



bioveem

Rapport 13

## De stikstofstromen bij Oosterhof nader bekeken



Juni 2006

Biologische melkveehouderij versterken en verbreden

# De stikstofstromen bij Oosterhof nader bekeken

**Juni 2006**



### **Colofon**

#### **Uitgever**

Animal Sciences Group  
Postbus 65, 8200 AB Lelystad  
Telefoon 0320 – 238 238  
Fax 0320 – 238 050  
E-mail [bioveem.po.asg@wur.nl](mailto: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 50  
Prijs € 17,50

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



ANIMAL SCIENCES GROUP  
WAGENINGENUR



LOUIS BOLK INSTITUUT  
natuurwetenschappelijk onderzoek

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

Missie:  
biologische melkveehouderij versterken en verbreden



Rapport 13

# De stikstofstromen bij Oosterhof nader bekeken

Jaap Schröder<sup>1</sup>, Nick van Eekeren<sup>2</sup> en Durk Oosterhof<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Onderzoeker Plant Research International, Wageningen

<sup>2</sup> Onderzoeker Louis Bolk Instituut, Driebergen

<sup>3</sup> Melkveehouder Bioveem, Drachten

## Voorwoord

Voor u ligt een rapport in het kader van het thema Bemesting, bodemvruchtbaarheid en vruchtwisseling van Bioveem. In dit thema wordt door Bioveem-deelnemers, DLV'ers en onderzoekers van diverse instituten gewerkt aan een bemestingsadvies. Dit rapport draagt bij aan de onderbouwing van het bemestingsadvies van grasklaver bij verschillende klaveraandelen en mesttoedieningsmethode/ammoniakverliezen. Daarnaast is onderzocht onder welke randvoorwaarden biologische veehouderijbedrijven mest kunnen afvoeren naar biologische akkerbouwbedrijven om kringlopen binnen de biologische landbouw zoveel mogelijk te sluiten.

In een proces van vier jaar hebben al eerder gerapporteerde veldproeven op het bedrijf van Oosterhof geresulteerd in onderliggende scenariostudie.



## Samenvatting en advies voor de praktijk

Biologische melkveehouders zijn geïnteresseerd in de vraag of en tegen welke prijs zij mest zouden kunnen verkopen aan collega-akkerbouwers, zonder daarbij een wissel te trekken op de duurzaamheid van hun eigen melkveebedrijf. Het antwoord hierop wordt in de eerste plaats bepaald door de mate waarin de nutriënten die het bedrijf verlaten via melk en vlees (met name stikstof (N), fosfaat ( $P_2O_5$ ) en kali ( $K_2O$ )) of via verliezen naar de omgeving, voldoende worden gecompenseerd door de aanvoer van nutriënten met voer, strooisel en depositie en de binding van N door witte klaver. Er is geprobeerd deze vraag te beantwoorden voor het melkveebedrijf van Oosterhof. Daarvoor is een relatief eenvoudig N-stroomschema van het bedrijf opgesteld.

Uit de berekening blijkt dat het bij het huidige niveau van zelfvoorziening, het huidige klaveraandeel en mogelijk hoge ammoniakverliezen bij toedienen (waarop de kans groot is bij gebruik van bovengrondse toedieningsapparatuur), niet verstandig is om drijfmest af te voeren. Zelfs zonder mestafvoer is de fosfaat- en de kaliaanvoer maar net in evenwicht met de afvoer (Scenario 1).

Wanneer de kans op ammoniakverlies kleiner wordt gemaakt door gebruik van een sleepvoet en/of de klaverbezetting op het bedrijf toeneemt, nemen de mogelijkheden voor mestafvoer toe (Scenario's 2-4). In dat geval is compensatie met kunstmest-P en -K zeer zeker nodig. Om de kosten te dekken die daarmee verband houden (onder verrekening van bespaarde mestuitrijdkosten), moet € 8-19 per  $m^3$  mest worden ontvangen. Naarmate de wens bestaat het vee meer met voer van eigen bodem te voeden (minder krachtvoer-N, grotere zelfvoorzieningsgraad), is een grotere hoeveelheid effectief beschikbare minerale bodem-N nodig. Bij weinig klaver en/of hoge N-verliezen tijdens het uitrijden lijkt dat alleen te lukken door een wissel op de N-bodemvoorraad te trekken door, bijvoorbeeld, het scheuren van grasland (Scenario's 5-7). Alleen bij veel klaver in combinatie met lage N-verliezen tijdens het toedienen van mest ontstaat opnieuw ruimte voor mestafvoer (Scenario 8). In dat geval is de af te voeren hoeveelheid mest klein zodat de vaste kosten van het strooien van de kunstmestcompensatie sterker doorwerken in de berekende prijs per  $m^3$  mest; bij scenario 8 loopt de te ontvangen prijs per  $m^3$  dan ook op tot € 35. In dat scenario kan per ha circa 3  $m^3$  mest worden afgevoerd en dient de mestopbrengst volgens voorgaande berekening per ha dus ruim € 100 te bedragen, waarvan € 90 ter dekking van de kosten voor het uitrijden van Gafsa en patentkali. Omdat scenario's 5-8 überhaupt een P- en K-tekort kennen, ongeacht het afvoeren van mest, is het niet zuiver de uitrijdkosten volkomen in rekening te brengen bij degene die mest zou willen aankopen.

## Inhoudsopgave

Voorwoord

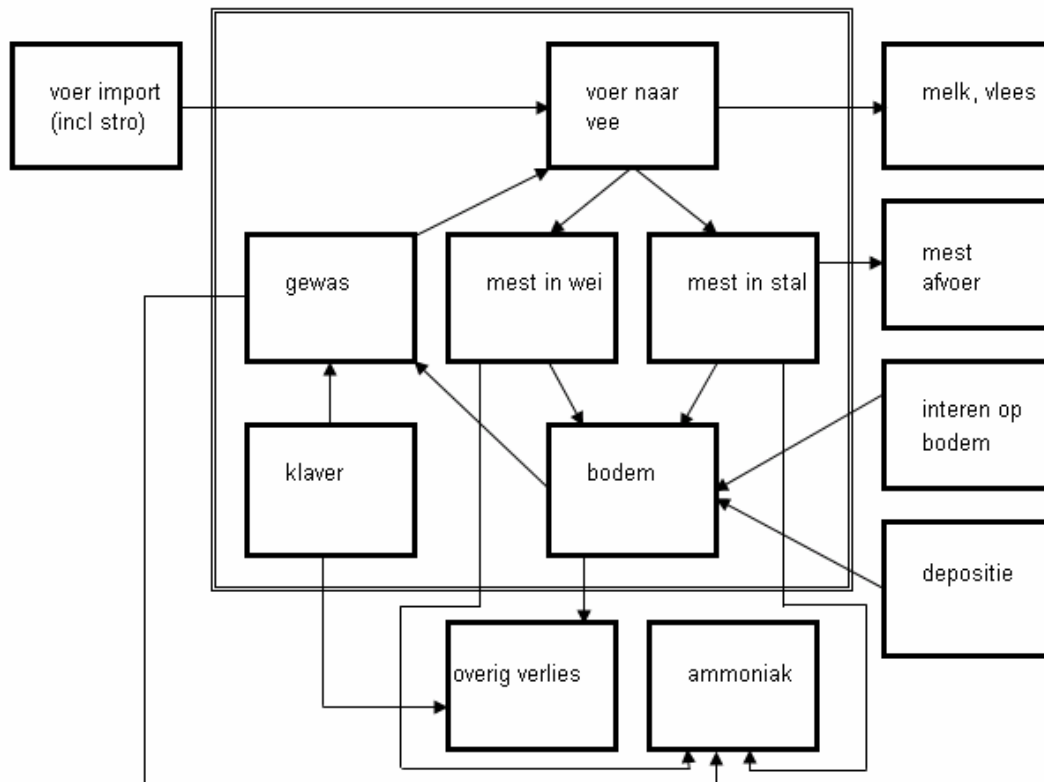
Samenvatting en advies voor de praktijk

|                 |   |           |
|-----------------|---|-----------|
| <b>1</b>        | <b>Inleiding .....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>2</b>        | <b>Werkwijze.....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>3</b>        | <b>Resultaat.....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>4</b>        | <b>Conclusie .....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>5</b>        | <b>Literatuur .....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>Bijlagen</b> | <b>.....</b>  | <b>12</b> |
|                 | Bijlage 1 Voorjaarsgroei van gras in relatie tot de gevolgde bemestingsstrategie<br>(Bioveem Intern Rapport 12) ..... | 12        |

## 1 Inleiding

Biologische melkveehouders zijn geïnteresseerd in de vraag of en tegen welke prijs zij mest zouden kunnen verkopen aan collega-akkerbouwers, zonder daarbij een wissel te trekken op de duurzaamheid van hun eigen melkveebedrijf. Het antwoord hierop wordt in de eerste plaats bepaald door de mate waarin de nutriënten die het bedrijf verlaten via melk en vlees (met name stikstof (N), fosfaat ( $P_2O_5$ ) en kali ( $K_2O$ )) of via verliezen naar de omgeving, voldoende worden gecompenseerd door de aanvoer van nutriënten met voer, strooisel en depositie en de binding van N door witte klaver. We hebben deze vraag proberen te beantwoorden voor het melkveebedrijf van Oosterhof. Daartoe hebben we om te beginnen in 2002 en 2003 op een tweetal percelen van het bedrijf onderzoek gedaan naar de effecten van klaver, mestgiften en mesttoedieningsmethodes op de drogestof- en N-opbrengst van gras-klaver. De resultaten hiervan zijn eerder gerapporteerd als intern Bioveem-rapport (Schröder *et al.*, 2004) en als bijlage 1 integraal in dit eindrapport opgenomen. De gegevens van deze proeven zijn aangevuld met boekhoudgegevens en vervolgens gebruikt voor het beantwoorden van de vraag of mest zou kunnen worden afgevoerd. Daarvoor is een relatief éénvoudig N-stroomschema van het bedrijf opgesteld. De principes van dit schema zijn beschreven in Schröder (2000) en Schröder *et al.* (2003, 2005c). Het schema geeft aan of de N-voorziening in principe voldoende is om mestafvoer verantwoord te laten zijn. Figuur 1 geeft de belangrijkste stromen weer.

**Figuur 1** Belangrijkste nutriëntenstromen van een melkveebedrijf



Als de N-voorziening mestafvoer in principe toelaat, moet vervolgens worden nagegaan of en in welke mate compensatie met toegelaten P- en K-kunstmeststoffen nodig is. Onder verrekening van bijkomende of uitgespaarde uitrijdkosten kan vervolgens worden berekend tegen welke prijs per  $m^3$  de mest minimaal zou moeten worden verkocht.

Bij het voorgaande moet wel worden aangetekend dat ook het gebruik van (toegelaten) P- en K-kunstmeststoffen discutabel is vanuit een duurzaamheidsoogpunt. Deze meststoffen vinden hun oorsprong immers in eindige delfstoffenvoorraden die bovendien van ver komen. Idealiter zouden P, K en (een deel van de) N die naar de samenleving wegvloeien in de vorm van landbouwproducten, als slib en compost naar de landbouw terug moeten keren. Vooralsnog is de inzameling hiervan echter incompleet en allesbehalve gescheiden van de inzameling van gangbare reststromen.



## 2 Werkwijze

Het stroomschema vertrekt in eerste instantie vanuit N, drukt zich uit in kg N per ha per jaar en is als volgt opgebouwd.

1. Vanuit de bedrijfsadministratie (liters melk, eiwitgehalte) wordt berekend hoeveel N het bedrijf via melk verlaat. Vanuit het opgegeven aantal stuks jongvee per melkkoe wordt berekend hoeveel N het bedrijf via vlees (aanwas) verlaat. Hierbij is aangenomen dat de veestapel een constante grootte en samenstelling heeft, hoewel de afgevoerde aantallen dieren per diergroep en per jaar zeer sterk kunnen variëren. De eventuele afwijkingen in N-afvoer tussen afzonderlijke jaren zijn echter beperkt omdat één afgevoerde koe meer of minder, gegeven Durk Oosterhof's bedrijfsgrootte, per ha niet meer dan een halve kg N vertegenwoordigt ( $650 \text{ kg levend gewicht} \times 0,025 \text{ kg N per kg vlees} / 42 \text{ ha} = 0,39 \text{ kg N per ha}$ ).
2. Vanuit de bedrijfsadministratie (enkele Bioveem-voerbalansen) en bepalingen van het N-gehalte van gras in proeven (2002 en 2003) wordt een jaargemiddeld eiwitgehalte van het rantsoen geschat. Op basis van een relatie tussen het eiwitgehalte en de omzettingsefficiëntie van voer-N (Kebreab *et al.*, 2001) wordt de behoefte aan voer-N geschat. Daarbij wordt aangenomen dat de omzetting in melk tweeëneenhalf maal efficiënter verloopt dan de omzetting in vlees.
3. Vanuit de bedrijfsadministratie (aankoop van voer en strooisel) wordt berekend welk deel van de onder stap 2 berekende voer-N-behoefte uit eigen voerproductie netto voor veevoeding beschikbaar moet komen. Van deze behoefte (op basis van de N-inhoud) wordt de hoeveelheid voer-N afgetrokken die, gegeven het klaveraandeel, naar schatting door witte klaver wordt geproduceerd. Op die manier resteert de hoeveelheid voer-N die via de te bemesten grascomponent van het grasland moet worden geproduceerd. Daarbij wordt een kleine toeslag berekend voor de gewas-N die wel moet worden geproduceerd, maar die niet kan worden geoogst vanwege enige gasvormige N-verliezen vanuit de gewassen zelf.
4. De productie van mest-N wordt berekend als het verschil tussen de berekende voer-N-behoefte (stap 2) en de afvoer van N in de vorm van melk en vlees (stap 1). De samenstelling van de mest (verhouding minerale N (Nm) en organische N (Norg) onmiddellijk na excretie, wordt berekend op basis van Kebreab *et al.* (2001). De samenstelling op het moment van uitrijden wordt daarbij gecorrigeerd voor de verschuiving van Nm naar Norg die kan plaatsvinden als gevolg van het gebruik van strooisel op stal en de gasvormige verliezen uit de opslag. De aldus berekende verhouding tussen Nm en Norg kan worden getoetst aan de gemeten verhouding. De verdeling van de mest over weidemest (urine en faeces) en opgeslagen mest (drijfmest) wordt berekend op basis van het aantal opgegeven uren weidegang per dag in het zomerhalfjaar.
5. Voor zowel weidemest als voor de opgeslagen mest (voor zover niet afgevoerd) wordt berekend welk deel voor het gewas beschikbaar komt om te kunnen worden opgenomen. Daartoe wordt de hoeveelheid mest-N gecorrigeerd met literatuurwaarden (Schröder, 2000) voor de N-verliezen uit stal en opslag, N-verliezen tijdens beweiding en toediening en N verliezen gedurende periodes dat organische stof mineraliseert zonder dat daar gewasopname tegenover staat. Aangenomen is dat uit stal en opslag 15% van de uitgescheiden Nm verloren gaat, bij toediening (zijnde een combinatie van bovengrondse toediening en toediening met sleepvoet) 50% van Nm verloren gaat, van weide urine 15% van N totaal verloren gaat en van weide faeces 1% van N totaal verloren gaat. Verondersteld is dat 90% van de mineralisatie van bodem organische N plaatsvindt in een periode dat het gras geneigd is N op te nemen. Overigens is aangenomen dat alle Norg mineraliseert, dat wil zeggen: dat de jaarlijkse aanvoer van Norg gelijk is aan de cumulatieve nawerking van Norg die in eerdere jaren is toegediend (Schröder *et al.*, 2005a). De aldus berekende N-beschikbaarheid wordt in het geval van weidemest nog gecorrigeerd voor het feit dat deze pleksgewijs op de bodem terecht komt. Daartoe wordt de beschikbaarheid met een factor 0,25 vermenigvuldigd. Naast mest-N is ook nog enige N via atmosferische N depositie beschikbaar (27 kg N per ha van een jaarlijks totaal van 30 kg N per ha).
6. Op basis van het voorgaande kan worden berekend met welke efficiëntie de totale netto beschikbare hoeveelheid minerale bodem-N (stap 5) moet zijn benut door het gewas om de berekende behoefte aan eigen voer-N (exclusief klaver-N) te kunnen dekken. Deze efficiëntie kan vervolgens worden getoetst aan literatuurwaarden om de realiteitswaarde te bepalen.
7. Evenals voor N, moeten ook de  $P_2O_5$ - en  $K_2O$ -balansen kloppen. Een manier om dat te doen is het maken van een vergelijking van de berekende verhouding tussen N,  $P_2O_5$  en  $K_2O$  in mest (gegeven de NPK-samenstelling van voer en strooisel en de NPK-samenstelling van melk en vlees) en de verhouding, zoals die gemeten is in de mest van het bedrijf. Daarnaast kan worden berekend of via

de afvoer van melk, vlees en eventueel mest, meer of minder  $P_2O_5$  en  $K_2O$  wordt afgevoerd dan er via de aankoop van voer en strooisel wordt aangevoerd. In het eerste geval vindt er uitmijning van de bodem plaats, in het tweede geval vindt er ophoping in de bodem plaats.

8. Als het stroomschema aangeeft dat er onder bepaalde voorwaarden mest van het bedrijf kan worden afgevoerd, dienen eventuele  $P_2O_5$ - en  $K_2O$ -tekorten op de balans te worden gecompenseerd door de aankoop en toediening van (toegelaten) fosfaat- en kalimeststoffen. Op die manier kan ook worden berekend welke prijs de af te voeren drijfmest minimaal moet opbrengen.

In het navolgende wordt per stap ingegaan op de consequenties van een aantal actuele bedrijfsgegevens van Durk Oosterhof (tabel 1).

**Tabel 1** Bedrijfsgegevens melkveebedrijf Durk Oosterhof

|  | Actueel | Toekomst        |
|--|---------|-----------------|
| Bedrijfs grootte, ha (grasland)            | 34      | 42              |
| Afgeleverde melk, kg per ha                | 8800    | 7900            |
| Melkkoeien, bedrijf                        | 40      | 47              |
| Melkkoeien, per ha                         | 1,17    | 1,11            |
| Productie afleverbare melk, kg per melkkoe | 7500    | 7100            |
| Jongvee / 10 melkkoeien                    | 8,2     | 8,2             |
| Dierdichtheid, GVE per ha                  | 1,49    | 1,41            |
| Mestexcretie, kg N per ha                  | 198     | 182             |
| Mestafvoer, kg N per ha                    | 0       | Onderzoeksvraag |
| Klaveraandeel, % bezetting                 | 15      | 20              |
| Krachtvoer, kg product per melkkoe         | 1500    | 1200            |
| Zelfvoorziening, kg N per kg N             | 70%     | 85%             |

Ad 1:

- Een eiwitgehalte in melk van 3,4% (bedrijfsadministratie) komt overeen met een N-afvoer van 5,4 kg N per ton melk.
- De afvoer van een ton vlees komt volgens de literatuur overeen met ongeveer 25 kg N.
- In de actuele bedrijfsopzet wordt zodoende jaarlijks per ha 47 kg N als melk en 9 kg N als vlees afgevoerd.

Ad 2:

Op basis van de Bioveem-voerbalansproeven (winter, melkvee) bestaat het rantsoen bij Durk Oosterhof voor 13 kg DS en 0,26 kg N (N% gras 2,0% in DS) per koe per dag uit gras en voor 6 kg DS en 0,19 kg N (N% krachtvoer 3,2% in DS) per koe per dag uit krachtvoer. Uitgaande van een geschatte gemiddelde veldproductie van 9 ton gras-DS per ha per jaar en maai-, beweidings- en conserveringsverliezen van 15%, is jaarlijks uit gras circa 7,5 ton DS per ha voor de gehele veestapel beschikbaar. Een dergelijke hoeveelheid gras komt overigens goed overeen met gegevens van de graslandgebruikskalender.

Gegeven de samenstelling van de veestapel komt dit overeen met gemiddeld 14,5 kg gras-DS per GVE (melkkoe) per dag. Gegeven het grasaandeel in het winterrantsoen betekent dit dat in het zomerhalfjaar 16 kg DS per melkkoe per dag uit gras moet zijn opgenomen. Aangenomen is dat de krachtvoergif in het zomerhalfjaar naar 3 kg per melkkoe per dag is verlaagd om ook in die periode op eenzelfde totale dagelijkse DS-opname uit te komen als in de winter (19 kg DS per melkkoe per dag).

Aangenomen dat het N% van krachtvoer in de zomer hetzelfde is als in de winter (t.w. 3,2% in DS) en het N% van het weidegras 2,5% is (ontleend aan de proeven in 2002 en 2003), bevatte het rantsoen jaargemiddeld circa 15,3% (2,4% N in DS). De voer-N-conversie van een dergelijk rantsoen bedraagt volgens de literatuur op veestapelniveau naar schatting 22% (voor alleen de melkkoeien 27%).

Uit de gewogen gemiddelde rantsoenomvang en -samenstelling laat zich berekenen dat de zelfvoorzieningsgraad voor voer-N (=eigen voer-N / (eigen voer-N plus aangevoerde krachtvoer-N)) 70% bedraagt. Dat betekent dat 30% van de benodigde voer-N elders wordt verbouwd. Dit ligt redelijk in lijn met Iepema & Baars (2005) die berekenden dat de melkproductie bij Oosterhof voor circa 40% was gebaseerd op externe hectares.

Ad 3:

Het actuele aandeel witte klaver wordt, bedrijfsgemiddeld, op 15% geschat. Dit komt overeen met een biologische N-binding van naar schatting 81 kg N per ha per jaar waarvan 68 kg N per ha per jaar als opneembaar voer resteert na aftrek van beweidings- en maaiverliezen. De totale voer-N-behoefte (N in melk en vlees gedeeld door de voer-N-conversie) bedraagt  $56/0,22 = 253$  kg N per ha per jaar. De zelfvoorzieningsgraad voor voer-N (zie Ad 2) bedraagt 70%, overeenkomend met een voer-N-import (inclusief 2 kg N per ha in de vorm van strooisel) van 78 kg N per ha. Dat betekent dat  $253-78 = 175$  (181 voor aftrek van gasvormige verliezen uit verwelkende gewassen) kg N per ha in de vorm van eigen voer moet worden gewonnen. Van die 181 kg N per ha is, zoals hiervoor aangegeven, naar schatting 68 kg N per ha afkomstig uit klaver. Dat betekent dat in een netto opname van 113 kg N per ha moet worden voorzien door bemesting en depositie.

Noot: de totale hoeveelheid netto voer-N van 181 kg N per ha is iets hoger dan de onder Ad 2 berekende netto productie van 7,5 ton DS per ha per jaar met een N% van ongeveer 2,25%.

Ad 4:

Als de totale voer-N-behoefte 253 kg N per ha per jaar bedraagt en de N-afvoer als melk en vlees 56 kg N per ha per jaar is, dan wordt jaarlijks 198 kg N per ha als mest (urine en faeces) door de veestapel uitgescheiden. Op basis van gemiddeld 15 uur weidegang per dag in het zomerhalfjaar wordt geschat dat hiervan circa 60 kg N per ha in de weide terecht komt en circa 140 kg op stal. Gecombineerd met het gegeven dat per volledige staldag 1 kg stro per melkkoe wordt gebruikt, wordt berekend dat uiteindelijk 42% van de mest-N uit ammonium-N bestaat. Dit komt redelijk overeen met de gemeten 35%. Na aftrek van de gasvormige verliezen resteert volgens berekening circa 125 kg drijfmest-N per ha om te worden uitgereden. Gecombineerd met een gemeten N-gehalte van 3,1 kg N-totaal per m<sup>3</sup>, komt dat overeen met circa 40 m<sup>3</sup> per ha. Een dergelijke berekende gift sluit redelijk aan bij de daadwerkelijk beschikbare hoeveelheid drijfmest.

Ad 6:

De berekende beschikbare bodem-N uit mest en depositie kan alleen dan de berekende resterende voer-N behoefte gedekt hebben (zonder op bodemvoorraden in te teren), als de benuttingsgraad 85% bedragen heeft. Een dergelijk waarde is redelijk hoog maar komt goed overeen met literatuurwaarden voor lage N-input niveaus (Schröder *et al.*, 2005b). Een lagere dan de hier berekende benuttingsgraad is denkbaar. Die zou in een evenwichtsituatie (opbouw noch afbraak van bodem organische N) duiden op geringere verliezen van ammoniak, maar grotere verliezen van nitraat, elementaire N en lachgas.

Ad 7:

Voor het opstellen van balansen is waar mogelijk gebruik gemaakt van gehaltemetingen op het bedrijf zelf (tabel 2). Als metingen ontbraken is uitgeweken naar literatuurwaarden (Beukeboom, 1996). Om de aannemelijkheid van de gebruikte gehalten te toetsen, zijn de verhoudingen waarin elementen volgens de voerbalansen in de mest terecht zouden moeten zijn gekomen, vergeleken met de daadwerkelijk gemeten verhoudingen (tabel 3). De overeenstemming blijkt goed te zijn, zeker als in aanmerking wordt genomen dat tussen de excretie en het uitrijden van mest circa 15% van de Nm verloren gaat via gasvormige verliezen.

**Tabel 2** Gehalten aan N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en K<sub>2</sub>O (% in DS (gewassen) of in vers product (melk, vlees, mest))

| Aspect     | Bron             | Nutriënt |                               |                  |
|------------|------------------|----------|-------------------------------|------------------|
|            |                  | N        | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Gras       | Proef 2002-2003  | 2,25     | 0,87                          |                  |
|            | Beukeboom, 1996  |          |                               | 4,4              |
| Krachtvoer | Bedrijfsgegevens | 3,20     | 1,09                          |                  |
|            | Beukeboom, 1996  |          |                               | 0,82*            |
| Strooisel  | Beukeboom, 1996  | 0,7      | 0,2                           | 1,8              |
| Melk       | Bedrijfsgegevens | 0,544    |                               |                  |
|            | Beukeboom, 1996  |          | 0,206                         | 0,193            |
| Vlees      | Beukeboom, 1996  | 2,5      | 1,7                           | 2,4              |
| Mest       | Proeven 2002-    | 0,31     | 0,13                          | 0,61             |
|            | 2003             |          |                               |                  |

\* geschat op basis van de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / K<sub>2</sub>O verhouding in maïsgluten en korrelmaïs en het gemeten P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> gehalte in krachtvoer

**Tabel 3** Berekende verhouding tussen nutriënten in mest volgens voerbalans (in: voer, uit: melk en vlees), berekende verhouding tussen nutriënten volgens voerbalans na aftrek van 15% van de uitgescheiden Nm en de gemeten verhouding in uit te rijden drijfmest

|  | Berekend     |               | Gemeten bij uitrijden |
|--|--------------|---------------|-----------------------|
|  | bij excretie | bij uitrijden |                       |
| N / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                | 2,82         | 2,62          | 2,38                  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / K <sub>2</sub> O | 0,20         | 0,20          | 0,21                  |
| N / K <sub>2</sub> O                             | 0,57         | 0,53          | 0,51                  |

Ad 8:

Bij berekening van af te voeren hoeveelheden P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en K<sub>2</sub>O in de vorm van mest is niet de uitkomst van de balansberekening genomen (voer + depositie – (melk + vlees + mest)), maar de berekende mogelijke afvoer van N in de vorm van mest vermenigvuldigd met, respectievelijk, de in de mest gemeten P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / N en K<sub>2</sub>O / N verhouding. Als compenserende meststoffen zijn Gafsa (27% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, € 0,87 per kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) en patentkali (30% K<sub>2</sub>O, € 0,82 per kg K<sub>2</sub>O) gebruikt in de verdere berekeningen. Tegenover de eventuele besparingen op de uitrijdkosten van mest (4 € per m<sup>3</sup>) staan de extra uitrijdkosten voor Gafsa en patentkali (45 € per ha per meststof). De uitrijdkosten voor Gafsa en patentkali zullen in de praktijk lager uit kunnen vallen, omdat eventuele balanstekorten als gevolg van mestafvoer niet per se jaarlijks behoeven te worden aangevuld. Als de balansen van fosfaat en kali überhaupt tekorten vertonen, die regelmatige compensatie met kunstmest vereisen, veroorzaakt de extra compensatie bij mestafvoer in principe geen extra uitrijdkosten. Overigens is bij de berekening van de te ontvangen prijs voor drijfmest aangenomen dat de kosten van transport en uitrijden voor rekening van de afnemer komen.

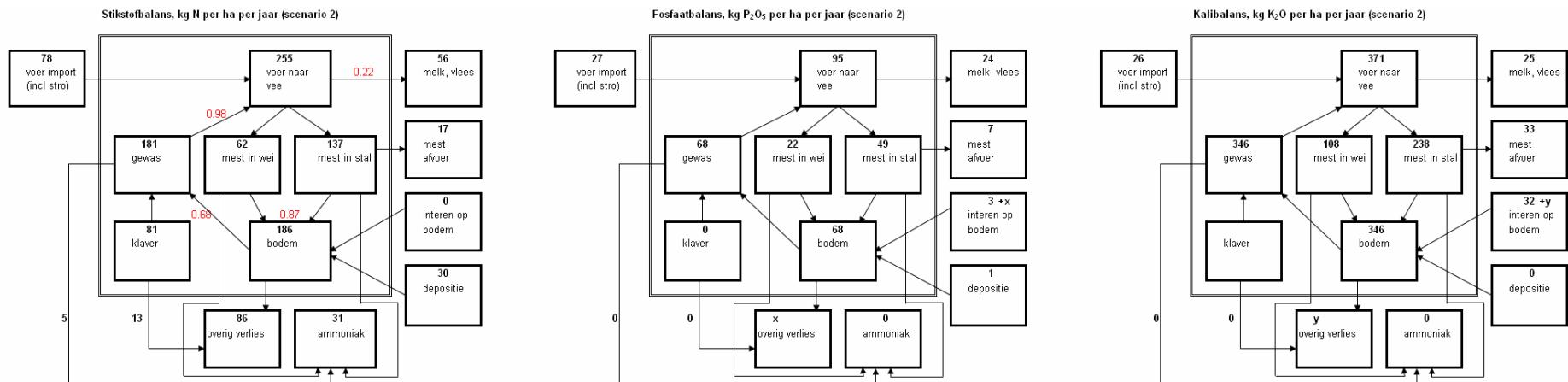
De uitkomst van bovenstaande procedure is vanzelfsprekend gevoelig voor een aantal aannames. Besloten is de verkenningen te verrichten voor de huidige bedrijfsopzet en een bedrijfsopzet voor de nabije toekomst. In die toekomstige opzet is het quotum per ha iets lager, is de krachtvoergift iets lager en de nagestreefde zelfvoorzieningsgraad voor voer-N daarom iets hoger. Tabel 1 geeft een overzicht van de uitgangspunten van de actuele en de toekomstige opzet. In beide gevallen is gevarieerd voor het klaveraandeel en de N-verliezen waarmee het toedienen van drijfmest gepaard gaat. Deze factoren zijn immers bepalend voor de productie van eigen voer-N, de mate waarin mest kan worden afgevoerd en, in verband daarmee, de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- en K<sub>2</sub>O balans van het bedrijf. Het klaveraandeel (bedekking) is gevarieerd tussen de 15% en 20%. De ammoniakverliezen bij het uitrijden van mest zijn gevarieerd tussen 50% van de totale hoeveelheid toegediende ammonium N (een gemiddelde van bovengronds uitrijden en sleepvoet), overeenkomend met een N-verlies van ongeveer 0,7 kg per m<sup>3</sup>, en 30% hiervan (veronderstellend dat uitsluitend met sleepvoet wordt uitgereden), overeenkomend met 0,35 kg N-verlies per m<sup>3</sup> mest.

**Tabel 4** Berekening van de mogelijkheid om drijfmest af te voeren van het melkveebedrijf van Durk Oosterhof en de daarbij minimaal te verlangen prijs per m<sup>3</sup>, in afhankelijkheid van de bedrijfsopzet (tabel 1), de mate van zelfvoorziening ten aanzien van voer-N, de klaverbedekking in het grasland en de gerealiseerde ammoniakverliezen bij de toediening van drijfmest

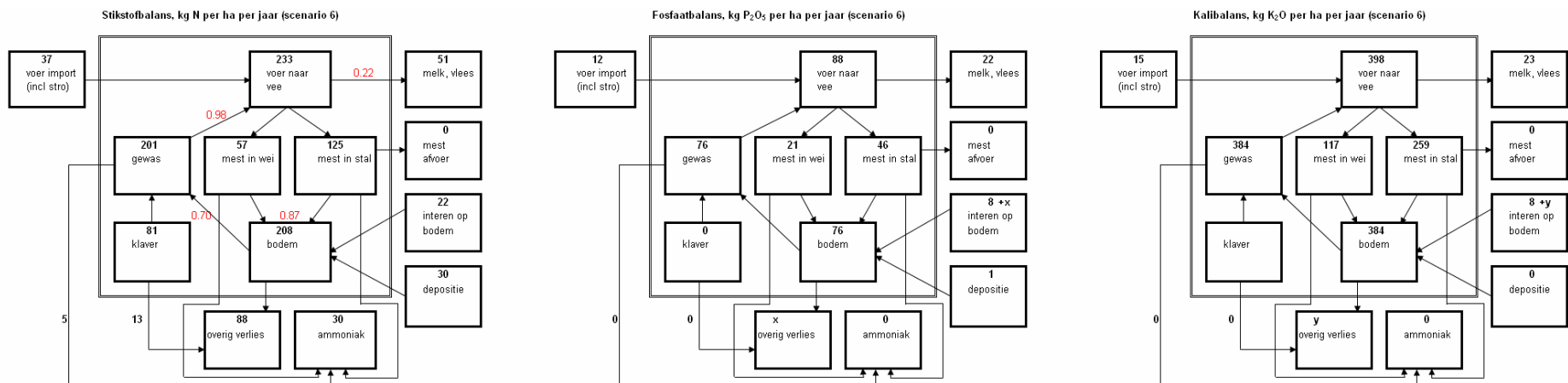
| Scenario | Bedrijfsopzet | Zelfvoorziening | Klaverbedekking | Ammoniakverlies:            |                                     | Uitmijning bodem*<br>(kg/ha.jr): |                               |                  | Mestafvoer:   |                       | Benodigde<br>compensatiegift:              |                                  | Minimumprijs<br>(€ / m <sup>3</sup> ) |
|----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|------------------|---------------|-----------------------|--|----------------------------------|---------------------------------------|
|          |               |                 |                 | (% van Nm bij<br>uitrijden) | (bedrijf,<br>kg N /<br>ton<br>melk) | N                                | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | kg<br>N/ha.jr | m <sup>3</sup> /ha.jr | Kg<br>P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha.jr | Kg<br>K <sub>2</sub> O<br>/ha.jr |                                       |
| 1        | actueel       | 70%             | 15%             | 50%                         | 5,2                                 | 0                                | 4                             | 0                | 0             | 0                     | 0  | 0                                | -                                     |
| 2        | actueel       | 70%             | 15%             | 25%                         | 3,5                                 | 0                                | -3                            | -32              | 17            | 5                     | 7  | 32                               | 19                                    |
| 3        | actueel       | 70%             | 20%             | 50%                         | 4,3                                 | 0                                | -12                           | -72              | 37            | 12                    | 16   | 73                               | 10                                    |
| 4        | actueel       | 70%             | 20%             | 25%                         | 3,1                                 | 0                                | -17                           | -94              | 48            | 16                    | 20   | 94                               | 8                                     |
| 5        | toekomst      | 85%             | 15%             | 50%                         | 5,4                                 | -35                              | -8                            | -8               | 0             | 0                     | 0  | 0                                | -                                     |
| 6        | toekomst      | 85%             | 15%             | 25%                         | 3,9                                 | -22                              | -8                            | -8               | 0             | 0                     | 0  | 0                                | -                                     |
| 7        | toekomst      | 85%             | 20%             | 50%                         | 5,4                                 | -6                               | -8                            | -8               | 0             | 0                     | 0  | 0                                | -                                     |
| 8        | toekomst      | 85%             | 20%             | 25%                         | 3,7                                 | 0                                | -12                           | -25              | 9             | 3                     | 4  | 17                               | 35                                    |

\* negatieve getallen = uitmijning, positieve getallen = ophoping

**Figuur 2** Gesimuleerde nutriëntenstromen van melkveebedrijf Durk Oosterhof volgens scenario 2 van tabel 4

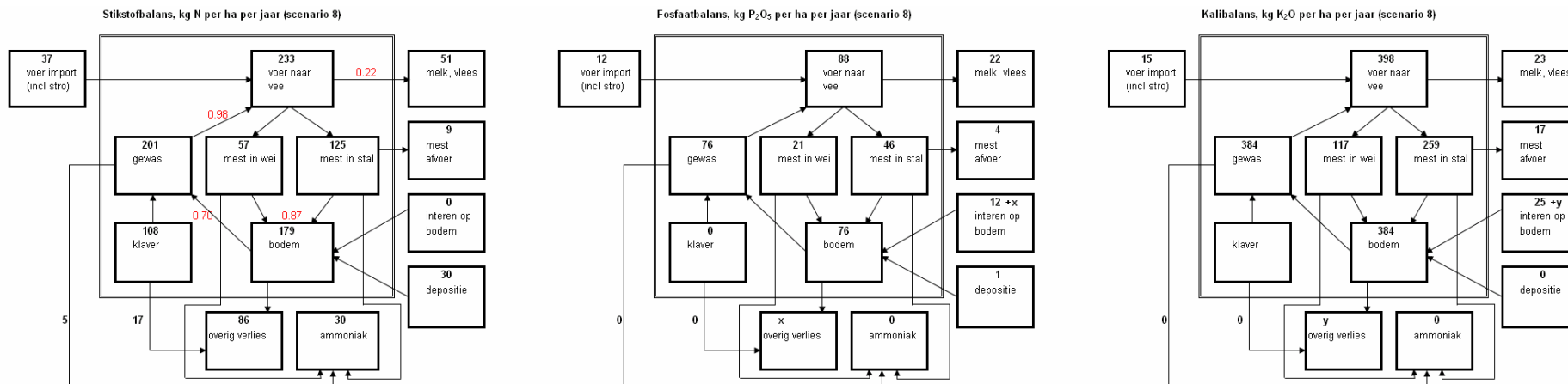


**Figuur 3** Gesimuleerde nutriëntenstromen van melkveebedrijf Durk Oosterhof volgens scenario 6 van tabel 4





**Figuur 4** Gesimuleerde nutriëntenstromen van melkveebedrijf Durk Oosterhof volgens scenario 8 van tabel 4



### 3 Resultaat

Uit de berekening blijkt dat er bij het huidige niveau van zelfvoorziening, het huidige klaveraandeel en mogelijk hoge ammoniakverliezen bij toedienen (waarop de kans groot is bij gebruik van bovengrondse toedieningsapparatuur), het niet verstandig is om drijfmest af te voeren. Zelfs zonder mestafvoer is de fosfaat- en de kaliaanvoer maar net in evenwicht met de afvoer (tabel 4, scenario 1). Deze resultaten zijn in lijn met de waarnemingen van de bodemvruchtbaarheid op percelen waar in 2002 en 2003 proeven werden gedaan (bijlage 1). Het Pal-cijfer was met 30 (0-10 cm) vrij laag en het K-getal met 20-30 niet meer dan (ruim) voldoende. De gemeten P- en K-gehalten van het gras in die proeven bevonden zich in het streeftraject, maar het N-gehalte was laag. Mestafvoer kan de NPK-voorziening daarom gemakkelijk verslechteren. Naarmate de kans op ammoniakverlies kleiner wordt gemaakt door gebruik van een sleepvoet en/of de klaverbezetting op het bedrijf toeneemt, nemen de mogelijkheden voor mestafvoer toe (scenario's 2-4). In dat geval is compensatie met kunstmest-P en -K zeer zeker nodig. Om de kosten te dekken die daarmee verband houden (onder verrekening van bespaarde mestuitrijdkosten), moet € 8-19 per m<sup>3</sup> mest worden ontvangen.

Naarmate de wens bestaat, het vee meer met voer van eigen bodem te voeden (minder krachtvoer-N, grotere zelfvoorzieningsgraad), is een grotere hoeveelheid effectief beschikbare minerale bodem-N nodig. Bij weinig klaver en/of hoge N-verliezen tijdens het uitrijden, lijkt dat alleen te lukken door een wissel op de N-bodemvoorraad te trekken door, bijvoorbeeld, het scheuren van grasland (scenario's 5-7). Alleen bij veel klaver, in combinatie met lage N-verliezen tijdens het toedienen van mest, ontstaat opnieuw ruimte voor mestafvoer (scenario 8). In dat geval is de af te voeren hoeveelheid mest klein, zodat de vaste kosten van het strooien van de kunstmestcompensatie sterker doorwerken in de berekende prijs per m<sup>3</sup> mest. Bij scenario's 8 loopt de te ontvangen prijs per m<sup>3</sup> dan ook op tot € 35. In dat scenario kan per ha circa 3 m<sup>3</sup> mest worden afgevoerd en dient de mestopbrengst volgens voorgaande berekening per ha dus ruim € 100 te bedragen, waarvan € 90 ter dekking van de kosten voor het uitrijden van Gafsa en patentkali. Omdat scenario's 5-8 überhaupt een P- en K-tekort kennen, ongeacht het afvoeren van mest, is het niet zuiver de uitrijdkosten volkomen in rekening te brengen bij degene die mest zou willen aankopen.

Als in de toekomst de zelfvoorzieningsgraad moet toenemen (Bedrijfsopzet 'toekomst'), is mestafvoer alleen mogelijk als het klaveraandeel bedrijfsgemiddeld wordt verhoogd naar minimaal 20% en tevens de kans op ammoniakverlies bij het toedienen van mest zo gering mogelijk wordt gemaakt door van bovengrondse mesttoediening af te zien.

Ter illustratie zijn de nutriëntenstroomschema's voor scenario's 2, 6 en 8 opgenomen in, respectievelijk, figuren 2, 3 en 4.

## 4 Conclusie

Mestafvoer van het melkveebedrijf van Durk Oosterhof is (nog) niet voor de hand liggend. De aanvoer van fosfaat en kali via geïmporteerd voer overtreft de afvoer via melk en vlees niet. De bezetting met witte klaver is aan de lage kant en het gebruik van emissiearme toedieningsapparatuur voor drijfmest is in sommige jaren lastig vanwege de bodemomstandigheden. Ook de wens om meer zelfvoorzienend te worden, maakt het lastig om een groter deel van de mest voor afvoer te bestemmen. Wel moet worden aangetekend dat juist het afvoeren van mest tot een hoger klaveraandeel kan leiden. Daarvoor moet wel met meer zekerheid kunnen worden uitgesloten dat het relatief lage klaveraandeel op het bedrijf van Durk Oosterhof geen andere oorzaak heeft dan het gebruik van mest. Is zo'n andere oorzaak er wel, dan komt mestafvoer pas in beeld als we er in zouden slagen om eerst de witte klaverbezetting belangrijk te vergroten en de mest emissiearm uit te rijden zonder dat dit de benutbaarheid van de bodem-N schaadt. In dat geval is een opbrengstprijs van minimaal € 10 tot € 20 per m<sup>3</sup> mest vereist om de kosten te bestrijden die verbonden zijn aan de dan vereiste compensatie met toegelaten P- en K-kunstmest.

Zoals eerder aangegeven moet hierbij worden aangetekend dat ook het gebruik van (toegelaten) P- en K-kunstmeststoffen discutabel is vanuit een duurzaamheidsoogpunt. Deze meststoffen vinden hun oorsprong immers in eindige delfstoffenvoorraden die bovendien van ver moeten komen.

Idealiter zouden P, K en (een deel van de) N die naar de samenleving wegvloeien in de vorm van landbouwproducten, als slib en compost naar de landbouw terug moeten keren. Vooralsnog is de inzameling hiervan echter incompleet en allesbehalve gescheiden van de inzameling van gangbare reststromen.

## 5 Literatuur

- Beukeboom, J.A., 1996. *Forfaitaire gehalten voor de mineralenboekhouding*. Informatie- en Kennis Centrum Landbouw, Ede, 22 pp.
- Iepema, G. & T. Baars, 2005. *Afgewenteld grondgebruik op melkveebedrijven: externe hectares*. Bioveem Rapport 10, Lelystad, 23 pp.
- Kebreab, E., France, J., Beever, D.E. & Castillo, A.R., 2001. Nitrogen pollution by dairy cows and its mitigation by dietary manipulation. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 60, 275-285.
- Schröder, J.J., 2000. *Koei'N 1.0: stroomdiagram en balans voor stikstof op melkveebedrijven*. Nota 37, Plant Research International, Wageningen, 13 pp.
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, H.F.M. ten Berge, H. van Keulen & J.J. Neeteson, 2003. An evaluation of whole-farm nitrogen balances and related indices for efficient nitrogen use. *European Journal of Agronomy* 20 (1-2), 33-44.
- Schröder, J.J., N. van Eekeren & D. Oosterhof, 2004. *Voorjaarsgroei van gras in relatie tot de gevolgde bemestingstrategie*. Bioveem Intern Rapport 12, Lelystad, 18 pp.
- Schröder, J.J., Jansen, A.G. & Hilhorst, G.J., 2005a. Long term nitrogen fertilizer value of cattle slurry. *Soil Use and Management* 21, 196-204.
- Schröder, J.J., Aarts, H.F.M., Van Middelkoop, J.C., De Haan, M.H.A., Schils, R.L.M., Velthof, G.L., Fraters, B. & Willems, W.J., 2005b. *Limits to the use of manure and mineral fertilizer in grass and silage maize production, with special reference to the EU Nitrates Directive*. Report 93, Plant Research International, Wageningen, 48 pp.
- Schröder, J.J., Bannink, A. & Kohn, R., 2005c. *Improving the efficiency of nutrient use in cattle operations*. In: Pfeffer, E. & A.N. Hristov (Eds.) Nitrogen and phosphorus nutrition of cattle. CABI, Wallingford UK, pp. 255-279 (in press).

## Bijlagen

### Bijlage 1 Voorjaarsgroei van gras in relatie tot de gevolgde bemestingsstrategie (Bioveem Intern Rapport 12)

#### 1. Inleiding

De biologische landbouw heeft als intentie kringlopen te sluiten. Deze intentie komt het best tot zijn recht op gemengde bedrijven. De feitelijke situatie in de Nederlandse biologische landbouw is echter dat de meeste bedrijven gespecialiseerd zijn: biologische akkerbouw- en groenteteeltbedrijven, biologische melkveehouderijbedrijven en biologische hokdierbedrijven. Er bestaan inmiddels diverse initiatieven om tot een (her)koppeling van deze gespecialiseerde bedrijven te komen.

Een van de mineralenstromen die in dat kader tot stand kan worden gebracht, is die van rundveemest van melkveehouders naar akkerbouwers en tuinders. Een dergelijke stroom behoeft geen wissel te trekken op de lange-termijn bodemvruchtbaarheid van biologische melkveebedrijven, zolang de PK-aanvoer (ruwvoer, krachtvoer, patentkali, ruwfosfaat) maar in evenwicht is met de PK-afvoer (melk, vlees, onvermijdelijke PK-verliezen, af te voeren mest). Eventuele onevenwichtigheden die op het melkveebedrijf ten aanzien van N ontstaan, kunnen (binnen zekere grenzen) worden opgevangen met de N-binding door witte klaver in grasland.

Toch bestaat er onder biologische melkveehouders een zekere terughoudendheid om als 'mestfabriek' voor biologische akkerbouwers en tuinders te gaan fungeren. Deze terughoudendheid is mede ingegeven door de vrees dat er vroeg in het voorjaar N-tekorten ontstaan als dierlijke mest te ruimhartig is afgestaan. De voorjaarsgroei van gras wordt namelijk sterk bepaald door een tijdige beschikbaarheid van minerale N. Als de bodem in het voorjaar om de een of andere reden te weinig N levert en ook de overdracht van N uit klaver nog niet goed op gang is gekomen, kan een mestgift gunstig werken op de opbrengst van de eerste snede gras. Uit onderzoek blijkt dat als om die reden mest wordt gegeven, de klaverontwikkeling onder bepaalde omstandigheden kan stagneren. Daardoor kan in latere maai- of weidesnedes alsnog een tol worden betaald. Toch houden veel biologische melkveehouders graag vast aan een vroege dierlijke mestgift. Dit beperkt de hoeveelheid mest die voor de biologische akker- en tuinbouw beschikbaar is.

De genoemde tijdige beschikbaarheid van minerale N wordt niet alleen bepaald door het feit of al dan niet dierlijke mest is toegediend. Ook het tijdstip waarop het bodemleven haar omzettingsactiviteiten na de winter weer kan hervatten, is hiervoor namelijk bepalend. Dit komt tot uiting in het moment waarop percelen 'weer groen worden'. Hier doet zich nu een dilemma voor: bemesting met dierlijke mest verhoogt in principe de beschikbaarheid van minerale N maar de berijding waarmee het toedienen gaat gepaard, kan de mineralisatie met name onder koude en natte omstandigheden juist remmen. De kans op berijdingsschade is groter naarmate de apparatuur zwaar is ten opzichte van hetgeen de bodemomstandigheden toelaten. Verder speelt ook de werkbreedte een rol bij de bodembelasting: geringe werkbreedten geven veel sporen. Vanuit die optiek is lichte apparatuur voor bovengrondse toediening vroeger en met minder sporen inzetbaar dan de zware apparatuur voor emissie-arme toediening.

Vanzelfsprekend hangt de uiteindelijke balans van deze plussen en minnen samen met de mestgift, de samenstelling van de mest, het tijdstip van toediening, de gebruikte toedieningsapparatuur (zwaarte, inwerkmethodes, werkbreedte), het klaveraandeel en met perceels- en weersomstandigheden. Ook is het denkbaar dat de afwezigheid van voldoende geschikte bodemorganismen beperkend kan zijn voor de beschikbaarheid van N. Over de vraag of dit onder Nederlandse praktijkomstandigheden enige betekenis heeft, bestaat onder onderzoekers overigens verschil van mening.

Een aantal van de voornoemde hebben we geprobeerd te beantwoorden op het melkveehouderijbedrijf van Bioveem-deelnemer Durk Oosterhof in Drachten. Het beoogde resultaat van de werkzaamheden is:

- Kwantificering van de ruwvoederproductie van gras-klaverweiden onder invloed van de mestgift en de wijze (i.e. tijdstip en inwerktechniek als gecombineerde functie van de gekozen machine) op basis van veldproeven in 2002 en 2003
- Een schatting van de hoeveelheid mest die biologische veehouders zonder gevaar van productieverlies aan biologische akkerbouwers kunnen verkopen (voorzien voor 2004 en 2005)
- Een 'contextueel verkregen' en daarmee voor betrokkenen acceptabel resultaat.

Dit interne rapport doet verslag van het eerste onderdeel van het beoogde resultaat: de voorjaarsgroei van gras in relatie tot de gevolgde bemestingsstrategie. In het eindrapport zal, mede op basis van dit interne rapport, een schatting worden gemaakt van de hoeveelheid mest die door een melkveebedrijf kan worden afgevoerd.

## 2. Werkwijze

Op een tweetal percelen blijvend grasland zijn in 2002 éénvoudige strokenproeven aangelegd waarin in 2002 en 2003 onder meer opbrengsten zijn bepaald. De locatie van de stroken was in beide jaren exact hetzelfde, de behandelingen in grote lijnen ook. De percelen zijn relatief laat als gevolg van de textuur (leemhoudend zand, leembank in ondergrond) en ligging ten opzichte van het slootpeil. Perceel 1 is in 1990 ingezaaid met Milka. Perceel 2 is in 1997 (her)ingezaaid met Quartet. De vorm en grootte van de percelen (beide 4 akkers van circa 15 meter breedte, met tussenliggende 'greppels') laat slechts een kleine proef toe waarin de ontrafeling van factoren maar beperkt mogelijk is. Gekozen is voor de vergelijking van machines en niet voor een vergelijking van pakketten waarin tijdstip en machine verstrengeld (lichte apparatuur vroeg, zware apparatuur laat). Voor de toediening is gebruikt gemaakt van hetzij de zodebemester, hetzij de sleepvoet (met aanvoer van mest via een slang), hetzij de bovengrondse toediening met een vacuümtank. Deze apparaten verschillen nogal in werkbreedte en daarmee in de mate waarin het perceel wordt bereiden (Tabel 1). Naast een onbemeste controle, werd de drijmest op twee niveaus gedoseerd: 15 m<sup>3</sup> per ha en 30 m<sup>3</sup> per ha. Vanwege de beperkte ruimte en de wens de proef in tweevoud (t.w. op twee percelen) aan te leggen, is bovengrondse toedieningstechniek niet bij beide maar slechts bij een dosering van 30 m<sup>3</sup> per ha beproefd. De bovenstaande bemestingsstrategieën leveren in totaal zes behandelingen op (zie Tabel 1). De fosfaat- en kalivoorziening van beide percelen lijkt in orde (Tabel 2). Om een betrouwbaar beeld van de N-werking te krijgen, is desondanks besloten om alle behandelingen van min of meer gelijke hoeveelheden fosfaat en kali te voorzien. Daartoe is aanvullend bemest met patentkali en natuurfosfaat (Gafsa) (Tabel 1).

Uitvoeringsdata van de verschillende werkzaamheden staan vermeld in Tabel 3. Uit die tabel blijkt alleen dat de eerste sneden bij beide percelen in beide jaren zijn gemaaid. Volgende sneden zijn in sommige gevallen gemaaid en in andere gevallen afgeweid. Dat betekent dat latere sneden en dus ook jaaropbrengsten niet puur de weerslag vormen van de in Tabel 1 vermelde behandelingen. Zo ontvingen 'onbemeste' behandelingen in elk geval weidemest.

Anders dan in de praktijk wellicht mogelijk is, vond de bovengrondse toediening van mest niet eerder maar ongeveer gelijk plaats met de andere toedieningswijzen. Omdat de samenstelling van de mest in 2002 per machine verschilde (Tabel 4), is bij bemesting met de sleepvoet circa 20% minder N-totaal toegediend dan bij zodebemesting en bovengrondse toediening, maar circa 30% meer ammonium-N.

Beide jaren was groeiseizoen warmer dan normaal. Qua neerslag was 2002 nat (met name in februari, april, juli en augustus) en 2003 droog (met name februari, maart en augustus) (Tabel 5).

Opbrengstbepalingen in de proefstroken zijn in zowel het bereiden als het onbereiden deel van de behandeling uitgevoerd. De uitgemaaidde stroken hadden in 2002 minimaal 6 meter lengte en 0,5 tot 1,5 meter breedte. In 2003 waren de stroken over het algemeen iets langer. Een belangrijk verschil tussen 2002 en 2003 is dat in 2003 de metingen elke keer op dezelfde plaats zijn gedaan.

Verder is in alle proefoogsten (met uitzondering van de eerste twee sneden in 2002) vastgesteld welk deel van de drogestof uit grassen dan wel klaver bestond. Van alle sneden en alle behandelingen is het drogestof- en N-gehalte bepaald. De voederwaarde (2002, 2003) en gehalten aan overige macro- en micro-elementen (alleen 2002) is slechts bepaald in de onbemeste behandeling en de behandeling waarin 30 m<sup>3</sup> drijfmest per ha via zodebemesting werd toegediend.

In 2002 is begin mei verder op elk van de percelen de indringingsweerstand bepaald met een penetrometer tot op een meter diepte. Daarbij is net als bij de opbrengstbepaling een onderscheid gemaakt tussen het bereiden en het onbereiden deel van elke behandeling).



### 3. Resultaten en discussie

#### *Algemeen*

Perceel 1 bracht in beide jaren ongeveer evenveel drogestof op (Tabel 6). Alleen in 2002 bracht perceel 2 duidelijk meer op dan perceel 1. Tussen de beide jaren trad een groot verschil in spoor schade op. In 2002 bleef de opbrengst van gras in de sporen achter, in 2003 bleef de opbrengst juist buiten de sporen achter. Dit uitblijven van een positief effect van niet-berijden door mesttoedieningsapparatuur in 2003, kon niet steeds worden toegeschreven aan het negatieve berijdingseffect van de opraapwagens (buiten het spoor van de mestapparatuur) omdat het verschijnsel op perceel 1, met name, al sterk zichtbaar was in de eerste snede. In beide jaren was de spoor schade het geringst bij bovengrondse toediening. Omdat de totale opbrengst (gewogen gemiddeld over sporen en niet-sporen) in beide jaren eerder lager dan hoger was bij bovengrondse toediening, heeft het uitblijven van spoor schade bij bovengrondse toediening mogelijk evenzeer te maken met een negatief effect van bovengronds toegediende mest buiten de sporen door vervuiling van het blad, als met het daadwerkelijk uitblijven van schade in het spoor bij bovengrondse toediening. Het N-gehalte van het gras was in 2003 in het algemeen wat lager dan in 2002 en op perceel 2 hoger dan op perceel 1 (Tabel 7). Gecombineerd met de opbrengstverschillen, leidde dat tot grote verschillen in N-opbrengst tussen jaren en percelen (Tabel 8). Het hogere N-gehalte en de hogere N-opbrengst van perceel 2 hield verband met de hogere klaverbezetting (Tabel 9). Het aandeel klaver in de drogestof bedroeg minder dan 0-5% op perceel 1 in 2002 en circa 10-20% in 2003, terwijl het op perceel 2 gemiddeld 30-40% was. Op beide percelen leek de klaverbezetting iets toe te nemen naarmate de bemesting lager was.

#### *Bemestingseffecten op opbrengst van gras*

Op perceel 1 met weinig klaver, reageerde de drogestofopbrengst van gras positief op een mestgift, het sterkst bij gebruik van de sleepvoet en het minst bij gebruik van de zodebemester. Daarbij leek een mestgift van 30 m<sup>3</sup> per ha niet tot meer opbrengst te leiden dan een gift van 15 m<sup>3</sup> per ha. Op perceel 2 met weinig klaver, reageerde de drogestofopbrengst van gras niet of negatief op een mestgift. Schade aan de opbrengst was op perceel 2 in beide jaren juist het geringst bij gebruik van de zodebemester (Tabel 10).

Ondanks het positieve effect van bemesting op de jaaropbrengst van perceel 1 in 2002, leidde bemesting in het spoor tot een lagere opbrengst van de eerste snede (Tabel 11). Later in het jaar trok dat bij maar de grasgroei buiten het spoor was ook op jaarbasis beter dan die in het spoor (Tabel 12). In 2003 was de opbrengst juist in het spoor beter. Dit effect trad al op in de eerste snede (Tabel 11). Op perceel 2 waar bemesting sowieso weinig effect had, werd het positieve effect van bemesting buiten het spoor in 2002 min of meer teniet gedaan door het negatieve effect van bemesting binnen het spoor. In 2003 was de opbrengst buiten het spoor op perceel 2 in de eerste snede hoger dan die in het spoor (overeenkomstig het beeld in 2002; Tabel 11). In latere sneden bleef de opbrengst van perceel 2 met name buiten het spoor sterk achter (ten opzichte van het onbemeste perceelsdeel) met als gevolg dat de jaaropbrengst (Tabel 12) achterbleef bij bemesting. Berijdingsschade door opraapwagens kan hierbij een rol gespeeld hebben op, met name, perceel 2.

Het achterblijven van de opbrengst in de sporen in 2002 kon in verband worden gebracht met een klein verschil in indringingsweerstand van de bodem in de laag 0-30 cm. Overigens was in de laag daaronder op perceel 2 juist de bodem onder het spoor beter indringbaar (Tabel 13). In Figuur 1 worden de waarnemingen per werktuig uitgesplitst. De figuur beperkt zich tot de bovenste bodemlaag en (naast de onbemeste controle) behandelingen waarbij 30 m<sup>3</sup> mest per ha werd toegediend. Ook tussen werktuigen traden geen duidelijke verschillen in indringingsweerstand op. Over het algemeen was de bodem in het spoor dichter dan buiten het spoor. Dit verschijnsel trad het sterkst op bij zodebemesting op perceel 1 in de laag 20-30 cm. De opbrengstverschillen binnen percelen (spoor, niet-spoor) konden in verband gebracht worden met de verschillen in indringingsweerstand. De opbrengstverschillen tussen de beide percelen echter niet (Figuur 2).

#### *Bemestingseffecten op samenstelling van gras*

In beide jaren was het N-gehalte van het gras vrij laag, vooral op perceel 1 waar het klaveraandeel laag was. Het ruweiwitgehalte schommelde tussen 14 en 18 procent. Zelfs op perceel 1 waar het gras nog enigszins positief reageerde op bemesting, werd bij de onbemeste controle een min of meer even hoog N-gehalte gevonden als bij bemesting (Tabel 14 en 15), in tegenstelling tot het gebruikelijke beeld dat N-gehalten bij N-limitering dalen. Mogelijke oorzaak van het uitblijven van dit beeld is gelegen in het hogere klaveraandeel van de controle, althans in 2003. Op perceel 2 is het uitblijven van een bemestingseffect op het N-gehalte in beide jaren wellicht terug te voeren op het verhoogde klaveraandeel van de onbemeste controle (Tabel 9). Overigens konden geen systematische verschillen worden gevonden in het N-gehalte van gras in het spoor en gras buiten het spoor (Tabel 14 en 15).

Bemesting had geen duidelijk effect op de voederwaarde (VEM, DVE, OEB). Op perceel 1 waar het gras enigszins positief reageerde op bemesting, was de voederwaarde van bemest gras iets hoger in 2002 en iets lager in 2003 (Tabel 16 en 17). Uit de analyse van de minerale samenstelling van het gras in 2002 (Tabel 16) blijkt dat met name de gehalten aan zink, ijzer, kobalt en selenium achterblijven bij de BLGG-streefwaarden. Overigens treden daarbij tussen

percelen en behandelingen geen duidelijke verschillen op, zodat het niet waarschijnlijk is dat de grasgroei geleden heeft onder tekorten aan deze elementen.

#### *Bemestingseffecten op benutting van mest-N door gras*

De mate waarin de N-opbrengst van gras verhoogd is ten opzichte van de N-opbrengst van onbemeste controles, is een maat voor de benutting van mest-N. Op perceel 1 gaf de sleepvoet relatief de hoogste benutting van mest-N in zowel 2002 (Tabel 18) als 2003 (Tabel 19). Zo de opbrengst van perceel 2 al op mest reageerde, was de benutting relatief het hoogst bij zodebemesting. Overeenkomstig de effecten op opbrengsten, was de benutting van mest-N in 2002 over het algemeen wat beter buiten het spoor en in 2003 binnen het spoor.

In absolute zin was de benutting van mest-N in alle gevallen laag of zelfs negatief. Op perceel 2 viel dat toe te schrijven aan het feit dat er door het hoge klaver aandeel geen vraag naar N was. Op perceel 1 waar wel een vraag naar N bestond, was de benutting bij zodebemesting (gemiddeld over jaren en giften) 13%, bij sleepvoet (gemiddeld over jaren en giften) 48% en bij bovengrondse toediening (gemiddeld over jaren) 4%. Dit is laag in aanmerking genomen dat gras een goede benutter van minerale bodem-N is, eenderde tot de helft van de mest-N direct opneembaar was (Tabel 4), en van de organische N-fractie ook nog een deel vrijkomt in het jaar van toediening. Een deel van de verklaring bestaat wellicht uit het feit dat de controle waartegen de benutting wordt afgemeten, niet geheel onbemest was: de controle stroken ontvingen meer of minder weidemest in die delen van het jaar dat de percelen beweid werden (Tabel 3).

#### **4. Conclusies**

1. Omdat geen van beide proeven in herhalingen zijn uitgevoerd, is een statistische toetsing niet mogelijk en dienen de resultaten met voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd.
2. Toedienen van mest heeft alleen zin bij een laag klaveraandeel.
3. Op het perceel met het lage klaveraandeel nam het bemestende effect toe in de volgorde bovengronds<zodebemesting<sleepvoet; op het perceel met het hoge klaveraandeel nam het negatieve effect van bemesting toe in de volgorde bovengronds>sleepvoet>zodebemesting.
4. Het niet zichtbaar zijn van spoorschade bij bovengrondse toediening hoeft niet perse te wijzen op afwezigheid van spoorschade; het kan ook een gevolg zijn van een negatief effect van de bedekking van het gras door mest buiten de sporen.
5. De samenstelling en voederwaarde van gras ondervond geen duidelijke invloed van de bemesting.

**Tabel 1a** Behandelingen in 2002

| Mestgift, m <sup>3</sup><br>per ha | Machine      | Mineralen in<br>mest per ha |                                  |                     | Bereden<br>aandeel van<br>perceel | Kunst-<br>mest-<br>aanvulling    |                     |
|------------------------------------|--------------|-----------------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------|
|                                    |              | Kg N-totaal                 | Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Kg K <sub>2</sub> O |                                   | Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Kg K <sub>2</sub> O |
| 0                                  | Geen         | 0                           | 0                                | 0                   | 0%                                | 44                               | 174                 |
| 15                                 | Zodebemester | 53                          | 18                               | 90                  | 33%                               | 22                               | 87                  |
|                                    | Sleepvoet*   | 44                          | 20                               | 80                  | 17%                               | 22                               | 87                  |
| 30                                 | Zodebemester | 105                         | 36                               | 180                 | 33%                               | 0                                | 0                   |
|                                    | Sleepvoet*   | 87                          | 39                               | 159                 | 17%                               | 0                                | 0                   |
|                                    | Bovengronds  | 105                         | 36                               | 180                 | 8%                                | 0                                | 0                   |

\*met toevoer via slang

**Tabel 1b** Behandelingen in 2003

| Mestgift, m <sup>3</sup><br>per ha | Machine      | Mineralen in<br>mest per ha |                                  |                     | Bereden<br>aandeel van<br>perceel | Kunst-<br>mest-<br>aanvulling    |                     |
|------------------------------------|--------------|-----------------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------|
|                                    |              | Kg N-totaal                 | Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Kg K <sub>2</sub> O |                                   | Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Kg K <sub>2</sub> O |
| 0                                  | Geen         | 0                           | 0                                | 0                   | 0%                                | 40                               | 170                 |
| 15                                 | Zodebemester | 47                          | 20                               | 92                  | 33%                               | 20                               | 85                  |
|                                    | Sleepvoet*   | 47                          | 21                               | 93                  | 17%                               | 20                               | 85                  |
| 30                                 | Zodebemester | 93                          | 39                               | 183                 | 33%                               | 0                                | 0                   |
|                                    | Sleepvoet*   | 93                          | 42                               | 186                 | 17%                               | 0                                | 0                   |
|                                    | Bovengronds  | 93                          | 42                               | 186                 | 8%                                | 0                                | 0                   |

\*met toevoer via slang

**Tabel 2** Bodemvruchtbaarheidstoestand (november 2001 en 2003)

| Perceel | Jaar | Laag (cm) | Kenmerk: |                 |         |     |      |         |        |        |
|---------|------|-----------|----------|-----------------|---------|-----|------|---------|--------|--------|
|         |      |           | pH-KCl   | Org.<br>stof, % | Ntot, % | NLV | P-Al | K-getal | Na, %  | Mg, %  |
| 1       | 2001 | 0-10      | 5.9      | 6.6             | -       | 174 | 33   | 32      | -      | -      |
|         |      | 0-20      | 5.0      | 6.1             | -       | 182 | 21   | 22      | -      | -      |
|         | 2003 | 0-10      | 4.9      | 7.2             | 0.33    | 209 | 31   | 29      | 0.0027 | 0.0193 |
| 2       | 2001 | 0-10      | 5.4      | 7.5             | -       | 200 | 30   | 25      | -      | -      |
|         |      | 0-20      | 5.2      | 6.7             | -       | 171 | 28   | 18      | -      | -      |
|         | 2003 | 0-10      | 5.1      | 7.4             | 0.52    | 230 | 27   | 20      | 0.0027 | 0.0181 |

**Tabel 3** Uitvoeringsdata van werkzaamheden

| Jaar       |                 | 2002     |          | 2003     |          |
|------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|
| Perceel    |                 | 1        | 2        | 1        | 2        |
| Bemesten   | Zodebemesting   | 2 april  | 2 april  | 24 maart | 24 maart |
|            | Sleepvoet       | 27 maart | 27 maart | 21 maart | 21 maart |
|            | Bovengronds     | 3 april  | 3 april  | 24 maart | 24 maart |
| Proefoogst | Daarna maaien   | 13 mei   | 13 mei   | 27 mei   | 27 mei   |
| Proefoogst | Daarna maaien   |          | 8 juli   | 14 juli  | 9 juli   |
| Proefoogst | Daarna maaien   |          | 13 aug   |          |          |
| Proefoogst | Daarna beweiden | 25 juni  | 5 sept   | 21ug     | 10 aug   |
| Proefoogst | Uitscharen      |          |          | 23 aug   | 14 aug   |
|            | Daarna beweiden | 24 juli  | 4 okt    | 14 sept  | 11 sept  |
| Proefoogst | Uitscharen      |          |          | 17 sept  | 13 sept  |
|            | Daarna beweiden | 17 sept  |          |          |          |
|            | Uitscharen      |          |          |          |          |

**Tabel 4** Samenstelling gebruikte rundveedrijfmest

|                                   | 2002      |                               | 2003      |             |               |
|-----------------------------------|-----------|-------------------------------|-----------|-------------|---------------|
|                                   | 27 maart  | 3 april                       | 21 maart  | 24 maart    | 24 maart      |
|                                   | Sleepvoet | Zodebemesting,<br>bovengronds | Sleepvoet | Bovengronds | Zodebemesting |
| Drogestof, %                      | 6.9       | 9.0                           | 8.8       | 8.6         | 9.5           |
| Organische stof, %                | 5.3       | 7.2                           | 6.8       | 6.7         | 7.4           |
| N-totaal, %                       | 0.29      | 0.35                          | 0.31      | 0.31        | 0.31          |
| NH <sub>4</sub> -N, %             | 0.14      | 0.11                          | 0.14      | 0.17        | 0.15          |
| NH <sub>4</sub> -N/Ntotaal, kg/kg | 0.48      | 0.31                          | 0.45      | 0.55        | 0.48          |
| C / N-totaal, kg/kg               | 8.2       | 9.3                           | 9.9       | 9.7         | 10.7          |
| C / N-organisch,<br>kg/kg         | 15.9      | 13.5                          | 18.0      | 21.5        | 20.8          |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , % | 0.13      | 0.12                          | 0.14      | 0.14        | 0.13          |
| K <sub>2</sub> O, %               | 0.53      | 0.67                          | 0.62      | 0.62        | 0.61          |
| MgO, %                            | 0.08      | 0.09                          | 0.09      | 0.09        | 0.09          |
| NaO, %                            | <0.06     | <0.06                         | <0.06     | <0.06       | <0.06         |

**Tabel 5** Weersomstandigheden 2002 – 2003 (Vliegbasis Leeuwarden)

| Maand:           |         | Jan | Feb | Mrt | Apr | Mei  | Juni | Juli | Aug  | Sep  | Okt  |
|------------------|---------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| Temperatuur (°C) | 2002    | 4.2 | 6.1 | 6.4 | 8.6 | 12.7 | 16.0 | 17.0 | 18.8 | 15.0 | 8.8  |
|                  | 2003    | 2.3 | 1.0 | 6.1 | 9.0 | 12.5 | 16.9 | 18.3 | 18.5 | 14.3 | 7.2  |
|                  | Normaal | 2.4 | 2.5 | 5.0 | 7.4 | 11.6 | 14.3 | 16.4 | 16.6 | 13.9 | 10.1 |
| Neerslag (mm)    | 2002    | 76  | 146 | 25  | 70  | 48   | 76   | 98   | 140  | 50   | 96   |
|                  | 2003    | 59  | 23  | 25  | 42  | 99   | 46   | 67   | 10   | 50   | 78   |
|                  | Normaal | 66  | 42  | 59  | 38  | 51   | 69   | 64   | 60   | 82   | 78   |

**Tabel 6** Effect van bemestingsstrategieën op de drogestofopbrengst van gras (ton per ha) per snede en totaal, gewogen gemiddeld over bereiden en onbereiden perceelsdelen, en de gemiddelde reductie in het spoor ten opzichte de opbrengst buiten het spoor (bedrijf Durk Oosterhof, 2002 en 2003)

| Perc | Jaar | Mestgift, m <sup>3</sup> per ha | Machine      | Opbrengst |         |         |         |         | Spoor-schade |        |
|------|------|---------------------------------|--------------|-----------|---------|---------|---------|---------|--------------|--------|
|      |      |                                 |              | Snede 1   | Snede 2 | Snede 3 | Snede 4 | Snede 5 |              | Som    |
| 1    | '02  | 0                               | Geen         | 3.3       | 2.3     | 0.9     | 1.0     |         | 7.5          | n.v.t. |
|      |      | 15                              | Zodebemester | 3.4       | 2.4     | 0.7     | 1.7     |         | 8.3          | 95     |
|      |      |                                 | Sleepvoet    | 3.6       | 2.5     | 1.1     | 0.9     |         | 8.2          | 91     |
|      | 30   | Zodebemester                    | 3.1          | 2.5       | 0.7     | 1.0     |         | 7.2     | 68           |        |
|      |      | Sleepvoet                       | 3.2          | 2.5       | 0.9     | 1.1     |         | 7.8     | 92           |        |
|      |      | Bovengronds                     | 2.9          | 2.4       | 0.9     | 1.1     |         | 7.3     | 107          |        |
|      | '03  | 0                               | Geen         | 2.9       | 1.5     | 1.0     | 0.9     |         | 6.2          | n.v.t. |
|      |      | 15                              | Zodebemester | 4.0       | 1.5     | 1.2     | 0.5     |         | 7.2          | 103    |
|      |      |                                 | Sleepvoet    | 4.4       | 1.7     | 1.3     | 0.7     |         | 8.1          | 100    |
| 30   |      | Zodebemester                    | 4.2          | 1.4       | 0.9     | 0.3     |         | 6.7     | 97           |        |
|      |      | Sleepvoet                       | 5.0          | 1.9       | 1.3     | 0.7     |         | 8.8     | 106          |        |
|      |      | Bovengronds                     | 4.4          | 2.0       | 1.0     | 0.9     |         | 8.2     | 132          |        |
| 2    | '02  | 0                               | Geen         | 4.4       | 3.5     | 2.4     | 1.6     | 0.8     | 12.7         | n.v.t. |
|      |      | 15                              | Zodebemester | 4.5       | 3.5     | 2.6     | 1.7     | 1.0     | 13.2         | 95     |
|      |      |                                 | Sleepvoet    | 4.0       | 2.9     | 2.1     | 1.0     | 0.8     | 10.8         | 86     |
|      | 30   | Zodebemester                    | 4.0          | 4.0       | 2.2     | 1.6     | 0.9     | 12.7    | 92           |        |
|      |      | Sleepvoet                       | 4.3          | 4.0       | 2.4     | 1.3     | 1.0     | 13.0    | 88           |        |
|      |      | Bovengronds                     | 3.3          | 3.6       | 2.4     | 1.5     | 0.9     | 11.7    | 121          |        |
|      | '03  | 0                               | Geen         | 4.3       | 2.5     | 1.7     | 0.4     |         | 8.9          | n.v.t. |
|      |      | 15                              | Zodebemester | 4.9       | 2.2     | 1.3     | 0.3     |         | 8.8          | 106    |
|      |      |                                 | Sleepvoet    | 3.9       | 1.3     | 1.2     | 0.3     |         | 6.7          | 102    |
| 30   |      | Zodebemester                    | 4.7          | 2.2       | 1.6     | 0.4     |         | 8.9     | 120          |        |
|      |      | Sleepvoet                       | 4.6          | 2.0       | 1.2     | 0.3     |         | 8.1     | 98           |        |
|      |      | Bovengronds                     | 4.6          | 2.1       | 1.2     | 0.4     |         | 8.2     | 121          |        |

**Tabel 7** Effect van bemestingsstrategieën op het stikstofgehalte van gras (% N in de drogestof = % ruwweiwit in drogestof/ 6,25) per snede en totaal, gewogen gemiddeld over bereiden en onbereiden perceelsdelen (bedrijf Durk Oosterhof, 2002 en 2003)

| Perc | Jaar | Mestgift, m <sup>3</sup><br>per ha | Machine      | N-gehalte    |         |         |         |         |      |     |
|------|------|------------------------------------|--------------|--------------|---------|---------|---------|---------|------|-----|
|      |      |                                    |              | Snede 1      | Snede 2 | Snede 3 | Snede 4 | Snede 5 | Gem. |     |
| 1    | '02  | 0                                  | Geen         | 2.5          | 2.3     | 3.0     | 3.1     |         | 2.6  |     |
|      |      | 15                                 | Zodebemester | 2.5          | 2.0     | 2.8     | 3.1     |         | 2.5  |     |
|      |      |                                    | Sleepvoet    | 2.5          | 2.2     | 2.6     | 2.8     |         | 2.5  |     |
|      | 30   | Zodebemester                       | 2.7          | 2.2          | 2.7     | 3.4     |         | 2.6     |      |     |
|      |      | Sleepvoet                          | 2.6          | 2.3          | 2.8     | 3.2     |         | 2.6     |      |     |
|      |      | Bovengronds                        | 2.3          | 2.0          | 2.4     | 3.5     |         | 2.4     |      |     |
|      | 1    | '03                                | 0            | Geen         | 1.7     | 1.9     | 3.4     | 4.3     |      | 2.4 |
|      |      |                                    | 15           | Zodebemester | 1.8     | 2.2     | 3.3     | 3.8     |      | 2.3 |
|      |      |                                    |              | Sleepvoet    | 1.8     | 2.6     | 3.6     | 4.1     |      | 2.4 |
| 30   |      | Zodebemester                       | 1.8          | 2.0          | 2.9     | 3.6     |         | 2.0     |      |     |
|      |      | Sleepvoet                          | 1.9          | 1.9          | 3.0     | 3.7     |         | 2.4     |      |     |
|      |      | Bovengronds                        | 1.7          | 2.2          | 2.8     | 2.9     |         | 2.1     |      |     |
| 2    |      | '02                                | 0            | Geen         | 2.3     | 2.5     | 3.3     | 4.0     | 5.0  | 2.9 |
|      |      |                                    | 15           | Zodebemester | 2.5     | 2.1     | 3.0     | 3.7     | 5.0  | 2.8 |
|      |      |                                    |              | Sleepvoet    | 2.4     | 1.9     | 3.2     | 3.1     | 4.4  | 2.6 |
|      | 30   | Zodebemester                       | 2.7          | 2.4          | 3.3     | 3.7     | 4.9     | 3.0     |      |     |
|      |      | Sleepvoet                          | 2.3          | 2.4          | 3.1     | 4.0     | 4.8     | 2.9     |      |     |
|      |      | Bovengronds                        | 2.4          | 2.0          | 3.2     | 3.7     | 4.3     | 2.8     |      |     |
|      | 2    | '03                                | 0            | Geen         | 2.1     | 3.0     | 3.5     | 4.4     |      | 2.7 |
|      |      |                                    | 15           | Zodebemester | 1.8     | 2.8     | 3.4     | 3.8     |      | 2.4 |
|      |      |                                    |              | Sleepvoet    | 1.9     | 2.5     | 3.4     | 3.6     |      | 2.4 |
| 30   |      | Zodebemester                       | 2.1          | 3.0          | 3.6     | 3.9     |         | 2.6     |      |     |
|      |      | Sleepvoet                          | 2.1          | 2.9          | 3.4     | 3.9     |         | 2.5     |      |     |
|      |      | Bovengronds                        | 2.0          | 2.7          | 3.5     | 4.0     |         | 2.5     |      |     |



**Tabel 8** Effect van bemestingsstrategieën op het de stikstofopbrengst per snede en totaal (kg N per ha), gewogen gemiddeld over bereiden en onbereiden perceelsdelen (bedrijf Durk Oosterhof, 2002 en 2003)

| Perc | Jaar | Mestgift, m <sup>3</sup><br>per ha | Machine      | Opbrengst |         |         |         |         |     |
|------|------|------------------------------------|--------------|-----------|---------|---------|---------|---------|-----|
|      |      |                                    |              | Snede 1   | Snede 2 | Snede 3 | Snede 4 | Snede 5 | Som |
| 1    | '02  | 0                                  | Geen         | 82        | 52      | 26      | 32      |         | 192 |
|      |      | 15                                 | Zodebemester | 88        | 47      | 20      | 52      |         | 207 |
|      |      |                                    | Sleepvoet    | 92        | 56      | 29      | 26      |         | 202 |
|      | 30   | Zodebemester                       | 84           | 54        | 18      | 34      |         | 191     |     |
|      |      | Sleepvoet                          | 85           | 58        | 25      | 36      |         | 204     |     |
|      |      | Bovengronds                        | 66           | 48        | 21      | 38      |         | 173     |     |
| 1    | '03  | 0                                  | Geen         | 49        | 28      | 35      | 36      |         | 147 |
|      |      | 15                                 | Zodebemester | 71        | 34      | 40      | 20      |         | 165 |
|      |      |                                    | Sleepvoet    | 79        | 45      | 46      | 27      |         | 198 |
|      | 30   | Zodebemester                       | 73           | 28        | 26      | 10      |         | 137     |     |
|      |      | Sleepvoet                          | 95           | 36        | 37      | 27      |         | 195     |     |
|      |      | Bovengronds                        | 76           | 43        | 28      | 25      |         | 171     |     |
| 2    | '02  | 0                                  | Geen         | 102       | 87      | 78      | 63      | 41      | 371 |
|      |      | 15                                 | Zodebemester | 113       | 74      | 77      | 64      | 50      | 376 |
|      |      |                                    | Sleepvoet    | 97        | 55      | 68      | 30      | 35      | 285 |
|      | 30   | Zodebemester                       | 107          | 95        | 73      | 59      | 46      | 380     |     |
|      |      | Sleepvoet                          | 97           | 97        | 74      | 53      | 49      | 370     |     |
|      |      | Bovengronds                        | 79           | 74        | 77      | 54      | 38      | 323     |     |
| 2    | '03  | 0                                  | Geen         | 91        | 74      | 61      | 15      |         | 241 |
|      |      | 15                                 | Zodebemester | 88        | 63      | 46      | 13      |         | 209 |
|      |      |                                    | Sleepvoet    | 75        | 32      | 41      | 10      |         | 159 |
|      | 30   | Zodebemester                       | 99           | 63        | 57      | 14      |         | 233     |     |
|      |      | Sleepvoet                          | 95           | 56        | 40      | 13      |         | 205     |     |
|      |      | Bovengronds                        | 92           | 56        | 41      | 15      |         | 203     |     |

**Tabel 9** Klaveraandeel in drogestof (%) in 2002 en 2003 en relatieve klaveraandeel in spoor in 2003

| Perc | Jaar | Mestgift,<br>m <sup>3</sup> per ha | Machine                                  | Klaver in ds (%) |                |                |                |                | Rel. in<br>spoor |                                     |
|------|------|------------------------------------|--|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|-------------------------------------|
|      |      |                                    |  | Snede 1          | Snede 2        | Snede 3        | Snede 4        | Snede 5        |                  | Gem.                                |
| 1    | '02  | 0                                  | Geen                                     |                  |                | 1              | 2              |                | 2                | n.v.t.                              |
|      |      | 15                                 | Zodebemester<br>Sleepvoet                |                  |                | 1<br>4         | 1<br>2         |                | 1<br>3           | niet bep.<br>niet bep.              |
|      |      | 30                                 | Zodebemester<br>Sleepvoet<br>Bovengronds |                  |                | 1<br>0<br>1    | 1<br>1<br>2    |                | 1<br>0<br>2      | niet bep.<br>niet bep.<br>niet bep. |
| 1    | '03  | 0                                  | Geen                                     | 1                | 33             | 21             | 3              |                | 15               | n.v.t.                              |
|      |      | 15                                 | Zodebemester<br>Sleepvoet                | 1<br>0           | 17<br>33       | 22<br>21       | 17<br>25       |                | 14<br>20         | 94<br>85                            |
|      |      | 30                                 | Zodebemester<br>Sleepvoet<br>Bovengronds | 0<br>0<br>0      | 11<br>2<br>10  | 4<br>2<br>5    | 10<br>1<br>5   |                | 6<br>1<br>5      | 351<br>149.<br>99                   |
| 2    | '02  | 0                                  | Geen                                     |                  |                | 36             | 57             | 42             | 45               | n.v.t.                              |
|      |      | 15                                 | Zodebemester<br>Sleepvoet                |                  |                | 21<br>13       | 32<br>24       | 14<br>18       | 23<br>18         | niet bep.<br>niet bep.              |
|      |      | 30                                 | Zodebemester<br>Sleepvoet<br>Bovengronds |                  |                | 36<br>26<br>20 | 51<br>32<br>37 | 29<br>17<br>31 | 39<br>25<br>29   | niet bep.<br>niet bep.<br>niet bep. |
| 2    | '03  | 0                                  | Geen                                     | 12               | 52             | 61             | 39             |                | 41               | n.v.t.                              |
|      |      | 15                                 | Zodebemester<br>Sleepvoet                | 7<br>4           | 43<br>24       | 46<br>40       | 34<br>24       |                | 32<br>23         | 128<br>80                           |
|      |      | 30                                 | Zodebemester<br>Sleepvoet<br>Bovengronds | 8<br>5<br>6      | 33<br>30<br>38 | 50<br>40<br>47 | 33<br>23<br>23 |                | 31<br>24<br>29   | 122<br>138<br>93                    |

**Tabel 10** Effect van bemestingsstrategieën op de relatieve drogestofopbrengst (ten opzichte van de onbemeste controle) op Perceel 1 (opbrengst onbemeste controle = circa 7 ton ds per ha en klaver-aandeel in ds circa 10%) en op Perceel 2 (opbrengst onbemeste controle = circa 11 ton ds per ha en klaveraandeel in ds circa 30%), gewogen gemiddeld in bereden en onbereden perceelsdelen, gesommeerd over sneden 1, 2 en 3 (bedrijf Durk Oosterhof, 2002 en 2003)

| Jaar      | Mestgift, m <sup>3</sup><br>per ha | Machine      | Perceel 1, weinig klaver | Perceel 2, veel klaver |
|-----------|------------------------------------|--------------|--------------------------|------------------------|
| 2002      | 15                                 | Zodebemester | 110 %                    | 104 %                  |
|           |                                    | Sleepvoet    | 109 %                    | 85 %                   |
|           | 30                                 | Zodebemester | 96 %                     | 100 %                  |
|           |                                    | Sleepvoet    | 104 %                    | 102 %                  |
|           |                                    | Bovengronds  | 97 %                     | 92 %                   |
| 2003      | 15                                 | Zodebemester | 115 %                    | 99 %                   |
|           |                                    | Sleepvoet    | 130 %                    | 75 %                   |
|           | 30                                 | Zodebemester | 108 %                    | 99 %                   |
|           |                                    | Sleepvoet    | 141 %                    | 90 %                   |
|           |                                    | Bovengronds  | 132 %                    | 92 %                   |
| Gemiddeld | 15                                 | Zodebemester | 113 %                    | 102 %                  |
|           |                                    | Sleepvoet    | 119 %                    | 81 %                   |
|           | 30                                 | Zodebemester | 101 %                    | 100 %                  |
|           |                                    | Sleepvoet    | 121 %                    | 98 %                   |
|           |                                    | Bovengronds  | 113 %                    | 92 %                   |

**Tabel 11** Effect van bemestingsstrategieën op de relatieve drogestofopbrengst van alleen de *eerste snede* (ten opzichte van de onbemeste controle) op Perceel 1 (opbrengst onbemeste controle = circa 3 ton ds per ha en klaveraandeel in ds circa 0%) en op Perceel 2 (opbrengst onbemeste controle = ruim 4 ton ds per ha en klaveraandeel in ds circa 10%), in bereden ('spoor') en onbereden ('buiten spoor') perceelsdelen (bedrijf Durk Oosterhof, 2002 en 2003)

| Jaar | Mestgift, m <sup>3</sup> per ha | Machine      | Perceel 1, weinig klaver |                | Perceel 2, veel klaver |                |
|------|---------------------------------|--------------|--------------------------|----------------|------------------------|----------------|
|      |                                 |              | 'spoor'                  | 'buiten spoor' | 'spoor'                | 'buiten spoor' |
| 2002 | 15                              | Zodebemester | 99 %                     | 106 %          | 93 %                   | 105 %          |
|      |                                 | Sleepvoet    | 97 %                     | 112 %          | 77 %                   | 93 %           |
|      | 30                              | Zodebemester | 62 %                     | 108 %          | 78 %                   | 95 %           |
|      |                                 | Sleepvoet    | 91 %                     | 98 %           | 85 %                   | 99 %           |
|      |                                 | Bovengronds  | 69 %                     | 89 %           | 73 %                   | 75 %           |
| 2003 | 15                              | Zodebemester | 154 %                    | 128 %          | 102 %                  | 117 %          |
|      |                                 | Sleepvoet    | 152 %                    | 151 %          | 87 %                   | 92 %           |
|      | 30                              | Zodebemester | 144 %                    | 144 %          | 104 %                  | 112 %          |
|      |                                 | Sleepvoet    | 181 %                    | 169 %          | 87 %                   | 109 %          |
|      |                                 | Bovengronds  | 185 %                    | 148 %          | 128 %                  | 105 %          |

**Tabel 12** Effect van bemestingsstrategieën op de relatieve drogestofopbrengst (ten opzichte van de onbemeste controle) op Perceel 1 (opbrengst onbemeste controle = circa 7 ton ds per ha en klaveraandeel in ds circa 10%) en op Perceel 2 (opbrengst onbemeste controle = circa 11 ton ds per ha en klaveraandeel in ds circa 30%), in bereden ('spoor') en onbereden ('buiten spoor') perceelsdelen, *gesommeerd over sneden* (bedrijf Durk Oosterhof, 2002 en 2003)

| Jaar | Mestgift, m <sup>3</sup> per ha | Machine      | Perceel 1, weinig klaver |                | Perceel 2, veel klaver |                |
|------|---------------------------------|--------------|--------------------------|----------------|------------------------|----------------|
|      |                                 |              | 'spoor'                  | 'buiten spoor' | 'spoor'                | 'buiten spoor' |
| 2002 | 15                              | Zodebemester | 107 %                    | 112 %          | 101 %                  | 106 %          |
|      |                                 | Sleepvoet    | 101 %                    | 111 %          | 75 %                   | 87 %           |
|      | 30                              | Zodebemester | 74 %                     | 108 %          | 95 %                   | 103 %          |
|      |                                 | Sleepvoet    | 97 %                     | 105 %          | 92 %                   | 104 %          |
|      |                                 | Bovengronds  | 103 %                    | 96 %           | 110 %                  | 90 %           |
| 2003 | 15                              | Zodebemester | 118 %                    | 114 %          | 103 %                  | 97 %           |
|      |                                 | Sleepvoet    | 130 %                    | 130 %          | 76 %                   | 75 %           |
|      | 30                              | Zodebemester | 106 %                    | 109 %          | 111 %                  | 93 %           |
|      |                                 | Sleepvoet    | 147 %                    | 140 %          | 89 %                   | 91 %           |
|      |                                 | Bovengronds  | 169 %                    | 128 %          | 110 %                  | 91 %           |

**Tabel 13** Indringingsweerstand (kN/cm<sup>2</sup>; 6 mei 2002) in bereden en onbereden delen van grasland gemiddeld over behandelingen

| Perceel | Laag (cm) | 'spoor' | 'buiten spoor' |
|---------|-----------|---------|----------------|
| 1       | 0-30      | 0.17    | 0.15           |
|         | 30-100    | 0.56*   | 0.51*          |
| 2       | 0-30      | 0.16    | 0.15           |
|         | 30-100    | 0.41*   | 0.47*          |

\*dit gemiddelde is deels gebaseerd op waarnemingen met een meetwaarde >1, buiten het meetbereik van de penetrometer

**Tabel 14** Stikstofgehalte van gras (% in drogestof van jaaropbrengst), Oosterhof 2002

| Perceel                 | Machine en mestgift     | In spoor               | Buiten spoor   | Hele veld      |     |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|----------------|----------------|-----|
| 1                       | Controle                |                        |                | 2,6            |     |
|                         | Zodebemester, 15 m3/ha  | 2,7                    | 2,4            | 2,5            |     |
|                         | Sleepvoet, 15 m3/ha     | 2,6                    | 2,4            | 2,5            |     |
|                         | Zodebemesting, 30 m3/ha | 2,6                    | 2,6            | 2,6            |     |
|                         | Sleepvoet, 30 m3/ha     | 2,6                    | 2,6            | 2,6            |     |
|                         | Bovengronds, 30 m3/ha   | 2,5                    | 2,4            | 2,4            |     |
|                         | 2                       | Controle               |                |                | 2,9 |
|                         |                         | Zodebemester, 15 m3/ha | 2,8            | 2,8            | 2,8 |
|                         |                         | Sleepvoet, 15 m3/ha    | 2,5            | 2,7            | 2,6 |
| Zodebemesting, 30 m3/ha |                         | 3,0                    | 3,0            | 3,0            |     |
| Sleepvoet, 30 m3/ha     |                         | 2,8                    | 2,9            | 2,9            |     |
| Bovengronds, 30 m3/ha   |                         | 2,7                    | 2,8            | 2,8            |     |
| <i>streeftraject</i>    |                         | <i>3,0-3,8</i>         | <i>3,0-3,8</i> | <i>3,0-3,8</i> |     |

**Tabel 15** Stikstofgehalte van gras (% in drogestof van jaaropbrengst), Oosterhof 2003

| Perceel                 | Machine en mestgift     | In spoor               | Buiten spoor   | Hele veld      |     |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|----------------|----------------|-----|
| 1                       | Controle                |                        | 2.4            | 2.4            |     |
|                         | Zodebemester, 15 m3/ha  | 2.3                    | 2.3            | 2.3            |     |
|                         | Sleepvoet, 15 m3/ha     | 2.5                    | 2.4            | 2.4            |     |
|                         | Zodebemesting, 30 m3/ha | 2.0                    | 2.0            | 2.0            |     |
|                         | Sleepvoet, 30 m3/ha     | 2.1                    | 2.2            | 2.2            |     |
|                         | Bovengronds, 30 m3/ha   | 2.2                    | 2.1            | 2.1            |     |
|                         | 2                       | Controle               |                | 2.7            | 2.7 |
|                         |                         | Zodebemester, 15 m3/ha | 2.5            | 2.3            | 2.4 |
|                         |                         | Sleepvoet, 15 m3/ha    | 2.3            | 2.4            | 2.4 |
| Zodebemesting, 30 m3/ha |                         | 2.7                    | 2.6            | 2.6            |     |
| Sleepvoet, 30 m3/ha     |                         | 2.6                    | 2.5            | 2.5            |     |
| Bovengronds, 30 m3/ha   |                         | 2.3                    | 2.5            | 2.5            |     |
| <i>streeftraject</i>    |                         | <i>3,0-3,8</i>         | <i>3,0-3,8</i> | <i>3,0-3,8</i> |     |

**Tabel 16a** Samenstelling van gras (jaaropbrengst), Oosterhof 2002

| Perceel              | Machine en mestgift    | Plek         | VEM         | DVE           | OEB          | P              | K            | Mg             | Ca             |
|----------------------|------------------------|--------------|-------------|---------------|--------------|----------------|--------------|----------------|----------------|
| 1                    | Controle               | Hele veld    | 929         | 86            | -5           | 4,0            | 36,9         | 2,2            | 4,8            |
|                      | Zodebemester, 30 m3/ha | In spoor     | 946         | 89            | -4           | 4,2            | 34,4         | 2,3            | 5,1            |
|                      |                        | Buiten spoor | 937         | 88            | 0            | 4,1            | 36,4         | 2,3            | 4,7            |
|                      |                        | Hele veld    | 940         | 88            | -1           | 4,1            | 35,9         | 2,3            | 4,8            |
| 2                    | Controle               | Hele veld    | 934         | 89            | 15           | 4,1            | 34,2         | 2,6            | 8,1            |
|                      | Zodebemester, 30 m3/ha | In spoor     | 927         | 90            | 21           | 4,0            | 33,9         | 2,5            | 7,6            |
|                      |                        | Buiten spoor | 925         | 90            | 18           | 4,1            | 32,0         | 2,6            | 7,6            |
|                      |                        | Hele veld    | 925         | 90            | 19           | 4,1            | 32,6         | 2,5            | 7,6            |
| <i>Streeftraject</i> |                        |              | <i>1025</i> | <i>90-110</i> | <i>30-70</i> | <i>3,0-4,5</i> | <i>25-40</i> | <i>&gt;2,0</i> | <i>4,5-5,5</i> |

**Tabel 16b** Samenstelling van gras (jaaropbrengst), Oosterhof 2002 (vervolg)

| Perceel              | Machine en mestgift    | Plek         | Mn            | Zn           | Fe             | Cu          | Co             | Se             | S              | Mo           |
|----------------------|------------------------|--------------|---------------|--------------|----------------|-------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| 1                    | Controle               | Hele veld    | 160           | 32           | 92             | 8           | 76             | 28             | 4              | 3            |
|                      | Zodebemester, 30 m3/ha | In spoor     | 140           | 33           | 127            | 8           | 94             | 23             | 4              | 4            |
|                      |                        | Buiten spoor | 135           | 31           | 113            | 7           | 99             | 21             | 3              | 4            |
|                      |                        | Hele veld    | 136           | 32           | 117            | 7           | 97             | 22             | 4              | 4            |
| 2                    | Controle               | Hele veld    | 102           | 32           | 86             | 8           | 85             | 14             | 4              | 2            |
|                      | Zodebemester, 30 m3/ha | In spoor     | 101           | 33           | 106            | 8           | 91             | 25             | 3              | 3            |
|                      |                        | Buiten spoor | 99            | 34           | 171            | 8           | 89             | 26             | 4              | 3            |
|                      |                        | Hele veld    | 100           | 33           | 150            | 8           | 90             | 26             | 4              | 3            |
| <i>Streeftraject</i> |                        |              | <i>50-120</i> | <i>40-70</i> | <i>250-500</i> | <i>8-11</i> | <i>&gt;200</i> | <i>&gt;100</i> | <i>&gt;2,0</i> | <i>&lt;3</i> |

**Tabel 17** Samenstelling van gras (jaaropbrengst), Oosterhof 2003

| Perceel              | Machine en mestgift    | Plek         | VEM         | DVE           | OEB          |
|----------------------|------------------------|--------------|-------------|---------------|--------------|
| 1                    | Controle               | Hele veld    | 936         | 77            | -12          |
|                      | Zodebemester, 30 m3/ha | In spoor     | 898         | 71            | -25          |
|                      |                        | Buiten spoor | 898         | 73            | -23          |
|                      |                        | Hele veld    | 898         | 72            | -24          |
| 2                    | Controle               | Hele veld    | 927         | 87            | 11           |
|                      | Zodebemester, 30 m3/ha | In spoor     | 920         | 87            | 7            |
|                      |                        | Buiten spoor | 904         | 82            | 0            |
|                      |                        | Hele veld    | 910         | 84            | 3            |
| <i>Streeftraject</i> |                        |              | <i>1025</i> | <i>90-110</i> | <i>30-70</i> |



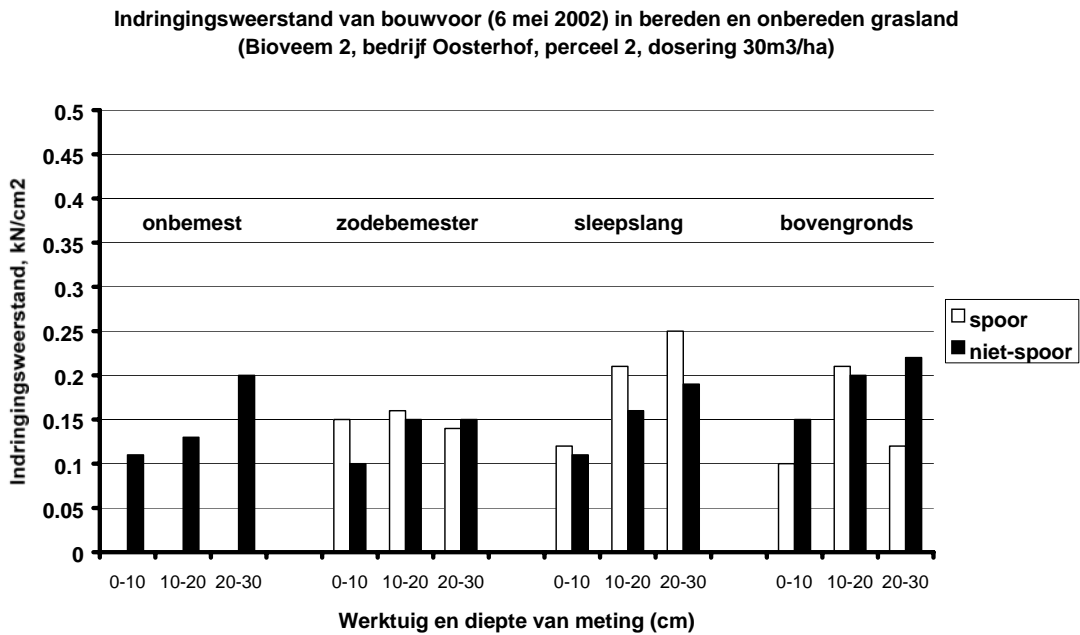
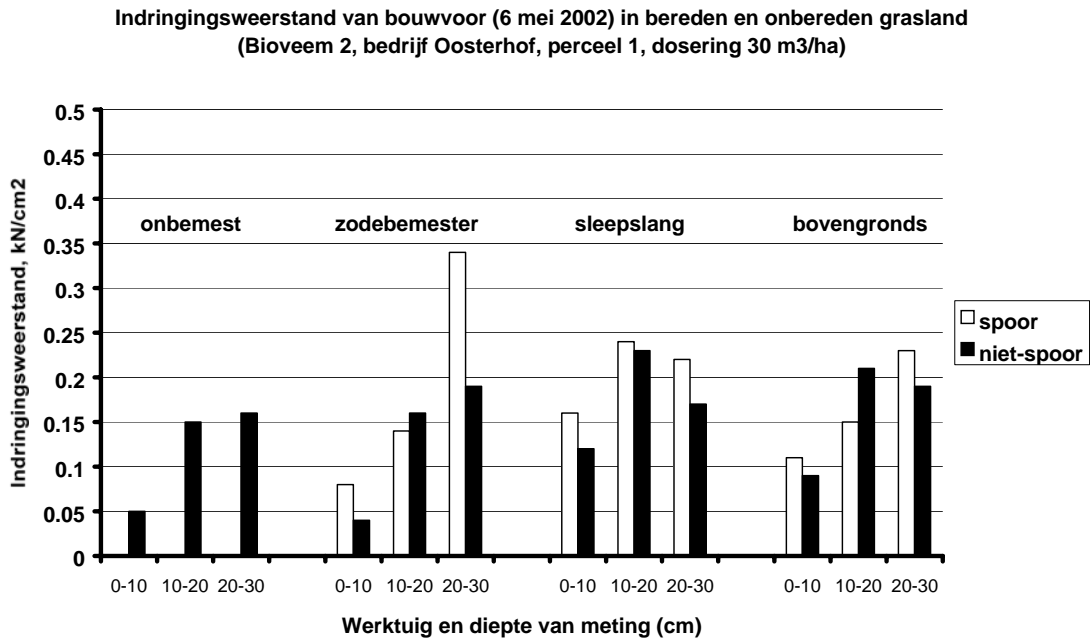
**Tabel 18** Terugwinning van mest-N in gewas ten opzichte van onbemest gras (%) door het jaar binnen en buiten de sporen en op het perceel als geheel (bedrijf Durk Oosterhof, 2002)

| Perc. | Machine en mestgift     | In spoor tot en met snede: |      |      |            |            | Buiten spoor tot en met snede: |     |     |            |            | Hele veld tot en met snede: |     |      |            |            |
|-------|-------------------------|----------------------------|------|------|------------|------------|--------------------------------|-----|-----|------------|------------|-----------------------------|-----|------|------------|------------|
|       |                         | 1                          | 2    | 3    | 4          | 5          | 1                              | 2   | 3   | 4          | 5          | 1                           | 2   | 3    | 4          | 5          |
| 1     | Zodebemester, 15 m3/ha  | 18                         | 9    | -5   | <b>42</b>  |            | 8                              | -1  | -11 | <b>23</b>  |            | 11                          | 2   | -9   | <b>29</b>  |            |
|       | Sleepvoet, 15 m3/ha     | -6                         | -14  | 19   | <b>10</b>  |            | 28                             | 40  | 41  | <b>26</b>  |            | 22                          | 31  | 37   | <b>24</b>  |            |
|       | Zodebemesting, 30 m3/ha | -26                        | -28  | -38  | <b>-45</b> |            | 16                             | 20  | 14  | <b>21</b>  |            | 2                           | 4   | -4   | <b>-1</b>  |            |
|       | Sleepvoet, 30 m3/ha     | -6                         | -15  | -11  | <b>-6</b>  |            | 15                             | 13  | 18  | <b>18</b>  |            | 4                           | 10  | 9    | <b>14</b>  |            |
|       | Bovengronds, 30 m3/ha   | -21                        | -27  | -18  | <b>4</b>   |            | -14                            | -18 | -24 | <b>-20</b> |            | -15                         | -19 | -24  | <b>-18</b> |            |
|       |                         |                            |      |      |            |            |                                |     |     |            |            |                             |     |      |            |            |
| 2     | Zodebemester, 15 m3/ha  | 21                         | 0    | -24  | -43        | <b>-14</b> | 20                             | -6  | 1   | 12         | <b>22</b>  | 20                          | -4  | -7   | -7         | <b>10</b>  |
|       | Sleepvoet, 15 m3/ha     | -58                        | -141 | -213 | -294       |            | -3                             | -74 | -87 | -160       |            | -12                         | -85 | -108 | -183       |            |
|       |                         |                            |      |      |            | <b>310</b> |                                |     |     |            | <b>171</b> |                             |     |      |            | <b>195</b> |
|       | Zodebemesting, 30 m3/ha | -10                        | 12   | -5   | -11        | <b>-7</b>  | 11                             | 12  | 13  | 10         | <b>16</b>  | 4                           | 12  | 7    | 3          | <b>8</b>   |
|       | Sleepvoet, 30 m3/ha     | -11                        | -3   | -29  | -54        | <b>-50</b> | -5                             | 8   | 8   | -1         | <b>9</b>   | -6                          | 6   | 2    | -10        | <b>-1</b>  |
|       | Bovengronds, 30 m3/ha   | -27                        | -34  | -10  | -10        | <b>6</b>   | -22                            | -34 | -37 | -47        | <b>-51</b> | -22                         | -34 | -35  | -44        | <b>-46</b> |

**Tabel 19** Terugwinning van mest-N in gewas ten opzichte van onbemest gras (%) door het jaar binnen en buiten de sporen en op het perceel als geheel (bedrijf Durk Oosterhof, 2003)

| Perc. | Machine en mestgift     | In spoor tot en met snede: |     |      |            |   | Buiten spoor tot en met snede: |      |      |            |   | Hele veld tot en met snede: |      |      |            |            |
|-------|-------------------------|----------------------------|-----|------|------------|---|--------------------------------|------|------|------------|---|-----------------------------|------|------|------------|------------|
|       |                         | 1                          | 2   | 3    | 4          | 5 | 1                              | 2    | 3    | 4          | 5 | 1                           | 2    | 3    | 4          | 5          |
| 1     | Zodebemester, 15 m3/ha  | 79                         | 72  | 79   | <b>40</b>  |   | 32                             | 53   | 66   | <b>32</b>  |   | 47                          | 60   | 70   | <b>36</b>  |            |
|       | Sleepvoet, 15 m3/ha     | 70                         | 104 | 132  | <b>109</b> |   | 64                             | 102  | 126  | <b>106</b> |   | 64                          | 100  | 123  | <b>104</b> |            |
|       | Zodebemesting, 30 m3/ha | 22                         | 22  | 13   | <b>-15</b> |   | 28                             | 28   | 18   | <b>-10</b> |   | 26                          | 26   | 16   | <b>-12</b> |            |
|       | Sleepvoet, 30 m3/ha     | 49                         | 60  | 59   | <b>47</b>  |   | 49                             | 57   | 59   | <b>49</b>  |   | 49                          | 58   | 60   | <b>51</b>  |            |
|       | Bovengronds, 30 m3/ha   | 56                         | 74  | 95   | <b>88</b>  |   | 27                             | 43   | 32   | <b>19</b>  |   | 29                          | 45   | 38   | <b>26</b>  |            |
|       |                         |                            |     |      |            |   |                                |      |      |            |   |                             |      |      |            |            |
| 2     | Zodebemester, 15 m3/ha  | -16                        | -26 | -20  | <b>-25</b> |   | -2                             | -32  | -84  | <b>-89</b> |   | -8                          | -30  | -62  | <b>-66</b> |            |
|       | Sleepvoet, 15 m3/ha     | -36                        | -95 | -158 |            |   | -33                            | -128 | -165 |            |   | -34                         | -123 | -166 |            |            |
|       |                         |                            |     |      | <b>173</b> |   |                                |      |      | <b>176</b> |   |                             |      |      |            | <b>177</b> |
|       | Zodebemesting, 30 m3/ha | 5                          | 27  | 27   | <b>29</b>  |   | 11                             | -18  | -25  | <b>-27</b> |   | 9                           | -3   | -8   | <b>-9</b>  |            |
|       | Sleepvoet, 30 m3/ha     | -17                        | -36 | -35  | <b>-38</b> |   | 9                              | -10  | -37  | <b>-39</b> |   | 4                           | -15  | -38  | <b>-40</b> |            |
|       | Bovengronds, 30 m3/ha   | 17                         | -2  | -11  | <b>-15</b> |   | -1                             | -20  | -43  | <b>-43</b> |   | 1                           | -18  | -40  | <b>-40</b> |            |

**Figuur 1** Indringingsweerstand van de bodem van perceel 1 (boven) en 2 (onder) bij een beperkt aantal behandelingen



**Figuur 2** De relatie tussen de indringingsweerstand van de bodem (0-30 cm) en de drogestofopbrengst van gras (snede 1-4) na bemesting met 30 m<sup>3</sup> mest per ha

