zijn in tonnen bekend en de gehalten vanaf 1998 meestal ook omdat de meeste aangevoerde mest vanaf dat jaar wordt bemonsterd in het kader van Minas. Zijn de gehalten niet bekend dan is tot en met 1996 gebruik gemaakt van door het IKC (nu EC-LNV) jaarlijks verstrekte gehalten en vanaf 1997 van WUM-cijfers.
- Op bedrijven met vee dient bij het saldo van de aan- en afvoer van (bedrijfsvreemde) mest inclusief de mutaties in eventuele voorraden aan mest nog de voor emissies gecorrigeerde productie van de 'bedrijfseigen' mest te worden opgeteld. Hiervoor is allereerst de mineralenproductie berekend door de (gemiddeld gehouden) aantallen

per diersoort te vermenigvuldigen met de bijbehorende (jaarafhankelijke) WUM-excretienormen. Omdat bij mestaanwending een deel van de stikstof zal zijn vervluchtigd, is op de berekende stikstofproductie de diergebonden stikstofcorrectie volgens Minas in mindering gebracht. Het stikstofgebruik via dierlijke mest op veehouderijbedrijven wordt dus berekend door de gecorrigeerde productie bij het saldo van aan- en afvoer op te tellen.

- Voor het berekenen van het WOG-N-bodemoverschot is de aanwending van bedrijfseigen mest ook berekend op basis van excretienormen volgens motie Van den Brink en vervolgens voor gasvormige verliezen gecorrigeerd volgens de formules uit de notitie van Schröder. In deze berekening is daarmee rekening gehouden met de mate van beweiding (onbeperkt/beperkt/geen).

Bovenstaande heeft betrekking op bedrijfsniveau. Voor de groeiseizoenen 1992 tot en met 1999 is het gebruik nog verder opgesplitst naar gras- en bouwland, omdat in genoemde jaren ook de toediening op bouwland (alleen in kg N, niet in fosfor of fosfaat) afzonderlijk werd vastgelegd.

Aanvoer via depositie en luchtbinding

Bij het berekenen van het WOG-bodemoverschot is conform de WOG-notitie voor alle bedrijven in alle jaren 45 kg N per ha cultuurgrond aangehouden. Bij overige overschotberekeningen wordt door LEI een in geografisch opzicht gedifferentieerd hoeveelheid ingerekend, variërend van circa 35 kg per ha in de noordelijke kuststreken tot 52 kg per ha in de oostelijke en zuidelijke zandgebieden (bron: CLM, circa 1990).

Voor luchtbinding door klaver in grasland zijn geen schattingen gemaakt. Over de mate van klaver in grasland wordt geen informatie in het LEI-Informatienet vastgelegd. Voor vlinderbloemigen als hoofdgewas (onder andere luzerne, erwten) is voor jaren tot 1998 geput uit IKC-publicatie Kiezen uit Gehalten. Vanaf 1998 zijn de hoeveelheden stikstof per ha conform de (verfijnde) Minas-wetgeving gehanteerd.

Aanvoer via krachtvoer

Tot en met 1999 werden naast bedragen en hoeveelheden ook per krachtvoertransactie de hoeveelheid stikstof en fosfaat vastgelegd aan de hand van de naam van de krachtvoersoort. Van de meeste krachtvoerleveranciers was jaarlijks een overzicht beschikbaar met de gehalten per krachtvoersoort. Vanaf 2001 wordt gebruik gemaakt van kwartaal- en voerjaaroverzichten die in het kader van Minas door veevoerleveranciers met de facturen worden meegeleverd.

Aanvoer via ruwvoer en bijproducten

Bijproducten worden ook wel natte krachtvoerders of structuurarm ruwvoer genoemd. Aan de hoeveelheden zijn voor jaren tot 1998 gehalten gekoppeld uit IKC-publicatie Kiezen uit Gehalten. Vanaf 1998 zijn de hoeveelheden stikstof per eenheid product conform de (verfijnde) Minas-wetgeving gehanteerd.

Opgemerkt dient te worden dat onder de kop 'aanvoer ruwvoer' ook de voorraadmutaties van het eigen gewonnen ruwvoer worden meegenomen. Een bedrijf dat geen ruwvoer aankoopt of verkoopt kan toch een aanvoer van ruwvoer hebben door voorraadafname of voorraadtoename (negatieve aanvoer) van het eigen gewonnen ruwvoer. Van deze voorraadmutaties (dus van eigen gewonnen ruwvoer!) zijn nog wel eens mineralengehalten

bekend omdat de Informatienet-deelnemer een monster laat nemen om de voederwaarde te weten; omdat dit voer niet direct met Minas te maken heeft wordt deze informatie niet vastgelegd in Informatienet.

Aangekocht voer wordt vrijwel nooit bemonsterd, ook niet door de leverancier. Bij krachtvoer gebruikt men standaardgehalten van de grondstoffen en weegt die met de aandelen die de grondstoffen in het krachtvoer innemen. Bij ruwvoer volgt de leverancier de Minas-wetgeving. Dit is beslist geen verkeerde methode maar er moet ook geen overdreven waarde aan door de leverancier aangegeven gehalten voor zowel krachtvoer als ruwvoer worden toegekend.

Afvoer van stikstof

Voor afvoer via eieren en vlees (dieren) is wat betreft stikstofgehaltenes voor jaren tot 1998 geput uit IKC-publicatie Kiezen uit Gehalten. Vanaf 1998 zijn de gehalten conform de (verfijnde) Minas-wetgeving gehanteerd.

Voor vleesvarkens en vleeskuikens zijn naast de aantallen ook de kg afgevoerde dieren beschikbaar; er is dan gebruik gemaakt van gehalten per kg. Bij andere diersoorten wordt het aantal aan- en/of afgevoerde dieren vermenigvuldigd met een hoeveelheid stikstof of fosfaat per dier. Aanvoer van dieren wordt vaak gesaldeerd met afvoer van dieren

Bij de afvoer van melk worden de kg melk met het eiwitgehalte omgerekend naar kg eiwit. Vervolgens delen van deze kg eiwit door 6,38 geeft de kg N in melk. Bij fosfaat in melk wordt weer dezelfde referentie gebruikt als bij eieren en vlees.

Voor marktbaar gewassen is naast de forfaitaire Minas afvoer (165 kg stikstof per hectare) ook een 'werkelijke' (tussen aanhalingstekens omdat de gehalten normatief zijn: weer afkomstig uit Kiezen uit Gehalten) afvoer berekend via werkelijke fysieke opbrengsten maal normatieve gehalten. Voor snijmaïs, maïskolvenschroot, corn cob mix, korrelmaïs, gras, graskuil, grashooi, luzerne en voederbieten maakt dit geen verschil omdat deze gewassen in Minas ook een afvoer van werkelijke fysieke opbrengst maal normatief gehalte kennen (zie tabellenbrochure Minas). Voor braakland is er evenmin een verschil, daar is de afvoer in alle gevallen 0.

Onderscheiden stikstofoverschotten

Vanuit de beschikbare bedrijfsgegevens zijn per bedrijf per jaar 3 verschillende overschotten berekend (uitgedrukt in kilogrammen stikstof per hectare)

- het bodemoverschot volgens WOG-notitie, maar exclusief de aanvoer via mineralisatie;
- het zogenoemde LEI-overschot; met LEI milieu-aanvoer via depositie (gebiedspecifiek) en luchtbinding (vollediger dan binnen Minas); met afvoer via marktbaar gewassen op basis van werkelijke kg-opbrengsten; niet-gecorrigeerd voor diergebonden gasvormige verliezen;
- het 'Minas'-overschot, conform wetgeving maar inclusief voorraadmutaties.

Voor alle overschotten geldt dat ze zijn berekend inclusief voorraadveranderingen: zoals al eerder is aangegeven moet 'aanvoer' worden gezien als 'verbruik' omdat de aankoop van bijvoorbeeld kunstmest via een voorraadrekening wordt geboekt in het boekjaar van aanwending. Dat boekjaar hoeft niet altijd overeen te komen met het boekjaar van aankoop. Aankoop van kunstmest aan het einde van 1998 voor gebruik in groeiseizoen

1999 zou bijvoorbeeld wel als aanvoerpost bij de berekening van het werkelijke Minas-overschot van kalenderjaar 1998 worden geteld, maar is voor genoemde overschotten voor 1999 ingerekend. Evenzo moet 'afvoer' worden gezien als 'productie'. 'Verbruik' en 'productie' geven daarmee een beter beeld van de bodembelasting in een jaar dan 'aanvoer' en 'afvoer' exact volgens Minas. In tabel 2.3 staan de verschillen tussen onderscheiden overschotten nog eens samengevat.

Tabel 2.3 *Verschillen in uitgangspunten bij onderscheiden stikstofoverschotten*

Onderscheiden stikstofoverschotten			
Aan/afvoerpost	WOG-overschot	LEI-overschot	'Minas'-overschot
Excretienormen	Motie Vd Brink	WUM	WUM
Gasvormige verliezen	Formules obv WOG-notitie; afh van weidegang	Niet inbegrepen	diergebonden verlies forfaits
Afvoer via marktbaar gewassen	Obv werkelijke kg-opbrengsten	Obv werkelijke kg-opbrengsten	165 kg N per ha forfaitair
Depositie	45 kg N per ha	Gedifferentieerd naar regio	Niet inbegrepen
Luchtbinding	Niet inbegrepen	Vollediger dan vlgs Minas, maar exclusief N-klaver	Conform Minas wetgeving

Aanvullende toelichting op LEI-berekeningen

Oppervlakte cultuurgrond

Als oppervlakte is de in het Informatienet vastgelegde cultuurgrond gebruikt. Dit is de cultuurgrond die het bedrijf daadwerkelijk in gebruik heeft.

P- en K-bemestingstoestanden

Van deelnemers aan LEI-Informatienet worden P- en K-bemestingstoestanden vastgelegd, wanneer deze zijn bemonsterd door het BLGG (BedrijfsLaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek) of een gelijksoortig laboratorium. Daarbij worden klassen zeer laag, laag, voldoende, ruim voldoende en hoog onderscheiden. Uit deze klassen zijn bedrijfsgemiddelde bemestingstoestanden berekend als: 1 x het aandeel grond in de klasse 'zeer laag' + 2x het aandeel grond in de klasse 'laag' enzovoort. De bemestingstoestanden worden als indicator voor de mineralenbelasting in het verdere verleden beschouwd. Een hogere P-bemestingstoestand zal naar verwachting de kans op uitspoeling van fosfaat vergroten.

Omdat de Informatienet-deelnemer, zoals elke land- of tuinbouwer, zelf dergelijk onderzoek moet betalen, het laten uitvoeren van dit onderzoek vrijwillig is en niet elke land- of tuinbouwer er altijd evenveel nut in ziet, is niet van de gehele oppervlakte cultuurgrond in het Informatienet deze informatie beschikbaar. Van een aantal bedrijven is helemaal geen grond bemonsterd en van een aantal andere bedrijven een gedeelte. Is er wel een monster, dan bevat dit doorgaans niet alleen de P- en K-toestand maar ook de kalktoestand (i.c. pH), en gehalten aan organische stof, magnesium, natrium en, sinds 1 of 2 jaar, zwavel; in een aantal gevallen ook gehalten van sporenelementen (koper, kobalt en borium).

Voor dat deel van de cultuurgrond waarvan geen bemestingstoestand bekend is is de toestand 'voldoende' (3) aangenomen.

Mestopslagcapaciteit (%)

Verwachting is dat mest op bedrijven met een hogere opslagcapaciteit optimaler in het groeiseizoen kan worden aangewend, hetgeen de benutting en dus de belasting van het grondwater ten goede komt. Het percentage mestopslagcapaciteit is berekend door de op het bedrijf aanwezige mestopslagcapaciteit (in tonnen) in procenten uit te drukken van de forfaitaire mestproductie per jaar (in tonnen; geschat op basis van fosfaat-GVE's).

Mate van drainage

Drainage kan in theorie twee effecten op de mineralenconcentraties in het grondwater hebben. Ten eerste heeft horizontale verplaatsing van water een verdrogend effect; grond die van nature een grondwatertrap I of II heeft zou bijvoorbeeld een grondwaterstand vergelijkbaar met grondwatertrap IV, V of VI kunnen krijgen. Deze verlaging van de grondwaterstand betekent een verslechtering van de omstandigheden voor denitrificatie zodat relatief meer nitraat kan uitspoelen. De tweede theorie is dat bij drainage in de buurt van een gebied met een hogere grondwaterstand, of nabij een groot oppervlaktewater, kwel kan optreden. Door bijmenging met kwelwater met een lagere nitraatconcentratie zal verdunning van het nitraat optreden. Er kan dus zowel een positief als een negatief effect worden verwacht. In een eerdere rapportages over het meetnet (Van Swinderen et al., 1996; Fraters et al., 1997) bleek er een negatief verband te bestaan tussen de mate van drainage en de kaliumconcentratie in het grondwater.

De mate van drainage is uit LEI-Informatienet ingeschat met behulp van de vervangingswaarde van de drainage per ha cultuurgrond. Door uit te gaan van de vervangingswaarde is het mogelijk de mate van drainage, ongeacht de ouderdom, te vergelijken. Een hoge vervangingswaarde per ha betekent dat een groot deel van de grond is gedraineerd en/of dat de afstand tussen drains klein is. Bij bedrijven met eenzelfde grondsoort valt te verwachten dat de drainafstand weinig varieert. Dit betekent dat het aandeel gedraineerde grond groot is, indien de vervangingswaarde van drainage per ha hoog is. De variabele varieert van nul tot circa 500 euro/ha, indien alle grond gedraineerd is.

Mate van beregening

Beregening kan gewasopname en/of denitrificatie maar ook de uit- of afspoeling vergroten. De mate van beregening is uit het Informatienet berekend als het percentage van de cultuurgrond dat in het groeiseizoen is beregend. Over de hoeveelheid water en/of het aantal herhalingen zijn geen gegevens bekend.

Beweidingssysteem

In het LEI-Informatienet wordt de mate van beweiding (onbeperkt/beperkt/niet) per 2 maandelijkse periode (mei-juni/juli-aug/sept-okt) vastgelegd. Per 2 maanden wordt het meest toegepaste systeem in die 2 maanden genoteerd. Daarnaast is bekend na hoeveel dagen doorgaans wordt omgeweid danwel of sprake is van standweiden. Onbeperkt weiden wordt met 1 aangeduid, beperkt weiden met 2 en zomerstalvoeding met 3.

Maaipercentage

Mede als aanvullende 'vangvariabele' voor effecten van beweiding zijn op weidebedrijven maaipercentages per jaar berekend als de totale gemaaide oppervlakte in procenten van de beteelde oppervlakte grasland. Indien bijvoorbeeld al het grasland exact tweemaal gemaaid is, bedraagt het maaipercentage 200 procent. In verklarende analyses zijn de maaipercentages nog gecorrigeerd door deze te vermenigvuldigen met de fractie gras. Bij 75 procent gras bedraagt het gecorrigeerde maaipercentage dan 150 procent.

Kg fpcm

Dit is een voor het vetgehalte en eiwitgehalte aangepaste hoeveelheid melk volgens de formule: $\text{kg melk} * (0.337 + 0.116 * \text{vetgehalte} + 0.06 * \text{eiwitgehalte})$. Voor melk met hogere gehalten wordt een hogere voederbehoefte verondersteld die in deze formule is verdisconteerd.

N-verdeling dierlijke mest over bouwland en grasland

De N-gift uit dierlijke mest op bouwland (in kg/ha bouwland, snijmais wordt hier als bouwland gezien) wordt gedeeld door de N-gift uit dierlijke mest op grasland (in kg /ha grasland). Voor bedrijven met alleen bouwland of alleen grasland is de waarde op 1 gesteld. Voor bedrijven met minder dan 10% bouwland of minder dan 10% grasland van de oppervlakte cultuurgrond is dit kengetal minder relevant.

Methode van onderzoek

Na het voorbereidende werk van data opvragen uit LEI-Informatienet, bewerken, koppelen aan RIVM-meetgegevens en controles op consistentie zijn grofweg twee analyses uitgevoerd: beschrijvende enerzijds en verklarende anderzijds. Bij de beschrijvende analyses zijn uit de complete dataset met SPSS en Excel samenvattende tabellen en lijngrafieken opgemaakt.

Voor meer verklarende analyse van invloeden van het bedrijfsmanagement op de waterkwaliteit is gebruik gemaakt van softwarepakket STATA (SE: Special Edition). Hiermee zijn regressie-analyses uitgevoerd. Bij de regressie-analyses is getracht om de waargenomen (verschillen in de) nitraatconcentraties zoveel mogelijk te verklaren uit een set van andere, eveneens gemeten, variabelen.

Op de meeste deelnemende bedrijven aan het LMM zijn meerdere bemonsteringen in de tijd uitgevoerd en beschikbaar voor analyse. Dit betekent dat bij analyse van alle LMM-data tezamen sprake is van paneldata; een combinatie van cross sectie en tijdreeks. Omdat niet alle bedrijven in dezelfde jaren en even vaak bemonsterd zijn, is sprake van een zogenaamd *unbalanced* panel.

Algemene specificatie van methode en modeloutput

De paneldata structuur bepaalt de mogelijkheden bij regressie-analyse. Vanwege het feit dat panel waarnemingen niet als onafhankelijk mogen worden beschouwd, is bij de regressie-analyses niet de veel gebruikte Kleinste-Kwadraten Methode (ofwel *ordinary least squares*) toegepast maar de zogenoemde Random effects methode. Uit paneldata is af te leiden of de relaties tussen verklarende variabelen en de te verklaren variabele wellicht niet voor alle bedrijven (one-way benadering met schatting van bedrijfseffecten) of alle jaren (two-way benadering, inclusief jaareffecten) dezelfde zijn; er wordt van uitgegaan dat de

functie weliswaar dezelfde is, maar de hoogte tussen bedrijven of tussen zowel bedrijven als jaren kan verschillen.

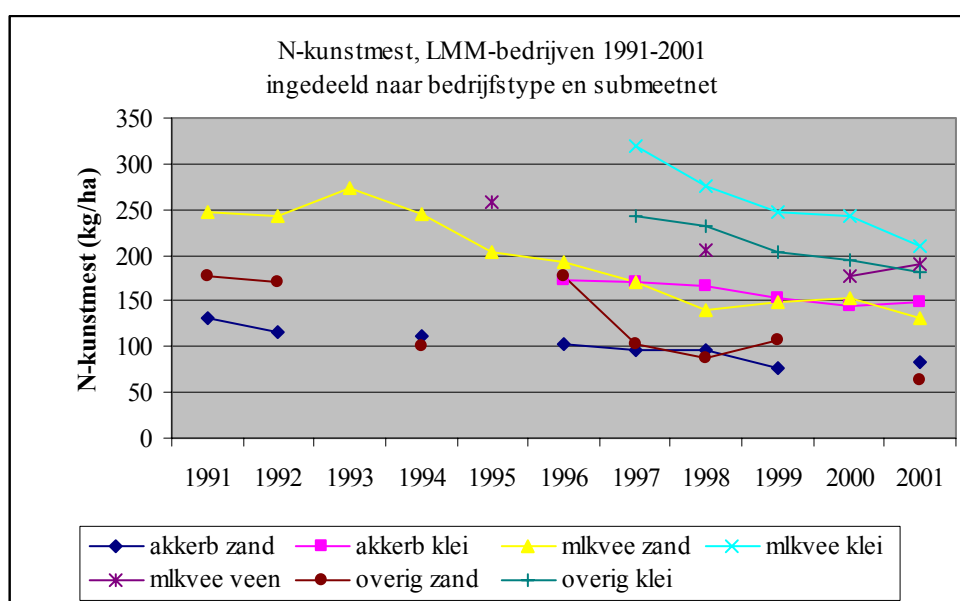
Er zijn twee mogelijkheden om bedrijfs- (en jaar)effecten te isoleren:

1. uitgaan van *een bedrijfsspecifiek effect dat constant* (Fixed Effects-benadering) wordt verondersteld voor dat bedrijf. Voor ieder bedrijf wordt een afzonderlijke dummyvariabele (ten koste van de vrijheidsgraden) opgenomen en verder kunnen geen variabelen die niet veranderen in de tijd, zoals grondsoort, geografische ligging en GT-trap worden opgenomen. De te verklaren variabelen en het bedrijfs- of jaareffect mogen samenhang vertonen.
2. uitgaan van een voor alle bedrijven gelijk bedrijfseffect en dat verschillen tussen bedrijven zijn te modelleren als (stochastische) afwijkingen van het gemiddelde (Random Effects-benadering). In vergelijking met de Fixed-Effects-benadering is hierdoor het aantal vrijheidsgraden veel groter. Ook kunnen bij RE wel in de tijd onveranderlijke variabelen in het model worden opgenomen.

In dit onderzoek is voor de RE-benadering gekozen omdat dit de mogelijkheid biedt om grondsoort en fracties uit de GT-verdeling als variabelen op te nemen, die in eerder onderzoek als verklarende variabelen een significant model opleverden (Fraters et al., 1997).

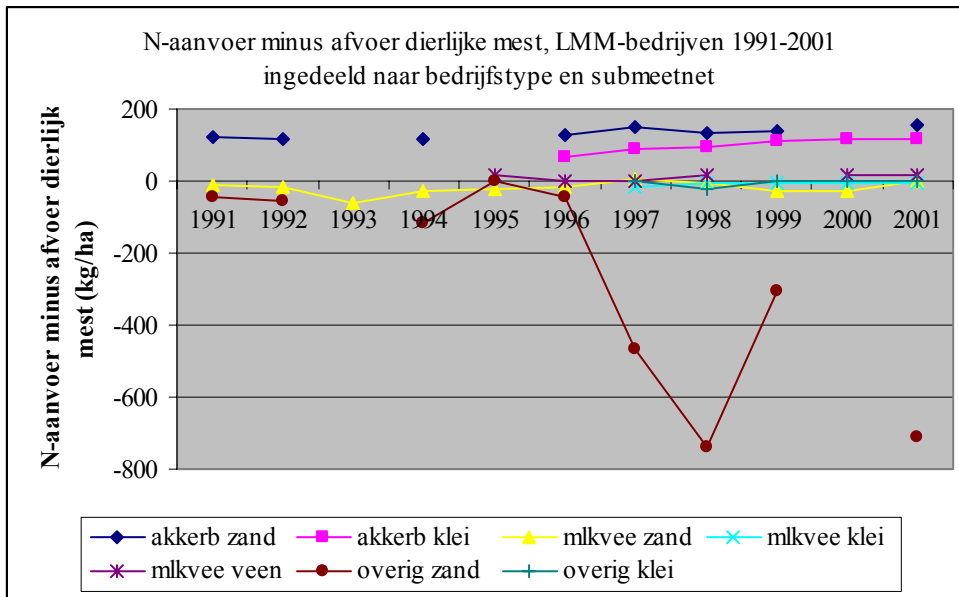
3. Beschrijvende overzichten voor diverse karakteristieken van de bemonsterde Informatienet-bedrijven

Figuren 3.1 t/m 3.6 geven voor zes mineralenvariabelen het (jaargemiddeld) verloop voor een aantal kengetallen in de tijd, voor verschillende bedrijfstypen en grondsoorten. De daaropvolgende tabellen 3.1 t/m 3.5 bevatten meer omvattende periodegemiddelde waarden, met een verder onderscheid tussen 'gangbare' (EM) en 'voorloperbedrijven' (VM) de 'natte(re)' en 'droge(re)' zandgronden. Het hoofdstuk besluit met een overzicht van de mate waarin de LMM-meetnetten het grondgebruik door de landbouw in Nederland vertegenwoordigen.



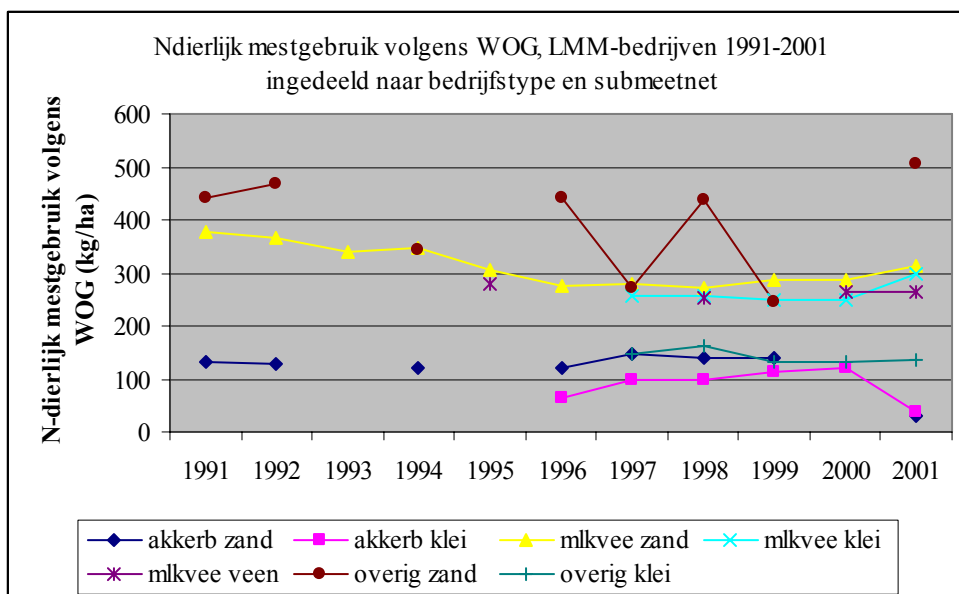
Figuur 3.1 Geeft het N-kunstmestverbruik in kg per ha cultuurgrond weer voor de verschillende bedrijfstypen en submeetnetten

Bij alle bedrijfstypen en submeetnetten is het gemiddeld verbruik van stikstofkunstmest gedaald in de afgelopen jaren; het meest bij de melkveebedrijven op zand en klei.



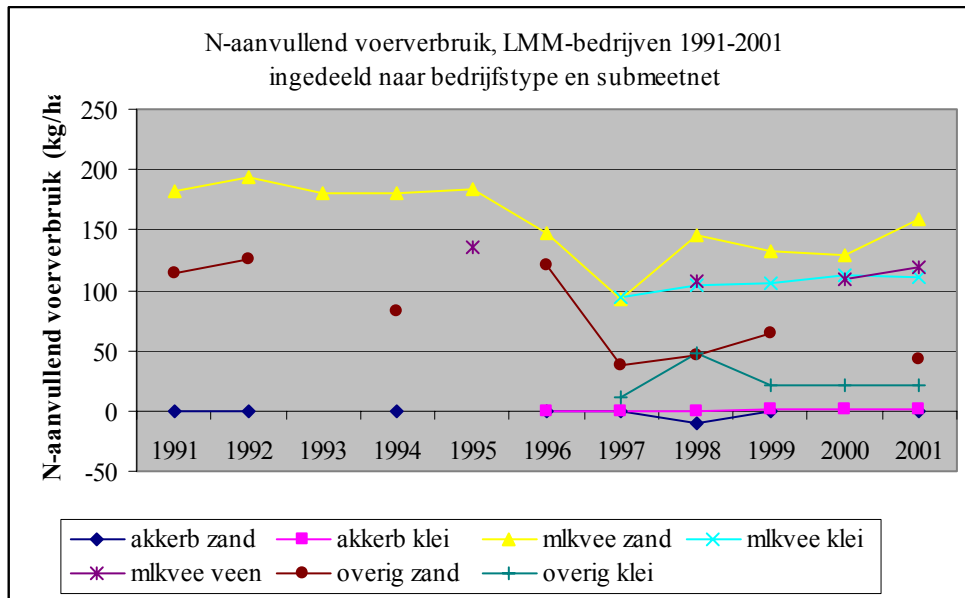
Figuur 3.2 Saldo van mest aan- en mestafvoer in kg N/ha

In de akkerbouw is in de loop van de tijd wat meer mest aangevoerd. Op melkveebedrijven is gemiddeld sprake van een nettoafvoer die in de loop van de tijd weinig verandert. De groep 'overige bedrijven' vertoont grote uitschieters; deze groep bevat weinig bedrijven.



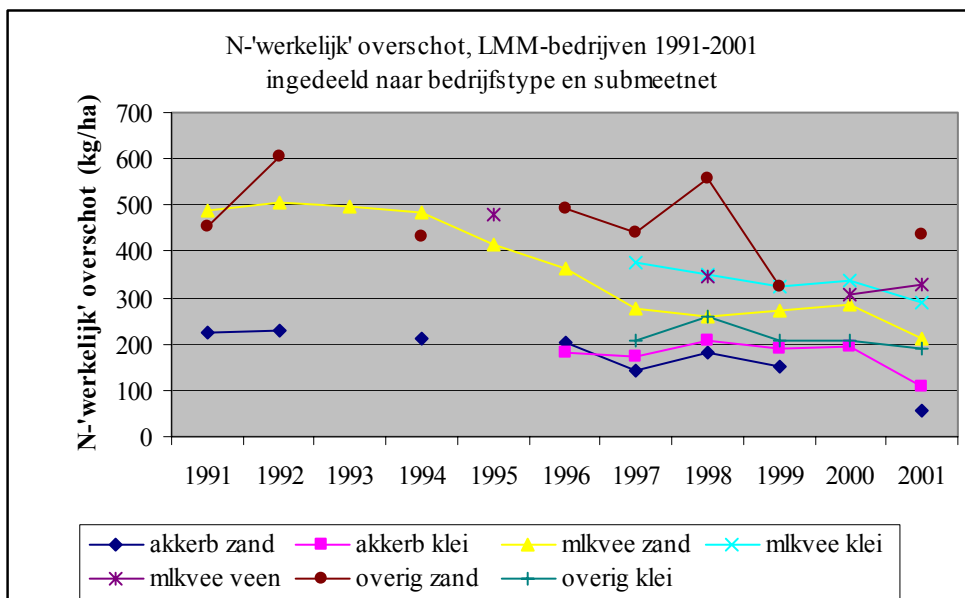
Figuur 3.3 Gebruik van dierlijke mest (kg/ha) zoals berekend voor de WOG

Het gebruik van dierlijke mest is op melkveebedrijven op zand in de loop van de tijd gedaald. Bij een constante aanvoer/afvoer van dierlijke mest (figuur 3.2) betekent dat de productie per ha is afgenomen.



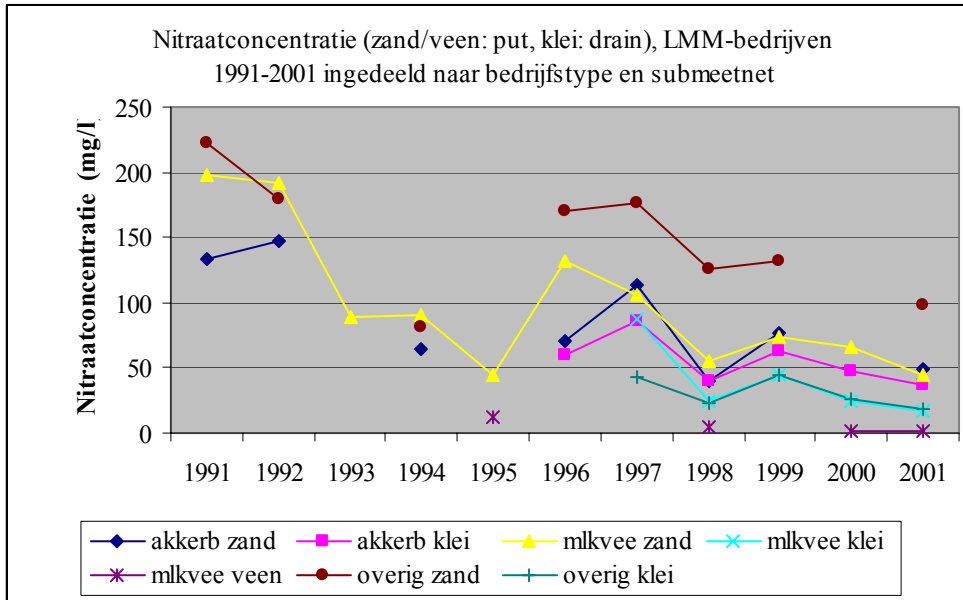
Figuur 3.4 Aanvullend voerverbruik (= aankopen - verkopen + voorraadafname - voorraadtoename) in kg N per ha.

Tot 1996 lag het aanvullend voerverbruik op een hoger niveau dan in de jaren erna voor de melkveebedrijven op zand. Na 1996 is het aanvullend voerverbruik iets gaan oplopen maar wel onder het niveau van voor 1996 gebleven.



Figuur 3.5 N-overschot in kg/ha zoals het LEI dat berekent

Op de melkveebedrijven vertoont het N-overschot een dalend verloop. Voor de melkveebedrijven op zand is sprake van meer dan een halvering. Bij de akkerbouwbedrijven is de lijn constanter. 2001 is hier een uitschieter naar beneden, mogelijk door de MKZ-crisis in de lente van dat jaar.



Figuur 3.6 Verloop in gemeten nitraatconcentraties

In grote lijnen is een daling van de nitraatconcentraties waarneembaar in de loop van de tijd. Nader onderzoek (zie volgende hoofdstuk) is er op gericht in hoeverre ontwikkelingen in (kunst)mestgebruik en/of overschotten danwel andere factoren hiervoor de verklaring vormen.

Tot zover de jaargemiddelde lijngrafieken. De tabellen 3.1 tot en met 3.5 geven voor de diverse bedrijfstypen, grondsoorten, soort meetnet (EM/VM) en natter/droger zand verschillende kengetallen weer. Per bedrijfstype, grondsoort, EM/VM en nat zand/droog zand zijn de kengetallen per jaar eerst gemiddeld en is de standaardafwijking bepaald. Voor de Informatienetjaren 1991/92, 1992/93, 1993/94 en 1994/95 is per kengetal over de 4 jaargemiddelden en de 4 jaarstandaardafwijkingen gemiddeld; elk jaar weegt dus even zwaar mee. Wanneer een jaar ontbreekt, zoals bij akkerbouw 1993/94 voor zand, dan is over 3 jaren gemiddeld.

Naast de periode 1991-1994 zijn nog 2 perioden onderscheiden, namelijk 1995-1998 en 1999-2001. Niet voor alle combinaties van periode, grondsoort, EM/VM en nat/droog zand waren steeds voldoende waarnemingen beschikbaar om periodegemiddelden weer te geven. Bij minstens 5 waarnemingen per periode, waarbij minimaal 2 jaren beschikbaar moesten zijn, is een periodegemiddelde plus standaardafwijking weergegeven.

Het onderscheid tussen natte(re) en drogere gronden betreft de bedrijven in de zandgebieden. Een bedrijf is als 'droger zand' geclassificeerd als het product van (fractie zand + fractie leem + fractie moerig) * (fractie Gt VI + fractie Gt VII + fractie GtVII* +

fractie Gt VIII) groter of gelijk is aan 0,5. Anders is een bedrijf als gelegen op 'natter zand' geclassificeerd. Zoals ook in hoofdstuk 2 al is vermeld wijkt dit af van de definitie die in hoofdstuk 4 bij de verklarende analyse wordt gebruikt: daar behoort Gt VI niet tot 'droog zand'.

Feitelijk gaat het om een meer of mindere mate van gevoeligheid voor uitspoeling van stikstof maar in het dagelijkse spraakgebruik gaan de termen 'droog zand' en 'nat zand' ook

rond. In een uitzonderlijk geval kan een bedrijf net in bv. 'droog zand' terechtkomen terwijl minder dan 50% van de oppervlakte cultuurgrond én zand, leem of moerig is én Gt VI of hoger heeft. Dit komt omdat de Gt-verdeling niet per grondsoort op het bedrijf maar alleen op bedrijfsniveau beschikbaar is. Een bedrijf met bijvoorbeeld (fractie zand + fractie leem + fractie moerig) = 0,75 en (fractie Gt VI + fractie Gt VII + fractie Gt VII* + fractie Gt VIII) = 0,7 komt op 0,525, dus 'droog zand'. Is de resterende fractie (0,25) van de cultuurgrond klei en heeft die fractie volledig Gt VI of hoger, dan resteert nog een fractie Gt VI of hoger van 0,45 voor de (fractie zand + fractie leem + fractie moerig) en dat is minder dan de helft. De fout is echter gering en geldt andersom ook (een bedrijf dat eigenlijk net in 'droog zand' thuishoort komt net in 'nat zand' terecht). Zoals al eerder opgemerkt is het aantal bedrijven meestal geringer (en nooit groter) dan het aantal waarnemingen omdat veel bedrijven in meerdere jaren zijn bemonsterd.

Het beeld is nagenoeg overal aanwezig dat zowel de mineralenoverschotten als de nitraatconcentraties in de loop van de tijd zijn gedaald, zie bijlage 1 t/m 5 waarin de bedrijfskarakteristieken van bemonsterde akkerbouwbedrijven, melkveebedrijven op zand, klei- en veengrond, en overige bedrijven, zijn opgenomen. Mede door het weergeven van periodegemiddelden is de invloed van het weer en andere jaareffecten op de uitkomsten in de bijlagen 1 t/m 5 beperkt.

De navolgende tabellen geven voor de verschillende LMM-categorieën aan hoeveel grond er in de Landbouwtelling 2002 onder elke categorie viel. Voorafgaand de volgende opmerkingen:

- alleen bedrijven met minimaal 10 ha cultuurgrond worden in het LMM vertegenwoordigd;
- voor rundveebedrijven op zand geldt een andere begrenzing qua NEG-typering dan voor melkveebedrijven op klei of veen. Zie tabel 2.2;
- voor overige combinaties op zand geldt een andere begrenzing qua NEG-typering dan voor overige combinaties op klei. Zie tabel 2.2;
- het Noordelijk zand omvat 2 LEI-gebieden, Friese Wouden en zandgrond van Drenthe;
- de rundveebedrijven op zand zijn in 4 groepen verdeeld: 'rundvee extensief' met $\leq 2,8$ gve/ha en geen hokdieren, 'rundvee intensief' met $> 2,8$ gve/ha en geen hokdieren, 'gemengd extensief' met (wat) hokdieren en ≤ 225 kg fosfaatproductie/ha en 'gemengd intensief' met (wat) hokdieren en > 225 kg fosfaatproductie/ha.

De verschillende LMM-categorieën blijken over geheel Nederland ruim 70% van de oppervlakte cultuurgrond te vertegenwoordigen. De niet-vertegenwoordigde oppervlakte betreft bijvoorbeeld de cultuurgrond van tuinbouwbedrijven (vallen geheel buiten de LMM-steekproef) alsmede landbouwbedrijven die minder dan 10 ha in gebruik hebben.

Tabel 6a Oppervlakten grasland, snijmaïs, overig bouwland en cultuurgrond in hectares in de zandgebieden in het jaar 2002 voor de verschillende LMM-categorieën

	Gras	Maïs	Bouwl.	Cult. gr.
Zand				
<i>Akkerbouw Nrd. Zand/Vkl.</i>	2081	2094	72377	77675
<i>Rundvee extensief</i>	255852	58439	3018	317937
Noordel. zand + Veenk.	133638	19451	1097	154328
Oostelijk + centr. zand	90901	24759	1024	116762
Zuidelijk zand	31313	14229	896	46847
<i>Rundvee intensief</i>	39269	15703	470	55675
Noordel. zand + Veenk.	5317	1050	30	6411
Oostelijk + centr. zand	17707	4831	82	22626
Zuidelijk zand	16245	9822	358	26638
<i>Gemengd extensief</i>	39401	13069	638	53273
Noordel. zand + Veenk.	4305	861	64	5240
Oostelijk + centr. zand	28739	8740	381	37899
Zuidelijk zand	6357	3468	193	10134
<i>Gemengd intensief</i>	16609	7078	164	23971
Noordel. zand + Veenk.	717	167	1	889
Oostelijk + centr. zand	11524	4059	87	15695
Zuidelijk zand	4367	2851	75	7386
<i>Hokdier</i>	5577	7277	13275	27014
Noordel. zand + Veenk.	643	411	1262	2347
Oostelijk + centr. zand	2572	2884	3165	8649
Zuidelijk zand	2362	3982	8848	16018
<i>Overige combinaties</i>	11280	8238	27860	49984
Noordel. zand + Veenk.	4182	1949	13388	19708
Oostelijk + centr. zand	2390	1938	3747	8223
Zuidelijk zand	4708	4351	10726	22053
<i>Niet-LMM</i>	122259	53842	89290	290508
Noordel. zand + Veenk.	31093	7123	14456	54592
Oostelijk + centr. zand	48849	18779	20440	90664
Zuidelijk zand	42317	27940	54394	145252

Tabel 6b Oppervlakten grasland, snijmaïs, overig bouwland en cultuurgrond in hectares in de kleigebieden in het jaar 2002 voor de verschillende LMM-categorieën

	Gras	Maïs	Bouwl.	Cult. gr.
Zeeklei				
<i>Akkerbouw</i>	7249	5490	261510	288284
Noordelijk klei	1960	1514	69243	74394
Centraal klei	1210	1351	76268	85481
Zuidwestelijk klei	4080	2625	115999	128408

Tabel 6b *Oppervlakten grasland, snijmaïs, overig bouwland en cultuurgrond in hectares in de kleigebieden in het jaar 2002 voor de verschillende LMM-categorieën*

	Gras	Maïs	Bowl.	Cult. gr.
<i>Melkvee</i>	134140	14837	10271	159840
Noordelijk klei	76343	5142	4282	85922
Centraal klei	43086	4465	2634	50455
Zuidwestelijk klei	14711	5230	3355	23464
<i>Overige combinaties</i>	10450	2343	22890	36890
Noordelijk klei	1824	460	7272	9690
Centraal klei	3869	545	5444	10414
Zuidwestelijk klei	4757	1338	10174	16786
<i>Niet-LMM</i>	47529	4816	43696	127538
Noordelijk klei	17385	633	5680	24965
Centraal klei	19378	2057	16393	57657
Zuidwestelijk klei	10766	2126	21623	44916
Rivierklei				
<i>Melkvee</i>	48092	10510	2563	61371
<i>Overige combinaties</i>	2653	833	2975	6973
<i>Niet-LMM</i>	30768	5137	14231	59792

Tabel 6c *Oppervlakten grasland, snijmaïs, overig bouwland en cultuurgrond in hectares in de veengebieden in het jaar 2002 voor de LMM-categorie melkvee*

	Gras	Maïs	Bowl.	Cult. gr.
Veen				
<i>Melkvee</i>	167337	10481	1368	179306
Noordelijk veen	74936	5922	703	81582
Westelijk veen	92402	4559	665	97723
<i>Niet-LMM</i>	46007	2553	7046	60278
Noordelijk veen	16084	1233	2066	19799
Westelijk veen	29923	1320	4980	40479

Tabel 6d *Oppervlakten grasland, snijmaïs, overig bouwland en cultuurgrond in hectares in het lössgebied in het jaar 2002*

	Gras	Maïs	Bowl.	Cult. gr.
Löss				
<i>LMM</i>	10305	3877	13108	29007
<i>Niet-LMM</i>	1214	347	1345	2980

Tabel 6e Oppervlakten grasland, snijmaïs, overig bouwland en cultuurgrond in hectares in Nederland in het jaar 2002

	Gras	Maïs	Bowl.	Cult. gr.
<i>Totaal</i>	999794	227809	595914	1945242
LMM	752017	161114	440306	1404146
Niet-LMM	247777	66695	155608	541096

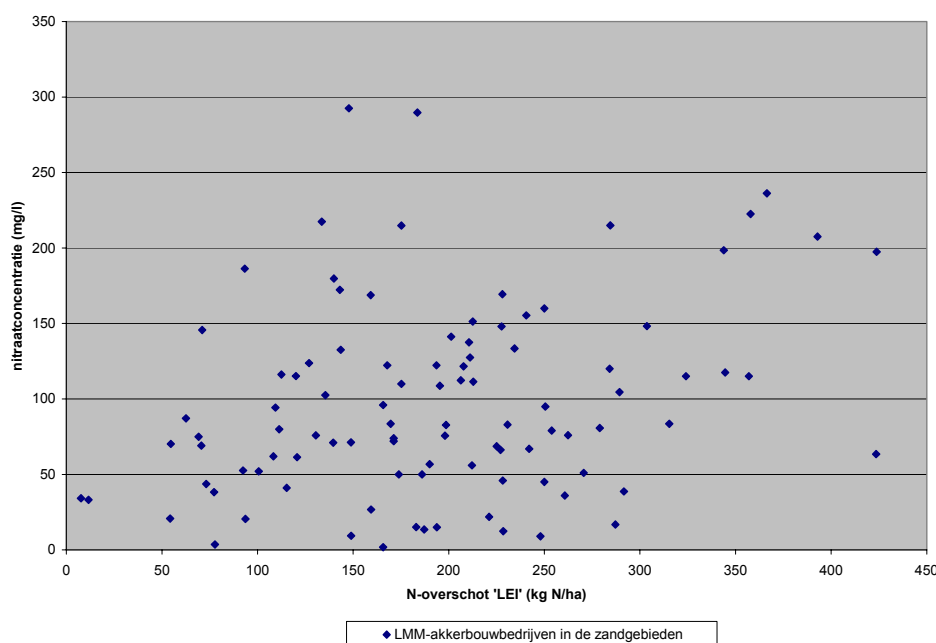
Bron: CBS-Landbouwtelling 2002, bewerking LEI.

4. Resultaten van verklarende analyses per LMM submeetnet

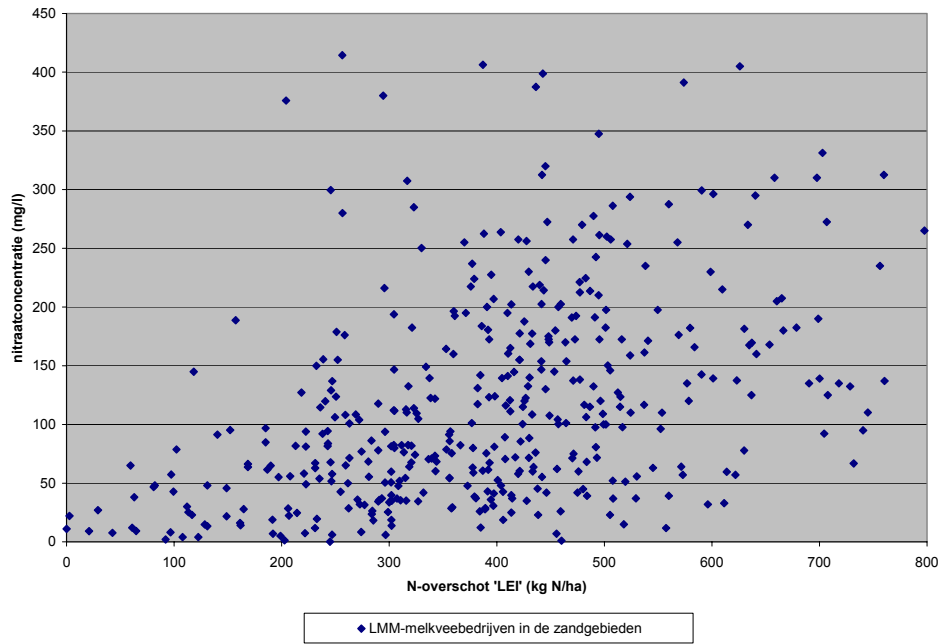
Algemeen

Zoals al eerder vermeld, wordt in LMM-verband sinds 1992 de bovenste meter van het grondwater in de zandgebieden bemonsterd. Wanneer daarbij gemeten nitraatconcentraties worden uitgezet tegen gerealiseerde stikstofoverschotten (voor het jaar voorafgaand aan bemonstering) blijkt een forse spreiding; ongeacht welk van de onderscheiden overschotten daarbij gekozen wordt. Zie ter illustratie de figuren 4.1 t/m 4.3 waarin voor bemonsterde akkerbouw-, melkvee- en 'overige' (hokdieren- en gemengde bedrijven) de gemeten nitraatconcentraties staan uitgezet tegen het 'zo volledig mogelijke' LEI N-overschot. Ongeacht het bedrijfstype kan worden gesteld dat op bedrijven die vergelijkbare overschotten realiseerden, uiteenlopende nitraatconcentraties zijn gemeten. Voor het verklaren van (verschillen in) de nitraatconcentraties dient dan ook meer te worden beschouwd dan overschotten alleen.

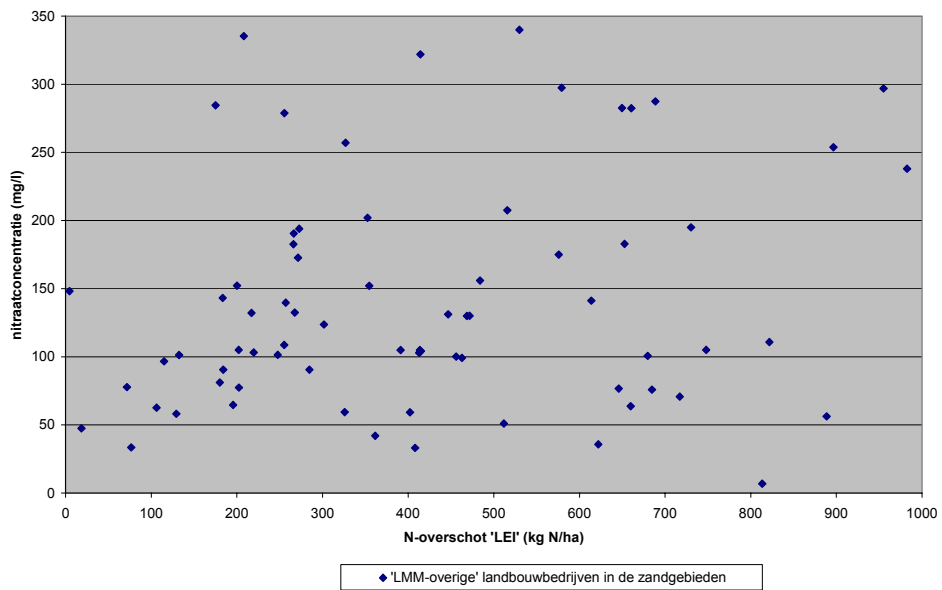
In dit hoofdstuk worden per submeetnet de resultaten van regressieanalyses besproken waaruit de samenhang tussen beleid, mineralenmanagement en de grondwaterkwaliteit kan worden afgeleid.



Figuur 4.1 Nitraatconcentraties en LEI-stikstofoverschotten (voorafgaand aan bemonstering) op LMM-akkerbouwbedrijven in de zandgebieden, bemonsterd in de periode 1992-2002



Figuur 4.2 Nitraatconcentraties en LEI-stikstofoverschotten (voorafgaand aan bemonstering) op LMM-melkveebedrijven in de zandgebieden, bemonsterd in de periode 1992-2002



Figuur 4.3 Nitraatconcentraties en LEI-stikstofoverschotten (voorafgaand aan bemonstering) op LMM-overige landbouwbedrijven in de zandgebieden, bemonsterd in de periode 1992-2000

Zandgebieden

Inzichten uit analyses voor de EMW2002

Bij de verklarende analyses is gebruik gemaakt van de inzichten uit LMM-analyses voor de EMW2002 (De Hoop, 2002). Dat wil zeggen dat regressieanalyses in eerste instantie zijn gericht op modellen met een vaste (basis)set aan verklarende variabelen, te weten:

- *indexconcentratie*. Nitraat spoelt met name uit in de periode dat de neerslaghoeveelheid de verdamping overtreft (normaliter de periode medio augustus tot april). Variaties in neerslag en verdamping leiden tot variaties in grondwateraanvulling. Om met deze invloeden op de grondwaterkwaliteit rekening te kunnen houden, is door RIVM de indexconcentratie (voorheen 'verdunningsfactor') geconstrueerd, die als verklarende variabele voor de verschillen in neerslagoverschot kan worden opgenomen (Boumans et al., 1997). De verdunningsfactor is bedrijfs- en jaarspecifiek en afhankelijk van de neerslag en verdamping in het gebied, de datum van bemonstering en de grondwaterstand tijdens de bemonstering. Globaal varieert de factor tussen 0,5 in natte jaren en 1,5 in droge jaren;
- fracties '*normale*' (fracties Gt 5, 5* en 6) respectievelijk '*droge*' (fracties Gt 7, 7* en 8) *grond*. Door RIVM is per bedrijf per bemonstering een grondwatertrapverdeling bepaald. Grondwatertrappen zijn gerelateerd aan de hoogte van de grondwaterstand (Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) en Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG)). Hoe hoger de grondwaterstand, des te meer kans er is op anaërobie en bevordering van denitrificatie. Vermoedelijke verklaring hiervoor is dat op grotere diepten geen denitrificatie plaatsvindt omdat minder organische stof aanwezig is;
- fracties *veen-* en *moerige grond*. Specifieke, capillaire eigenschappen van de grond beïnvloeden de infiltratiesnelheid van water in de bodem waardoor meer nitraat kan uitspoelen;
- *percentage grasland*. De opname van mineralen door het gewas is afhankelijk van de periode dat het gewas op het veld staat, het soort gewas en het groeistadium. Gras kent daarmee over het algemeen een hogere mineralenopname dan overige gewassen;
- *maaipercentage gras*. Dit betreft de gemaaide oppervlakte in procenten van de beeelde oppervlakte grasland. Ook het graslandgebruik (beweidings- en maaieregime) is bepalend voor de benutting van mineralen. Weidend vee deponeert mest en urine pleksgewijs waar dit bij toediening met geëigende apparatuur meer egaal over het perceel gebeurt. Minder weiden (en dus meer maaien) kan daarom leiden tot een betere benutting.

Ook na toevoeging van de recente LMM-metingen bleken deze variabelen nog significant verklarend te zijn voor de gemeten nitraatconcentratie in het bovenste grondwater. In aanvulling op bovengenoemde basisset zijn (onder andere) als verklarende variabelen onderzocht:

- stikstofoverschot (WOG-overschot, 'LEI'-overschot en 'Minas'-overschot);
- stikstofgebruik (via kunstmest en organische mest afzonderlijk);
- P- en K-bemestingstoestanden;
- mestopslagcapaciteit;
- mate van drainage;
- mate van beregening;

concentratie opgeloste organische stof (DOC).

Met uitzondering van DOC wordt voor een beschrijving van de berekeningswijze verwezen naar hoofdstuk 2. DOC maakt deel uit van het RIVM-analysepakket en vormt mogelijk een maat voor het gehalte organische stof in de bodem. De hoeveelheid en kwaliteit van organische stof alsmede de zuurgraad van de bodem beïnvloeden de mate van mineralisatie, immobilisatie en denitrificatie.

Resultaten uit analyses voor de EMW2004

Het is ondoenlijk om voor alle onderzochte regressiemodellen de resultaten afzonderlijk te bespreken. Deze notitie is beperkt tot de 6 meest relevante (tabel 4.1). Algemene toelichting bij alle zes modellen:

- verklaarde variabele betreft de nitraatconcentratie na wortel-transformatie!;
- ter verbetering van de verklaringsgraad uitgesloten waarnemingen (145 in totaal) hebben betrekking op:
 - ontbrekende indexconcentraties (n=29);
 - bedrijven die volledig zijn gelegen op rivierklei (n=4);
 - het niet beschikbaar zijn van bedrijfsgegevens in LEI-Informatienet voor het jaar direct voorafgaand aan bemonstering (n=30);
 - 'overige' (hokdier- en gemengde) bedrijven (n=75);
 - extreme waarden (> 800 kg N per ha) voor het 'zo volledig mogelijke' LEI-stikstofoverschot (n=7).

Uit de in tabel 4.1 gepresenteerde modellen kunnen de relaties tussen waterkwaliteit en mineralenmanagement voor (gespecialiseerde) akkerbouw- en melkveebedrijven in de zandgebieden worden afgeleid. De hoogste verklaringsgraden (grotfweg tweederde verklaring) worden verkregen met modellen I, II en III waarin de aanvoer via kunstmest en dierlijke mest als afzonderlijke verklarende variabelen zijn opgenomen. Opvallend daarbij is het verschil in coëfficiënten; 0.011 (model I) respectievelijk 0.013 (II en III) voor kunstmest tegen 0.004 (I en II) respectievelijk 0.006 (model III) voor dierlijke mest.

De extra verklarende variabele in model II ten opzichte van model III betreft het 'saldo N-aan- en -afvoer ten behoeve van dierlijke producten' en is berekend als de totale N-aanvoer via voer (ruwvoer/krachtvoer/melkproducten) minus de N-afvoer via dieren en dierlijke producten zoals melk en eieren. Betreffend kengetal is (op veehouderijen) een maat voor aanvullend voerverbruik.

De modellen I t/m III met onder andere de variabelen 'N-kunstmest/ha', 'N-dierlijk mestgebruik/ha' en (modellen I en II) 'saldo N-aanvoer en -afvoer ten behoeve van dierlijke producten' geven dus een betere verklaring van de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater dan een model waarin deze 3 of 2 variabelen worden ingewisseld voor een N-overschot/ha als verklarende variabele. De 3 eerstgenoemde variabelen zijn alle delen van het stikstofoverschot/ha. In het stikstofoverschot/ha werken zij mogelijk enigszins tegen elkaar in en/of compenseren zij elkaar. Het stikstofoverschot/ha kan daardoor een minder goede verklarende variabele zijn voor de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater; er is een/zijn 'onderliggende' variabele(n) die tot een betere verklaring leidt/leiden. Dit verschijnsel is niet onbekend in de verklarende statistiek.

De extra verklarende variabele in model I ten opzichte van model II betreft een dummyvariabele voor onderscheid tussen de bemonsteringsjaren 1992 tot en met 1996 (waarde = 1) en die daarna (waarde = 0). Gevonden positief verband wordt verondersteld betrekking te hebben op een efficiënter mineralengebruik in de jaren na 1996, los van (ontwikkelingen in) de gebruikte mineralenhoeveelheden. Technische innovaties en de toegenomen aandacht van, alsook bewustzijn onder, ondernemers (mede ingegeven vanuit mineralenbeleid door bijvoorbeeld het instellen van uitrijdverboden) kunnen van betekenis zijn geweest voor deze efficiëncyslag.

Tabel 4.1 Enkele resultaten a) van regressieanalyses ter verklaring van de nitraatconcentraties (n=519) op melkvee- en akkerbouwbedrijven (N=219) in de zandgebieden, gemeten in periode 1992–2002

Model:	I	II	III	IV	V	VI
R-squared (in %)	67.7	65.4%	63.8%	64.1%	61.4%	59.4%
Aantal verklarende variabelen (exclusief de constante)	11	10	9	8	8	8
Adjusted R-squared (in %)	67.0%	64.7%	63.2%	63.5%	60.8%	58.7%
Verklaarde variabele: Nitraatconcentratie na transformatie						
<i>Verklarende variabelen: basisset</i>						
Constante	2.992 (0.000)	3.026 (0.000)	3.082 (0.000)	3.271 (0.000)	3.692 (0.000)	4.519 (0.000)
Indexconcentratie	3.986 (0.000)	3.927 (0.000)	3.891 (0.000)	3.964 (0.000)	3.992 (0.000)	3.969 (0.000)
Fractie 'normale' grond	2.808 (0.000)	2.860 (0.000)	2.667 (0.000)	2.912 (0.000)	2.838 (0.000)	2.839 (0.000)
Fractie 'droge' grond	4.543 (0.000)	4.808 (0.000)	4.841 (0.000)	4.669 (0.000)	4.742 (0.000)	4.815 (0.000)
Fractie veengrond	-5.443 (0.000)	-5.316 (0.000)	-5.420 (0.000)	-5.102 (0.000)	-5.414 (0.000)	-5.544 (0.000)
Fractie moerige grond	-2.580 (0.001)	-2.455 (0.002)	-2.639 (0.001)	-2.331 (0.003)	-2.680 (0.001)	-2.828 (0.001)
Aandeel grasland (%)	-0.031 (0.000)	-0.030 (0.000)	-0.029 (0.000)	-0.023 (0.001)	-0.019 (0.008)	-0.021 (0.004)
Maaipercentage grasland b)	-0.007 (0.001)	-0.009 (0.000)	-0.009 (0.000)	-0.007 (0.001)	-0.008 (0.001)	-0.008 (0.000)
<i>Verklarende variabelen: aanvullend</i>						
N-gift via kunstmest (kg/ha)	0.011 (0.000)	0.013 (0.000)	0.013 (0.000)			
N-gift via dierlijke mest (kg/ha); obv Van den Brink	0.004 (0.009)	0.004 (0.001)	0.006 (0.000)			
Saldo N-aan- en -afvoer via dierlijke producten (kg/ha)	0.003 (0.002)	0.004 (0.001)				

Tabel 4.1 Vervolg

Model:	I	II	III	IV	V	VI
Dummyvariabele voor bemonsteringsjaren t/m 1996	1.144 (0.000)					
N-overschot 'LEI' (kg/ha)				0.009 (0.000)		
WOG-N-bodemoverschot (kg/ha)					0.009 (0.000)	
N-overschot 'Minas' (kg/ha)						0.008 (0.000)

a) Per verklarende variabele worden de regressiecoëfficiënt en overschrijdingskans (tussen haken) weergegeven. De overschrijdingskans (ook wel 'significantieniveau') betreft de kans dat de betreffende variabele 'er niet toe doet' (en de coëfficiënt dus 0 zou zijn) in het geval we het model voor de gehele populatie landbouwbedrijven in de zandgebieden zouden (kunnen) testen. Een p-waarde van 0.01 betekent dan dat met 99 procent betrouwbaarheid mag worden gesteld dat de betreffende variabele er als verklarende variabele toe doet; b) Weergegeven modellen hebben betrekking op zowel melkvee- als akkerbouwbedrijven. Om te voorkomen dat (meest akkerbouw)bedrijven met relatief geringe aandelen grasland de relaties voor verklarende variabelen 'aandeel grasland' en vooral 'maaipercentage grasland' verstoren, zijn de waargenomen 'maaipercentages grasland' bij alle waarnemingen nog eens vermenigvuldigd met de fractie ($0 \leq 1$) grasland. Tweemaal maaien van alle gras bij 5 % gras resulteert dan in een maaipercentage van $200 \% * 0.05 = 10 \%$.

Allereerst wordt model I, als best verklarend model, verder in grafiekvorm uitgewerkt. Indien de wortel-transformatie op nitraatconcentraties achterwege¹ wordt gelaten, is de regressievergelijking:

$$NO3MIN = -36,2 + 26,0*DPERIOD + 84,5*VFS + 51,9*FRNRM + 89,0*FRDRG - 86,2*FRVN - 53,0*FRMO - 0,53*GRASPERC - 0,14*MAAIPERC + 0,18*NKMHA + 0,10*NDMHA + 0,05*NAANAFDP$$

Waarbij:

NO3MIN; nitraatconcentratie van het bovenste grondwater (mg/l)

VFS; de indexconcentratie

FRNORM; fractie 'normale' grond (GT V, V* en VI)

FRDRG; fractie 'droge' grond (GT VII, VII* en VIII)

FRVN; fractie veengrond

FRMO; fractie moerige grond

GRASPERC; percentage grasland

MAAIPERC; maaipercentage gras (gecorrigeerd voor fractie grasland)

NKMHA; N-gebruik via kunstmest (kg/ha)

NDMHA; N-gebruik via dierlijke mest conform WOG-definitie (kg/ha)

NAANAFDP; saldo N-aan- en -afvoer t.bijvoorbeeld dierlijke producten

DPERIOD; dummyvariabele; 1 bij bemonsteringsjaar ≤ 1996 , anders 0

¹ Zie de tabel in bijlage 6 voor de resultaten van dezelfde regressiemodellen als in tabel 4.1 ter verklaring van de onge-transformeerde nitraatconcentratie; de coëfficiënten zijn weliswaar gemakkelijker te interpreteren; de verklaringsgraden zijn echter aanmerkelijk lager dan die in tabel 4.1 op basis van de concentratie na wortel-transformatie.

Dit model ter verklaring van de ongetransformeerde nitraatconcentratie illustreert 'rechtstreeks' nog eens het relatief zwakke verband tussen de (hoogtes qua) nitraatconcentratie en mineralenmanagement dat uit analyses van de omvangrijke LMM-dataset kan worden afgeleid. Bij een daling van het stikstofgebruik via kunstmest met 100 kg/ha mag onder representatieve omstandigheden een verlaging van de nitraatconcentratie met ca 18 mg/l worden verwacht. Bij 100 kg minder aan stikstof via dierlijke mest bedraagt de verwachte daling ca 10 mg/l.

Op de volgende bladzijdes worden geschatte relaties tussen mineralengebruik en nitraat in het grondwater in grafieken 4.4 t/m 4.10 uitgewerkt. Hierin opgenomen (op de y-as) wordt een weergecorrigeerde nitraatconcentratie; op basis van de coëfficiënt voor de indexconcentratie in model I zijn alle gemeten nitraatconcentraties gecorrigeerd voor het gemiddelde weerjaar in de bemonsteringsperiode 1992 – 2002. Metingen die volgden op een relatief nat jaar (hoog neerslagoverschot) zijn daarmee naar boven bijgesteld terwijl de metingen volgend op een laag neerslagoverschot lager uitvallen na correctie.

Op de x-as staat per gecorrigeerde concentratie de bijbehorende (voorafgegane) N-gift via kunstmest weergegeven. Onderscheiden groepen van bedrijven zijn:

- melkveebedrijven met overwegend 'natte' zandgrond (fig. 4.4);
- melkveebedrijven met overwegend 'normale' zandgrond (fig. 4.5);
- melkveebedrijven met overwegend 'droge' zandgrond (fig. 4.6);
- overige melkveebedrijven in de zandgebieden (fig. 4.7);
- akkerbouwbedrijven met overwegend 'normale' zandgrond (fig. 4.8);
- akkerbouwbedrijven met overwegend 'natte' zandgrond (fig. 4.9);
- overige akkerbouwbedrijven in de zandgebieden (fig. 4.10).

Tot bedrijven met overwegend 'droge' zandgrond zijn de bedrijven gerekend waarvan het product van (fractie zand + fractie leem + fractie moerig) * (GT7 + GT7*+GT8) groter dan of gelijk is aan 0,5. Bij 'natte' zandgrond betreft het GT's 1 tot en met GT4 en bij 'normale' de (overige) GT's 5, 5* en 6. Waarnemingen van bedrijven waarbij geen van de drie fracties groter dan of gelijk aan 0,5 is, worden als 'overige' melkvee- respectievelijk akkerbouwbedrijven in de zandgebieden weergegeven in de figuren 4.7 en 4.10. Deze restgroepen bevatten ook bedrijven die weliswaar in de zandgebieden zijn gelegen, maar (gedeeltelijk) op andere grondsoorten dan zand-, leem of moerige grond zijn gelegen. Omdat de dataset slechts 1 akkerbouwbedrijf met overwegend 'droge' zandgrond telt, zijn de bijbehorende waarnemingen niet in de grafieken verwerkt.

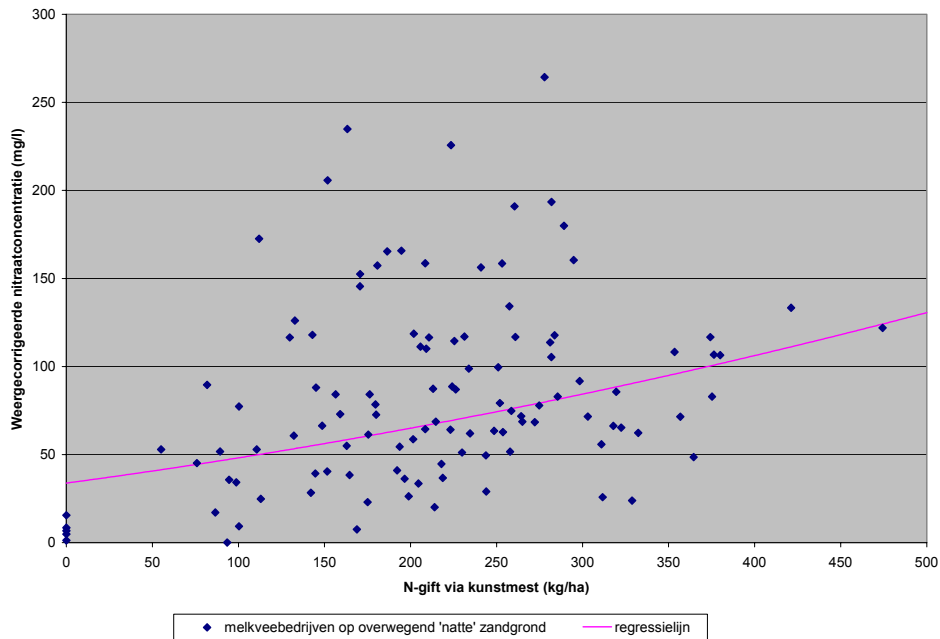
In elke figuur is ook de bijbehorende regressielijn opgenomen. Deze is voor de verklarende variabelen anders dan de N-gift via kunstmest (varieert op de x-as) en indexconcentratie (gemiddeld over alle jaargemiddelden), steeds opgebouwd uit de gemiddelde waarden voor betreffende bedrijfsgroep; zie tabel 4.2. Omwille van voldoende waarnemingen per subgroep, zijn ook de gegevens van voorloperbedrijven meegenomen. De tabel geeft (indicatief) ook inzicht in de relatieve belangen per subgroep. Op basis van het aantal waarnemingen en de gemiddelde bedrijfsoppervlakte is daarvoor per subgroep per bedrijfstype het aandeel in de totaal bemonsterde cultuurgrond berekend. (Bij de akkerbouw inclusief de bemonsterde grond op het bedrijf op overwegend 'droge' grond).

Tabel 4.2 Overzicht van gemiddelde waarden per subgroep, bemonsteringsperiode 1999- 2002

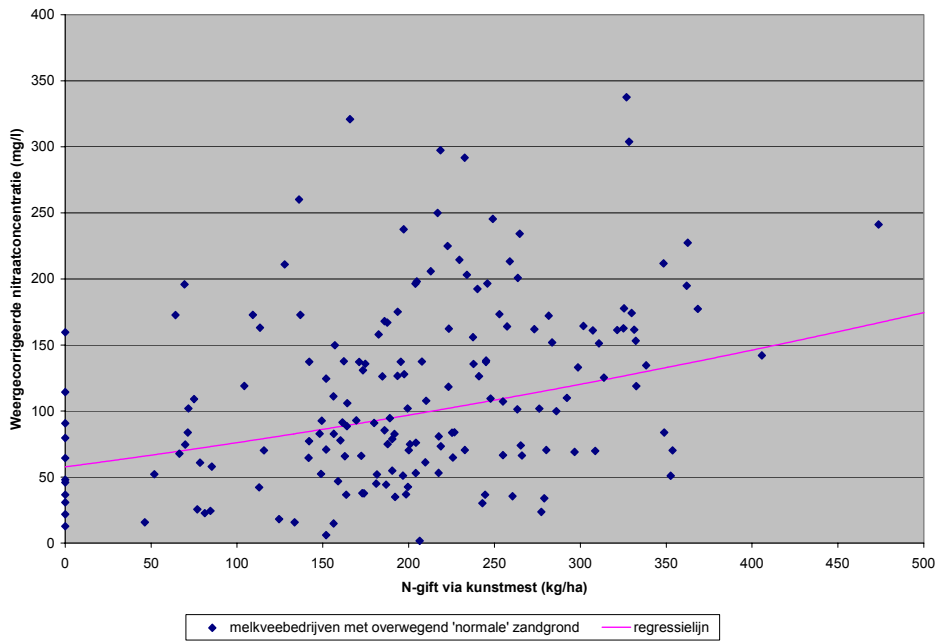
	melkveehouderij				Akkerbouw a)		
	nat	normaal	droog	overig	nat	normaal	overig
<i>Algemene gegevens:</i>							
Aantal waarnemingen (N)	113	171	24	110	8	34	57
Oppervlakte cultuurgrond (ha)	29	35	26	37	58	57	79
Aandeel van bemonsterde oppervlakte cultuurgrond (%)	23.4	42.5	4.6	29.5	6.7	28.1	64.8
<i>Gemiddelde waarde voor verklarende variabelen:</i>							
Fractie 'normale' grond	0.20	0.79	0.14	0.39	0.22	0.74	0.36
Fractie 'droge' grond	0.06	0.07	0.70	0.17	0.09	0.10	0.10
Fractie veengrond	0.01	0.01	0.00	0.18	0.14	0.08	0.47
Fractie moerige grond	0.14	0.07	0.05	0.06	0.42	0.35	0.33
Aandeel grasland (%)	77	70	77	81	3	0	0
Maaipcentage	149	156	146	164	2	0	0
N-gift via dierlijke mest (kg/ha)	338	311	324	312	199	136	125
Saldo N-aan- en -afvoer ten behoeve van dierlijke producten (kg/ha)	138	86	167	122	23	23	1
<i>Overige mineralendata:</i>							
N-gift via kunstmest (kg/ha)	212	198	190	219	81	106	115
N-overschot 'Minas' (kg/ha)	275	235	266	283	120	107	99

a) Wegens onvolkomenheden in de datavastlegging over 2001 hebben de N-gegevens (giften, -overschotten en -saldi) op akkerbouwbedrijven betrekking op groeiseizoenen tot en met 2000

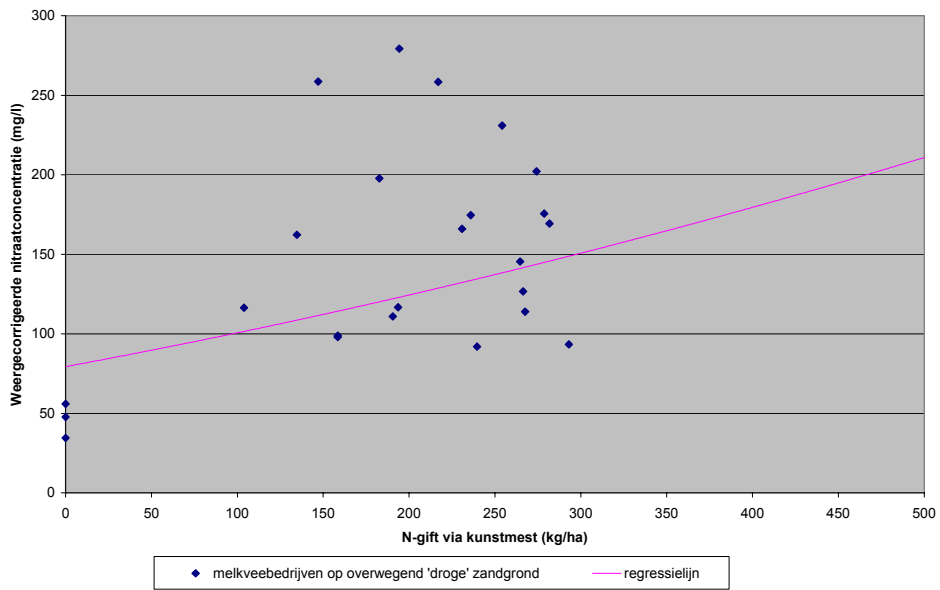
Afgerond 5 procent van het bemonsterde areaal op melkveebedrijven was gelegen op bedrijven met overwegend 'droge' zandgrond (op basis van de oude bodemkaarten). Verder vallen relatief hoge aandelen voor subgroepen van 'overige' bedrijven zonder overheersende klasse zandgrond op, met name bij akkerbouw. Dit wordt mede ingegeven door het feit dat betreffende akkerbouwbedrijven, gemiddeld genomen, ruim 20 hectare groter zijn dan die op overwegend natte of normale zandgrond.



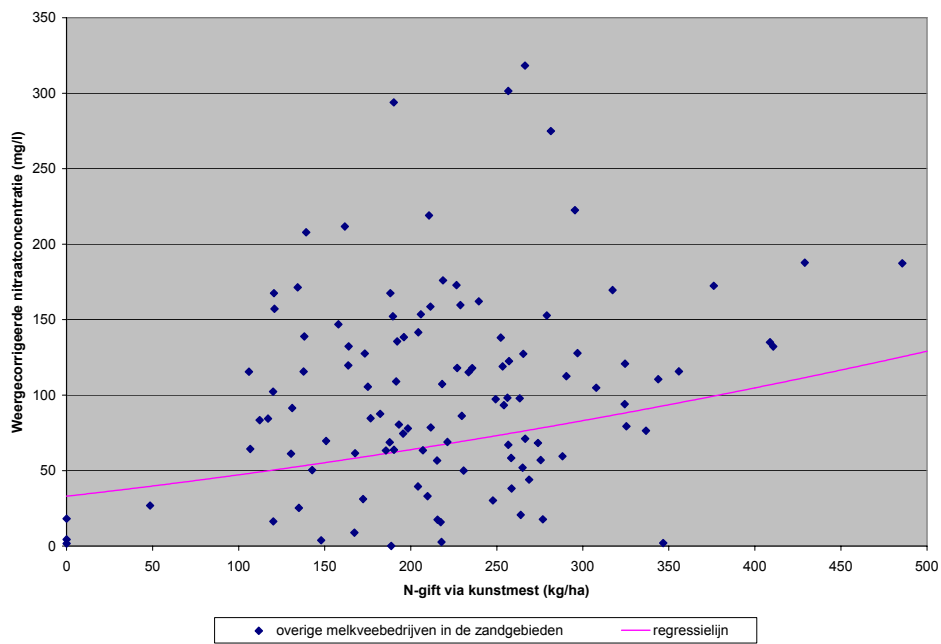
Figuur 4.4 *Spreading voor nitraatconcentraties (gecorrigeerd voor weer) en aan bemonstering voorafge-gane N-gift via kunstmest, voor melkveebedrijven in de zandgebieden op overwegend 'natte' zandgrond, bemonsterd in de periode 1992- 2002*



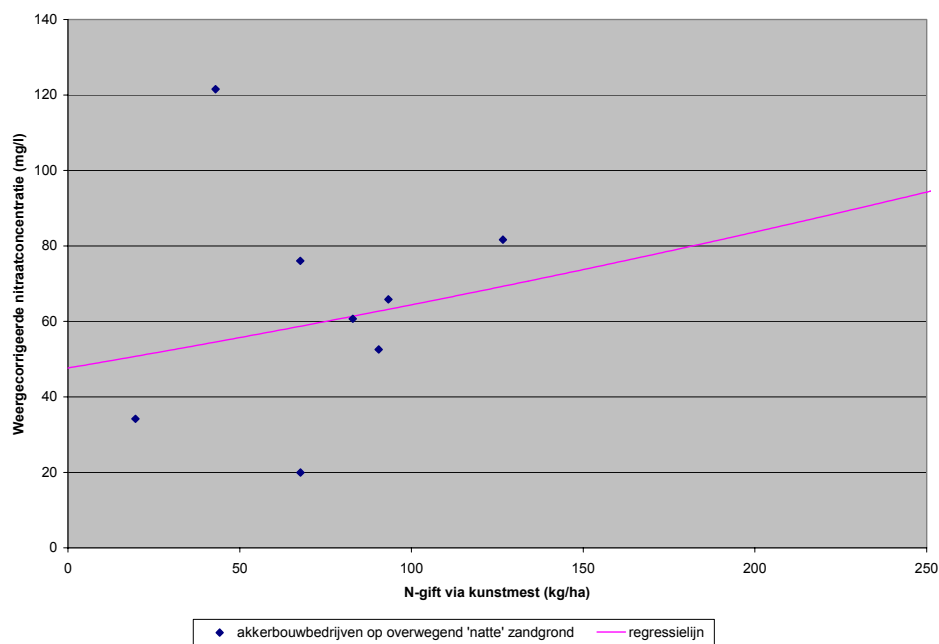
Figuur 4.5 *Spreading voor nitraatconcentraties (gecorrigeerd voor weer) en aan bemonstering voorafge-gane N-gift via kunstmest, voor melkveebedrijven in de zandgebieden op overwegend 'normale' zandgrond, bemonsterd in de periode 1999- 2002*



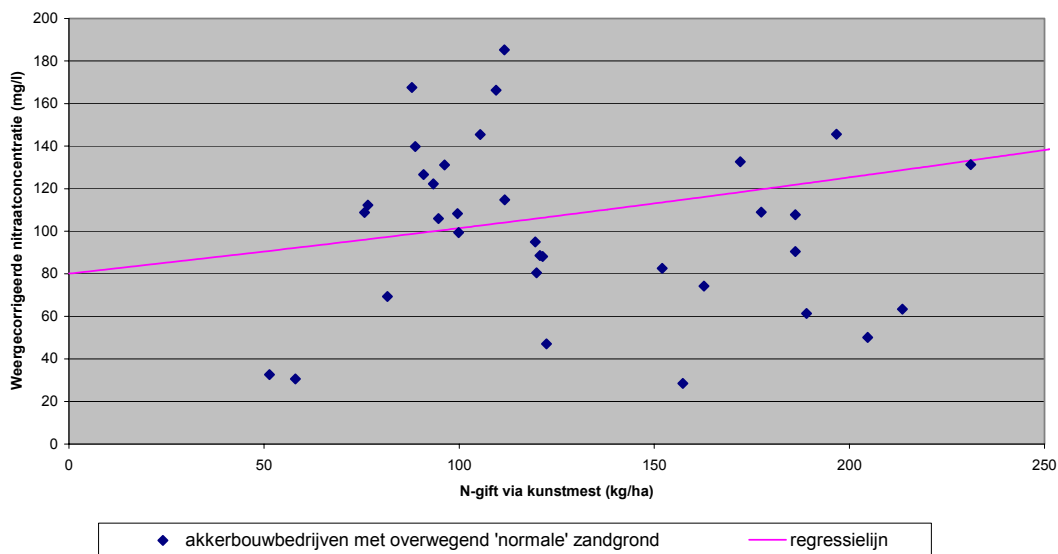
Figuur 4.6 Spreiding voor nitraatconcentraties (gecorrigeerd voor weer) en aan bemonstering voorafge-gane N-gift via kunstmest, voor melkveebedrijven in de zandgebieden op overwegend 'droge' zandgrond, bemonsterd in de periode 1992-2002



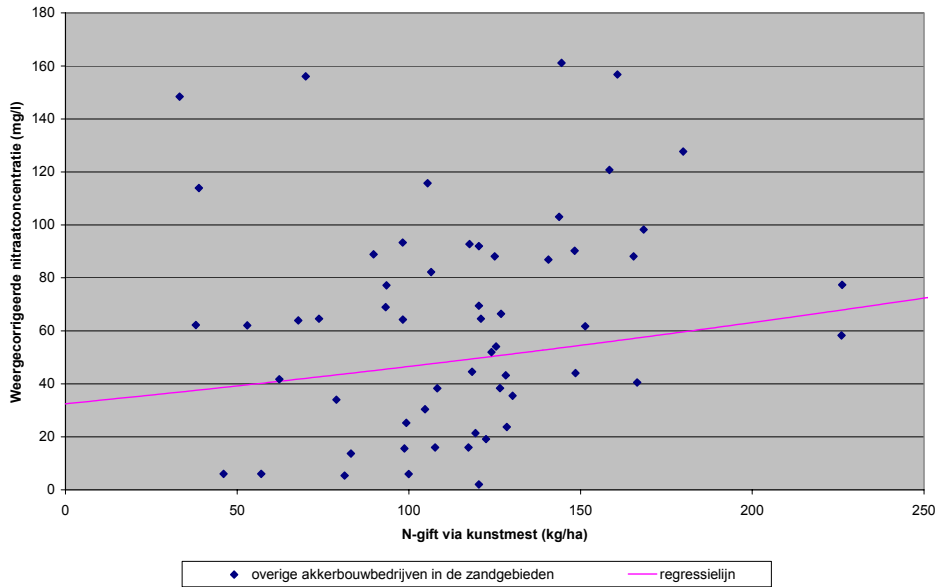
Figuur 4.7 Spreiding voor nitraatconcentraties (gecorrigeerd voor weer) en aan bemonstering voorafge-gane N-gift via kunstmest, voor overige melkveebedrijven in de zandgebieden, bemonsterd in de periode 1992-2002



Figuur 4.8 Spreiding voor nitraatconcentraties (gecorrigeerd voor weer) en aan bemonstering voorafge-gane N-gift via kunstmest, voor akkerbouwbedrijven in de zandgebieden op overwegend 'natte' zandgrond, bemonsterd in de periode 1992-2002



Figuur 4.9 Spreiding voor nitraatconcentraties (gecorrigeerd voor weer) en aan bemonstering voorafge-gane N-gift via kunstmest, voor akkerbouwbedrijven in de zandgebieden op overwegend 'normale' zandgrond, bemonsterd in de periode 1992 - 2002



Figuur 4.10 Spreiding voor nitraatconcentraties (gecorrigeerd voor weer) en aan bemonstering voorafge-gane N-gift via kunstmest, voor overige akkerbouwbedrijven in de zandgebieden, bemonsterd in de periode 1992- 2002

Recente ontwikkelingen in de bedrijfsvoering

Tot nu toe zijn de weergegeven regressielijnen (figuren 4.4 t/m 4.10) steeds gebaseerd op bedrijfskarakteristieken, gemiddeld voor de hele bemonsteringsperiode (groei-eizoenen 1991 t/m 2001). De beschrijvende analyse in deel 3 van deze notitie laat echter forse ontwikkelingen binnen deze periode zien, met name wat betreft mineralengebruik en -overschotten. In navolgende figuren wordt recht gedaan aan deze ontwikkelingen door regressievergelijkingen te baseren op de meer recente landbouwpraktijk op LMM-bedrijven (gangbaar als ook 'voorlopend') die zijn bemonsterd in de jaren 2000 t/m 2002. Zie tabel 4.3 voor de gemiddelde bedrijfskarakteristieken.

Tabel 4.3 Overzicht van gemiddelde waarden per onderscheiden subgroep, bemonsteringsperiode 2000 - 2002.

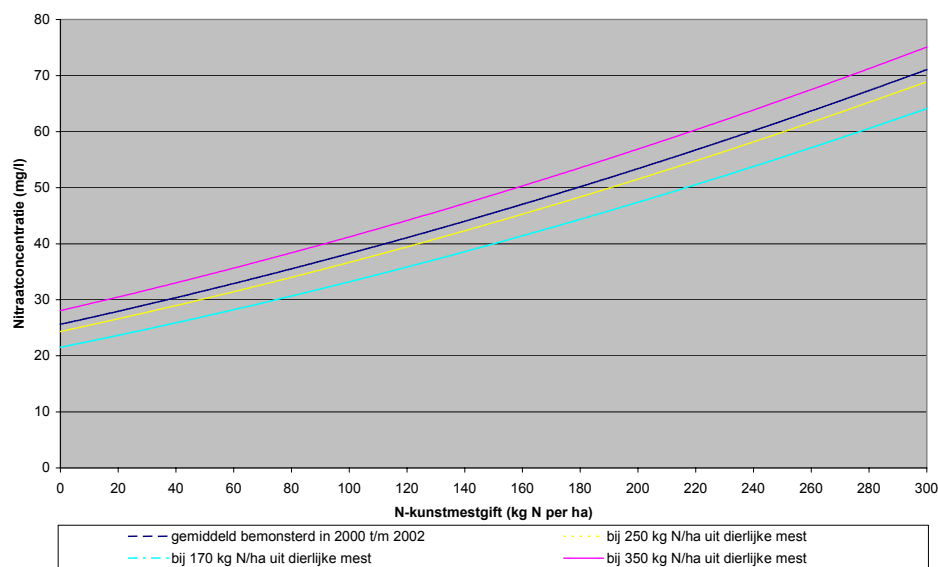
	Melkveehouderij				Akkerbouw ^a		
	nat	normaal	Droog	overig	nat	normaal	overig
Aantal waarnemingen (N)	20	37	2	18	4	6	8
<i>Gemiddelde waarde voor verklarende variabelen:</i>							
Fractie 'normale' grond	0.23	0.83	0.17	0.31	0.30	0.93	0.19

Tabel 4.3 Vervolg

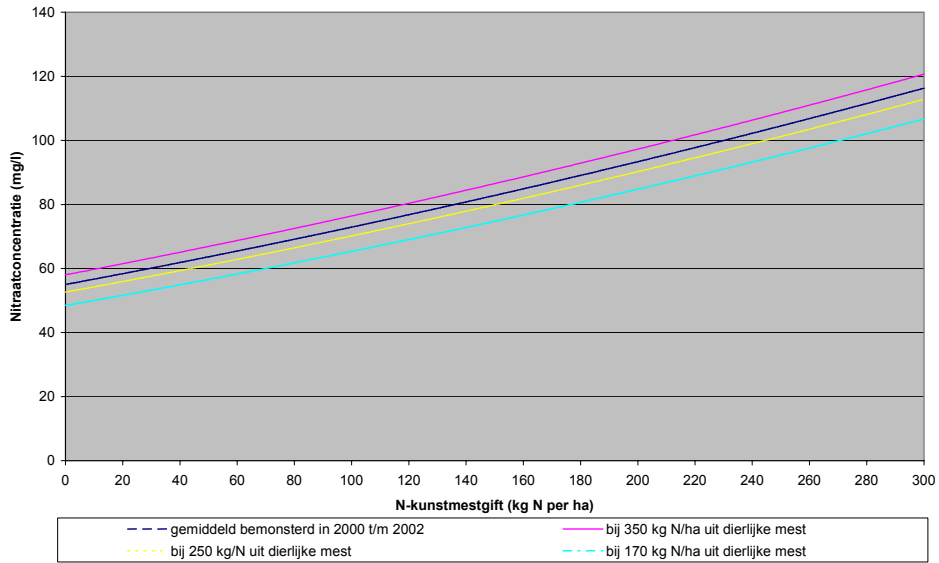
	Melkveehouderij				Akkerbouw ^a		
	nat	normaal	Droog	overig	nat	normaal	overig
Fractie 'droge' grond	0.03	0.04	0.72	0.22	0.00	0.02	0.15
Fractie veengrond	0.01	0.02	0.00	0.13	0.11	0.04	0.56
Fractie moerige grond	0.20	0.07	0.00	0.10	0.36	0.23	0.18
Aandeel grasland (%)	76	63	72	78	3	0	0
Maaipercantage	169	185	185	194	0	0	1
N-gift via dierlijke mest (kg/ha)	286	295	258	290	158	147	161
Saldo N-aan- en -afvoer t bijvoorbeeld							
dierlijke producten (kg/ha)	61	78	65	75	0	14	0
<i>Overige mineralendata:</i>							
N-gift via kunstmest (kg/ha)	155	132	52	167	55	64	108
N-overschot 'Minas' (kg/ha)	184	137	87	205	64	53	122

^a wegens onvolkomenheden in de datavastlegging over 2001 hebben de N-gegevens (giften, -overschotten en -saldi) op akkerbouwbedrijven betrekking op groeiseizoenen 1999 en 2000

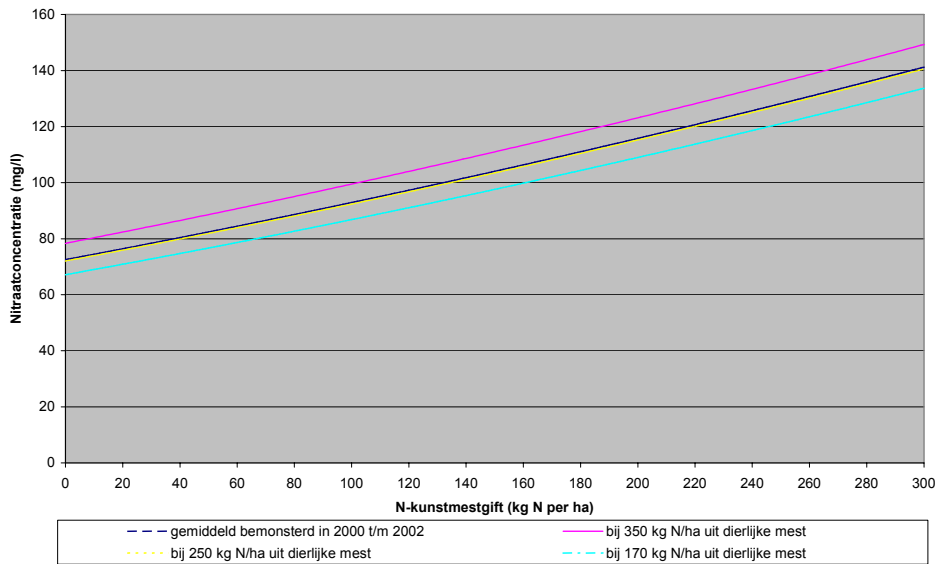
Op de volgende bladzijden worden de regressielijnen (schattingen voor de nitraatconcentratie bij variërende N-kunstmestgift) op basis van de meer recente landbouwpraktijk gepresenteerd. Per subgroep worden naast de lijn voor het gemiddelde bedrijf in de bemonsteringsperiode 2000-2002 nog drie lijnen gepresenteerd voor situaties waarin de N-gift uit dierlijke mest niet de gemiddelde waarde maar 170, 250 of 300 (melkvee) danwel 0, 100 of 170 (akkerbouw) kg N per ha zou bedragen.



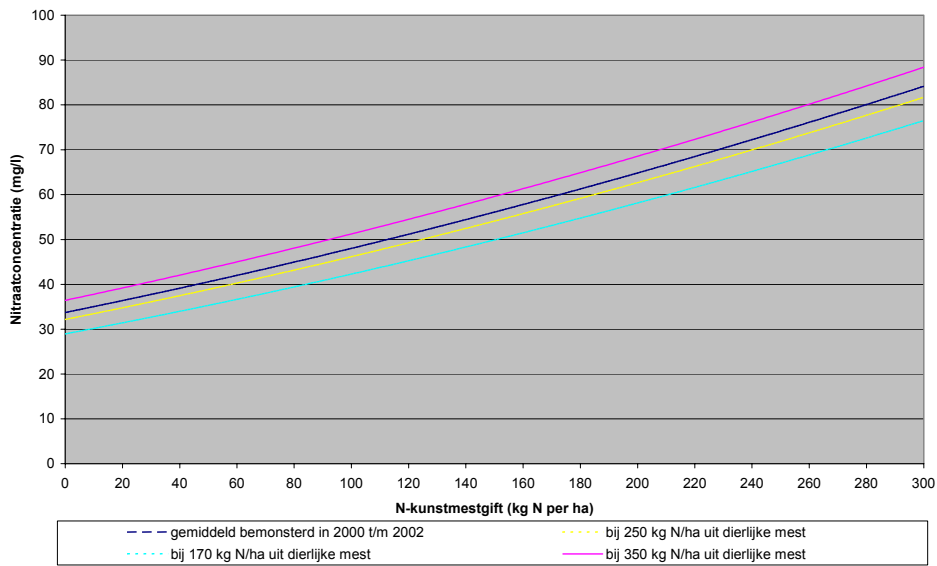
Figuur 4.11 Geschatte nitraatconcentraties in het bovenste grondwater, bij variërende N-gift via kunstmest, voor melkveebedrijven in de zandgebieden op overwegend 'natte' zandgrond, bemonsterd in de jaren 2000 t/m 2002



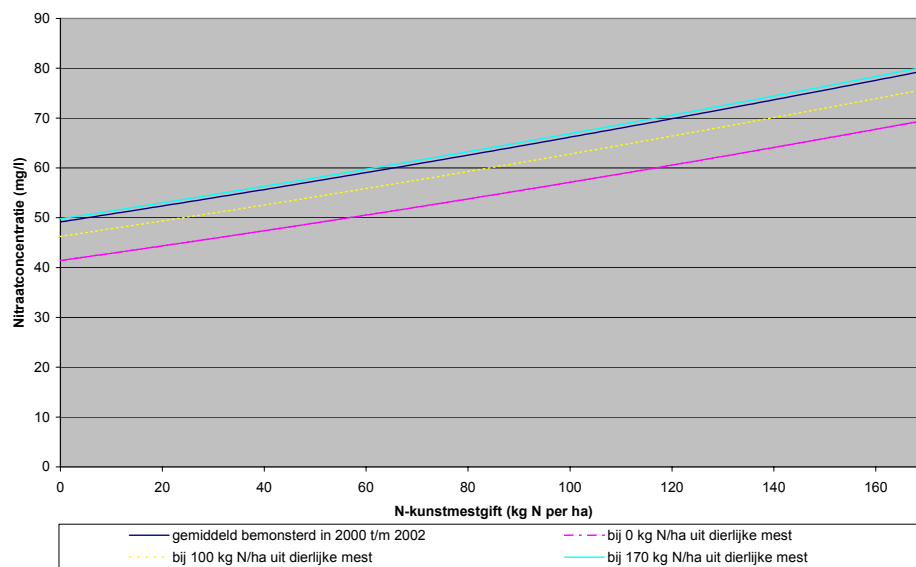
Figuur 4.12 Geschatte nitraatconcentraties in het bovenste grondwater, bij variërende N-gift via kunstmest, voor melkveebedrijven in de zandgebieden op overwegend 'normale' zandgrond bemosterd in de jaren 2000 t/m 2002



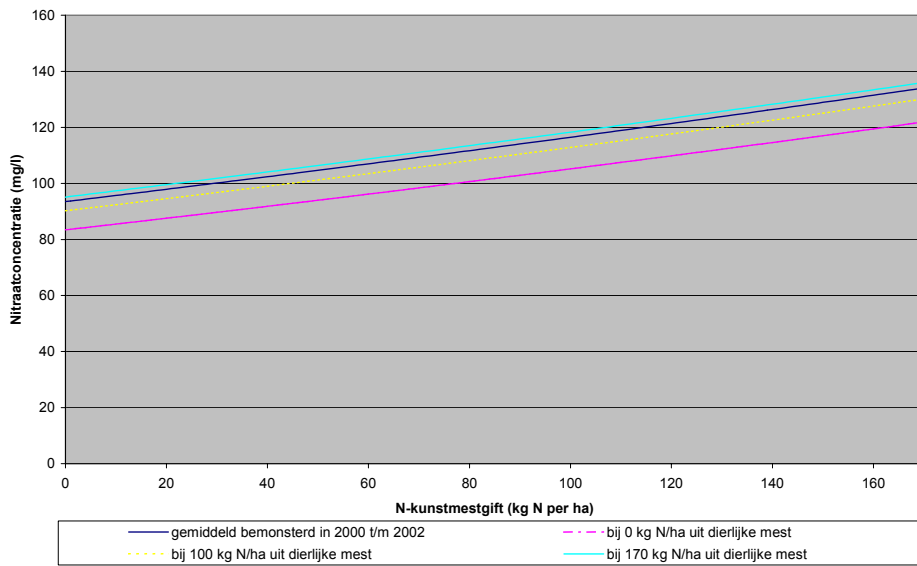
Figuur 4.13 Geschatte nitraatconcentraties in het bovenste grondwater, bij variërende N-gift via kunstmest, voor melkveebedrijven in de zandgebieden op overwegend 'droge' zandgrond bemosterd in de jaren 2000 t/m 2002



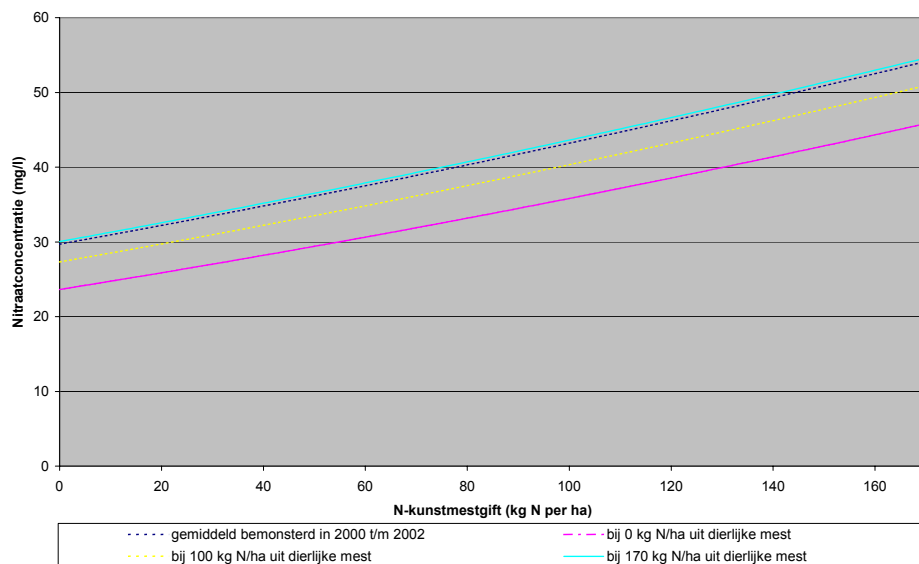
Figuur 4.14 Geschatte nitraatconcentraties in het bovenste grondwater, bij variërende N-gift via kunstmest, voor 'overige' melkveebedrijven in de zandgebieden bemonsterd in de jaren 2000 t/m 2002



Figuur 4.15 Geschatte nitraatconcentraties in het bovenste grondwater, bij variërende N-gift via kunstmest, voor akkerbouwbedrijven in de zandgebieden op overwegend 'natte' zandgrond bemonsterd in de jaren 2000 t/m 2002



Figuur 4.16 Geschatte nitraatconcentraties in het bovenste grondwater, bij variërende N-gift via kunstmest voor akkerbouwbedrijven in de zandgebieden op overwegend 'normale' zandgrond bemonsterd in de jaren 2000 t/m 2002

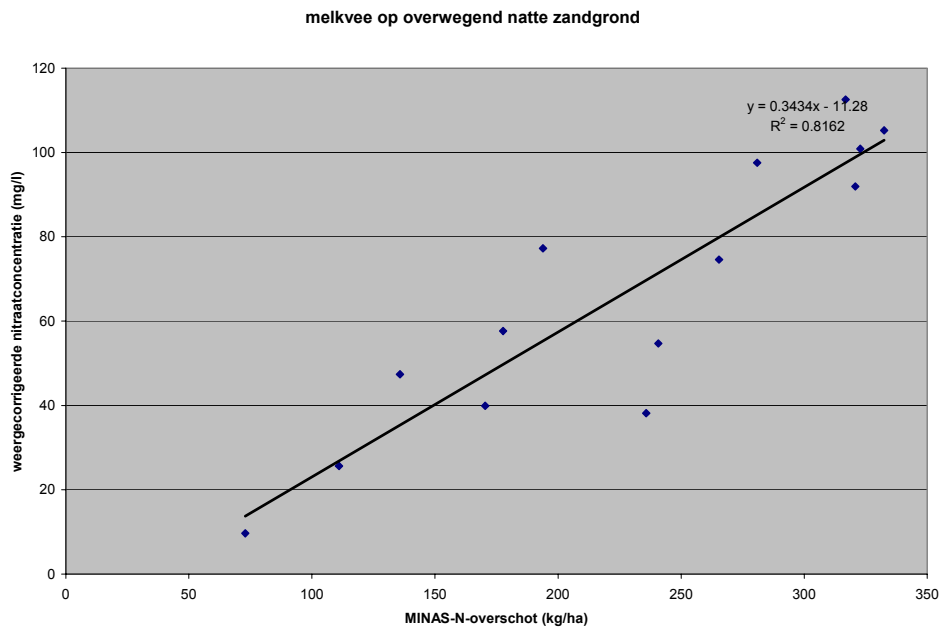


Figuur 4.17 Geschatte nitraatconcentraties in het bovenste grondwater, bij variërende N-gift via kunstmest, voor 'overige' akkerbouwbedrijven in de zandgebieden bemonsterd in de jaren 2000 t/m 2002

Relatie tussen mineralenbelasting en nitraatconcentratie

Tot dusver gepresenteerde regressielijnen zijn gebaseerd op de relaties tussen de nitraatconcentratie en het mineralengebruik volgens het best verklarend model (I uit tabel 4.1). Wat betreft de relatie met de mineralenbelasting, bleek uit figuren 4.1 t/m 4.3 al een forse spreiding wanneer gemeten nitraatconcentraties worden uitgezet tegen het ('LEI'-) N-overschot.

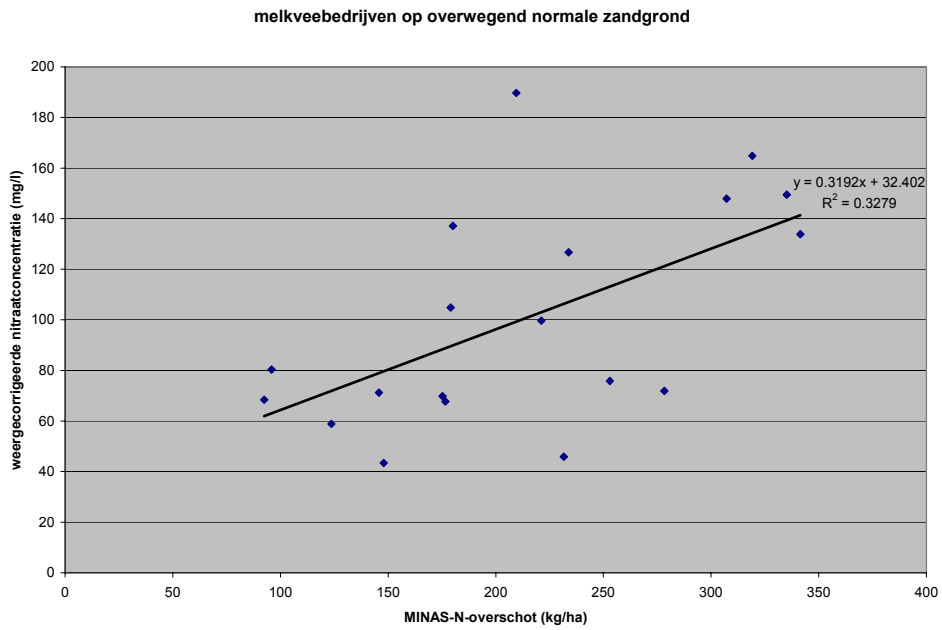
In onderstaande figuren 4.18 t/m 4.21 worden relaties tussen het (Minas-) N-overschot en de voor weer gecorrigeerde nitraatconcentratie enkelvoudig voor melkveebedrijven afgeleid op basis van jaargemiddelde waarden (voor gangbare en voorloperbedrijven afzonderlijk).



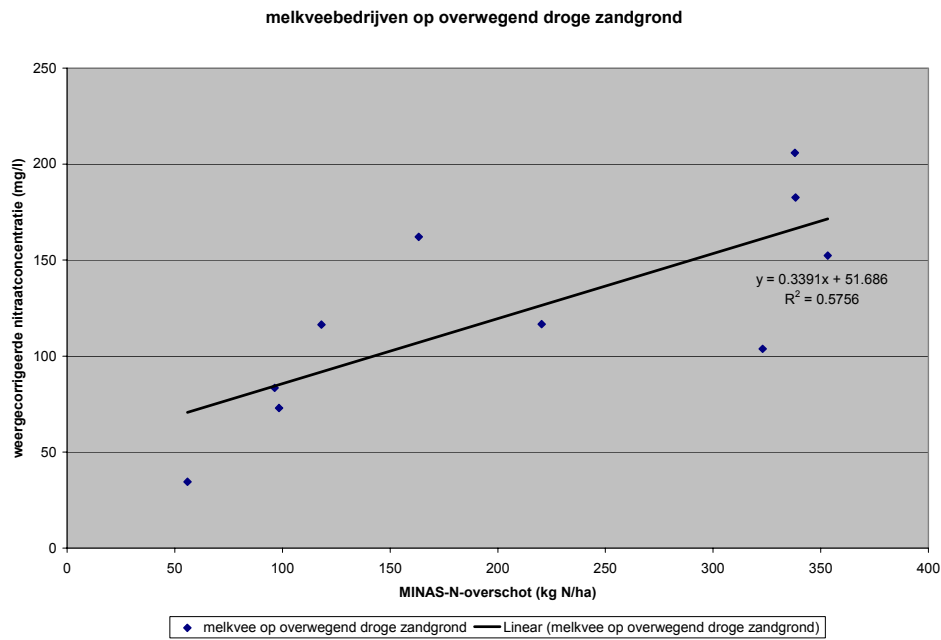
Figuur 4.18 Enkelvoudige relatie tussen het Minas-stikstofoverschote en de voor weer gecorrigeerde nitraatconcentratie; voor melkveebedrijven op overwegend 'natte' zandgrond

Door de relatie voor subgroepen afzonderlijk af te leiden wordt al deels rekening gehouden met verschillen tussen melkveebedrijven wat betreft bodem- en gt-typing. Voor de melkveebedrijven op overwegend 'natte' zandgronden is de verklaringsgraad (R^2) het hoogst, maar resulteren (extrapolerend) Minas-overschotten lager dan 33 kg in negatieve nitraatconcentraties. Uit enkelvoudige regressie van jaargemiddelde, weergecorrigeerde nitraatconcentraties volgt dat bij een nihil Minas-overschot nog altijd meer dan 50 mg nitraat per liter bovenste grondwater moet worden verwacht.

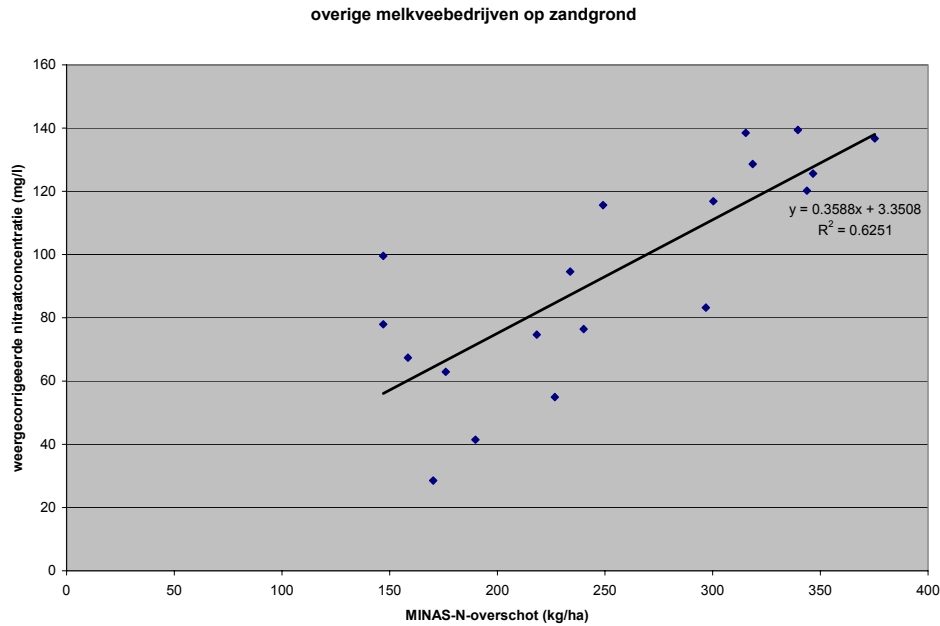
Bij het afleiden van relaties op basis van jaargemiddelden, wordt de uiteenlopende informatie op het niveau van individuele bedrijfsbemonsteringen 'weggemiddeld' en het aantal waarnemingen (en vrijheidsgraden) waarop regressielijnen worden gebaseerd sterk ingeperkt. Mede omdat het aantal achterliggende waarnemingen per jaargemiddelde klein is, kunnen verschillen tussen jaren wat betreft overige verklarende (bedrijfsvoerings- en niet-bedrijfsvoerings)factoren de enkelvoudige relatie nog altijd verstoren.



Figuur 4.19 Enkelvoudige relatie tussen het Minas-stikstofoverschote en de voor weer gecorrigeerde nitraatconcentratie; voor melkveebedrijven op overwegend 'normale' zandgrond



Figuur 4.20 Enkelvoudige relatie tussen het Minas-stikstofoverschote en de voor weer gecorrigeerde nitraatconcentratie; voor melkveebedrijven op overwegend 'droge' zandgrond



Figuur 4.21 Enkelvoudige relatie tussen het Minas-stikstofoverschote en de voor weer gecorrigeerde nitraatconcentratie; voor overige melkveebedrijven in de zandgebieden

Figuren 4.22 en 4.23 illustreren de relaties tussen de nitraatconcentratie en het Minas-stikstofoverschot (inclusief voorraadmutaties) op basis van de 519 individuele bedrijfswaarnemingen. Het betreffende model is vergelijkbaar met model VI uit tabel 4.1, maar dan inclusief een dummyvariabele voor bemonsteringsjaren tot en met 1996, te weten:

$$WNO3MIN = 4,18 + 1,45*DPERIOD + 4,04*VFS + 2,78*FRNRM + 4,49*FRDRG - 5,64*FRVN - 2,91*FRMO - 0,024*GRASPERC - 0,006*MAAIPERC + 0,007*NOVMINH$$

Waarbij:

WNO3MIN: de wortel uit de nitraatconcentratie van het bovenste grondwater (mg/l)

DPERIOD; dummyvariabele; 1 bij bemonsteringsjaar ≤ 1996, anders 0

VFS; de indexconcentratie

FRNORM; fractie 'normale' grond (GT V, V* en VI)

FRDRG; fractie 'droge' grond (GT VII, VII* en VIII)

FRVN; fractie veengrond

FRMO; fractie moerige grond

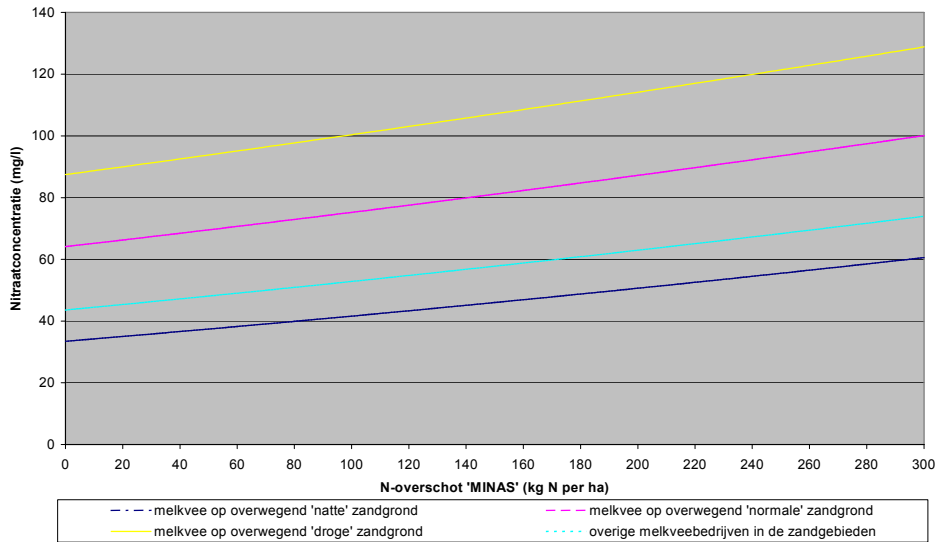
GRASPERC; percentage grasland

MAAIPERC; maaipcentage gras (gecorrigeerd voor fractie grasland)

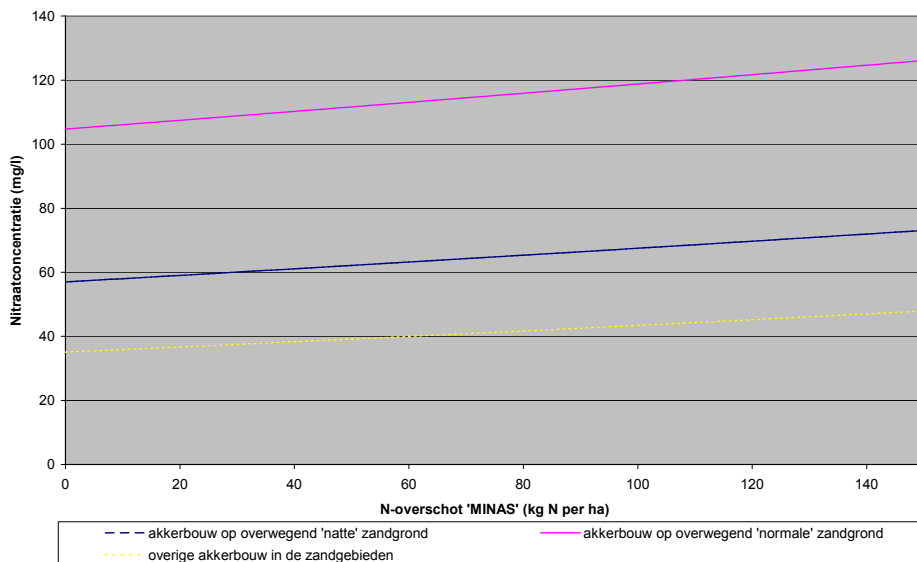
NOVMINH; N-overschot 'Minas' (kg/ha)

Het model kent een verklaringsgraad van bijna 64 procent en de coëfficiënten verschillen met tenminste 99 procent betrouwbaarheid van 0. Interessant is de bijdrage door DPERIOD, die mogelijk betrekking heeft op een verminderende najling en/of effecten van de gemiddeld warmere zomers (in bemonsteringsperiode na 1996) op bodemprocessen als mineralisatie en denitrificatie. De indexconcentratie is, net als in voorgaande grafieken, op

het gemiddelde weerjaar ingesteld. Voor gehanteerde waarden voor overige verklarende variabelen wordt verwezen naar tabel 4.3.



Figuur 4.22 Geschatte nitraatconcentraties in het bovenste grondwater, bij verschillende Minas-N-overschotten, voor de melkveehouderij in de zandgebieden, bemonsterd in de jaren 2000 t/m 2002



Figuur 4.23 Geschatte nitraatconcentraties in het bovenste grondwater, bij verschillende Minas-N-overschotten, voor de akkerbouw in de zandgebieden, bemonsterd in de jaren 2000 t/m 2002

Discussie en conclusies

Kwantificering van relaties tussen mineralenmanagement en milieukwaliteit is geen sine-cure. Analyses van de bemonsteringsresultaten op landbouwbedrijven in de zandgebieden hebben dan ook uiteenlopende inzichten opgeleverd. In de loop der jaren zijn stikstofgebruik en mineralenbelasting per ha cultuurgrond gemiddeld afgenomen en de gemeten nitraatconcentraties gezakt. Wanneer gemeten nitraatconcentraties enkelvoudig worden uitgezet tegen mineralengebruik of mineralenbelasting, blijkt een forse spreiding. Door middel van regressieanalyses is getracht hierop meer grip te krijgen en invloeden van het mineralenmanagement op bedrijfsniveau te kwantificeren en corrigeren voor factoren die ook dan wel helemaal niet met bedrijfsvoering samenhangen.

Voor de zandgebieden is het mogelijk gebleken ruim tweederde van de variatie in de nitraatconcentratie te verklaren door naast mineralenvariabelen aanvullende informatie op te nemen. Enerzijds betrekking hebbend op aspecten van de bedrijfsvoering en anderzijds voor de ondernemen gegeven omstandigheden zoals weer-, de bodem- en GT-typering.

In de meest verklarende modellen blijkt niet de stikstofbelasting maar het -gebruik, uitgesplitst naar kunstmest en dierlijke mest, verklarend. Dierlijke mest blijkt daarbij aanzienlijk minder (in sommige modellen zelfs meer dan 50 procent) van invloed dan stikstof die in de vorm van kunstmest wordt aangewend (overeenkomstig de inzichten uit analyses ten behoeve van de EMW2002; zie ook: De Hoop, 2002).

Ondanks relatief hoge verklaringsgraden blijft bij de interpretatie van modelresultaten voorzichtigheid geboden en roepen resultaten discussie op. Zo kan uit de gemaakte figuren worden opgemaakt dat ook bij het geheel reduceren van het stikstofgebruik nog altijd een nitraat (in soms aanzienlijke concentraties) in het bovenste grondwater wordt verwacht. Allereerst moet worden bedacht dat de onzekerheid omtrent schattingen voor extreem 'lage ranges' voor stikstofgebruik of belasting groot is (mede door geringe aantallen waarnemingen). Desondanks lijkt ook de naijling van mineralisatie door mestgiften uit het verleden in de modelschattingen een rol te spelen. In de verdere toekomst mag worden verwacht dat deze, doordat bemestingsregimes aanzienlijk zijn aangepast, verder in omvang af zal nemen (en ook lagere nitraatconcentraties kunnen worden gerealiseerd dan de regressielijnen weergeven).

Conclusies op basis van de recente landbouwpraktijk op melkveebedrijven in de zandgebieden

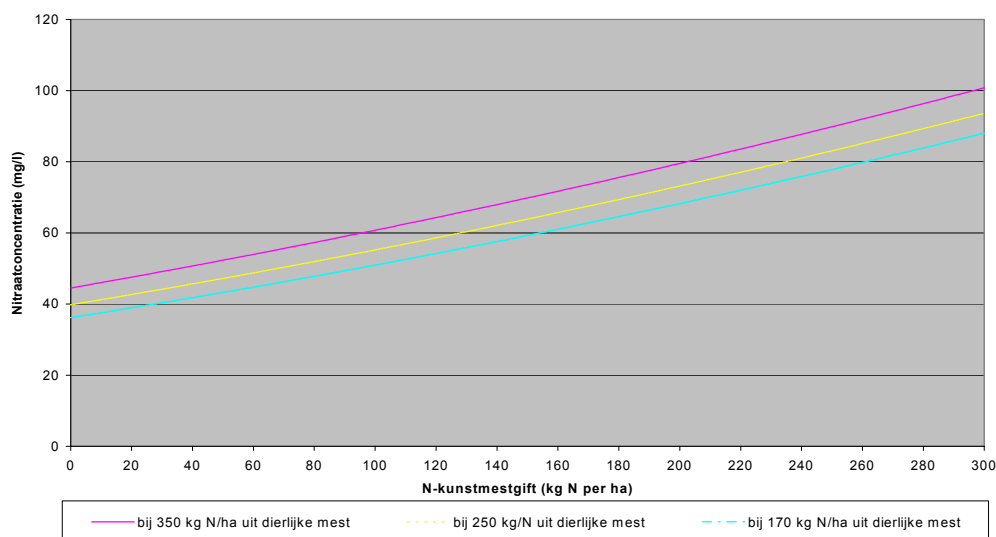
Figuren 4.11 t/m 4.17 geven een wisselend beeld wat betreft de haalbaarheid in het streven naar een kwaliteit van het bovenste grondwater van maximaal 50 mg per liter. Op basis van de geschatte relaties en de landbouwpraktijk in de groeiseizoenen 1999 t/m 2001 lijkt dit streven voor de melkveebedrijven met overwegend 'natte' zandgronden en de overige bedrijven in de zandgebieden (welke subgroepen tezamen ruim 50 procent van de bemonsterde oppervlakte zandgrond uitmaken; tabel 4.2), gemiddeld genomen haalbaar. Daarbij meegenomen dat de Minas-verliesnormen voor stikstof en fosfaat sinds 2001 verder zijn aangescherpt.

Voor de melkveebedrijven op 'normale zandgrond' worden ten opzichte van de zichtperiode verdere aanpassingen in de bedrijfsvoering noodzakelijk, maar ook mogelijk geacht. Door een verdere aanscherping binnen Minas is het stikstof(kunst)mestgebruik sinds 2001 verder afgenomen. Verder zal een deel van de bedrijven in de nabije toekomst, om

in aanmerking te komen voor derogatie, het aandeel gras moeten verhogen, waarmee ook het (bedrijfs)gemiddelde) maaipcentage automatisch zal toenemen. De lijngrafiek (fig. 4.24) op de volgende bladzijde toont geschatte nitraatconcentraties voor een mogelijk scenario waarbij het aandeel grasland wordt verhoogd naar 75 %, gras gemiddeld 3,33 keren wordt gemaaid en het aanvoersaldo voor dierlijke productie door scherper voermanagement wordt beperkt tot 45 kg per ha. In onderstaande tabel 4.4 staan de scenariowaarden voor wat betreft de aangepaste verklarende factoren weergegeven. Ter vergelijking zijn daarnaast ook de recent gerealiseerde waarden op de bemonsterde melkveebedrijven op normale zandgrond weergegeven; gemiddeld voor gangbare en voorloperbedrijven apart.

Tabel 4.4 Overzicht van verklarende bedrijfsvoeringgetallen voor de melkveehouderij op overwegend 'normale' zandgrond, gerealiseerd over de groeiseizoenen 1999 – 2001 alsmede verwacht (mede onder invloed van derogatie)

	Gemiddeld over groeiseizoenen 1999-2001		Verwacht (scenario)
	Gangbare bedrijven	Voorlopers	Voorlopers
Aantal waarnemingen	19	18	nvt
Aandeel grasland (%)	61	66	75
Maaipcentage	186	185	250
N-gift via dierlijke mest (kg/ha)	301	288	250
Saldo N-aan- & -afvoert. bijvoorbeeld dierl. producten (kg/ha)	113	40	45



Figuur 4.24 Nitraatconcentraties in het bovenste grondwater, bij variërende N-gift via kunstmest, bij verwacht scenario voor melkveebedrijven op overwegend 'normale' zandgrond

Op basis van figuur 4.24 lijkt in de nabije toekomst ook voor de melkveebedrijven op overwegend 'normale' zandgrond de nitraatnorm gemiddeld genomen haalbaar, zij het bij een beperkt gebruik van stikstofkunstmestgift (gemiddeld 50 tot 90 kg per ha cultuurgrond).

Echt problematisch lijkt de situatie voor de melkveehouderij op, volgens oude kaart, overwegend 'droog zand'. Voor deze, overigens relatief kleine groep, melkveebedrijven mag op grond van de geconstrueerde regressielijn (figuur 4.13) zelfs worden betwijfeld of bij omschakeling naar biologische houderij zonder gebruik van kunstmest en 170 kg N uit dierlijke mest per ha de gewenste waterkwaliteit op korte termijn gehaald kan worden. Voor deze subgroep geldt met name dat de beperkte set waarnemingen voorzichtigheid gebiedt bij het interpreteren van modelschattingen.

Conclusies op basis van de recente landbouwpraktijk op akkerbouwbedrijven in de zandgebieden

Van de bemonsterde akkerbouwgrond betreft het leeuwendeel (bijna 65 procent) overige bedrijven in de zandgebieden waarvoor, gemiddeld genomen, zonder aanpassingen in mineralengebruik de gewenste nitraatnorm haalbaar is. Ook voor bedrijven op 'overwegend natte zandgrond' lijkt dit het geval, zij het met een uitgekiend mineralenmanagement (bij een groot aandeel aardappelen). Voor bedrijven met overwegend 'normale' GT-klassen (dan wel de akkerbouwers op zandgrond) lijkt de norm op korte termijn niet of nauwelijks haalbaar. Net als bij de melkveehouderij, geldt ook voor de 'problematische' subgroepen akkerbouwbedrijven dat deze minderheden vormen binnen de totale populatie akkerbouwbedrijven in de zandgebieden.

Kleigebieden

Voor de kleigebieden is de verklarende analyse beperkt tot de bemonsteringen via drainwater. Het aantal bemonsteringen in de kleigebieden via putwater is vrij gering (16, tabel 2.1) en de waargenomen concentraties zijn gemiddeld ver beneden 50 mg/l (13 mg/l, bijlage 4 2^e deel).

Voor de verklaring van de nitraatconcentratie in drainwater in de kleigebieden is grotendeels van dezelfde set verklarende variabelen uitgegaan als bij de voorgaande analyses in de zandgebieden.

Resultaten uit analyses voor de EMW2004

Evenmin als bij de zandgebieden worden alle onderzochte stappen in de regressieanalyses besproken. Deze notitie is beperkt tot de acht meest relevante regressiemodellen (tabel 4.5).

Bij het opstellen van modellen wordt, evenals bij de modellen voor de zandgebieden, onder andere gekeken naar verklaarde variatie door het model en overschrijdingskans van de coëfficiënten. Ook wordt meegenomen of een verklarende variabele theoretisch inpasbaar is en de coëfficiënt een teken naar verwachting heeft.

- Algemene toelichting bij deze acht modellen;
- Verklaarde variabele betreft de nitraatconcentratie na worteltransformatie!;
- Ter verbetering van de verklaaringsgraad zijn 44 waarnemingen uitgesloten vanwege;
 - het niet beschikbaar zijn van bedrijfsgegevens in LEI-Informatienet voor het jaar direct voorafgaand aan bemonstering (n=27);

- 'overige' (hokdier- en gemengde) bedrijven (n=17).

Uit de in tabel 4.5 gepresenteerde modellen kunnen de relaties tussen waterkwaliteit en mineralenmanagement voor (gespecialiseerde) akkerbouw- en melkveebedrijven in de kleigebieden worden afgeleid. Een keuze voor het beste model is hier niet eenvoudig te maken:

- zo blijkt het percentage verklaarde variatie nogal toe te nemen als in plaats van een model over akkerbouw- en melkveebedrijven samen (nr. I t/m IV) een model met alleen melkveebedrijven (nr. VII en VIII) wordt genomen. Een model met alleen akkerbouwbedrijven (nr. V en VI) verklaart weer duidelijk minder dan bij akkerbouw- en melkveebedrijven samen. Bij de zandgebieden verschilde een opsplitsing naar akkerbouw en melkvee qua regressieresultaat weinig van een model zonder opsplitsing.
- de totaal verklaarde variatie blijft behoorlijk achter bij die bij modellen voor de zandgebieden. Ook zijn de coëfficiënten voor bedrijfsmanagementvariabelen (kunstmestgebruik, overschotten) minder significant dan bij de modellen voor de zandgebieden.

Er zijn aangaande de gevonden nitraatconcentraties in drainwater in de kleigebieden dus nog andere, tot nu toe weinig of niet vermoede, aspecten in het geding. Vermoedelijk liggen die niet of nauwelijks op het vlak van bedrijfsmanagement.

Opgemerkt kan wel worden dat de metingen van de nitraatconcentraties via het drainwater op zich (dus zonder verschil in (het niveau van) de verklarende variabelen) al meer variatie kunnen vertonen dan metingen via putwater. Men is immers aangewezen op het voldoende water afvoeren door de drains in de winterperiode. Hierin kunnen binnen een winterperiode grote verschillen tussen gebieden en/of bedrijven optreden.

Veengebieden

Voor de veengebieden is geen verklarende analyse uitgevoerd: de waargenomen concentraties in het putwater zijn gemiddeld ver beneden 50 mg/l (< 10 mg/l, zie bijlage 4 2^e deel).

Tabel 4.5 Enkele resultaten a) van regressieanalyses ter verklaring van de nitraatconcentraties op melkvee- (N=102) en akkerbouwbedrijven (n=105) in de kleigebieden, gemeten in periode 1996–2002 via het drainwater

	AM	AM	AM	AM	AM	A	A	M	M
A: akkerbouw, M: melkvee, AM: akkerbouw+melkvee									
<i>Model:</i>	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
R-squared (in %)	39.1%	39.0%	39.7%	38.9%	30.9%	32.4%	50.8%	50.8%	
Aantal verklaarde variabelen (exclusief de constante)	4	4	4	4	4	4	5	5	
Adjusted R-squared (in %)	37.9%	37.8%	38.5%	37.6%	28.1%	29.7%	48.3%	48.2%	
Verklaarde variabele:	Nitraatconcentratie na transformatie								
<i>Verklarende variabelen: basisset</i>									
Constante	3.287 (0.000)	3.629 (0.000)	3.203 (0.000)	2.899 (0.000)	2.729 (0.003)	3.323 (0.000)	7.364 (0.000)	7.360 (0.000)	
Indexconcentratie voor klei	3.078 (0.000)	3.083 (0.000)	3.077 (0.000)	2.904 (0.000)	1.829 (0.000)	1.879 (0.000)	3.330 (0.000)	3.544 (0.000)	
<i>Verklarende variabelen: aanvullend</i>									
Aandeel suikerbieten (%)	-0.025 (0.000)	-0.025 (0.000)	-0.024 (0.000)	-0.027 (0.000)	0.081 (0.067)	0.082 (0.065)	-0.046 (0.008)	-0.047 (0.007)	
Maaipercantage grasland							-0.014 (0.003)	-0.014 (0.004)	
N-gift via kunstmest (kg/ha)				0.008 (0.001)	0.007 (0.074)		0.007 (0.010)	0.007 (0.004)	
N-overschot 'LEI' (kg/ha)	0.004 (0.008)								
WOG-N-bodemoverschot (kg/ha)			0.005 (0.004)			0.003 (0.157)		0.006 (0.012)	
N-overschot 'Mimas' (kg/ha)		0.004 (0.017)							

a) Per verklaarde variabele worden de regressiecoëfficiënt en overschrijdingskans (tussen haken) weergegeven. De overschrijdingskans (ook wel 'significantieniveau') betreft de kans dat de betreffende variabele 'er niet toe doet' (en de coëfficiënt dus 0 zou zijn) in het geval we het model voor de gehele populatie landbouwbedrijven in de kleigebieden zouden (kunnen) testen. Een p-waarde van 0.01 betekent dan dat met 99 procent betrouwbaarheid mag worden gesteld dat de betreffende variabele er als verklarende variabele toe doet

Hoofdconclusies

Uit de analyses van relaties tussen het mineralenmanagement en milieukwaliteit op Informatienet-landbouwbedrijven die deelnamen aan LMM, kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

De kwaliteitsdoelstelling van 50 mg per liter voor het bovenste grondwater lijkt in de periode 2000- 2002 gerealiseerd, uitgaande van voor 'neerslagomstandigheden' gecorrigeerde nitraatconcentraties, voor wat betreft:

- de melkveebedrijven op overwegend 'nat zand' en 'overige' zandgronden; deze bedrijven beslaan ongeveer 53% van de tot in 2002 bemonsterde oppervlakte van LMM-melkveebedrijven in de zandgebieden;
- de akkerbouwbedrijven in de zandgebieden met 'overige' gronden; deze bedrijven hadden ongeveer 64% van de (bemonsterde) oppervlakte van de akkerbouwbedrijven in de zandgebieden in gebruik;
- de melkveehouderijbedrijven met veengronden;
- de melkveehouderij in de kleigebieden;
- de overige bedrijven in de kleigebieden.

De volgende bedrijfstypen in de verschillende gebieden realiseerden een kwaliteit van het bovenste grondwater van 0 tot 20% hoger dan de norm van 50 mg in de periode 2000-2002, uitgaande van voor neerslagomstandigheden gecorrigeerde nitraatconcentraties:

- de akkerbouwbedrijven in de kleigebieden;
- de akkerbouwbedrijven met overwegend natte zandgronden: deze bedrijven hadden ongeveer 7% van de (bemonsterde) oppervlakte van de akkerbouwbedrijven in de zandgebieden.

De volgende bedrijfstypen in de verschillende gebieden realiseerden een kwaliteit van het bovenste grondwater van 20 tot 40% hoger dan de norm van 50 mg in de periode 2000-2002, uitgaande van voor neerslagomstandigheden gecorrigeerde nitraatconcentraties:

- de melkveebedrijven in de zandgebieden met overwegend 'normaal' grondwaterstandverloop; deze groep bedrijven betreft ongeveer 43% van de (bemonsterde) oppervlakte van de melkveebedrijven in de zandgebieden.

De volgende bedrijfstypen in de verschillende gebieden realiseerden een kwaliteit voor het bovenste grondwater met meer dan 40% overschrijding van de norm in de periode 2000-2002, uitgaande van voor neerslagomstandigheden gecorrigeerde nitraatconcentraties:

- de melkveebedrijven met overwegend droge zandgronden: deze bedrijven hadden ongeveer 4% van de (bemonsterde) oppervlakte van de melkveebedrijven in de zandgebieden;
- de akkerbouwbedrijven in de zandgebieden met overwegend normale zandgronden; deze bedrijven hadden ongeveer 28% van de (bemonsterde) oppervlakte van de akkerbouwbedrijven in de zandgebieden;

- de overige bedrijven in het zandgebied.

Gegeven de (over 1999 t/m 2001 gemiddeld) gerealiseerde bedrijfsvoering op melkveebedrijven met overwegend 'normale' zandgrond worden aanpassingen mogelijk geacht waarmee ook voor deze, relatief grote groep bedrijven, een nitraatconcentratie van ten hoogste 50 mg per liter haalbaar lijkt.

Literatuur

Boumans, L.J.M., G. van Drecht en B. Fraters (RIVM), T. de Haan en W. de Hoop (LEI-DLO), *Effect van neerslag op nitraat in het bovenste grondwater onder landbouwbedrijven in de zandgebieden; gevolgen voor de inrichting van het Monitoringsnetwerk effecten mestbeleid op Landbouwbedrijven (MOL)*. RIVM-rapport 714831002, Bilthoven, 1997.

Bont, C.J.A.M. de (red.), *Actuele Ontwikkeling van bedrijfsresultaten en inkomens in 2000*. Rapport 1.00.13, Den Haag, LEI, 2000.

Fraters, B., H.A. Vissenberg, L.J.M. Boumans (RIVM) en T. de Haan, D.W. de Hoop (LEI), *Resultaten Meetprogramma Kwaliteit Bovenste Grondwater Landbouwbedrijven in het zandgebied (MKBGL-zand) 1992-1995*. RIVM-rapport 714801014, Bilthoven 1997.

Hoop, D.W. (red.), *Effecten van beleid op mineralenmanagement en economie in de landbouw, Een deelstudie in het kader van Evaluatie Mestbeleid 200*. LEI-rapport 3.02.02, Den Haag, 2002.

IKC, *Kiezen uit gehalten*.

Oenema, O. et al., (2000) *Forfaitaire waarden voor gasvormige stikstofverliezen uit stallen en mestopslage*. Alterra, Rapport 107, Wageningen.

Schröder, J.J., Relaties bodemoverschot nitraatconcentratie LMM, notitie namens de Werkgroep Ondersteuning Gebruiksnormen, 7 november 2003.

Schröder, J.J. en W.J. Corré (Eds.) (2000) *Actualisering stikstof- en fosfaat-desk-studies, Plant Research International B.V.* Rapport 22, Wageningen.

Swinderen, E.C. van, B. Fraters, H. A. Vissenberg (RIVM), T. de Haan en D.W. de Hoop (LEI), *Meetprogramma Kwaliteit Bovenste Grondwater Landbouwbedrijven: resultaten tweede bemonstering 1993*. RIVM-rapport 714831001, Bilthoven, 1996.

Vries, F. de en J. Denneboom (1992) *De bodemkaart van Nederland digitaal, SC-DLO, Technisch Document I*.

Bijlage 1 Overzicht van bedrijfskarakteristieken van bemonsterde akkerbouwbedrijven

Subnet/periode	Eval. Nat. zandput		Eval. Nat. Zandput		Eval. Drg zandput		Eval. Kleidrain		Eval. Kleidrain	
	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.
Aantal waarnemingen		47		24		8		41		75
		Inf.net 1999-2001		Inf.net 1995-1998		Inf.net 1991-1994		Inf.net 1995-1998		Inf.net 1999-2001
Ha cultuurgrond	54.5	25.6	79.7	62.5	86.9	58.4	85.1	54.4	78.1	58.4
% grasland	0.2	0.4	1.4	3.0	0.9	1.8	0.0	0.0	2.2	2.4
% mais	0.0	0.0	4.3	11.5	0.4	0.8	0.0	0.0	0.2	0.7
% aardappelen	44.6	8.4	46.7	16.7	43.1	21.5	36.0	4.3	27.7	26.8
% suikerbieten	19.8	6.5	19.1	11.6	22.6	7.6	27.0	7.5	16.4	13.7
% granen	22.2	15.4	18.1	13.8	17.5	15.1	16.5	13.9	29.2	27.9
% peulvruchten	0.4	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.3	0.6	0.7
% handelsgewassen	0.9	2.3	0.1	0.3	0.1	0.2	3.6	3.2	0.7	0.2
% graszaad	3.1	5.8	3.5	5.9	2.9	5.2	5.6	6.9	6.8	6.3
% tuinbouw	4.2	12.1	0.9	1.9	3.4	5.4	0.8	1.5	9.7	10.8
% braakland	4.1	9.0	1.0	1.8	4.9	8.5	4.2	6.3	4.7	4.4
% overige gewassen	0.4	1.2	4.9	13.3	4.4	9.9	5.5	9.4	1.8	4.7
sbe hokdieren/ha	0.04	0.17	0.04	0.09	0.08	0.21	0.48	0.78	0.02	0.00
N-excretie kg/ha	9	34	7	13	5	13	79	125	8	9
Vervangingswaarde drains E/ha	79	159	100	197	247	343	118	157	427	402
% emissiearme mestaanwending	0	0	100	0	100	0	0	0	50	11
% mestopslag van jaarproductie	1	4	9	12	2	6	34	48	18	21
% oppervlak berekend	17	25	4	8	5	7	26	26	3	5

Bijlage 1 Overzicht van bedrijfskarakteristieken van bemonsterde akkerbouwbedrijven (vervolg)

Subnet/periode	Eval. Nat. zandput		Eval. Nat. Zandput		Eval. Drg zandput		Eval. Kleidrain		Eval. Kleidrain	
	Inf.net 1999-2001	St.afw.	Inf.net 1995-1998	St.afw.	Inf.net 1991-1994	St.afw.	Inf.net 1995-1998	St.afw.	Inf.net 1999-2001	St.afw.
Aantal waarnemingen	47	24	24	16	8	41	75			
Fosfaattoestand schaal 1-5	3.3	0.2	3.8	0.8	3.5	0.0	3.2	0.4	3.5	0.5
Kalitoestand schaal 1-5	3.0	0.1	2.9	0.7	3.2	0.2	3.7	0.7	3.9	0.7
Fractie grond Gt 1 2 2* 3 4	0.38	0.20	0.62	0.21	0.14	0.16	0.15	0.29	0.19	0.31
Fractie grond Gt 7 7* 8	0.07	0.13	0.07	0.10	0.31	0.14	0.17	0.34	0.09	0.21
Fractie grond veen	0.31	0.26	0.43	0.26	0.10	0.10	0.00	0.01	0.00	0.00
Fractie grond moerig	0.44	0.26	0.32	0.24	0.27	0.27	0.00	0.01	0.00	0.01
N-kunstmest kg/ha	122	42	97	33	107	19	169	44	150	47
N-aanvoer dierlijke mest kg/ha	119	73	134	86	142	120	84	81	113	68
N-depositie/netto-miner. kg/ha	36	2	36	2	37	2	31	6	29	12
N-stikstofbinding kg/ha	6	5	4	1	5	2	6	5	8	11
N-aanvoer hokdieren kg/ha	12	47	6	14	122	192	4	19	0	0
N-aanvoer diversen kg/ha	4	1	4	1	3	1	3	1	8	2
N-afvoer mest hokdieren kg/ha	0	0	0	0	18	31	0	0	0	0
N-afvoer hokdieren kg/ha	7	28	2	6	27	45	2	9	0	0
N-afvoer diversen kg/ha	123	20	119	29	116	16	125	24	121	24
N-overschot LEI kg/ha	169	73	157	88	254	47	170	101	186	72
N-overschot EMW2002 kg/ha	138	74	118	89	211	52	135	101	121	70
N-overschot Minas kg/ha	103	73	89	97	167	36	101	106	84	71
N-bodemoverschot WOG kg/ha	177	71	157	84	252	46	175	97	160	66
Nitraatconcentratie mgl	109	44	63	45	162	34	62	27	49	27
N-dierlijk mestgebruik										
WUM kg/ha	126	79	139	85	191	58	89	81	92	61

Bijlage 1 Overzicht van bedrijfskarakteristieken van bemonsterde akkerbouwbedrijven (vervolg)

Subnet/periode	Eval. Nat. zandput		Eval. Nat. Zandput		Eval. Drg zandput		Eval. Kleidrain		Eval. Kleidrain	
	Inf.net 1999-2001	St.afw.	Inf.net 1995-1998	St.afw.	Inf.net 1999-2000	St.afw.	Inf.net 1991-1994	St.afw.	Inf.net 1995-1998	St.afw.
Aantal waarnemingen	47		24		16		8		41	
										75
N-dierlijk mestgebruik										
WOG kg/ha	120	75	134	81	117	59	173	64	86	90
FOSFOR-kunstmest kg/ha	11	11	14	8	5	4	8	8	23	22
FOSFOR-aanvoer dierlijke mest kg/ha	29	17	27	18	31	8	35	30	19	24
FOSFOR-depositie/netto-miner. kg/ha	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
FOSFOR-aanvoer hokdieren kg/ha	2	8	1	3	1	3	27	43	1	0
FOSFOR-aanvoer diversen kg/ha	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
FOSFOR-afvoer mest hokdieren kg/ha	0	0	0	0	0	0	6	10	0	0
FOSFOR-afvoer hokdieren kg/ha	1	5	1	1	0	1	4	6	0	0
FOSFOR-afvoer diversen kg/ha	18	3	18	4	20	3	19	2	23	4
FOSFOR-overschot LEI kg/ha	24	15	24	18	18	7	44	12	21	25
FOSFOR-overschot Minas kg/ha	14	16	16	22	10	8	34	11	16	16
FOSFOR-overschot EMW2002 kg/ha	23	15	23	18	17	7	43	12	21	24

Bijlage 2 Overzicht van bedrijfskarakteristieken van bemosterde, gangbare melkveebedrijven op zandgrond

Subnet/periode	Nat. zandput		Nat. Zandput		Nat. Zandput		Drg zandput		Drg zandput		Drg zandput	
	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.
2001												
Aantal waarnemingen		166		39		47		63		11		14
Ha cultuurgrond	30.8	22.4	41.3	23.5	39.8	20.6	31.1	19.4	33.4	16.9	40.6	13.3
% grasland	79.1	14.5	67.7	19.3	69.6	19.0	77.4	14.6	59.3	18.1	59.2	15.2
% mais	18.7	12.9	24.9	15.3	25.3	13.8	19.2	11.9	25.9	8.5	26.5	4.5
sbe hokdieren/ha	0.99	1.94	0.59	1.49	0.79	1.78	0.63	0.91	0.64	0.67	0.59	0.88
kg fpcm/koe	6978	1123	7798	1065	8248	1035	7176	1116	7887	929	8164	946
kg fpcm/ha voederoppervlak	13911	6676	14707	8335	15962	7772	13479	3273	15607	2161	16020	4571
koeien/ha voederoppervlak	1.99	0.79	1.88	1.00	1.92	0.90	1.94	0.64	1.97	0.22	1.97	0.60
gve excl melkkoeien/ha voederopp	0.98	0.44	0.94	0.52	0.82	0.48	0.98	0.53	0.97	0.25	0.70	0.24
gve/ha voederoppervlak	2.97	1.09	2.82	1.42	2.74	1.31	2.92	1.06	2.93	0.36	2.67	0.81
N-excretie kg/ha	510	254	392	157	411	194	481	231	404	117	366	106
Vervangingswaarde drains E/ha	221	478	115	203	179	401	137	280	278	337	136	196
% emissiearme mestaanwending	48	35	100	0	98	6	49	37	100	0	100	0
% mestopslag van jaarproductie	87	43	105	60	112	55	97	58	88	40	93	48
% oppervlak beregend	23	32	25	34	19	36	29	29	42	43	31	22

Bijlage 2 Overzicht van bedrijfskarakteristieken van bemonsterde, gangbare melkveebedrijven op zandgrond (vervolg)

Subnet/periode	Nat. zandput Inf.net 1991-1994		Nat. Zandput Inf.net 1999-2001		Drg zandput Inf.net 1991-1994		Drg zandput Inf.net 1995-1998		Drg zandput Inf.net 1999-	
	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.
2001										
Aantal waarnemingen	166	39	47	63	11	14				
Maaipercantage	184	64	230	99	261	78	204	82	233	298
Bewerding sep-okt	1.6	0.6	1.6	0.6	1.7	0.6	1.7	0.7	1.3	1.7
Fosfaattoestand schaal 1-5	3.0	0.2	3.4	0.7	3.4	0.7	3.1	0.1	3.9	4.1
Kalitoestand schaal 1-5	3.1	0.2	3.4	0.6	3.4	0.7	3.0	0.2	3.9	3.8
Fractie grond Gt 1 2 2* 3 4	0.53	0.28	0.50	0.32	0.52	0.29	0.13	0.12	0.10	0.11
Fractie grond Gt 7 7* 8	0.10	0.13	0.06	0.12	0.06	0.12	0.32	0.30	0.27	0.21
Fractie grond veen	0.09	0.18	0.06	0.13	0.06	0.12	0.01	0.04	0.01	0.01
Fractie grond moerig	0.07	0.15	0.15	0.25	0.15	0.24	0.04	0.08	0.01	0.00
N-kunstmest kg/ha bouwland	47	44	47	36	35	26	58	44	41	27
N-dierlijk mestgift kg/ha bouwland	207	130	261	114	261	108	200	115	251	197
N-kunstmest kg/ha grasland	309	97	290	83	245	59	315	75	310	224
N-dierlijk mestgift kg/ha grasland	408	149	428	677	451	704	390	214	327	352
N-verdeling dierlijke mest bouw/grasland	0.70	0.40	1.06	0.50	0.93	0.37	0.69	0.39	0.80	0.55
N-kunstmest kg/ha	254	85	214	75	166	60	254	53	197	150
N-aanvoer dierlijke mest kg/ha	23	45	15	23	11	22	18	35	12	19
N-depositie/netto-miner. kg/ha	46	6	43	7	42	11	45	6	44	44
N-stikstofbinding kg/ha	4	0	5	4	5	4	4	0	5	4
N-aanvoer rundvee kg/ha	3	4	2	4	1	3	2	3	2	2
N-aanvoer krachtvoer kg/ha	142	83	117	65	118	60	132	74	138	114
N-aanvull. verbr. struct.rijk ruwv. kg/ha	30	69	13	30	9	43	34	66	13	6
N-aanvoer structuurarm ruwvoer kg/ha	10	24	17	26	18	27	13	24	10	24

Bijlage 2 Overzicht van bedrijfskarakteristieken van bemonsterde, gangbare melkveebedrijven op zandgrond (vervolg)

Subnet/periode	Nat. zandput Inf.net 1991-1994		Nat. Zandput Inf.net 1995-1998		Nat. Zandput Inf.net 1999-2001		Drg zandput Inf.net 1991-1994		Drg zandput Inf.net 1995-1998		Drg zandput Inf.net 1999-	
	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.
2001												
Aantal waarnemingen	166		39		47		63		11		14	
N-aanvoer hokdieren kg/ha	128	191	54	109	68	101	108	152	44	46	66	109
N-aanvoer diversen kg/ha	0	15	2	4	41	132	-1	10	3	6	4	2
N-aanvoer melkproducten kg/ha	3	2	2	1	2	1	4	5	3	3	2	1
N-afvoer melk kg/ha	70	34	68	30	76	29	67	18	70	20	73	19
N-afvoer mest rundvee kg/ha	21	52	23	55	16	42	22	40	21	32	6	9
N-afvoer mest hokdieren kg/ha	31	76	14	46	35	84	28	56	4	8	15	35
N-afvoer rundvee kg/ha	20	9	16	9	14	6	18	8	16	6	14	4
N-afvoer hokdieren kg/ha	43	66	19	38	24	34	40	59	12	13	23	40
N-afvoer diversen kg/ha	0	6	7	14	11	36	2	7	10	13	8	12
N-overschot LEI kg/ha	458	146	336	97	304	116	436	127	340	98	297	137
N-overschot EMW2002 kg/ha	347	116	241	103	195	103	332	98	237	92	204	125
N-overschot Minas kg/ha	345	117	237	105	191	106	329	100	224	102	193	120
N-bodemoverschot WOG kg/ha	402	128	290	93	237	111	384	109	292	91	240	117
Nitraatconcentratie mg/l	135	72	120	94	55	39	165	64	170	63	97	50
N-dierlijk mestgebruik WUM kg/ha	365	103	281	67	286	60	340	124	300	76	307	107
N-dierlijk mestgebruik WOG kg/ha	368	101	288	63	298	58	345	131	308	79	318	108
FOSFOR-kunstmest kg/ha	10	10	11	11	12	12	9	8	7	6	4	5
FOSFOR-aanvoer dierlijke mest kg/ha	6	11	3	5	2	4	4	8	3	5	4	6
FOSFOR-depositie/netto-miner. kg/ha	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
FOSFOR-aanvoer rundvee kg/ha	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1

Bijlage 2 Overzicht van bedrijfskarakteristieken van bemonsterde, gangbare melkveebedrijven op zandgrond (vervolg)

Subnet/periode	Nat. zandput Inf.net 1991-1994	Nat. Zandput Inf.net 1995-1998	Nat. Zandput Inf.net 1999-2001	Drg zandput Inf.net 1991-1994	Drg zandput Inf.net 1995-1998	Drg zandput Inf.net 1999-						
Aantal waarnemingen	166	39	47	63	11	14						
FOSFOR-aanvoer krachtvoer kg/ha	28	18	20	10	19	9	25	14	22	7	17	7
FOSFOR-aanvullende verbr. struct.rijk ruwvoer kg/ha	4	9	1	4	1	5	4	8	2	3	1	4
FOSFOR-aanvoer structuurarm ruwvoer kg/ha	1	3	3	5	3	5	1	3	1	2	3	2
FOSFOR-aanvoer hokdieren kg/ha	25	37	11	22	13	19	21	30	9	10	12	20
FOSFOR-aanvoer diversen kg/ha	0	3	0	1	6	24	0	2	1	1	0	0
FOSFOR-aanvoer melkproducten kg/ha	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
FOSFOR-afvoer melk kg/ha	12	6	11	5	13	5	11	3	12	3	12	3
FOSFOR-afvoer mest rundvee kg/ha	3	8	3	8	2	6	4	7	4	6	1	1
FOSFOR-afvoer mest hokdieren kg/ha	7	18	4	14	9	23	7	14	2	4	3	7
FOSFOR-afvoer rundvee kg/ha	6	3	5	2	4	2	5	2	5	2	4	1
FOSFOR-afvoer hokdieren kg/ha	9	14	4	8	5	7	8	12	3	3	5	9
FOSFOR-afvoer diversen kg/ha	0	1	1	3	2	8	0	1	2	3	2	2
FOSFOR-overschot LEI kg/ha	39	21	22	15	24	13	32	23	20	18	16	12
FOSFOR-overschot Minas kg/ha	38	21	22	15	24	15	30	23	18	19	15	12
FOSFOR-overschot EMW2002 kg/ha	39	21	21	15	22	13	31	23	19	18	15	12

Bijlage 3 Overzicht van bedrijfskarakteristieken van bemonsterde melkveebedrijven op zandgrond; voorlopers

Subnet/periode	Nat. zandput Inf.net 1991-1994		Nat. Zandput Inf.net 1995-1998		Nat. Zandput Inf.net 1999-2001		Drg zandput Inf.net 1995-1998		Drg zandput Inf.net 1999-2001	
	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.
Aantal waarnemingen	12		57		19		16		7	
Ha cultuurgrond	26.8	11.5	33.3	16.8	37.2	11.2	27.1	11.5	43.8	7.1
% grasland	81.8	14.4	81.4	14.8	70.5	12.9	79.4	15.0	66.1	7.3
% mais	18.2	14.4	15.9	14.7	25.7	12.5	12.1	11.3	25.4	11.8
sbe hokdieren/ha	0.34	0.68	0.20	0.55	0.04	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00
kg fpcm/koe	8051	979	7372	1511	8163	1051	7230	1364	8418	1250
kg fpcm/ha voederoppervlak	16043	4306	12936	5835	15592	3829	13565	3544	13639	2863
koeien/ha voederoppervlak	2.04	0.75	1.72	0.68	1.90	0.41	1.87	0.31	1.61	0.09
gve excl melkkoeien/ha voederopp	0.57	0.32	0.61	0.29	0.67	0.21	0.81	0.18	0.65	0.13
gve/ha voederoppervlak	2.61	0.56	2.33	0.70	2.56	0.57	2.69	0.45	2.27	0.22
N-excretie kg/ha	422	92	356	112	364	83	373	48	303	35
Vervangingswaarde drains E/ha	629	763	358	531	123	300	8	25	152	165
% emissiearme mestaanwending	75	35	100	0	100	0	100	0	99	1
% mestopslag van jaarproductie	108	52	93	36	116	31	91	26	90	10
% oppervlak beregend	0	0	17	27	48	34	29	27	43	46
Maaipercantage	209	57	182	74	257	71	261	103	311	165

)

Bijlage 3 Overzicht van bedrijfskarakteristieken van bemonsterde melkveebedrijven op zandgrond; voorlopers (vervolg)

Subnet/periode	Nat. zandput		Nat. Zandput		Drg zandput	
	Inf.net 1991-1994	Inf.net 1995-1998	Inf.net 1999-2001	Inf.net 1995-1998	Inf.net 1999-2001	Inf.net 1999-2001
Aantal waarnemingen	12	57	19	16	7	7
	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.
Beweidings sep-okt	1.7	0.4	1.6	0.5	1.5	0.5
Fosfaattoestand schaal 1-5	3.0	0.4	3.3	0.6	3.7	0.5
Kalitoestand schaal 1-5	3.1	0.3	3.5	0.6	3.3	0.5
Fractie grond Gt 1 2 2* 3 4	0.35	0.31	0.35	0.31	0.18	0.22
Fractie grond Gt 7 7* 8	0.05	0.06	0.08	0.16	0.07	0.17
Fractie grond veen	0.00	0.00	0.06	0.14	0.05	0.10
Fractie grond moerig	0.02	0.03	0.07	0.14	0.09	0.19
N-kunstmest kg/ha bouwland	28	25	26	30	24	19
N-dierl. mestgift kg/ha bouwland	194	149	193	140	219	75
N-kunstmest kg/ha grasland	310	70	185	93	155	96
N-dierl. mestgift kg/ha grasland	307	71	276	71	308	76
N-verdeling dierlijke mest bouw/grasland	0.91	0.34	0.91	0.37	0.73	0.30
N-kunstmest kg/ha	259	68	155	80	113	68
N-aanvoer dierlijke mest kg/ha	11	23	11	25	7	14
N-depositie/netto-miner. kg/ha	44	2	41	8	41	7
N-stikstofbinding kg/ha	4	0	5	5	5	3
N-aanvoer rundvee kg/ha	3	6	3	6	1	2
N-aanvoer krachtvoer kg/ha	147	47	108	67	119	46
N-aanvull. vetbr. struct.rijk ruwv. kg/ha	22	35	25	47	14	21
N-aanvoer structuurarm ruwv. kg/ha	6	7	5	10	8	13

Bijlage 3 Overzicht van bedrijfskarakteristieken van bemonsterde melkveebedrijven op zandgrond; voorlopers (vervolg)

Subnet/periode	Nat. zandput Inf.net 1991-1994	Nat. Zandput Inf.net 1995-1998	Nat. Zandput Inf.net 1999-2001	Drg zandput Inf.net 1995-1998	Drg zandput Inf.net 1999-2001					
Aantal waarnemingen	12	57	19	16	7					
FOSFOR-aanvoer krachtvoer kg/ha	Gem. 23	St.afw. 8	Gem. 19	St.afw. 13	Gem. 18	St.afw. 7	Gem. 15	St.afw. 4	Gem. 13	St.afw. 4
FOSFOR-aanvull. ende verbr. struct.rijk ruwv. kg/ha	3	5	3	6	1	2	1	3	-1	2
FOSFOR-aanvoer structuurarm ruwv. kg/ha	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2
FOSFOR-aanvoer hokdieren kg/ha	13	25	7	18	1	3	3	9	0	0
FOSFOR-aanvoer diversen kg/ha	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
FOSFOR-aanvoer melkproducten kg/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FOSFOR-afvoer melk kg/ha	13	4	11	5	13	3	10	2	12	3
FOSFOR-afvoer mest rundvee kg/ha	5	4	2	3	2	4	1	1	0	0
FOSFOR-afvoer mest hokdieren kg/ha	2	5	0	1	0	0	0	0	0	0
FOSFOR-afvoer rundvee kg/ha	4	1	4	2	4	1	4	1	4	1
FOSFOR-afvoer hokdieren kg/ha	5	10	3	8	1	2	1	3	0	0
FOSFOR-afvoer diversen kg/ha	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
FOSFOR-overschot LEI kg/ha	29	16	24	16	9	7	10	9	8	6
FOSFOR-overschot Minas kg/ha	29	17	23	17	11	8	10	9	9	6
FOSFOR-overschot EMW2002 kg/ha	29	16	23	16	9	7	9	9	7	6

Bijlage 4 Overzicht van bedrijfskarakteristieken van bemonsterde melkveebedrijven op klei- en veengrond

Subnet/periode	Eval. Kleidrain		Eval. Kleidrain		Voorl. Kleiput		Eval. Veenput		Voorl. Veenput	
	Inf.net 1995-1998	Inf.net 1999-2001	Inf.net 1995-1998	Inf.net 1999-2001	Inf.net 1999-2001	Inf.net 1995-1998	Inf.net 1999-2001	Inf.net 1999-2001	Inf.net 1999-2001	Inf.net 1999-
2001										
Aantal waarnemingen	39	72	11	35	30	10				
Ha cultuurgrond	Gem. 38.9	Gem. 51.6	Gem. 46.0	Gem. 36.4	Gem. 39.5	Gem. 50.4	Gem. 25.8	Gem. 50.4	Gem. 23.3	
% grasland	89.8	83.5	87.1	98.3	97.9	96.2	3.9	96.2	2.7	
% mais	5.5	8.2	9.7	1.7	2.7	4.7	4.4	4.7	4.0	
sbe hokdieren/ha	0.51	0.09	0.00	0.01	0.00	0.09	0.02	0.09	0.16	
kg fpcm/koe	8290	8166	7548	7221	7521	7897	1021	7897	1253	
kg fpcm/ha voederoppervlak	14209	14090	12041	11991	12554	11618	3359	11618	2218	
koeien/ha voederoppervlak	1.71	1.73	1.52	1.64	1.67	1.48	0.36	1.48	0.25	
gve excl melkkoeien/ha voederopp	0.69	0.72	0.54	0.58	0.57	0.52	0.20	0.52	0.10	
gve/ha voederoppervlak	2.40	2.44	2.07	2.22	2.24	2.00	0.45	2.00	0.23	
N-excretie kg/ha	376	329	283	326	319	286	70	286	36	
Vervangingswaarde drains E/ha	639	839	490	107	63	285	212	285	207	
% emissiearme mestaanwending	100	84	100	100	90	97	29	97	5	
% mestopslag van jaarproductie	148	-66	104	89	101	75	36	75	31	
% oppervlak beregend	17	5	14	2	3	0	8	0	0	
Maaipercantage	207	233	235	191	232	184	90	184	50	

Bijlage 4 Overzicht van bedrijfskarakteristieken van bemonsterde melkveebedrijven op klei- en veengrond (vervolg)

Subnet/periode	Eval. Kleidrain Inf.net 1995-1998		Eval. Kleidrain Inf.net 1999-2001		Voorl. Kleiput Inf.net 1999-2001		Eval. Veenput Inf.net 1995-1998		Eval. Veenput Inf.net 1999-2001		Voorl. Veenput Inf.net 1999-	
	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.
2001												
Aantal waarnemingen		39		72		11		35		30		10
Beweidings sep-okt	1.4	0.4	1.6	0.6	1.5	0.3	1.4	0.6	1.5	0.6	1.4	0.6
Fosfaattoestand schaal 1-5	2.6	0.9	3.2	0.5	2.8	0.6	3.3	0.7	3.2	0.4	3.0	0.7
Kalitoestand schaal 1-5	3.8	0.9	3.7	0.8	3.6	0.7	3.2	0.7	3.2	0.5	3.6	0.6
Fractie grond Gt 1 2.2* 3.4	0.33	0.42	0.41	0.41	0.48	0.50	0.99	0.03	0.98	0.05	0.99	0.02
Fractie grond Gt 7 7* 8	0.08	0.21	0.06	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fractie grond veen	0.03	0.10	0.08	0.25	0.30	0.53	0.86	0.27	0.82	0.34	0.89	0.15
Fractie grond moerig	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00
N-kunstmest kg/ha bouwland	31	47	41	58	39	45	4	9	7	12	22	20
N-dierl. mestgift kg/ha bouwland	117	180	140	190	138	132	61	152	45	73	106	60
N-kunstmest kg/ha grasland	323	63	295	75	99	91	249	99	215	99	102	57
N-dierl. mestgift kg/ha grasland	290	37	265	67	214	51	268	70	259	59	249	44
N-verdeling dierlijke mest bouw/grasland	0.91	0.91	0.53	0.96	0.80	0.58	0.59	99	206	106	89	67
N-kunstmest kg/ha	296	62	250	70	79	63	245	99	206	106	89	67
N-aanvoer dierlijke mest kg/ha	2	5	4	13	9	15	21	39	11	20	29	31
N-depositie/netto-miner. kg/ha	38	11	38	12	33	3	69	21	73	28	69	13
N-stikstofbinding kg/ha	6	6	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0
N-aanvoer rundvee kg/ha	1	2	1	1	2	3	0	1	1	1	0	0
N-aanvoer krachtvoer kg/ha	98	49	86	26	92	60	97	48	89	39	71	19
N-aanvull. verbr. struct.rijk ruwv. kg/ha 4	16	16	12	21	8	26	13	30	16	29	14	28
N-aanvoer structuurarm ruwv. kg/ha 12	13	13	18	22	9	13	12	25	14	21	7	5

Bijlage 4 Overzicht van bedrijfskarakteristieken van bemonsterde melkveebedrijven op klei- en veengrond (vervolg)

Subnet/periode	Eval. Kleidrain		Eval. Kleidrain		Voorl. Kleiput		Eval. Veenput		Voorl. Veenput		
	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	
2001											
Aantal waarnemingen		39		72		11		35		30	10
N-aanvoer hokdieren kg/ha	58	45	19	52	0	0	2	8	1	4	7
N-aanvoer diversen kg/ha	0	0	8	3	2	2	1	1	6	5	3
N-aanvoer melkproducten kg/ha	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1
N-afvoer melk kg/ha	70	22	67	18	61	22	62	19	65	18	60
N-afvoer mest rundvee kg/ha	8	13	10	21	20	38	6	21	0	0	3
N-afvoer mest hokdieren kg/ha	11	19	2	6	0	0	0	0	0	0	0
N-afvoer rundvee kg/ha	13	4	12	3	11	6	11	3	11	3	9
N-afvoer hokdieren kg/ha	20	19	7	20	0	0	1	3	0	1	1
N-afvoer diversen kg/ha	2	8	5	14	0	0	0	0	0	0	0
N-overschot LEI kg/ha	402	74	338	77	148	120	386	150	346	154	222
N-overschot EMW/2002 kg/ha	335	72	274	90	88	101	334	142	260	134	162
N-overschot Minas kg/ha	330	74	268	91	85	101	334	142	260	134	162
N-bodemoverschot WOG kg/ha	365	72	298	86	117	102	354	143	279	136	172
Nitraatconcentratie mgl	78	58	29	23	13	13	8	13	2	3	1
N-dierlijk mestgebruik WUM kg/ha	278	37	263	76	219	64	271	69	263	61	277
N-dierlijk mestgebruik WOG kg/ha	271	40	272	85	225	61	266	64	264	53	279
FOSFOR-kunstmest kg/ha	11	13	14	11	9	7	7	8	7	8	2
FOSFOR-aanvoer dierlijke mest kg/ha	0	1	1	3	2	3	4	8	2	4	5
FOSFOR-depositie/netto-miner. kg/ha	1	0	1	1	1	0	4	2	4	2	4

Bijlage 4 Overzicht van bedrijfskarakteristieken van bemonsterde melkveebedrijven op klei- en veengrond (verrvolg)

Subnet/periode	Eval. Kleidrain Inf.net 1995-1998		Eval. Kleidrain Inf.net 1999-2001		Voorl. Kleiput Inf.net 1999-2001		Eval. Veenput Inf.net 1995-1998		Eval. Veenput Inf.net 1999-2001		Voorl. Veenput Inf.net 1999-	
	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.
2001												
Aantal waarnemingen		39		72		11		35		30		10
FOSFOR-aanvoer rundvee kg/ha	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
FOSFOR-aanvoer krachtvoer kg/ha	16	7	16	7	15	9	17	8	17	7	14	4
FOSFOR-aanvull. verbr. struct.rijk ruwv. kg/ha	2	2	2	3	1	3	1	4	2	4	2	4
FOSFOR-aanvoer structuurarm ruwvoer kg/ha	2	2	3	3	2	2	1	3	1	2	1	1
FOSFOR-aanvoer hokdieren kg/ha	11	8	4	11	0	0	0	1	0	1	1	3
FOSFOR-aanvoer diversen kg/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FOSFOR-aanvoer melkproducten kg/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FOSFOR-afvoer melk kg/ha	12	4	11	3	10	4	10	3	11	3	10	2
FOSFOR-afvoer mest rundvee kg/ha	1	2	2	6	3	6	1	5	0	0	0	1
FOSFOR-afvoer mest hokdieren kg/ha	3	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
FOSFOR-afvoer rundvee kg/ha	4	1	3	1	3	2	3	1	3	1	3	0
FOSFOR-afvoer hokdieren kg/ha	4	5	1	4	0	0	0	1	0	0	0	0
FOSFOR-afvoer diversen kg/ha	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
FOSFOR-overschot LEI kg/ha	20	15	21	14	13	16	21	14	21	11	16	10
FOSFOR-overschot Minas kg/ha	19	14	18	14	11	14	20	14	17	11	12	8
FOSFOR-overschot EMW2002 kg/ha	19	15	20	15	12	16	20	14	17	11	12	11

Bijlage 5 Overzicht van bedrijfskarakteristieken van bemonsterde overige bedrijven

Subnet/periode	Eval. Nat zandput Inf.net 1991-1994		Eval. Nat zandput Inf.net 1995-2008		Eval. Nat zandput Inf.net 1999-2001		Eval. Drg zandput Inf.net 1995-1998		Eval. Drg zandput Inf.net 1999-2001		Eval. Kleidrain Inf.net 1999-	
	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.
2001												
Aantal waarnemingen		39		72		11		35		30		10
Ha cultuurgrond	21.9	14.9	27.8	11.5	31.3	32.4	15.6	20.6	23.0	12.4	60.6	26.3
% grasland	56.8	19.2	41.5	37.8	35.7	36.7	21.9	9.8	2.7	4.9	38.1	30.3
% mais	32.5	17.9	19.0	21.4	9.3	11.9	23.8	11.1	29.8	40.3	4.4	8.7
% aardappelen	2.4	4.9	4.4	6.8	5.0	14.3	19.3	14.3	15.5	22.5	3.5	6.9
% suikerbieten	1.9	3.7	5.8	9.8	4.5	9.9	13.2	17.6	14.0	13.6	11.4	6.5
% granen	0.0	0.1	3.7	8.1	6.6	20.2	6.0	3.8	13.3	35.3	30.5	32.1
sbe hokdieren/ha	2.63	2.01	8.08	7.91	3.00	5.02	19.62	19.10	17.37	17.83	0.37	0.74
gye/ha voederoppervlak	2.32	1.01	1.98	1.37	1.52	1.60	1.33	0.57	0.26	0.67	1.54	1.18
N-excretie kg/ha	671	229	787	645	349	408	1727	1517	1885	1961	181	122
Vervangingswaarde drains E/ha	77	122	341	514	327	704	340	161	92	244	410	434
% emissiearme mestaanwending	14	27	99	4	97	11	0	100	100	0	55	52
% mestopslag van jaarproductie	124	62	200	373	52	120	188	267	83	67	33	39
% oppervlak berekend	13	18	27	14	16	30	30	22	28	39	0	0
Maaipercantage	165	72	161	107	157	133	78	50	14	38	156	150
Beweiding sep-okt	1.6	0.6	1.3	0.5	1.0	0.2	0.0	1.0	1.0	0.0	1.3	0.5

Bijlage 5 Overzicht van bedrijfskarakteristieken van bemonsterde overige bedrijven (vervolg)

Subnet/periode	Eval. Nat zandput		Eval. Nat zandput		Eval. Drg zandput		Eval. Drg zandput		Eval. Kleidrain	
	Inf.net 1991-1994	Inf.net 1995-2008	Inf.net 1999-2001	Inf.net 1995-1998	Inf.net 1999-2001	Inf.net 1999-2001	Inf.net 1999-2001	Inf.net 1999-		
2001	18	17	17	36	7	12				
Aantal waarnemingen										
Fosfaattoestand schaal 1-5	Gem. 3.2	St.afw. 0.2	Gem. 3.8	St.afw. 0.8	Gem. 3.7	St.afw. 0.8	Gem. 3.4	St.afw. 0.8	Gem. 3.3	St.afw. 0.8
Kalitoestand schaal 1-5	Gem. 3.1	St.afw. 0.2	Gem. 3.6	St.afw. 0.6	Gem. 3.6	St.afw. 0.7	Gem. 3.2	St.afw. 0.5	Gem. 3.2	St.afw. 0.6
Fractie grond Gt 1 2 2* 3 4	Gem. 0.50	St.afw. 0.24	Gem. 0.47	St.afw. 0.37	Gem. 0.39	St.afw. 0.31	Gem. 0.11	St.afw. 0.12	Gem. 0.19	St.afw. 0.19
Fractie grond Gt 7 7* 8	Gem. 0.18	St.afw. 0.18	Gem. 0.17	St.afw. 0.25	Gem. 0.27	St.afw. 0.25	Gem. 0.31	St.afw. 0.23	Gem. 0.33	St.afw. 0.31
Fractie grond veen	Gem. 0.01	St.afw. 0.02	Gem. 0.06	St.afw. 0.10	Gem. 0.18	St.afw. 0.13	Gem. 0.00	St.afw. 0.01	Gem. 0.00	St.afw. 0.00
Fractie grond moerig	Gem. 0.18	St.afw. 0.26	Gem. 0.11	St.afw. 0.19	Gem. 0.07	St.afw. 0.08	Gem. 0.02	St.afw. 0.05	Gem. 0.04	St.afw. 0.11
N-kunstmest kg/ha bouwland	Gem. 55	St.afw. 39	Gem. 45	St.afw. 39	Gem. 43	St.afw. 39	Gem. 42	St.afw. 41	Gem. 33	St.afw. 46
N-dierl. mestgift kg/ha bouwland	Gem. 299	St.afw. 123	Gem. 190	St.afw. 99	Gem. 206	St.afw. 133	Gem. 271	St.afw. 329	Gem. 145	St.afw. 163
N-kunstmest kg/ha grasland	Gem. 207	St.afw. 92	Gem. 218	St.afw. 132	Gem. 118	St.afw. 137	Gem. 86	St.afw. 134	Gem. 6	St.afw. 16
N-dierl. mestgift kg/ha grasland	Gem. 461	St.afw. 238	Gem. 237	St.afw. 168	Gem. 186	St.afw. 235	Gem. 1408	St.afw. 2928	Gem. 1080	St.afw. 2858
N-verdeling dierlijke mest bouw/grasland	Gem. 0.74	St.afw. 0.45	Gem. 0.79	St.afw. 0.26	Gem. 2.75	St.afw. 0.31	Gem. 67	St.afw. 82	Gem. 20	St.afw. 21
N-kunstmest kg/ha	Gem. 148	St.afw. 52	Gem. 146	St.afw. 96	Gem. 79	St.afw. 84	Gem. 28	St.afw. 53	Gem. 54	St.afw. 92
N-aanvoer dierlijke mest kg/ha	Gem. 16	St.afw. 35	Gem. 45	St.afw. 66	Gem. 90	St.afw. 70	Gem. 44	St.afw. 5	Gem. 45	St.afw. 3
N-depositie/netto-miner. kg/ha	Gem. 49	St.afw. 4	Gem. 44	St.afw. 3	Gem. 37	St.afw. 7	Gem. 5	St.afw. 4	Gem. 3	St.afw. 1
N-stikstofbinding kg/ha	Gem. 4	St.afw. 0	Gem. 5	St.afw. 1	Gem. 6	St.afw. 6	Gem. 5	St.afw. 4	Gem. 3	St.afw. 1
N-aanvoer rundvee kg/ha	Gem. 3	St.afw. 3	Gem. 3	St.afw. 4	Gem. 1	St.afw. 4	Gem. 0	St.afw. 0	Gem. 0	St.afw. 0
N-aanvoer krachtvoer kg/ha	Gem. 97	St.afw. 51	Gem. 78	St.afw. 105	Gem. 52	St.afw. 109	Gem. 13	St.afw. 37	Gem. 1	St.afw. 2
N-aanvull. verbr. struct.rijk ruwvoer kg/ha	Gem. 3	St.afw. 21	Gem. 18	St.afw. 87	Gem. 10	St.afw. 73	Gem. -7	St.afw. 22	Gem. -45	St.afw. 53
N-aanvoer structuurarm ruwv. kg/ha	Gem. 5	St.afw. 8	Gem. 15	St.afw. 24	Gem. 3	St.afw. 13	Gem. 0	St.afw. 1	Gem. 0	St.afw. 0

Bijlage 5 Overzicht van bedrijfskarakteristieken van bemonsterde overige bedrijven (vervolg)

Subnet/periode	Eval. Nat zandput		Eval. Nat zandput		Eval. Nat zandput		Eval. Drg zandput		Eval. Drg zandput		Eval. Kleidrain	
	Inf.net 1991-1994	Inf.net 1995-2008	Inf.net 1999-2001	Inf.net 1999-2001	Inf.net 1995-1998	Inf.net 1999-2001	Inf.net 1999-2001	Inf.net 1999-2001	Inf.net 1999-2001	Inf.net 1999-	Inf.net 1999-	
2001	18	17	17	17	36	7	12					
Aantal waarnemingen												
N-aanvoer hokdieren kg/ha	Gem. 534	St.afw. 393	Gem. 814	St.afw. 932	Gem. 329	St.afw. 511	Gem. 2194	St.afw. 2599	Gem. 3156	St.afw. 3586	Gem. 65	St.afw. 131
N-aanvoer diversen kg/ha	-59	136	54	127	3	3	6	11	3	3	8	3
N-aanvoer melkproducten kg/ha	3	2	2	3	1	3	0	1	0	0	0	0
N-afvoer melk kg/ha	39	16	40	57	27	50	5	16	0	0	16	18
N-afvoer mest rundvee kg/ha	20	28	76	166	41	159	19	58	0	0	0	0
N-afvoer mest hokdieren kg/ha	90	127	290	338	131	217	840	1135	1376	1681	0	0
N-afvoer rundvee kg/ha	20	13	16	18	8	16	3	9	0	1	8	8
N-afvoer hokdieren kg/ha	186	146	270	325	114	181	869	1122	1295	1700	35	70
N-afvoer diversen kg/ha	-4	49	74	74	94	51	105	73	73	68	65	46
N-overschot LEI kg/ha	451	135	455	271	197	138	511	530	493	1107	200	73
N-overschot EMW2002 kg/ha	262	112	211	123	64	140	90	373	472	669	144	63
N-overschot Minas kg/ha	259	109	195	121	102	140	80	412	424	666	124	66
N-bodemoverschot WOG kg/ha	374	122	372	212	136	94	351	425	590	788	187	64
Nitraatconcentratie mgl	149	71	141	62	98	51	207	77	112	47	30	18
N-dierlijk mestgebruik WUM kg/ha	399	89	260	134	175	149	308	399	780	590	145	106
N-dierlijk mestgebruik WOG kg/ha	430	96	323	210	188	148	387	381	858	648	132	91
FOSFOR-kunstmest kg/ha	8	6	6	4	9	6	6	5	5	6	17	9
FOSFOR-aanvoer dierlijke mest kg/ha	3	7	9	13	16	15	5	11	11	19	0	0
FOSFOR-depositie/netto-miner. kg/ha	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
FOSFOR-aanvoer rundvee kg/ha	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
FOSFOR-aanvoer krachtvoer kg/ha	18	9	13	17	8	17	2	6	0	0	5	6

Bijlage 5 Overzicht van bedrijfskarakteristieken van bemonsterde overige bedrijven (vervolg)

Subnet/periode	Eval. Nat zandput		Eval. Nat zandput		Eval. Nat zandput		Eval. Drg zandput		Eval. Drg zandput		Eval. Kleidrain	
	Inf.net 1991-1994	Inf.net 1995-2008	Inf.net 1999-2001	Inf.net 1995-2008	Inf.net 1999-2001	Inf.net 1995-1998	Inf.net 1999-2001	Inf.net 1999-2001	Inf.net 1999-2001	Inf.net 1999-	Inf.net 1999-	
2001												
Aantal waarnemingen	18	17	17	36	7	12						
	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.	Gem.	St.afw.
FOSFOR-aanvull. verbr. struct.rijk ruwv. kg/ha	0	3	2	10	1	8	-1	3	-6	7	-1	1
FOSFOR-aanvoer structuurarm ruwv. kg/ha	1	1	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0
FOSFOR-aanvoer hokdieren kg/ha	106	78	167	193	64	99	415	471	591	616	10	21
FOSFOR-aanvoer diversen kg/ha	-15	33	11	29	0	1	0	3	-2	3	0	0
FOSFOR-aanvoer melkproducten kg/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FOSFOR-afvoer melk kg/ha	6	2	7	9	4	8	1	3	0	0	3	3
FOSFOR-afvoer mest rundvee kg/ha	3	5	12	26	6	25	2	8	0	0	0	0
FOSFOR-afvoer mest hokdieren kg/ha	21	29	72	86	33	59	205	262	337	446	0	0
FOSFOR-afvoer rundvee kg/ha	6	4	5	5	2	5	1	2	0	0	2	2

Bijlage 6 Resultaten¹ van regressie-analyses ter verklaring van de ongetransformeerde nitraatconcentraties (n=519) op melkvee- en akkerbouwbedrijven (N=219) in de zandgebieden, gemeten in periode 1992–2002

Model:	I	II	III	IV	V	VI
R-squared (in %)	62.0	59.9%	58.9%	59.0%	56.6%	54.7%
Aantal verklarende variabelen (exclusief de constante)	11	10	9	8	8	8
Adjusted R-squared (in %)	%	%	%	%	%	%
Verklaarde variabele	: Nitraatconcentratie (ongetransformeerd)					
<i>Verklarende variabelen:</i>						
<i>basisset</i>						
Constate	-36.17 (0.018)	-35.60 (0.023)	-35.83 (0.023)	-26.47 (0.070)	-18.15 (0.224)	-2.002 (0.894)
Indexconcentratie	84.54 (0.000)	83.33 (0.000)	82.64 (0.000)	84.52 (0.000)	85.23 (0.000)	84.83 (0.000)
Fractie 'normale' grond	51.90 (0.000)	52.95 (0.000)	49.81 (0.000)	53.23 (0.000)	51.81 (0.000)	51.96 (0.000)
Fractie 'droge' grond	89.00 (0.000)	94.49 (0.000)	95.38 (0.000)	90.49 (0.000)	92.33 (0.000)	94.32 (0.000)
Fractie veengrond	-86.20 (0.000)	-83.74 (0.000)	-84.69 (0.000)	-85.09 (0.000)	-91.01 (0.000)	-93.22 (0.000)
Fractie moerige grond	-53.03 (0.002)	-50.17 (0.004)	-52.55 (0.003)	-51.33 (0.002)	-58.17 (0.001)	-61.01 (0.001)
Aandeel grasland (%)	-0.53 (0.001)	-0.50 (0.001)	-0.51 (0.001)	-0.39 (0.011)	-0.30 (0.053)	-0.35 (0.034)
Maaipercantage grasland ²	-0.14 (0.004)	-0.19 (0.000)	-0.19 (0.000)	-0.14 (0.005)	-0.15 (0.003)	-0.15 (0.003)
<i>Verklarende variabelen:</i>						
<i>aanvullend</i>						
N-gift via kunstmest (kg/ha)	0.18 (0.000)	0.23 (0.000)	0.24 (0.000)			
N-gift via dierlijke mest (kg/ha); obv Van den Brink	0.10 (0.002)	0.12 (0.000)	0.15 (0.000)			
Saldo N-naan- en -afvoer via dierlijke producten (kg/ha)	0.05 (0.035)	0.06 (0.013)				
Dummyvariabele voor bemonsteringsjaren t/m 1996	25.96 (0.000)					

Model:	I	II	III	IV	V	VI
N-overschot 'LEI' (kg/ha)				0.17 (0.000)		
WOG-N-bodemoverschot (kg/ha)					0.17 (0.000)	
N-overschot 'Minas' (kg/ha)						0.16 (0.000)

1 Per verklarende variabele worden de regressiecoëfficiënt en overschrijdingskans (tussen haken) weergegeven. De overschrijdingskans (ook wel 'significantieniveau') betreft de kans dat de betreffende variabele 'er niet toe doet' (en de coëfficiënt dus 0 zou zijn) in het geval we het model voor de gehele populatie landbouwbedrijven in de zandgebieden zouden (kunnen) testen. Een p-waarde van 0.01 betekent dan dat met 99 procent betrouwbaarheid mag worden gesteld dat de betreffende variabele er als verklarende variabele toe doet; 2 Weergegeven modellen hebben betrekking op zowel melkvee- als akkerbouwbedrijven. Om te voorkomen dat (meest akkerbouw)bedrijven met relatief geringe aandelen grasland de relaties voor verklarende variabelen 'aandeel grasland' en vooral 'maaipercentage grasland' verstoren, zijn de waargenomen 'maaipercentages grasland' bij alle waarnemingen nog eens vermenigvuldigd met de fractie ($0 \leq x \leq 1$) grasland. Tweemaal maaien van alle gras bij 5 % gras resulteert dan in een maaipercentage van $200 \% * 0.05 = 10 \%$.