



bioveem Rapport 7

Nitraatgehalte in het grondwater van biologische melkveebedrijven





Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group / Praktijkonderzoek
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 – 238 238
Fax 0320 – 238 050
E-mail bioveem.po.asg@wur.nl
Internet <http://www.bioveem.nl>

Redactie

Bioveem

© Animal Sciences Group

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

Aansprakelijkheid

Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

Bestellen

ISSN 0169-3689
Eerste druk 2005/oplage 30
Prijs € 17,50

Losse nummers zijn schriftelijk, telefonisch, per E-mail of via de website te bestellen bij de uitgever.



ANIMAL SCIENCES GROUP
WAGENINGEN UR



LOUIS BOLK INSTITUUT
natuurwetenschappelijk onderzoek

Bioveem is een samenwerkingsproject van 17 biologische melkveehouders, Louis Bolk Instituut, Animal Sciences Group/Praktijkonderzoek en DLV-adviesgroep n.v.

Missie:
biologische melkveehouderij versterken en verbreden



Rapport 7

Nitraatgehalte in het grondwater van biologische melkveebedrijven

Nitrate in groundwater of organic dairy farms

R.L.M. Schils
G.J. Kasper

Samenvatting

In het thema milieu van Bioveem worden metingen verricht aan de kwaliteit van grondwater. Naast de reguliere meting van het gemiddelde nitraatgehalte op het hele bedrijf worden aanvullend metingen verricht op geselecteerde percelen of proefplekken. Het doel van de metingen is (i) het toetsen van nitraatgehalten in het grondwater aan de nitraatrichtlijn en (ii) relaties te ontwikkelen tussen het nitraatgehalte in het grondwater en de bedrijfsvoering.

Gedurende de periode voorjaar 2002 en voorjaar 2004 zijn op 8 Bioveem-bedrijven op zandgrond nitraatmetingen van het grondwater verricht. Op de bedrijven was het gemiddelde nitraatgehalte in 2002 en 2003 respectievelijk 35 en 42 mg/l, hetgeen 25% lager is dan de groep melkveebedrijven op zandgrond in het landelijk meetnet. Naarmate bedrijven meer voedergewassen in vruchtwisseling teelden, was het nitraatgehalte hoger. Veel bedrijven hebben behalve zand, eveneens een deel van het bedrijf op klei of leem liggen. Op die laatste percelen waren over het algemeen de nitraatgehalten lager.

Uit aanvullende metingen, gedurende één jaar, op geselecteerde percelen bleek dat het telen van voedergewassen na het scheuren van gras/klaver in alle gevallen tot nitraatgehalten van meer dan 50 mg/l leidde. De gehalten waren echter niet altijd hoger dan die op andere typen percelen, die bijvoorbeeld niet waren gescheurd. Percelen waarop een aantal jaren achter elkaar voedergewassen zijn geteeld hadden, vergeleken binnen een bedrijf, de laagste nitraatgehalten. Bij de inzaai van gras/klaver op bouwland waren de nitraatgehalten zeer variabel, zowel absoluut als in vergelijking met andere type percelen op hetzelfde bedrijf.

Op drie plekken zijn proefstroken aangelegd waarop maïs is ingezaaid na het scheuren van een gras/klaver mengsel. De proefstroken verschilden in de bemesting van de gras/klaver, de bemesting van de maïs en het oogsttijdstip van de gras/klaver. In alle gevallen leidde de teelt van maïs na gras/klaver tot zeer hoge stikstofverliezen, hetgeen zowel tot uiting kwam in de hoeveelheid minerale bodemstikstof na de oogst van de maïs, als het nitraatgehalte in het grondwater, in het daaropvolgende voorjaar. Verder bleek dat de ingestelde proefbehandelingen geen effect hadden op de stikstofverliezen.

Tot slot is vastgesteld dat zowel binnen één bedrijf, binnen één perceel of zelfs binnen één proefstrook een grote variatie wordt gevonden in de gemeten nitraatgehalten.

Inhoudsopgave

Samenvatting

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Inleiding | 1 |
| 2 | Materiaal en methoden | 2 |
| 2.1 | Bioveem 2 | 2 |
| 2.2 | Metingen op bedrijven | 2 |
| 2.2.1 | Nitraatmetingen in voorjaar 2002 | 2 |
| 2.2.2 | Nitraatmetingen in voorjaar 2003 | 2 |
| 2.2.3 | Overige dataverzameling | 3 |
| 2.3 | Metingen op percelen | 3 |
| 2.3.1 | Selectie percelen | 3 |
| 2.3.2 | Waarnemingen | 5 |
| 2.4 | Metingen op proefstroken | 5 |
| 2.4.1 | Behandelingen | 5 |
| 2.4.2 | Waarnemingen | 5 |
| 2.5 | Neerslag | 5 |
| 3 | Resultaten en discussie | 7 |
| 3.1 | Metingen op bedrijven | 7 |
| 3.1.1 | Nitraatgehalten per bedrijf | 7 |
| 3.1.2 | Nitraatgehalte per meetpunt | 9 |
| 3.2 | Metingen op percelen | 10 |
| 3.3 | Metingen op proefstroken | 14 |
| 4 | Conclusies | 16 |

1 Inleiding

In het project Bioveem 2 trekken veehouders, onderzoekers en adviseurs samen op om bij te dragen aan de versterking, ontwikkeling en uitbreiding van de biologische veehouderij. Een van de zes thema's is de milieukwaliteit van biologische melkveebedrijven. Binnen het thema "milieu" wordt daarbij aandacht besteed aan de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater. Vanwege het uitspoelinggevoelige karakter van zandgronden, wordt er relatief veel gemeten aan de stikstofuitspoeling op de bedrijven met zandgrond. Naast de reguliere monitoring van de bedrijfsgemiddelde nitraatgehalten, worden aanvullend metingen verricht op geselecteerde percelen of proefplekken. Het doel van de metingen is (i) het toetsen van nitraatgehalten in het grondwater aan de nitraatrichtlijn en (ii) relaties ontwikkelen tussen het nitraatgehalte in het grondwater en de bedrijfsvoering. Dit rapport beschrijft de resultaten van metingen op acht biologische melkveebedrijven op zandgrond, in de periode voorjaar 2002 tot en met voorjaar 2004.

2 Materiaal en methoden

2.1 Bioveem 2

Aan het project Bioveem 2 nemen 17 melkveebedrijven deel. Het project is uitgevoerd op de 8 bedrijven met overwegend zandgrond (Tabel 1). Slechts twee bedrijven liggen in het geheel op zandgrond, terwijl de meeste bedrijven deels liggen op lemig zand. Het aandeel droogtegevoelige zandgronden loopt uiteen van 0 tot 40%. Drie bedrijven hebben niet of nauwelijks droogtegevoelige gronden. De intensiteit van de bedrijven loopt uiteen van 6.000 tot 12.000 kg melk per ha, maar de meeste bedrijven hebben een melkquotum van 7.000 à 8.000 kg per ha.

Tabel 1 Enkele bedrijfskenmerken van de Bioveem-bedrijven op zandgrond (1 oktober 2002)

| Bedrijf | Provincie | Grondsoort | GT VII en VIII (%) | Oppervlakte (ha) | Grasland (%) | Melk (t/ha) |
|--------------|---------------|---------------|--------------------|------------------|--------------|-------------|
| Oosterhof | Friesland | Zand leemlaag | 0 | 37 | 100 | 7,0 |
| Schoenmakers | Utrecht | Zand/klei | - | 34 | 88 | 6,3 |
| Mulder | Overijssel | Lemig zand | 6 | 33 | 82 | 7,5 |
| Tomassen | Noord-Brabant | Lemig zand | 0 | 71 | 89 | 8,0 |
| Ormel | Gelderland | Lemig zand | 9 | 36 | 72 | 8,7 |
| Wagenvoort | Gelderland | Zand | 40 | 60 | 73 | 7,0 |
| Van Liere | Noord-Brabant | Zand | 1 | 36 | 64 | 11,9 |
| Elderink | Overijssel | Lemig zand | 21 | 89 | 57 | 8,5 |

Het meetprogramma kan grofweg in drie groepen worden ingedeeld. Ten eerste zijn in 2002 en 2003 de nitraatgehalten per bedrijf gemeten. Ten tweede zijn in 2003 enkele percelen geselecteerd waar vervolgens gedurende de tijd herhaalde metingen zijn uitgevoerd. Ten slotte zijn op percelen met vruchtwisseling proefstroken aangelegd met verschillende behandelingen. De nitraatgehalten zijn gemeten per behandeling.

2.2 Metingen op bedrijven

2.2.1 Nitraatmetingen in voorjaar 2002

In februari 2002 zijn op ieder bedrijf 32 meetpunten geselecteerd volgens de RIVM-methode. Dat wil zeggen dat de meetpunten evenredig verdeeld zijn over het bedrijf, afhankelijk van het aantal percelen en de perceelsgrootte. Op ieder meetpunt is een boorgat gemaakt en is het grondwater bemonsterd op een diepte van ongeveer 75 cm onder de grondwaterspiegel. Het grondwater is, na filtering, in duplo geanalyseerd op nitraat. De nitraatbepaling is in het veld uitgevoerd met de Nitracheck-methode. Bij iedere meting is tevens de grondwaterstand gemeten.

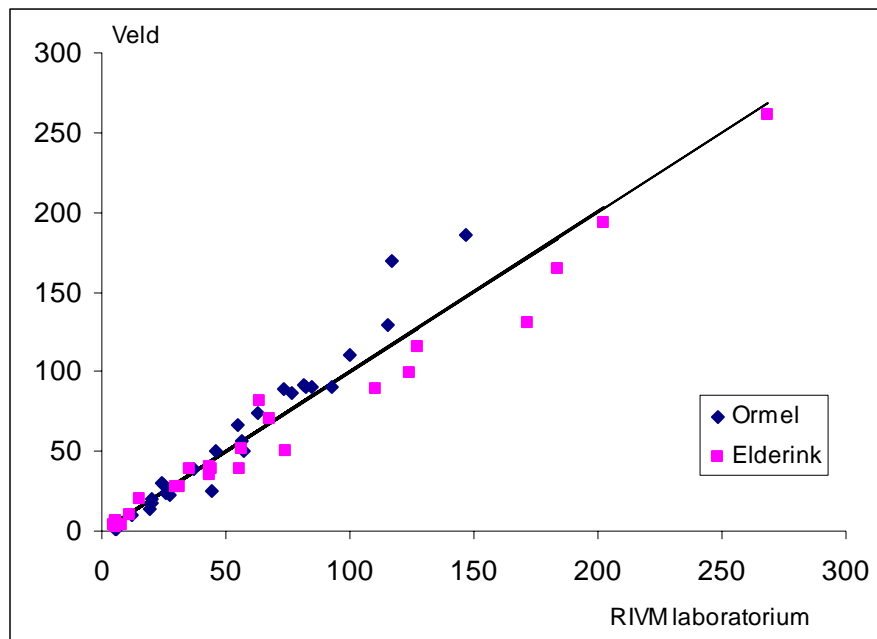
2.2.2 Nitraatmetingen in voorjaar 2003

In het voorjaar van 2003 zijn de nitraatmetingen grotendeels uitgevoerd in februari. Op de bedrijven van Van Liere en Mulder zijn de metingen uitgevoerd in respectievelijk maart en april. Op alle bedrijven is nagenoeg dezelfde verdeling van meetpunten als gebruikt in 2002. Op de bedrijven van Mulder, Schoenmakers, Elderink en Tomassen waren de meetpunten wat anders verdeeld dan in 2002. Dit is veroorzaakt door wisselingen in het gebruik van percelen of door deelname aan het project "Sturen op Nitraat".

In 2003 zijn de verzamelde monsters naar het RIVM vervoerd en in het laboratorium in duplo geanalyseerd met de Nitracheck-methode. Aanvullend is in een mengmonster van de 32 boorpunten het gehalte aan nitraat, ammonium, organische stikstof en fosfor geanalyseerd met de ionchromatografische methode (LAC/M302). De monsters van het bedrijf van Mulder zijn in het veld met de Nitracheck geanalyseerd.

Op de bedrijven van Ormel en Elderink zijn de monsters zowel door het RIVM als in het veld geanalyseerd (Figuur 1). Uit de vergelijking blijkt een redelijk verband te bestaan tussen Nitracheck-metingen in het veld en in het RIVM-laboratorium. Op het bedrijf van Ormel overschatte de veldmetingen de RIVM-metingen met gemiddeld 8%. Op het bedrijf van Elderink daarentegen leidde de veldmetingen tot een onderschatting van gemiddeld 10%.

Figuur 1 Verband tussen het nitraatgehalte (mg/l) volgens de Nitratecheck-methode, gemeten in het veld en gemeten in het laboratorium



2.2.3 Overige dataverzameling

Op de bedrijven is de onderstaande aanvullende informatie verzameld:

- Stikstofoverschot uit LEI-boekhouding
- Stikstofbinding, berekend uit schatting van botanische samenstelling in 2001. Hierbij is per procent klaver een stikstofbinding van 5 kg/ha/jaar aangenomen
- Gewasteelt per perceel.

Tevens is de maandelijkse neerslagsom in De Bilt verzameld.

2.3 Metingen op percelen

2.3.1 Selectie percelen

Naar aanleiding van de resultaten van de metingen in het voorjaar van 2002 is op de vijf bedrijven, met een bedrijfsgemiddelde nitraatgehalte van meer dan 25 mg/l, een aantal percelen geselecteerd. Ten eerste zijn gras/klaverpercelen geselecteerd met hoge nitraatgehalten in het grondwater, en ten tweede zijn percelen geselecteerd waar vruchtwisseling plaatsvindt (Tabel 2).

Tomassen

Perceel 1 (huiskavel) was gras/klaver dat op 16 mei 2003 is geploegd. Vervolgens is het perceel ingezaaid met mais. Na de oogst in september is het perceel geploegd en is triticale ingezaaid.

Perceel 29 (veldkavel) was een maisperceel dat in oktober 2002 is ingezaaid met gras/klaver. In 2003 is het perceel alleen gemaaid.

Ormel

Perceel 6 (huiskavel) ligt op leemhoudend zand. Het is een jonge gras/klaver weide die zowel beweid als gemaaid wordt.

De percelen 10, 11 en 12 (veldkavel) liggen op zandgrond. In 2001 stond op de percelen 10 en 11 Italiaans raaigras, en in 2002 is gerst geteeld met een onderzaai van Italiaans raaigras en rode klaver. In 2003 is op perceel 10 de gras/klaver-onderzaai geploegd op 2 juni en vervolgens met mais ingezaaid. Op perceel 11 is de

gras/klaver-onderzaai in het najaar van 2002 geploegd en daarna ingezaaid met triticale. Vervolgens is in maart 2003 gras/klaver ondergezaaid in de dunne triticale. In juni is het mengsel van triticale en gras/klaver gemaaid. Op perceel 12 is in juni 2001 gras/klaver ingezaaid. Het perceel is in het voorjaar van 2003 gemaaid en vervolgens geploegd. Vervolgens is maïs ingezaaid.

Wagenvoort

De percelen 10, 11 en 12 (veldkavel) liggen op zandgrond. Perceel 10 en 11 bestonden in 2001 uit een gras/klaver zode. Op perceel 10 is in 2002 tarwe geteeld en op perceel 11 triticale. In 2003 is op beide percelen een mengsel van gerst en erwten geteeld, waarna het is ingezaaid met gras/klaver. Op perceel 12 is in 2002 tarwe geteeld en in 2003 triticale met gras/klaver onderzaai.

Van Liere

Op perceel 1b (veldkavel) is tot en met 2001 maïs geteeld. In 2002 is zomergerst verbouwd, gevolgd door luzerne in 2003. Perceel 7b (huiskavel) is een intensief beweide gras/klaverperceel. Perceel 10b (huiskavel) was een gras/klaverperceel dat in november 2001 is gescheurd. Vervolgens is triticale en gras/klaver ingezaaid. Na de oogst van triticale-GPS is het een gras/klaverperceel gebleven.

Elderink

De percelen 1, 6 en 8 liggen op zandgrond, terwijl de percelen 17 en 18 op lemig zand liggen. Perceel 1 (huiskavel) is een perceel gras/klaver op een esgrond. Het perceel wordt intensief beweide. Op perceel 6 (veldkavel) staat gras/klaver die in september 2003 is geploegd, deels met een ecoploeg. Op perceel 8 (veldkavel) is in 2001 tot en met 2003 triticale geteeld. Nadat de triticale is geoogst als GPS, is in september gras/klaver ingezaaid. Perceel 17 (veldkavel) is een grasperceel dat in september 2003 is ingezaaid met gras/klaver. Op perceel 18 (veldkavel) is tot en met 2003 triticale geteeld. Nadat de triticale is geoogst als GPS is, na een eenvoudige grondbewerking met de schijveneg, gele mosterd ingezaaid.

Tabel 2 Enkele perceelskenmerken en meetprogramma (2003/2004) per perceel

| Perceel | Grond | 2001 | 2002 | 2003 | Aug | Okt | Dec | Feb |
|-------------------|------------|-------------|------------------------------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|
| <i>Tomassen</i> | | | | | | | | |
| 1 | Lemig zand | Gras/klaver | Gras/klaver | Gras/klaver>Maïs>triticale | | x | x | x |
| 29 | Lemig zand | Gras/klaver | Maïs | Gras/klaver (maaien) | x | x | x | x |
| <i>Ormel</i> | | | | | | | | |
| 6 | Lemig zand | Triticale | Gras/klaver | Gras/klaver (weiden) | x | x | | x |
| 10 | Zand | Gras/klaver | Gerst/lt. raai + rode klaver | Gras/klaver>Maïs | x | x | x | x |
| 11 | Zand | Gras/klaver | Gerst/lt. raai + rode klaver | Triticale/(Gras/klaver) | x | x | x | x |
| 12 | Zand | Gras/klaver | Gras/klaver | Gras/klaver>Maïs | | x | x | x |
| <i>Wagenvoort</i> | | | | | | | | |
| 10 | Zand | Gras/klaver | Tarwe | Gerst/Erwt>Gras/klaver | x | x | x | x |
| 11 | Zand | Gras/klaver | Triticale | Gerst/Erwt>Gras/klaver | x | x | x | x |
| 12 | Zand | Maïs | Tarwe | Triticale/(Gras/klaver) | x | x | x | x |
| <i>Van Liere</i> | | | | | | | | |
| 1b | Zand | Maïs | Gerst | Luzerne | | x | x | x |
| 7b | Zand | Gras/klaver | Gras/klaver | Gras/klaver (weiden) | x | x | x | x |
| 10b | Zand | Gras/klaver | Triticale/Gras-klaver | Gras/klaver (weiden) | x | x | x | x |
| <i>Elderink</i> | | | | | | | | |
| 1 | Zand | Gras/klaver | Gras-klaver | Gras/klaver (weiden) | x | x | x | x |
| 6 | Zand | Gras/klaver | Gras-klaver | Gras/klaver (maaien)-ploeg | | x | x | x |
| 8 | Zand | Triticale | Triticale | Triticale>gras/klaver | x | x | x | x |
| 17 | Lemig zand | Gras/klaver | Gras | Gras>Gras/klaver | x | x | x | x |
| 18 | Lemig zand | Triticale | Triticale | Triticale>gele mosterd | x | x | x | |

2.3.2 Waarnemingen

Het nitraatgehalte en de grondwaterstand is gemeten in 7 boorgaten per perceel. De analyse van het grondwater is in duplo uitgevoerd met de Nitracheck.

2.4 Metingen op proefstroken

In het kader van onderzoek naar de stikstofbenutting bij de teelt van mais na gras/klaver of luzerne is op de bedrijven van Van Liere en Boons een aantal proefstroken aangelegd. Het doel van de vergelijking is om na te gaan of het opofferen van de eerste snede, en het eerder frezen, tot een betere stikstofbenutting uit gemineraliseerde gewasresten leidt.

2.4.1 Behandelingen

Bij Van Liere zijn zes behandelingen (Tabel 3) aangelegd op perceel 9b, waarop gras/witte klaver stond. Bij Boons zijn dezelfde behandelingen aangelegd op een perceel met gras/witte klaver en een perceel met gras/rode klaver. Beide percelen liggen op zandgrond. De stroken onderscheiden zich door verschillen in de bemesting van gras/klaver, het oogst- en freestijdstip van gras/klaver en de bemesting van mais. De mais is gezaaid in de 3^e week van mei en geoogst in de derde week van september. Bij Van Liere is daarna niets ingezaaid. Bij Boons is Italiaans raaigras ingezaaid, maar dat deed het niet goed.

Tabel 3 Behandelingen op de proefstroken

| Behandeling | Bemesting gras/klaver (t mest/ha) | Oogst en freen gras/klaver | Bemesting mais (t mest/ha) |
|-------------|---|----------------------------------|----------------------------------|
| A | 20 | 2 ^e week mei | 30 |
| B | 20 | 2 ^e week mei | 15 |
| C | 20 | 2 ^e week mei | 0 |
| D | 0 | 2 ^e week mei | 0 |
| E | 0 | 4 ^e week april | 0 |
| F | 0 | 1 ^e week april | 0 |

2.4.2 Waarnemingen

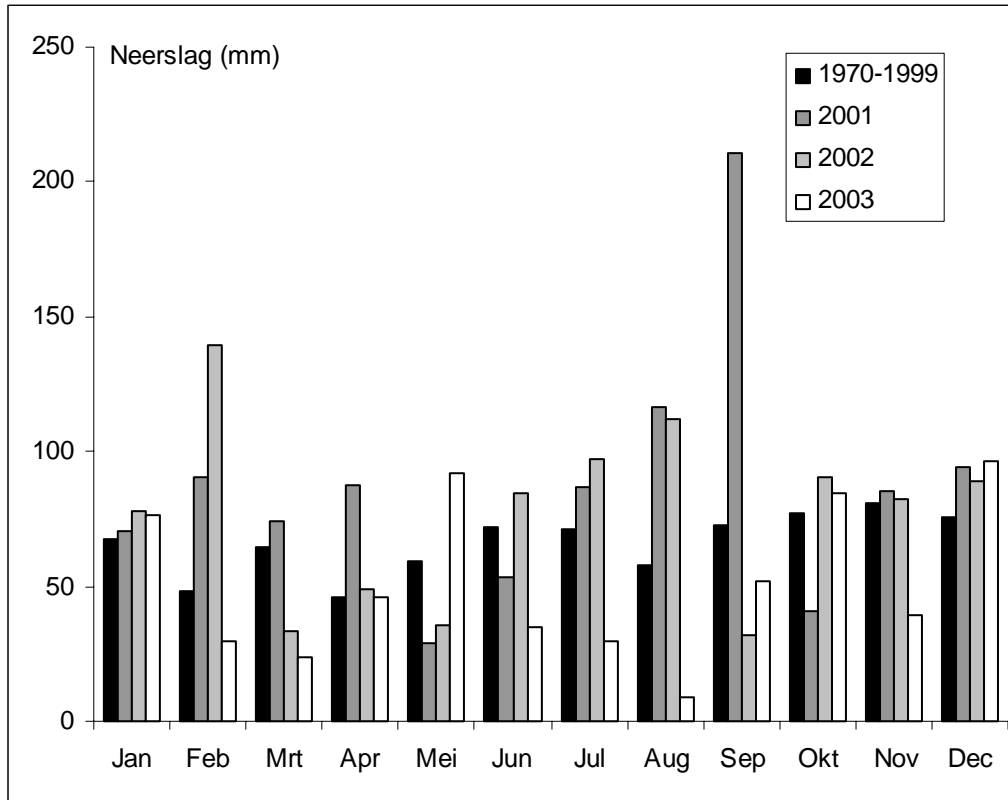
Het nitraatgehalte en de grondwaterstand is gemeten in 3 boorgaten per strook. De analyse van het grondwater is in duplo uitgevoerd met de Nitracheck. De metingen zijn uitgevoerd op 15 oktober 2003, 1 december 2003 en 3 februari 2003. Naast de nitraatmetingen zijn door het Louis Bolk Instituut de volgende aanvullende metingen gedaan:

- Mestgift en stikstofgehalte mest
- Droge-stof en stikstofopbrengst gras/klaver en mais
- Minerale N in bodem (0-60 cm) op verschillende tijdstippen gedurende het groeiseizoen.

2.5 Neerslag

In de periode 1970-1999 was de gemiddelde jaarlijkse neerslag in De Bilt 792 mm. In 2001 en 2002 is, met respectievelijk 1039 en 924 mm, meer neerslag gevallen dan het dertigjarig gemiddelde (Figuur 2). Het jaar 2003 daarentegen was met slechts 613 mm beduidend droger dan gemiddeld. Lokaal kunnen de neerslagsommen aanzienlijk afwijken van het beeld in De Bilt.

Figuur 2 Maandelijks neerslagsom in 2001, 2002 en 2003 in vergelijking met 30-jarig gemiddelde



3 Resultaten en discussie

3.1 Metingen op bedrijven

3.1.1 Nitraatgehalten per bedrijf

Het gemiddelde nitraatgehalte op de zandbedrijven van Bioveem 2 was 35 mg/l in 2002 en 42 mg/l in 2003 (Tabel 4). De stijging van het nitraatgehalte van 2002 naar 2003 gold voor de meeste bedrijven. Slechts op twee bedrijven nam het nitraatgehalte af. De bedrijfsgemiddelde nitraatgehalten varieerden van 5 tot 58 mg/l in 2002, en van 9 tot 73 in 2003. De onderlinge volgorde van bedrijven veranderde nauwelijks. Het bedrijf van Oosterhof had beide jaren zeer lage nitraatgehalten, terwijl de bedrijven van Ormel, Wagenvoort, Van Liere en Elderik beide jaren relatief hoge nitraatgehalten hadden.

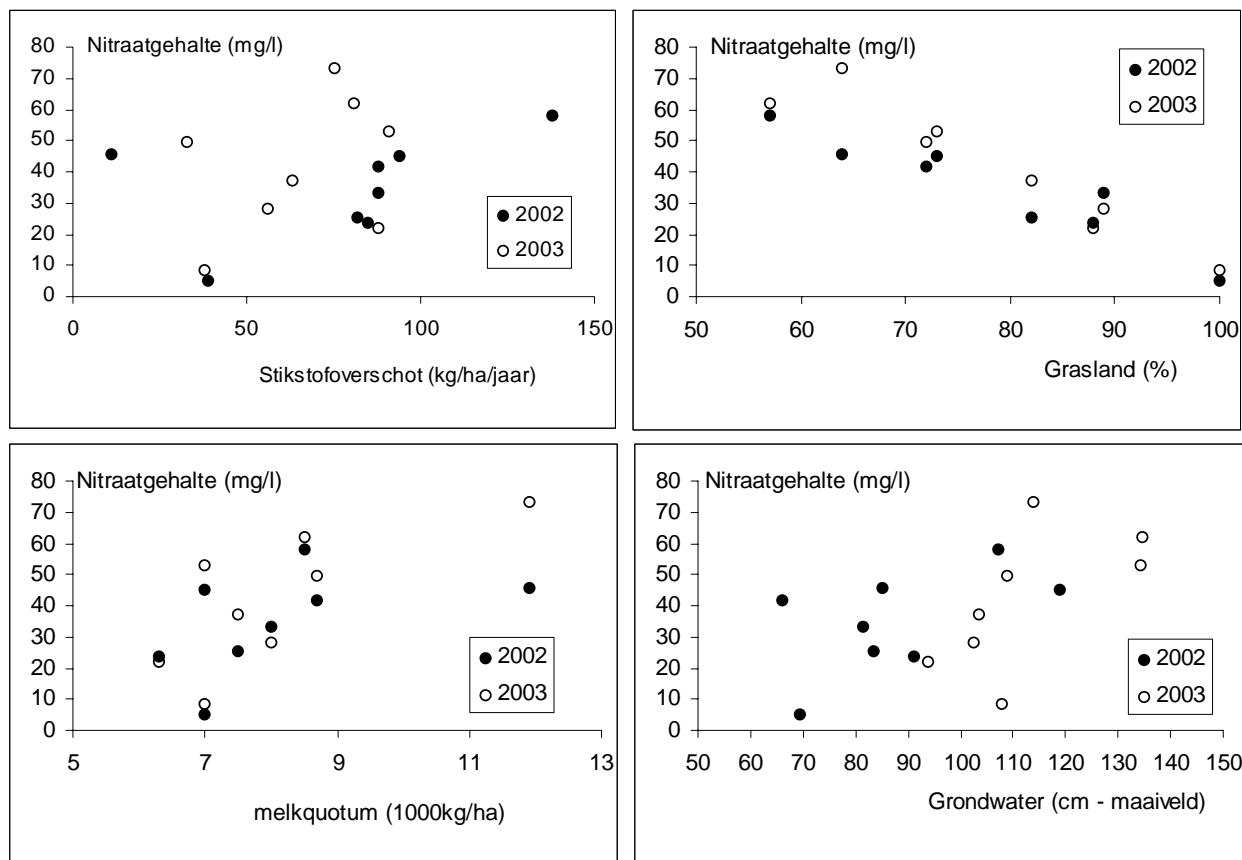
In het landelijk meetnet was het nitraatgehalte van de gangbare melkveebedrijven op zandgrond gemiddeld 51 mg/l in 2002 en gemiddeld 54 mg/l in 2003.

Tabel 4 Gemiddelde nitraatgehalten (mg/l) per bedrijf

| Bedrijf | Grondsoort | GT VII en VIII (%) | Melk (t/ha) | Grasland (%) | 2002 | 2003 |
|------------------|---------------|--------------------|-------------|--------------|-----------|-----------|
| Oosterhof | Zand leemlaag | 0 | 7,0 | 100 | 5 | 9 |
| Schoenmakers | Zand/klei | - | 6,3 | 88 | 23 | 22 |
| Mulder | Lemig zand | 6 | 7,5 | 82 | 25 | 37 |
| Tomassen | Lemig zand | 0 | 8,0 | 89 | 33 | 28 |
| Ormel | Lemig zand | 9 | 8,7 | 72 | 42 | 50 |
| Wagenvoort | Zand | 40 | 7,0 | 73 | 45 | 53 |
| Van Liere | Zand | 1 | 11,9 | 64 | 46 | 73 |
| Elderink | Lemig zand | 21 | 8,5 | 57 | 58 | 62 |
| <i>Gemiddeld</i> | | | | | <i>35</i> | <i>42</i> |

De bedrijfsgemiddelde nitraatgehalten vertonen een duidelijk verband met het aandeel grasland. Naarmate een bedrijf meer grasland heeft, is de nitraatuitspoeling lager (Figuur 3). Per 10% toename in het aandeel voedergrassen nam het nitraatgehalte toe met 13 mg/l ($R^2=86\%$). Tevens bleek dat het nitraatgehalte een licht positief verband vertoonde met de bedrijfsintensiteit, uitgedrukt als het melkquotum per ha. Op bedrijven met een gemiddeld lagere grondwaterstand was het nitraatgehalte wat hoger. Hierbij dient in acht te worden genomen dat de factoren zoals grondsoort, droogtegevoeligheid en intensiteit niet onafhankelijk zijn van het aandeel grasland. Zo hebben bijvoorbeeld de bedrijven minder grasland naarmate ze intensiever zijn. Het stikstofoverschot, inclusief stikstofbinding, had slechts een gering positief verband met het nitraatgehalte.

Figuur 3 Nitraatgehalte in relatie tot (a) stikstofoverschot inclusief een schatting voor de stikstofbinding, (b) intensiteit, (c) aandeel grasland en (d) grondwaterstand tijdens de meting



De gehalten van de mengmonsters, gemeten met de ionchromatografische methode in het laboratorium, waren gemiddeld 3 mg/l, oftewel 7%, lager dan de Nitracheck metingen (Tabel 5). Op bedrijfsniveau varieerde de afwijking van -/11mg/l op het bedrijf van Elderink, tot +4 mg/l op het bedrijf van Wagenvoort. Bij Oosterhof is het verschil zo hoog omdat de kleinste meetwaarde van de Nitracheck strips 5 mg/l is.

Gemiddeld was zo'n 70% van de stikstof in de vorm van nitraat aanwezig, maar op sommige bedrijven was de verdeling over de stikstoffracties zeer afwijkend. Op het bedrijf van Oosterhof was slechts 3% van de gemeten stikstof nitraat en was het grootste deel van de stikstof aanwezig in de vorm van ammonium of organisch gebonden. In absolute zin lag het gehalte aan organische stikstof tussen de 1 à 2 mg/l. Alleen bij het bedrijf van Tomassen is geen organische stikstof in het grondwater aangetroffen. Op dat bedrijf zijn juist wel de hoogste gehalten aan ammoniumstikstof aangetroffen. Over het algemeen is de kans om ammoniumstikstof aan te treffen groter op klei of leem dan op zand.

Het fosforgehalte varieerde van 0 tot 0,13 mg/l. De kwaliteitsdoelstelling bedraagt 0,15 mg/l.

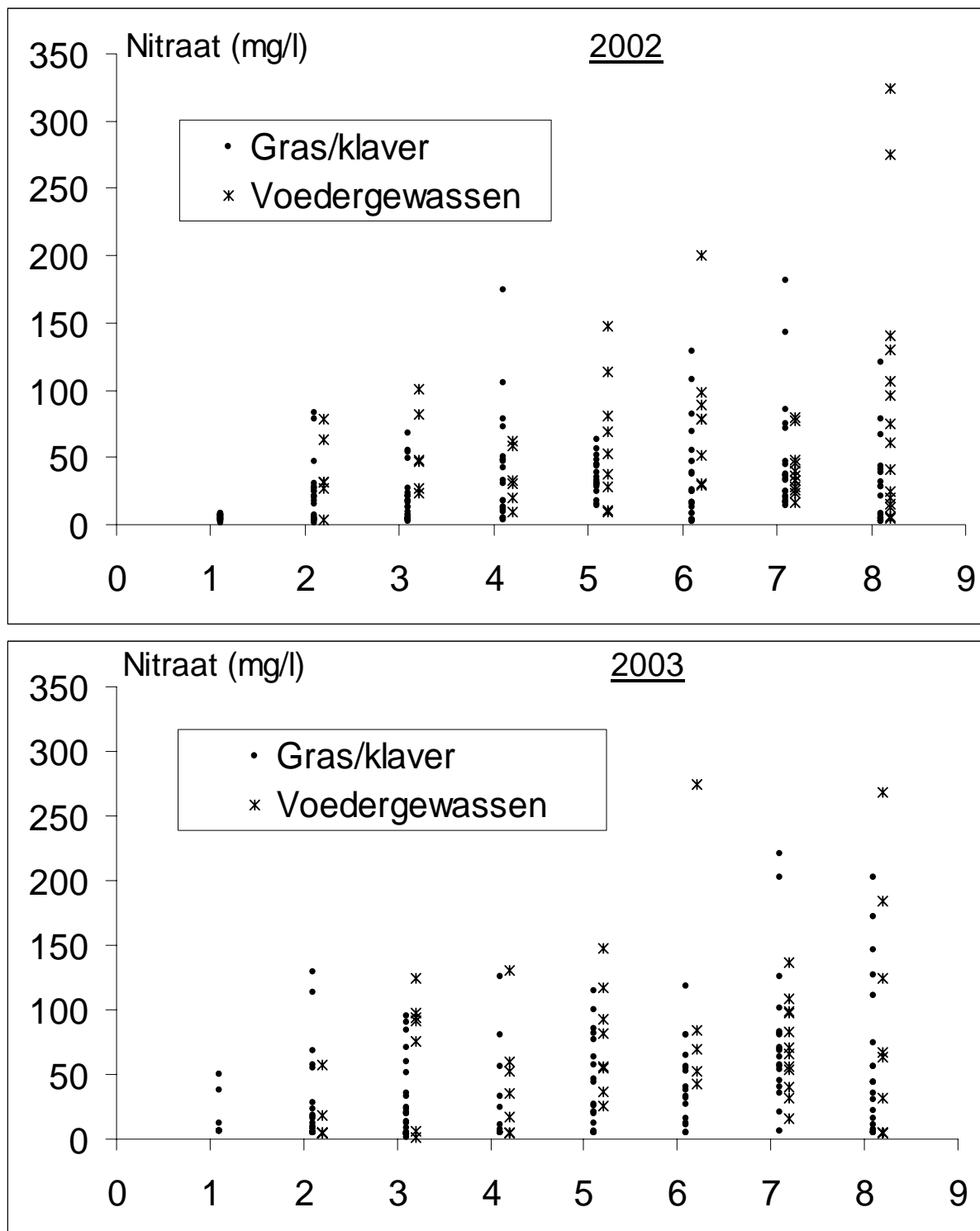
Tabel 5 Gemiddelde gehalten (mg/l) in de mengmonsters per bedrijf, voorjaar 2003

| Bedrijf | Nitraat | | Totaal stikstof Laboratorium | Verdeling stikstof | | | Totaal fosfor Laboratorium |
|------------------|------------|--------------|---------------------------------|--------------------|------------|-------------|-------------------------------|
| | Nitracheck | Laboratorium | | Nitraat-N | Ammonium-N | Organisch N | |
| Oosterhof | 9 | 0,4 | 2,9 | 0,1 | 1,1 | 1,7 | 0,02 |
| Schoenmakers | 22 | 20 | 6,1 | 4,4 | 0,3 | 1,4 | 0,13 |
| Mulder | 37 | 33 | 9,1 | 7,6 | 0,1 | 1,5 | 0,08 |
| Tomassen | 28 | 24 | 9,6 | 5,5 | 4,1 | 0,0 | 0,09 |
| Ormel | 50 | 50 | 12,2 | 11,3 | 0,0 | 0,9 | 0,00 |
| Wagenvoort | 53 | 57 | 14,5 | 12,8 | 0,4 | 1,3 | 0,07 |
| Van Liere | 73 | 69 | 17,4 | 15,5 | 0,0 | 1,9 | 0,00 |
| Elderink | 62 | 51 | 13,3 | 11,6 | 0,3 | 1,5 | 0,00 |
| <i>Gemiddeld</i> | <i>42</i> | <i>39</i> | <i>10,6</i> | <i>7,6</i> | <i>1,3</i> | <i>1,8</i> | <i>0,05</i> |

3.1.2 Nitraatgehalte per meetpunt

De nitraatgehalten van de individuele meetpunten vertonen binnen de bedrijven een grote variatie (Figuur 4). Naarmate het bedrijfsgemiddelde nitraatgehalte hoger is, neemt de variatie uiteraard toe. Het is opvallend dat op alle bedrijven de ondergrens van de nitraatgehalten vrijwel gelijk is. In beide jaren is op vrijwel ieder bedrijf het laagste nitraatgehalte lager dan 10 mg/l. Alleen bij van Van Liere was in 2002 de laagste waarde 15 mg/l. Dat betekent dat de variatie aan de bovenzijde van de bandbreedte de verschillen tussen de bedrijven bepaalt. Zowel bij gras/klaver als bij de voedergewassen is de variatie groot. Hoewel de gemiddelde nitraatgehalten bij de voedergewassen hoger zijn, zijn er ook bedrijven waar de hoogste waarden onder gras/klaver worden gevonden.

Figuur 4 Nitraatgehalte per meetpunt op percelen met gras/klaver en voedergewassen in 2002 en 2003
 1=Oosterhof, 2=Schoenmakers, 3=Mulder, 4=Tomassen, 5=Ormel, 6=Wagenvoort, 7=Van Liere, 8=Elderink



Het aantal meetpunten per perceel is te laag om te kunnen spreken van een representatieve perceelsmeting. Door alle data te bundelen en te rangschikken naar gewas kan toch een indicatie worden verkregen van de relatie tussen teelt en nitraatgehalte (Tabel 6).

Verreweg de meeste metingen zijn verricht op percelen met gras/klaver. Het gemiddelde nitraatgehalte was 31 mg/l met een variatie van 1 tot 220 mg/l. Het nitraatgehalte op de meetpunten onder de granen was gemiddeld 70 mg/l. Binnen de granen nam het nitraatgehalte toe in de volgorde haver, gerst, tarwe en triticale. Het aantal meetpunten onder haver en tarwe was echter zeer gering. De allerhoogste nitraatgehalten zijn gemeten onder triticale. Op maisland zijn 31 metingen verricht met een gemiddeld nitraatgehalte van 43 mg/l.

Op percelen met bieten, gerst/erwt-mengsel en luzerne zijn slecht weinig metingen verricht. De nitraatgehalten op deze meetpunten waren gemiddeld vrij hoog. Op natuurland zijn ook slechts 6 metingen verricht, maar daar was de hoogst gemeten waarde slechts 22 mg/l.

Naast de factor gewas hebben tal van andere factoren een effect op het nitraatgehalte. Ten eerste zijn grondsoort en grondwatervniveau zeer bepalend. Binnen de gewasgroepen gras/klaver en gerst is een indicatieve vergelijking te maken tussen de grondsoorten, waaruit blijkt dat de gehalten op klei of leem beduidend lager waren dan op zand. Uit de metingen van de grondwaterstand blijkt dat onder de granen gemiddeld genomen een hogere grondwaterstand voorkwam tijdens de metingen. Dat betekent dat minder denitrificatie optreedt, waardoor de nitraatgehalten hoger zijn bij een gelijke hoeveelheid minerale stikstof in het bodemprofiel. Ten tweede spelen allerlei gebruiksfactoren zoals bemesting, beweiding en teelt vanggewassen een rol. Deze factoren zijn echter niet of nauwelijks vastgelegd, waardoor eventuele relaties niet aantoonbaar zijn.

Tabel 6 Gemiddelde, laagste en hoogste nitraatgehalten per gewas in de meetjaren 2002 en 2003

| Gewas | Aantal | Grondwaterstand (cm -mv) | Nitraat (mg/l) | | |
|------------------|------------|-----------------------------|----------------|----------|------------|
| | | | Gemiddeld | Laagste | Hoogste |
| Gras/klaver | 367 | 98 | 31 | 1 | 220 |
| Gerst | 34 | 108 | 65 | 1 | 275 |
| Triticale | 31 | 102 | 77 | 5 | 325 |
| Haver | 4 | 171 | 55 | 29 | 79 |
| Tarwe | 5 | 112 | 73 | 6 | 99 |
| Mais | 31 | 105 | 43 | 5 | 130 |
| Bieten | 6 | 103 | 64 | 24 | 97 |
| Gerst/Erwt | 2 | 150 | 118 | 53 | 184 |
| Luzerne | 5 | 118 | 62 | 33 | 108 |
| Natuur | 6 | 87 | 13 | 5 | 22 |
| <i>Gemiddeld</i> | <i>491</i> | <i>100</i> | <i>38</i> | <i>1</i> | <i>325</i> |

3.2 Metingen op percelen

In het najaar en de winter van 2003/2004 zijn de nitraatgehalten van de geselecteerde percelen op vier tijdstippen uitgevoerd. In Tabel 7 zijn voor de betreffende percelen de eerdere resultaten van de puntmetingen in het voorjaar van 2002 en 2003 weergegeven. De resultaten van de puntmetingen in 2002 vormden de aanleiding om de percelen te selecteren. Aanvullend zijn de gemiddelde nitraatgehalten weergegeven van de perceelsmetingen in oktober 2003, december 2003 en februari 2004. De metingen van augustus 2004 zijn in de tabel niet meegenomen, omdat die niet voor alle percelen voorhanden zijn. De perceelsmetingen zijn een gemiddelde van 7 puntmetingen per perceel. De variatie tussen de metingen is weergegeven met de gemiddelde variatiecoëfficiënt¹. Over het algemeen is de variatie erg hoog. Normaal worden variatiecoëfficiënten tot 15 à 20% acceptabel gevonden. Bij deze perceelsmetingen was de variatiecoëfficiënt altijd hoger dan 20%. Dat onderstreept de eerder gemaakte constatering dat de puntmetingen in 2003 en 2004 niet bruikbaar zijn als perceelswaarde. Ter illustratie: het nitraatgehalte van perceel 8 op het bedrijf van Elderink was in het voorjaar van 2002 172 mg/l. Deze waarde is opgebouwd uit twee meetpunten, namelijk 20 en 325 mg/l. In dit specifieke geval is bekend dat de laatstgenoemde waarde is gemeten onder een voormalige composthoop.

¹ De variatiecoëfficiënt is de standaardafwijking * 100% gedeeld door het gemiddelde

Tabel 7 Nitraatgehalten (mg/l) van de geselecteerde percelen

| Perceel | Behandeling* | Nitraatgehalte | | | |
|-------------------|------------------|----------------|-------|-------------------------------|----------------------------|
| | | Puntmetingen | | Perceelmetingen | |
| | | Vj 02 | Vj 03 | Gemiddelde dec, okt en feb | Variatiecoëfficiënt (%) |
| <i>Tomassen</i> | | | | | |
| 1 | gk>vg (mei 03) | 92 | 69 | 78 | 98 |
| 29 | vg>gk (okt 02) | 13 | 47 | 27 | 91 |
| <i>Ormel</i> | | | | | |
| 6 | gk | 99 | 63 | 40 | 99 |
| 10 | vg (jun 03) | 43 | 56 | 25 | 55 |
| 11 | vg (mrt 03) | 31 | 70 | 17 | 71 |
| 12 | gk>vg (mei 03) | 34 | 29 | 68 | 21 |
| <i>Wagenvoort</i> | | | | | |
| 10 | vg>gk (...03) | 38 | - | 67 | 53 |
| 11 | vg>gk (...03) | 129 | 53 | 81 | 70 |
| 12 | vg>gk (...03) | 41 | 179 | 49 | 67 |
| <i>Van Liere</i> | | | | | |
| 1b | vg (...03) | 35 | 103 | 47 | 43 |
| 7b | gk | 61 | 68 | 95 | 61 |
| 10b | gk>gk (nov 01) | 126 | 114 | 73 | 71 |
| <i>Elderink</i> | | | | | |
| 1 | gk | 121 | 74 | 58 | 95 |
| 6 | gk>vg (sep 03) D | 34 | 141 | 61 | 78 |
| | gk>vg (sep 03) E | 34 | 141 | 65 | 72 |
| 8 | vg>gk (aug 03) | 172 | 5 | 117 | 81 |
| 17 | gk>gk (sep 03) | 8 | 16 | 88 | 44 |
| 18 | vg (aug 03) | 101 | 5 | 38 | 87 |

* De uitgebreide beschrijving van de percelen (Tabel 2) is vereenvoudigd tot vergelijkbare beschrijvingen die de percelen beter vergelijkbaar maken. Tussen haakjes is de laatst bekende ploegdatum vermeld. De betekenis van de afkortingen is als volgt.

gk>vg: in 2003 overgegaan van gras/klaver naar voedergewassen
 vg>gk: in 2003 overgegaan van voedergewassen naar gras/klaver
 gk>gk: gras/klaver gescheurd, en opnieuw ingezaaid met gras/klaver
 gk: gras/klaver, niet gescheurd
 vg: voedergewassen

Het verloop van het nitraatgehalte gedurende de periode augustus 2003 – februari 2004 is weergegeven in **Figuur 5**. Over het algemeen is het opvallend dat de nitraatgehalten in het voorjaar van 2004 soms zeer fors toenemen ten opzichte van de eerdere metingen. Het is niet geheel duidelijk waaraan dit ligt. Mogelijk is dit een algemeen optredend effect van het voorgaande droge jaar. In het RIVM-meetnet wijzen de resultaten van het voorjaar 2004 in eenzelfde richting.

Tomassen

Het nitraatgehalte bleef op beide percelen tot de meting in december 2003 op een laag niveau. In februari 2004 was het nitraatgehalte op het in november 2002 ingezaaide gras/klaverperceel toegenomen tot 50 mg/l, terwijl het nitraatgehalte op het in mei 2003 gescheurde bouwlandperceel een sterke stijging vertoonde tot 200 mg/l.

Ormel

Het nitraatgehalte van de twee percelen met voedergewassen bleef gedurende de gehele meetperiode redelijk constant, tussen de 10 en 35 mg/l. Het nitraatgehalte onder het gras/klaverperceel verliep eveneens redelijk vlak, maar op een hoger niveau, tussen de 30 en 55 mg/l. Het perceel gras/klaver dat overging in voedergewassen vertoonde hetzelfde beeld als een vergelijkbaar perceel bij Tomassen, namelijk vlak tot december en daarna een forse stijging. In dit geval nam het nitraatgehalte toe tot 130 mg/l.

Wagenvoort

Op dit bedrijf zijn drie vergelijkbare percelen gemeten. Op alle drie de percelen namen de nitraatgehalten in de periode augustus tot december 2003 af, van gemiddeld 85 mg/l tot gemiddeld 46 mg/l. In februari 2004 namen de nitraatgehalten weer toe, met name op perceel 11. De teelt op dit perceel (gerst/erwten) was echter in 2003

gelijk aan de teelt op perceel 10. Alle percelen zijn in de loop van 2003 ingezaaid, waardoor het onzeker is of dit effect al zichtbaar is in de metingen in het tijdvak najaar 2003 tot voorjaar 2004.

Van Liere

De percelen met gras/klover hadden gemiddeld een hoger nitraatgehalte dan het perceel met voedergewassen, namelijk respectievelijk 84 en 47 mg/l. Tussen het niet gescheurde en het in november 2001 gescheurde gras/kloverperceel was nauwelijks verschil in het nitraatgehalte. Wel was het verloop van het nitraatgehalte anders.

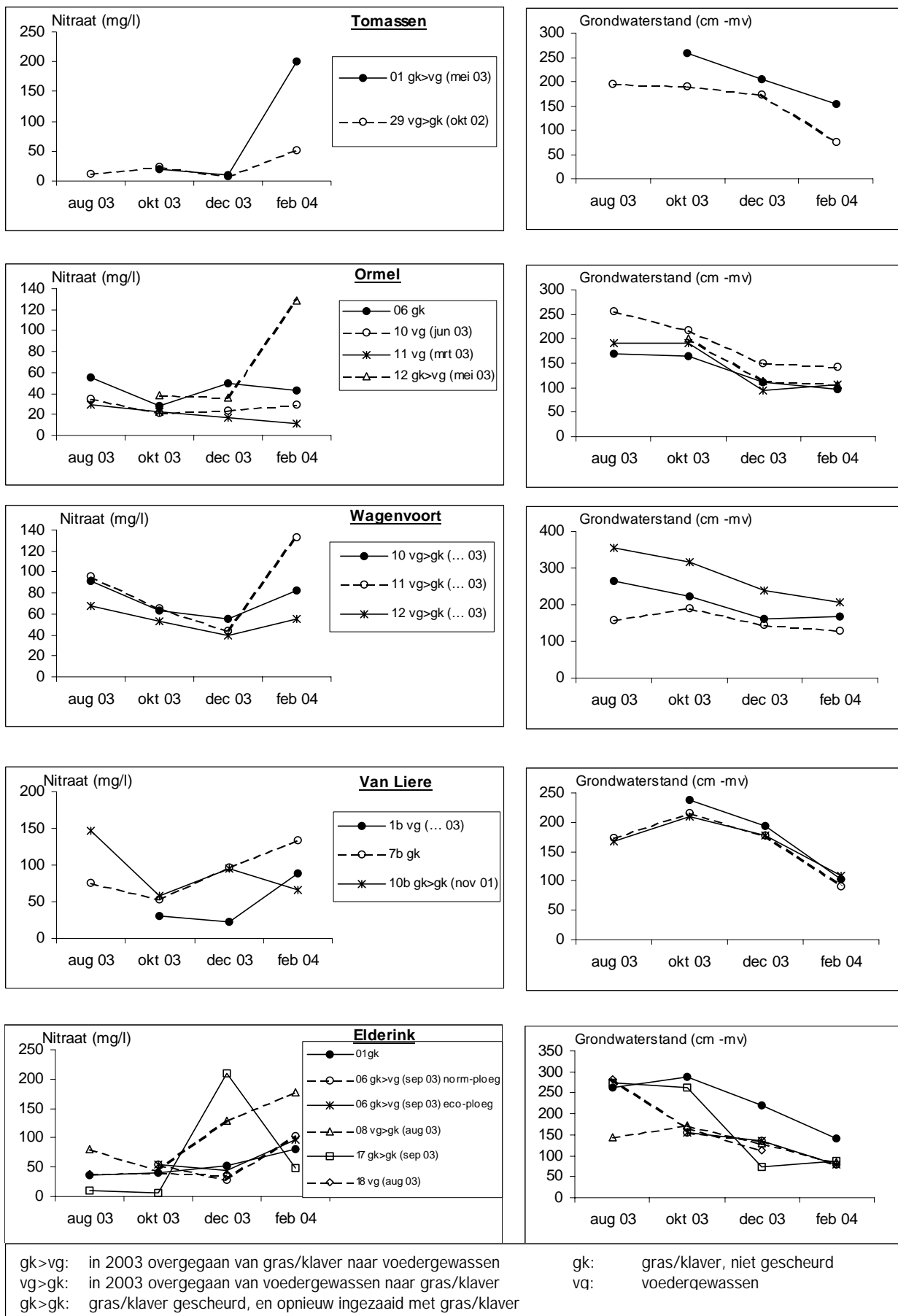
Elderink

Perceel 6 was een gras/klover-perceel waarvan een deel in september 2003 is geploegd op een normale diepte, en een ander deel met de ecoploeg. De nitraatgehalten namen gedurende de winter toe, maar er was geen verschil tussen de beide behandelingen. Gemiddeld lag het nitraatgehalte ongeveer op een niveau van 60 mg/l. Dit was vergelijkbaar met een niet gescheurd gras/klover-perceel (nummer 1) en een perceel met voedergewassen (nummer 18). Een ander bestaand perceel gras/klover (nummer 17), dat ook in september 2003 was geploegd en daarna opnieuw is ingezaaid met gras/klover, vertoonde een piek in de nitraatuitspoeling in december 2003. Op perceel 8 is in augustus 2003 gras/klover ingezaaid. Op dit perceel nam het nitraatgehalte gestaag toe tot 175 mg/l.

Samenvattend blijkt dat de gemiddeld laagste nitraatgehalten, variërend van 20 tot 47 mg/l, worden gemeten op de percelen die al enkele jaren met voedergewassen worden geteeld. Op alle bedrijven waar de vergelijking mogelijk was, had deze groep percelen het laagste nitraatgehalte. Dit lijkt in tegenspraak met het eerder gevonden positieve verband tussen aandeel voedergewassen en nitraatgehalte (paragraaf 3.1). Maar hierbij dient een goed onderscheid te worden gemaakt tussen voedergewassen na gras/klover (vruchtwisseling) of een opeenvolgende teelt van voedergewassen.

Het gemiddelde nitraatgehalte op gras/klover-percelen liep uiteen van 44 tot 90 mg/l, waarbij een effect van tussentijds scheuren niet kon worden vastgesteld. Het is echter voor de hand liggend dat de gras/klover-percelen relatief hoge nitraatgehalten hadden, omdat ze ook als dusdanig zijn geselecteerd. Bij vruchtwisseling, met name bij de overgang van voedergewassen naar gras/klover, werden zeer verschillende nitraatgehalten gemeten van 23 tot 108 mg/l. Op één bedrijf waren de gehalten op dit type perceel het laagst, maar op een ander bedrijf het hoogst. Bij het scheuren van gras/klover ten behoeve van voedergewassen lagen de gemiddelde nitraatgehalten tussen de 63 en 78 mg/l. Op twee bedrijven was het nitraatgehalte op dit type percelen het hoogst, maar op één bedrijf was het niet verschillend van een niet gescheurd perceel gras/klover.

Figuur 5 Nitraatgehalte van de geselecteerde percelen (voor verklaring legenda zie onderaan figuur 5)



3.3 Metingen op proefstroken

In dit rapport worden de resultaten van de nitraatmetingen in het grondwater en de N-mineraal metingen in de bodem besproken. Een volledige verslaggeving, inclusief opbrengsten en modelberekeningen met N-dicea, verschijnt in een ander Bioveem-rapport.

De nitraatgehalten vertoonden geen duidelijk consistent verband met de verschillende behandelingen (Tabel 8). Op het bedrijf van Boons lijkt er een positief verband te bestaan tussen de mestgift op maïs en de nitraatgehalten in oktober en december. Dat zou echter betekenen dat onbenutte stikstof van de mesttoediening in mei gedurende het groeiseizoen uitgespoeld zou zijn naar het grondwater. Alhoewel de neerslaghoeveelheid in mei 2003 beduidend hoger was dan normaal, waren de daaropvolgende maanden erg droog. Een dergelijk verband is alleen mogelijk indien er sprake was van "kortsluiting" tussen de toplaag van het profiel en het grondwater. De maand mei 2003, waarin is gezaaid en bemest, was namelijk erg nat. Anderzijds is het ook goed mogelijk dat er geen oorzakelijk verband is en dat de gevonden waarden slechts een indicatie zijn van de variatie in de metingen. Bij Van Liere was het nitraatgehalte in oktober en december bij de onbemeste maïs (behandeling C) opvallend hoog. Hiervoor is geen voor de hand liggende verklaring.

In februari 2004 waren de nitraatgehalten op alle locaties toegenomen tot zeer hoge waarden, echter zonder een duidelijke relatie met de behandelingen.

De grondwaterstanden namen af van 1,25 - 2,05 meter in oktober tot 0,9 - 1,25 meter in februari. Bij Van Liere waren de grondwaterstanden op alle proefstroken vrijwel gelijk, maar bij Boons steeg het niveau van het grondwater van behandeling A naar behandeling F met ongeveer 50 cm. Een dergelijke verstrengeling van vochtvoorziening en behandeling maakt de interpretatie van de resultaten erg riskant.

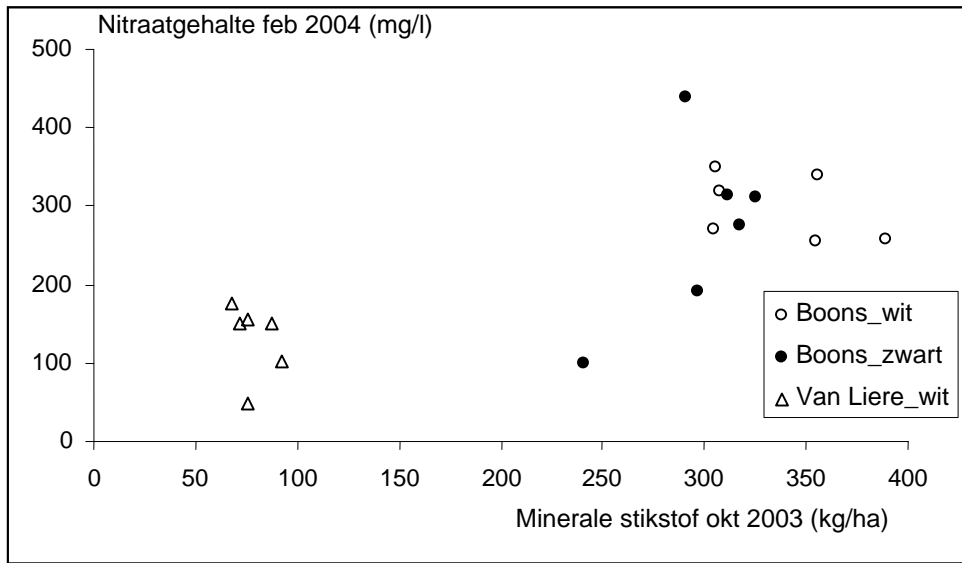
Tabel 8 Gemiddelde nitraatgehalten (mg/l) op proefstroken

| Perceel | Code | Mest gr/kl | Oogst gr/kl | Mest maïs | Nitraatgehalte (mg/l) | | | Variatiecoëfficiënt (%) | | |
|---------------|------|------------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----|-----|-------------------------|-----|-----|
| | | | | | okt | dec | feb | okt | dec | feb |
| Boons_wit | A | 20 | 2 ^e wk mei | 30 | 44 | 37 | 257 | 11 | 35 | 61 |
| | B | 20 | 2 ^e wk mei | 15 | 22 | 15 | 349 | 19 | 2 | 37 |
| | C | 20 | 2 ^e wk mei | 0 | 5 | 3 | 269 | 55 | 57 | 27 |
| | D | 0 | 2 ^e wk mei | 0 | 3 | 4 | 319 | 68 | 83 | 51 |
| | E | 0 | 4 ^e wk apr | 0 | 3 | 3 | 255 | 60 | 53 | 36 |
| | F | 0 | 1 ^e wk apr | 0 | 4 | 3 | 339 | 71 | 54 | 22 |
| Boons_rood | A | 20 | 2 ^e wk mei | 30 | 30 | 6 | 274 | 24 | 28 | 22 |
| | B | 20 | 2 ^e wk mei | 15 | 51 | 5 | 312 | 73 | 63 | 53 |
| | C | 20 | 2 ^e wk mei | 0 | 7 | 3 | 314 | 16 | 61 | 28 |
| | D | 0 | 2 ^e wk mei | 0 | 1 | 1 | 190 | 43 | 43 | 36 |
| | E | 0 | 4 ^e wk apr | 0 | 2 | 2 | 438 | 48 | 58 | 16 |
| | F | 0 | 1 ^e wk apr | 0 | 5 | 2 | 99 | 33 | 58 | 55 |
| Van Liere_wit | A | 20 | 2 ^e wk mei | 30 | 26 | 33 | 49 | 35 | 112 | 80 |
| | B | 20 | 2 ^e wk mei | 15 | 38 | 51 | 101 | 35 | 99 | 10 |
| | C | 20 | 2 ^e wk mei | 0 | 129 | 132 | 150 | 62 | 43 | 65 |
| | D | 0 | 2 ^e wk mei | 0 | 32 | 51 | 176 | 74 | 68 | 61 |
| | E | 0 | 4 ^e wk apr | 0 | 37 | 32 | 156 | 32 | 62 | 12 |
| | F | 0 | 1 ^e wk apr | 0 | 23 | 22 | 151 | 57 | 84 | 49 |

De hoeveelheid minerale stikstof in de bodem (0-60 cm) in het najaar vertoonde eveneens geen duidelijke relatie met de behandelingen. Binnen de locatie was alleen bij de proefstroken van Boons met rode klaver enig verband tussen nitraatgehalte in het voorjaar en de hoeveelheid minerale stikstof in het voorgaande najaar (Figuur 6). De verschillen in nitraatgehalten tussen de locaties van Boons en Van Liere correspondeerde wel met de verschillen in minerale stikstof. Gemiddeld waren de nitraatgehalten en de hoeveelheden minerale bodemstikstof bij Van Liere namelijk lager dan bij Boons.

Het tijdstip van de nitraatmetingen heeft een duidelijke invloed op de uitkomst. De metingen in het voorjaar vertoonden de beste relatie met de hoeveelheden minerale bodemstikstof aan het eind van het voorgaande groeiseizoen. Voor een uitspraak over de milieukwaliteit is de voorjaarsmeting het meest veelzeggend.

Figuur 6 Relatie tussen nitraatgehalte in het grondwater in februari 2004 en minerale stikstof in de bodem in oktober 2003



4 Conclusies

Nitraatgehalte op bedrijven (twee meetjaren)

- Uit een groep van 8 biologische melkveebedrijven op zandgrond voldeden in 2002 en 2003 respectievelijk 7 en 5 bedrijven aan de nitraatdoelstelling voor grondwater van maximaal 50 mg/l.
- Op de 8 bedrijven was het gemiddelde nitraatgehalte in 2002 en 2003 respectievelijk 35 en 42 mg/l, hetgeen 25% lager is dan de groep melkveebedrijven op zandgrond in het landelijk meetnet.
- Het nitraatgehalte nam toe naarmate het aandeel voedergewassen hoger was.

Nitraatgehalte op percelen (één meetjaar)

- Percelen met een achtereenvolgende teelt van voedergewassen hadden de laagste nitraatgehalten, waarbij het gemiddelde altijd lager was dan 50 mg/l.
- Het scheuren van gras/klaver, gevolgd door de teelt van voedergewassen leidde altijd tot nitraatgehalten boven de 50 mg/l, maar de gehalten waren niet altijd hoger dan die op andere typen percelen.
- Bij de inzaai van gras/klaver op bouwland waren de nitraatgehalten zeer variabel, zowel absoluut als in vergelijking met andere type percelen op hetzelfde bedrijf. In vrijwel alle gevallen was het nitraatgehalte hoger dan 50 mg/l.

Nitraatgehalte op proefstroken (één meetjaar)

- De teelt van maïs na gras/klaver resulteerde op alle drie de proefvelden tot hoge stikstofverliezen, hetgeen zowel tot uiting kwam in de hoeveelheid minerale bodemstikstof na de oogst van de maïs, als het nitraatgehalte in het grondwater, in het daaropvolgende voorjaar.
- De ingestelde proefbehandelingen hadden geen effect op de stikstofverliezen.