



PraktijkRapport Rundvee 60

# Aanvoer van organische mest op grasland: stikstofterugwinning en effect op chemische bodemkwaliteit



December 2004

**Rundvee**





## Colofon

### Uitgever

Animal Sciences Group / Praktijkonderzoek  
Postbus 2176, 8203 AD Lelystad  
Telefoon 0320 - 293 211  
Fax 0320 - 241 584  
E-mail [info.po.asg@wur.nl](mailto:info.po.asg@wur.nl)  
Internet <http://www.asg.wur.nl/po>

### Redactie en fotografie Praktijkonderzoek

### © 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 1570 - 8616  
Eerste druk 2004/oplage 150  
Prijs € 17,50

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

## Referaat

ISSN 1570 - 8616

Boer H.C., André G., en Schils R.L.M. 2004.  
Aanvoer van organische mest op grasland:  
stikstofterugwinning en effect op chemische  
bodemkwaliteit. PraktijkRapport Rundvee 60  
46 pagina's, 18 figuren, 24 tabellen

In 2000-2003 is op grasland op zandgrond in Noord-Brabant onderzoek gedaan naar het effect van meerjarige toediening van organische mest op stikstofterugwinning en chemische bodemkwaliteit. Geconcludeerd werd dat aanvoer van organische stof een voorwaarde is voor het behoud van bodemkwaliteit op meerjarig grasland. De stikstofterugwinning uit vaste organische mest bleek aanzienlijk lager te zijn dan uit runderdrijfmest en kunstmest.

**Trefwoorden:** bodemkwaliteit,  
stikstofterugwinning, stal mest, humest,  
runderdrijfmest, zandgrond, grasland

## Abstract

ISSN 1570 - 8616

Boer H.C., André G. and Schils R.L.M. 2004.  
Application of organic manure to grassland: nitrogen  
recovery and effect on chemical soil quality.  
Praktijkreport nr. 60, 46 pages, 18 figures, 24  
tables

In 2000-2003, the effect of application of organic manure on the nitrogen recovery of the manures and on chemical soil quality of grassland was investigated at sandy soils in the southern part of the Netherlands. It was concluded that supply of organic matter is a necessity for maintenance of chemical soil quality on semi-permanent grassland. The nitrogen recovery from composted slurry and farmyard manure was considerably lower compared to cattle diary slurry and chemical fertiliser.

Key words: soil quality, nitrogen recovery, farmyard manure, composted slurry, cattle diary slurry, sandy soil, grassland



PraktijkRapport Rundvee 60

Aanvoer van organische mest op  
grasland: stikstofterugwinning en  
effect op chemische bodemkwaliteit

Application of organic manure to  
grassland: nitrogen recovery and  
effect on chemical soil quality

H.C. de Boer  
G. André  
R.L.M. Schils

December 2004

## Voorwoord

De laatste jaren neemt de belangstelling voor bemesting met organische mestsoorten toe. Organische mest wordt vooral gewaardeerd vanwege het positieve effect op bodemkwaliteit. Over de waarde van organische mest voor de bodemkwaliteit van grasland is weinig informatie beschikbaar. In het onderliggende onderzoek is het effect van een vierjarige toediening van diverse organische mestsoorten op diverse (chemische) bodemparameters gekwantificeerd. Dit levert informatie op hoe bodemkwaliteit van grasland gestuurd kan worden door middel van aanwending van organische mest. Omdat de mestsoorten bij verschillende stikstoftrappen zijn toegediend, is tevens informatie vastgelegd over het effect van meerjarige bemesting bij suboptimale niveaus.

Van organische vaste mestsoorten, zoals stalmest en humest, zijn weinig gegevens beschikbaar over de stikstofterugwinning na toediening. Akkerbouwers en veehouders weten daardoor niet in hoeverre ze daarmee rekening kunnen houden bij een aanvullende bemesting met kunstmest. Een goede afstemming van bemesting met organische mest en kunstmest is positief voor de bedrijfsvoering en voorkomt onnodige verliezen naar het milieu. In het onderliggende onderzoek is de stikstofterugwinning van een aantal organische mestsoorten gedurende een periode van vier jaar bestudeerd. De gegevens die daaruit voortvloeien leveren een bijdrage aan de kennis over het gebruik van organische meststoffen als stikstofmeststof.

Het onderzoek is in de jaren 1999-2003 gefinancierd door het Productschap Zuivel en het LIB (Landbouw Initiatief Brabant: een samenwerkingsverband tussen de ZLTO en de provincie Noord-Brabant); de eindrapportage in 2004 is gefinancierd door het Productschap Zuivel als onderdeel van het project 'Zorg voor Zand'.

Dr. ir. Agnes van den Pol-van Dasselaar  
Clustermanager Bodem, gras en voedergewassen

## Samenvatting

In de periode 2000-2003 is op grasland op twee typen zandgrond (veldpodzol en enkeerd) in Noord-Brabant onderzoek gedaan naar het effect van meerjarige toediening van organische mest op enkele chemische bodemkwaliteitsparameters (pH-KCl, organische stof, C-totaal en N-totaal). Tevens is onderzocht hoeveel van de met organische mest gegeven stikstof benut wordt door grasland. Er werden vijf meststoffen toegediend op vier stikstofniveaus. De meststoffen waren: runderdrijfmest (DRM), runderdrijfmest met FIR-MMC<sup>®</sup> toevoeging aan het veevoer (FDRM), stalmest (STAL), humest (HUM, bermmaaisel gecomposteerd met FIR-MMC<sup>®</sup> -drijfmest) en kunstmest kalkammoniumsalmepeter (KAS). De stikstofniveaus waren 50 (N1), 100 (N2), 150 (N3) en 200 (N4) kg N-totaal ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> met KAS en 75 (N1), 150 (N2), 225 (N3) en 300 (N4) kg N-totaal ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> met organische mest. Bij N1 en N2 werd de jaargift voor de eerste snede toegediend; bij N3 werd tweederde van de jaargift toegediend voor de eerste snede en eenderde voor de tweede snede; bij N4 werd de helft van de jaargift toegediend voor de eerste snede en de andere helft voor de tweede snede. Na de tweede snede werd het gras niet meer bemest met een stikstofmeststof. Alle behandelingen werden per locatie in viervoud aangelegd in vier blokken. In ieder blok waren twee controles (geen stikstofbemesting) opgenomen. De proefvelden werden alleen gemaaid en niet beweid.

Bij iedere bemesting werd de mestsamenstelling bepaald. Ieder jaar werd de drogestof- en stikstofopbrengst bepaald door vier tot vijf sneden te maaien. De drogestof- en stikstofopbrengsten van de vier proeffaren op de twee locaties werden gezamenlijk verwerkt in het statistisch programma Genstat volgens een multisite-model op basis van REsidual Maximum Likelihood (REML). Het effect van stikstofbemesting op drogestofopbrengst en stikstofopbrengst werd gemodelleerd als functie van de gerealiseerde N-totaalgif per snede. Het uiteindelijk model voorspelt per locatie per jaar de drogestof- en stikstofopbrengst per snede. Bij start van het onderzoek werd het gehalte organische stof en de pH-KCl in bodemlaag 0-20 cm van de gehele proefvelden bepaald en eind 2003 werd van de controles (één per blok) en de N4-velden de pH-KCl, het gehalte organische stof, het gehalte C-totaal en het gehalte N-totaal van bodemlaag 0-20 cm bepaald.

Uit een vergelijking van de bodemanalysewaarden tussen begin 2000 en eind 2003 en de analysewaarden eind 2003 onderling blijkt dat bemesten met alleen kunstmest in combinatie met alleen maaien in relatief korte tijd de chemische bodemkwaliteit op met name de veldpodzol sterk deed dalen (Tabel 1). Op basis van deze gegevens kan geconcludeerd worden dat aanvoer van organische stof een voorwaarde is voor het behoud van bodemkwaliteit op dit type zandgrond, ook onder meerjarig grasland. Deze aanvoer kan zowel deels door beweiding (mestflatten + beweidingsverliezen) als door aanvoer van organische mest gerealiseerd worden.

**Tabel 1** Verschil in bodemkwaliteit tussen begin 2000 en eind 2003 en eind 2003 tussen de behandeling bemest met kunstmest, de controle en het gemiddelde van de behandelingen bemest met organische mest, op de veldpodzol en de enkeerd, in laag 0-20 cm

Parameter	Veldpodzol				Enkeerd			
	2000		2003		2000		2003	
	algemeen	org. mest	KAS	controle	algemeen	org. mest	KAS	controle
pH-KCl	6,1	5,9	5,2	5,4	5,1	5,1	4,8	4,7
organische stof (%)	3,3	3,3	2,5	3,1	4,6	4,7	4,4	4,4
C-totaal (g kg <sup>-1</sup> droge grond)	-	20,3	13,6	16,0	-	25,9	24,9	24,1
N-totaal (g kg <sup>-1</sup> droge grond)	-	1,69	1,13	1,55	-	2,32	2,44	2,10

Een indicatieve berekening geeft aan dat, afhankelijk van soort organische mest en locatie, er 1,5-5,3 ton organische stof ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> aangevoerd moest worden om het gehalte organische stof op peil te houden. Het indicatieve overall gemiddelde (over organische mestsoorten en locaties) was 3,7 ton organische stof ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup>. Indicatieve berekeningen geven verder aan dat er bij bemesting met alleen organische mest minimaal 178-242 kg N-totaal ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> aangevoerd moest worden om de bodemvoorraad organische stikstof op peil te houden. De daarvoor minimaal benodigde aanvoer van stikstof met kunstmest werd berekend op 248-270 kg N ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup>. Niet bemesten of alleen bemesten met KAS leidde tot een duidelijke daling van de pH van de bodem (Tabel 1). Op de veldpodzol was de daling sterker dan op de enkeerd. Toediening van organische mest voorkwam deze verzuring. De enkeerd leek vergeleken met de veldpodzol een bufferende werking te hebben, waardoor veranderingen in bemesting relatief weinig effect hadden op de bodemkwaliteit in laag 0-20 cm. De enkeerd was daardoor op de korte termijn minder kwetsbaar voor veranderingen in bemesting.

Bij alle mestsoorten, maar met name bij humest en stalmest, had een hogere gift voor de eerste snede een betere stikstofopbrengst in de eerste snede en op jaarbasis tot gevolg (Tabel 2). Bemesting met organische mest in eerdere jaren had geen effect op de gemiddelde stikstofopbrengst in de eerste snede, wel in latere sneden. Bij lage giften humest (13 ton ha<sup>-1</sup>) of stalmest (20 ton ha<sup>-1</sup>) werd in de eerste en/of tweede snede

gemiddeld stikstof in de bodem vastgelegd in plaats van gemineraliseerd. De terugwinning van stikstof uit humest of stalmest was laag vergeleken met de terugwinning uit KAS of (FIR)-runderdrijfmest (Tabel 2), zowel in de eerste snede als op jaarbasis. De waarde van humest of stalmest als stikstofmeststof was daarom gering, vergeleken met KAS of drijfmest.

**Tabel 2** Stikstofterugwinning (% van N-totaalgift) per snede en per jaar, gemiddeld over de periode 2000-2003, gemiddeld over de locaties, per mestsoort en bij gemiddeld giftniveau (kg product ha<sup>-1</sup>) bij N1 en N2

N-niveau	Giftniveau	Mestsoort	Snedes				Jaar
			1	2	3	4	
N1	185	KAS	28	13	12	16	69
	17000	DRM	14	2	8	18	43
	17700	FDRM	14	3	9	19	45
	13100	HUM	-5	-7	2	18	8
	20300	STAL	3	-2	4	17	22
N2	370	KAS	32	14	12	15	73
	35800	DRM	25	7	10	16	57
	34200	FDRM	23	7	10	16	56
	21000	HUM	5	-2	5	18	26
	33000	STAL	9	0	6	17	32

## Summary

In the period 2000-2003, the effect of application of organic manure on some chemical soil quality parameters (pH-KCl, organic matter, total C and total N) of grassland was investigated at two different sandy soils ('veldpodzol' and 'enkeerd') in the southern part of the Netherlands (Noord-Brabant) (the 'veldpodzol' was a relatively poor soil, former woodland (1930's) and podzolised; the 'enkeerd' was a fertile soil, cultivated for hundreds of years, with a 65 cm black fertile layer). Besides chemical soil quality, also the nitrogen recovery from the manures by grassland was determined. Five different fertilisers were applied at four nitrogen levels. The fertilisers were: cattle diary slurry (DRM), cattle diary slurry with FIR-MMC<sup>®</sup> addition to the cattle feed, farmyard manure (STAL), humest (HUM, verge grass/hay composted with FIR-MMC<sup>®</sup>-containing animal slurry) and chemical fertiliser calcium ammonium nitrate (KAS). Nitrogen levels were 50 (N1), 100 (N2), 150 (N3) or 200 (N4) kg total N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> with KAS and 75 (N1), 150 (N2), 225 (N3) or 300 (N4) kg total N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> with organic manure. At levels N1 and N2 all fertiliser was applied before the first cut; at N3 two third of the total amount was applied before the first cut and one third before the second cut; at N4 half of the total amount was applied before the first cut and the other half before the second cut. There was no additional fertilisation with nitrogen after the second cut. All treatments were replicated four times in four randomised blocks. Each block also had two control treatments (no nitrogen fertilisation). Treatments were only mowed and not grazed.

At every fertilisation time the composition of the organic manures was determined. Each year the dry matter and nitrogen yields were determined by mowing four or five cuts. The dry matter and nitrogen yields of the four years on the two locations were analysed together in the statistical program Genstat according to a multisite-model based on REsidual Maximum Likelihood (REML). The effect of nitrogen fertilisation on dry matter and nitrogen yield was modelled as a function of the realised total nitrogen application per cut. The final model predicts the dry matter and nitrogen yield per cut, per year and per location. At the beginning of the experiment, pH-KCl and organic matter content of soil layer 0-20 cm of the whole field were determined at the two locations. At the end of the experiment, pH-KCl, organic matter content, total C and total N content of soil layer 0-20 cm of the control (one per block) and N4-treatments were determined.

From the differences between the soil analysis results at the beginning of 2000 and at the end of 2003 and between treatments within the 2003 results, it appears that fertilisation with chemical fertiliser decreased the chemical soil quality of the podzol quite strongly in a relatively short period of time (Table 3). Based on this results it can be concluded that supply of organic matter is a necessity for the maintenance of chemical soil quality of semi-permanent grassland on this type of sandy soils. This supply can partly be realised by grazing (manure patches and grazing losses) and partly by the supply of organic manure.

**Table 3** Changes in chemical soil quality between the beginning of 2000 and the end of 2003 and at the end of 2003 between the treatment fertilised with chemical fertiliser, the control treatment and the average of the treatments fertilised with organic manure, on both the 'veldpodzol' and the 'enkeerd', in soil layer 0-20 cm

Parameter	Veldpodzol				Enkeerd			
	2000		2003		2000		2003	
	whole field	org. manure	KAS	control	whole field	org. manure	KAS	control
pH-KCl	6,1	5,9	5,2	5,4	5,1	5,1	4,8	4,7
organic matter (%)	3,3	3,3	2,5	3,1	4,6	4,7	4,4	4,4
total C (g kg <sup>-1</sup> dry soil)	-	20,3	13,6	16,0	-	25,9	24,9	24,1
total N (g kg <sup>-1</sup> dry soil)	-	1,69	1,13	1,55	-	2,32	2,44	2,10

Calculations indicate that, depending on type of organic manure and location, 1,5-5,3 ton organic matter ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> had to be applied to maintain the organic matter content. Overall (averaged over organic manures and locations), an indicative 3,7 ton organic matter ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> had to be applied. Calculations further indicate that when only organic manure was applied, 178-242 kg nitrogen ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> had to be applied to maintain the soil nitrogen content. The minimal nitrogen supply with chemical fertiliser to maintain soil nitrogen content had to be at least 248-270 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>. The absence of fertilisation or fertilisation with KAS only lead to a noticeable decrease of the soil pH (Table 3). On the 'veldpodzol' the decrease was stronger than on the 'enkeerd'. The application of organic manure prevented this acidification. Compared to the 'veldpodzol', the 'enkeerd' seemed to have a strong buffering capacity. As a result, differences in fertilisation had a relatively small impact on chemical soil quality in soil layer 0-20 cm. The 'enkeerd' seemed therefore less vulnerable to changes in fertilisation on the short to medium term.

For all types of fertiliser, but especially for humest and farmyard manure, a higher application rate for the first cut resulted in a higher nitrogen recovery during the first cut and during the year (Table 4). Fertilisation with organic

manure in earlier years had no effect on the average nitrogen recovery during the first cut. At low application rates of humest (13 tonnes ha<sup>-1</sup>) or farmyard manure (20 tonnes ha<sup>-1</sup>), nitrogen was immobilised instead of mineralised during growth of the first and/or second cut. The nitrogen recovery from humest or farmyard manure was low compared to KAS or cattle slurry, both during the first cut and during the total year. The value of humest or farmyard manure as nitrogen fertiliser was therefore low, compared to KAS or cattle slurry.

**Table 4** Nitrogen recovery (% of total N application) per cut per year, averaged over the period 2000-2003, averaged over locations, per fertiliser type and at average application rate (tonnes product ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>) at N1 and N2

N-level	Application rate	Fertiliser	Cut				Year
			1	2	3	4	
N1	185	KAS	28	13	12	16	69
	17000	DRM	14	2	8	18	43
	17700	FDRM	14	3	9	19	45
	13100	HUM	-5	-7	2	18	8
	20300	STAL	3	-2	4	17	22
N2	370	KAS	32	14	12	15	73
	35800	DRM	25	7	10	16	57
	34200	FDRM	23	7	10	16	56
	21000	HUM	5	-2	5	18	26
	33000	STAL	9	0	6	17	32



## Inhoudsopgave

### Voorwoord

### Samenvatting

### Summary

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Materiaal en methoden</b> .....	<b>2</b>
2.1	Proefopzet .....	2
2.2	Locaties .....	2
2.3	Mestsoorten .....	2
2.4	Uitvoering .....	3
<b>3</b>	<b>Resultaten</b> .....	<b>6</b>
3.1	Mest .....	6
3.2	Bodem .....	7
3.3	Gewas .....	11
3.3.1	Drogestofopbrengst .....	12
3.3.2	Stikstofopbrengst .....	17
3.3.3	Stikstofterugwinning .....	22
3.3.4	Stikstofwerking .....	27
3.3.5	Stikstofoverschot .....	29
3.3.6	Botanische samenstelling .....	29
<b>4</b>	<b>Discussie</b> .....	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>Conclusies</b> .....	<b>37</b>
	<b>Praktijktoeepassing</b> .....	<b>38</b>
	<b>Referenties</b> .....	<b>39</b>
	<b>Bijlagen</b> .....	<b>40</b>
	Bijlage 1. Proefveldschema Bakel en Budel .....	40
	Bijlage 2. Giften organische mest .....	42
	Bijlage 3. Bemestingsdatums per snede .....	44
	Bijlage 4. Oogstdatums per snede .....	45
	Bijlage 5. Stikstofterugwinning en stikstofwerking per snede .....	46

## 1 Inleiding

De laatste jaren leeft onder melkveehouders op zandgrond de gedachte dat de bodemkwaliteit aan het verslechteren is. Bodemkwaliteit is een complex begrip en wordt gedefinieerd door een groot aantal bodemeigenschappen, waaronder fysische, biologische en chemische. Een kwantificeerbaar onderdeel van bodemkwaliteit is het gehalte organische stof. Jaarlijks wordt er op een perceel door het gewas en door aanvoer van organische mest een hoeveelheid organische stof aangevoerd, en breekt een deel van de reeds aanwezige organische stof in de bodem af. Als de aanvoer van organische stof kleiner is dan de jaarlijkse afbraak, zal het gehalte in de bodem dalen. In een vruchtwisseling met relatief veel snijmais of alleen snijmais (continuteelt) kan dit het geval zijn. Met name op de armere zandgronden zou hierdoor de bodemkwaliteit kunnen afnemen, wat op termijn gevolgen kan hebben voor de gewasproductie. Het gehalte organische stof werd in het verleden meestal op peil gehouden door grote giften organische mest, met name drijfmest. De hoeveelheid dierlijke mest die op landbouwgrond aangevoerd mag worden, wordt steeds echter verder beperkt. Hierdoor wordt het steeds moeilijker om het gehalte organische stof op peil te houden, en bestaat het risico van een voortschrijdende afname van de bodemkwaliteit. Omdat de inzet van zowel dierlijke meststoffen als minerale meststoffen en water de komende jaren verder zal moeten worden teruggebracht, zal de bodemkwaliteit steeds meer een beperkende factor kunnen worden voor gewasproductie. In die situatie hebben melkveehouders op zandgrond behoefte aan kennis om deze beperkende factor zo effectief mogelijk in te zetten, zodat ook bij lagere niveaus van input nog bevredigende opbrengsten behaald kunnen worden.

De afgelopen jaren is in Nederland veel werk verricht om te komen tot een efficiëntere inzet van stikstof, met name uit kunstmest en drijfmest. De benutting van stikstof uit organische meststoffen, zoals stalmest en compost, heeft veel minder aandacht gehad. Veehouders op zandgronden ontplooiën al enige tijd op kleine schaal initiatieven om de toevoer van organische stof op hun percelen te vergroten. Bij hen leeft de zorg dat verlaging van de inzet van meststoffen op den duur tot een lagere bodemkwaliteit zal leiden, met als gevolg lagere opbrengsten en een bedreiging van de duurzame voortzetting van hun bedrijf. Vergroting van de toevoer van organische stof gebeurt in Noord-Brabant bijvoorbeeld door middel van aërobe compostering van bermhooi met drijfmest (humest). Biologische veehouders schakelen weer over of zijn al overgeschakeld van ligboxenstallen met drijfmestkelders naar potstallen met vaste stromest. Door deze omschakeling verandert het karakter van de dierlijke mest. Hierdoor neemt de behoefte toe aan kwantificering van de bemestende waarde van deze mest wat betreft nutriënten en organische stof.

In het onderliggende onderzoek wordt daarom geprobeerd de volgende vragen te beantwoorden:

- wat is het effect van meerjarige toediening van organische mest op de bodemkwaliteit van zandgronden?
- wat is de waarde van organische meststoffen als stikstofmeststof?

Het onderzoek was oorspronkelijk in 2000 opgestart als één- of tweejarige proef. Na deze twee jaar is het onderzoek echter verlengd tot uiteindelijk 2003. Begin 2004 is besloten om één van de twee proefvelden (Bakel) voort te zetten in het kader van vervolgonderzoek ('Zorg voor Zand'). In 'Zorg voor Zand' worden naast chemische bodemparameters ook biologische en fysische parameters onderzocht.

## 2 Materiaal en methoden

### 2.1 Proefopzet

De onderzoeksvragen werden onderzocht met behulp van een veldproef (100 % maaien) op blijvend grasland. De proefvelden werden in het voorjaar van 2000 aangelegd. De proefopzet bestond uit een gewarde blokkenproef op twee locaties met vier herhalingen per locatie. De factoren waren mestsoort en stikstofniveau. De factor mestsoort is op te delen in organische en anorganische mestsoorten. De organische mestsoorten waren runderdrijfmest (DRM), FIR-runderdrijfmest (FDRM), humest (HUM) en stalmest (STAL). Er was één anorganische mestsoort, namelijk kalkammonsalpeter (KAS).

De stikstofniveaus waren gecodeerd als N1, N2, N3 en N4. Bij de organische mestsoorten correspondeerden deze stikstofniveaus met een gift van respectievelijk 75, 150, 225 en 300 kg N-totaal ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup>. Bij de anorganische mestsoort KAS correspondeerden deze stikstofniveaus met respectievelijk 50, 100, 150 en 200 kg N-totaal ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup>. De stikstofgift met KAS werd toegediend op tweederde van het niveau van de organische meststoffen. Verwacht werd dat de benutting van stikstof uit de organische meststoffen globaal tweederde van de benutting van stikstof uit KAS zou bedragen. De bedoeling van deze correctie was om bij alle behandelingen binnen een stikstofniveau ongeveer een gelijke hoeveelheid voor het gewas beschikbare stikstof te geven. Hierdoor zouden de mestsoorten binnen een stikstofniveau onderling beter vergelijkbaar zijn dan wanneer er bij alle mestsoorten evenveel stikstof werd toegediend.

Bij de stikstofniveaus N1 en N2 werd alle mest vóór de eerste snede toegediend. Bij stikstofniveau N3 werd circa tweederde van de totale stikstofgift toegediend vóór de eerste snede en circa eenderde vóór de tweede snede. Bij stikstofniveau N4 werd circa de helft van de totale stikstofgift toegediend vóór de eerste snede en de andere helft vóór de tweede snede.

Naast alle combinaties van vijf mestsoorten en vier stikstofniveaus werd er per herhaling een controle (NUL, geen stikstofbemesting) in tweevoud aangelegd. Per locatie bedroeg het totale aantal behandelingen hiermee 22 en het totale aantal veldjes 88.

De bruto oppervlakte van de veldjes bedroeg  $8,0 \text{ (l)} * 2,80 \text{ (b)} = 22,4 \text{ m}^2$ . De netto oppervlakte van de veldjes bedroeg  $8 \text{ (l)} * 1,5 \text{ (b)} = 12 \text{ m}^2$ . Een proefveldschema is voor beide locaties opgenomen in Bijlage 1.

### 2.2 Locaties

De twee locaties lagen beide in Noord-Brabant op zandgrond. De ene locatie lag in Bakel (maatschap Bouwmans) en de andere in Budel (familie Slenders). De locatie in Bakel lag op voormalige bosgrond (ontgonnen rond 1930) en was begin jaren negentig geëgaliseerd. De bodem was een relatief arme veldpodzol, met in maart 2000 een organisch stofgehalte van 4,8 % in bodemlaag 0-5 cm en een organisch stofgehalte van 3,3 % in bodemlaag 0-20 cm (Tabel 7). De pH-KCl was met 6,0 (0-5 cm) relatief hoog voor een zandgrond. De fosfaat- en kalitoestand waren volgens de Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen (2002) bij start van het onderzoek beide 'ruim voldoende'. In voorgaande jaren was het perceel regelmatig bemest met humest. Het gras was in het najaar van 1997 ingezaaid en bij de start van het onderzoek ruim twee jaar oud.

Het perceel in Budel lag op een relatief vruchtbare enkeerd en was in september 1999 ingezaaid na de oogst van poot aardappelen. De enkeerdlaag was 60-65 cm dik. Daaronder bevond zich een harde laag wit zand. Het organische stofgehalte van de bodem was in maart 2000 respectievelijk 4,8 % in laag 0-5 cm en 4,6 % in laag 0-20 cm. De pH-KCl was relatief laag met een waarde van 5,3 in bodemlaag 0-5 cm. De fosfaat- en kalitoestand waren bij aanvang van het onderzoek volgens de Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen (2002) 'ruim voldoende'.

### 2.3 Mestsoorten

De gewone dunne rundermest was afkomstig van praktijkcentrum 'Cranendonk' (Soerendonk). Het ruwvoerrantsoen van de koeien bestond in de winter globaal uit 70 % uit kuilgras en 30 % snijmaïs. Daarnaast werd, afhankelijk van de melkproductie, 2-9 kg krachtvoer koe<sup>-1</sup> dag<sup>-1</sup> bijgevoerd.

De FIR-drijfmest was afkomstig van het bedrijf Van den Broek uit Wanroy. Op dit bedrijf werd FIR-MMC® aan het voer van de koeien toegevoegd. De fabrikant van FIR claimt dat dit product invloed heeft op het verteringsproces in de koe en op de samenstelling van de geproduceerde mest. De mest zou minder ammonium bevatten en een gunstiger microbiële samenstelling hebben. Het dagelijks rantsoen van de koeien bestond globaal uit circa 10 kg drogestof snijmaïs en 2 kg drogestof ingekuilde Nitrafix (90 % bladrogge, 10 % Engels raaigras).

De humest was afkomstig van het bedrijf van maatschap Bouwmans uit Bakel, het bedrijf waarop ook het proefveld lag. De humest werd geproduceerd door drijfmest (rundvedrijfmest en soms zeugenmest) te composteren met berm- of natuurhooi in de verhouding 3:1. Ook werd gebruik gemaakt van de vaste zeugenmest die wekelijks uit de ingestrooide groepshuisvesting van de zeugen werd gehaald. De zeugen werden gevoerd met droog mengvoer. Het winterrantsoen van de melkkoeien bevatte een groot aandeel graskuil en ongeveer 4 kg drogestof snijmaïs. Zowel aan het voer van de koeien als aan het voer van de varkens werd gedurende een aantal proefjaren FIR-MMC® toegevoegd. Meer informatie over de samenstelling van humest en over het compostingsproces wordt gegeven in van Dooren et al. (in druk).

De stalmest was in proefjaar 2000 afkomstig van het bedrijf van de familie Gerritsen te Esbeek en in de overige jaren van het bedrijf van de familie Slenders te Budel. Het rantsoen van de koeien die de mest produceerden bestond globaal voor de helft uit snijmaïs en voor de andere helft uit grasproducten. De mest lag vóór het moment van toediening enkele maanden op een vaste plaat.

## 2.4 Uitvoering

### Mest

Op de twee tijdstippen van bemesting werd de toe te dienen hoeveelheid organische mest bepaald aan de hand van het geschatte totale stikstofgehalte in de mest. Omdat dit gehalte sterk varieerde tussen de organische mestsoorten, was er eveneens grote variatie in de toegediende hoeveelheden per mestsoort (Tabel 20).

De drijfmest werd toegediend met een zodebemester. De dosering werd ingesteld door per giftniveau meerdere proefstroken uit te rijden en de combinatie (trekker + zodebemester) voor en na het uitrijden te wegen. De stal- en humest werd afgewogen in plastic bakken en vervolgens met een vork over de veldjes verspreid. De KAS werd toegediend met een proefveldkunstmeststrooier.

Omdat de opdracht voor het onderzoek relatief laat was verstrekt, kon de eerste bemesting in 2000 pas op 12 april plaatsvinden. Het gras wat op dat moment al gegroeid was, is vóór de bemesting gemaaid en afgevoerd. Vanwege de vertraging van de bemesting van de eerste snede werd de tweede snede ook relatief laat bemest, in Budel op 20 juni en in Bakel op 21 juni. In 2001 kon vanwege de uitbraak van mond- en klauwzeer eveneens pas laat bemest worden. De bemesting van de eerste snede werd op 30 mei uitgevoerd en de bemesting van de tweede snede op 9 juli. In het najaar van 2002 (10-12-2002) werd bij de combinaties STAL N1, STAL N3, HUM N1 en HUM N3 de geplande bemesting van de eerste snede in 2003 vervroegd uitgevoerd. Bij de N1 werd foutief de dubbele hoeveelheid gegeven. Tijdens de bemesting van de eerste snede van de andere behandelingen in het voorjaar van 2003 werd bij de eerder genoemde behandelingen de gift voor de tweede snede al toegediend. Tijdens de bemesting van de tweede snede van de andere behandelingen werden de genoemde behandelingen niet meer bemest met een stikstofmeststof. Door deze afwijkingen werd er bij STAL N1, STAL N3, HUM N1 en HUM N3 voor de eerste snede aanzienlijk meer organische mest toegediend (Tabel 20). Een overzicht van de datums van bemesting per jaar, locatie en mestsoort is opgenomen in Tabel 22.

Op alle tijdstippen van toediening werden de organische mestsoorten bemonsterd en ter analyse opgestuurd naar een laboratorium. In 2000 werden bij bemesting van de eerste snede de mestmonsters per locatie in duplo bemonsterd en in duplo geanalyseerd op: drogestof, as, organische stof, N-NH<sub>3</sub>, N-totaal, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en K<sub>2</sub>O. Bij bemesting van de tweede snede werden de mestsoorten per locatie in enkelvoud bemonsterd en eveneens in enkelvoud geanalyseerd op: drogestof, as, organische stof, N-NH<sub>3</sub>, N-totaal, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, MgO en Na<sub>2</sub>O. In 2001, 2002 en 2003 werden bij alle bemestingen de partijen mest per locatie in enkelvoud bemonsterd en in enkelvoud geanalyseerd op: drogestof, as, organische stof, N-NH<sub>3</sub>, N-totaal, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en K<sub>2</sub>O.

Op basis van een schatting van de toegediende hoeveelheden P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en K<sub>2</sub>O met de organische mest werd de bemesting met deze mineralen aangevuld tot de doelgift met behulp van kunstmest. De doelgiften zijn per snede vermeldt in Tabel 5.

**Tabel 5** Doelgift van P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) en K<sub>2</sub>O (kg ha<sup>-1</sup>) per snede

Nutriënt	Snede					Totaal
	1	2	3	4	5	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	150	50	50	50	50	350
K <sub>2</sub> O	150	150	100	100	100	600

De fosfaatgift voor de eerste en tweede snede werd gegeven met tripelsuperfosfaat (45 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). De kaligift voor de eerste en tweede snede werd gegeven met Kali-60 (60 % K<sub>2</sub>O). De fosfaat- en kaligift voor de derde, vierde en eventueel vijfde snede werd in 2000-2002 gegeven met NP 15-30 (15 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 30 % K<sub>2</sub>O, 6-10 % SO<sub>3</sub>). De fosfaat- en kaligift voor de derde en vierde snede werd in 2003 gegeven met tripelsuperfosfaat en Kali-60. De fosfaat en kali werd voor de eerste en tweede snede per veldje met een proefveldkunstmeststrooier toegediend. Voor de derde en latere sneden werd de kunstmest met een praktijkstrooier toegediend.

#### Gewas

De eerste snede werd geoogst bij een geschatte opbrengst van circa 3,5 ton drogestof ha<sup>-1</sup> op de beste veldjes en de latere sneden bij een geschatte opbrengst van 2-3 ton drogestof ha<sup>-1</sup> op de beste veldjes. In sommige jaren werden vier sneden geoogst en in andere jaren vijf sneden. Bij het maaien werd met een 'Haldrup' proefveldmaaimachine in het midden van een veldje over de volledige lengte een strook van 1,5 m breed uitgemaaid. Per veldje werd de verse opbrengst gewogen en werd met de gewasboor een monster genomen. De monsters werden 36 uur gedroogd bij 105 °C en ter analyse opgestuurd naar een laboratorium. In 2000, 2001 en 2002 werden de monsters verzonden naar het ALNN te Warga en geanalyseerd op ruw eiwit. In 2003 werden de monsters verzonden naar het Blgg te Oosterbeek en eveneens geanalyseerd op ruw eiwit.

Op 29-4-2003 werd op Bakel per veldje het aantal kruiden en hun bezetting in kaart gebracht. Op Budel waren er nauwelijks kruiden in de zode aanwezig; daarom werd op deze locatie geen kartering uitgevoerd.

#### Bodem

In maart 2000 werden voor het uitvoeren van de eerste bemesting per blok grondmonsters genomen van bodemlagen 0-5 en 0-20 cm (40 steken per monster). De monsters werden opgestuurd het Blgg te Oosterbeek en geanalyseerd op: pH-KCl, gloeiverlies, P-Al, K-HCl, MgO en Na<sub>2</sub>O.

In het najaar van 2003 (14-10-2003) werden de controleveldjes (één per blok) en de veldjes met stikstofniveau N4 per herhaling bemonsterd (15 steken per monster) en per herhaling geanalyseerd op: pH-KCl, gloeiverlies, C-totaal, N-totaal, P-Al en K-getal.

De analyses werden met uitzondering van K steeds op dezelfde wijze uitgevoerd. Het K-getal werd in 2000 berekend op basis van de analyse-uitslag van de KHCl-methode. In het najaar van 2003 werd de KHCl-methode vervangen door de PAE<sup>®</sup>-methode en het K-getal berekend op basis van de relatie tussen KHCl en K-PAE<sup>®</sup>.

#### Berekeningen

De C/N-verhouding van bodemlaag 0-20 cm werd berekend door het gehalte C-totaal (g kg<sup>-1</sup> droge grond) te delen door het gehalte N-totaal (g kg<sup>-1</sup> droge grond). Het aandeel C in de organische stof werd berekend door het gloeiverlies (g kg<sup>-1</sup> droge grond) te delen door het gehalte C-totaal (g kg<sup>-1</sup> droge grond). Het stikstofoverschot werd berekend door de gemiddelde stikstofopbrengst (kg N ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup>) bij een behandeling in mindering te brengen op de gemiddelde stikstofgift (kg N ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup>) bij deze behandeling.

#### Statistische analyse

In sommige jaren werden vier sneden geoogst en in andere jaren vijf; om balans in het statistische model te krijgen werden in de jaren met vijf sneden de drogestof- en stikstofopbrengsten van de vijfde snede bij de vierde opgeteld.

Tijdens de uitvoering van het onderzoek bleek uit verschillen in grasgroei dat op beide proefvelden sprake was van een vruchtbaarheidsverloop binnen de blokken. Op het proefveld in Budel manifesteerde dit zich vooral in het rechterdeel van de blokken (gezien vanaf de weg), op het proefveld in Bakel vooral in het linkerdeel (gezien vanaf de stal). Bij de statistische analyse is rekening gehouden met dit verloop.

De drogestof- en stikstofopbrengsten van de vier proefjaren op de twee locaties zijn gezamenlijk verwerkt in het statistische programma Genstat volgens een multisite-model op basis van REsidual Maximum Likelihood (REML).

Interacties van hogere orde ( $>3$ ) werden niet in het fixed model opgenomen, maar werden in het random deel van het model opgenomen als lack-of-fit.

Niet-significante termen ( $P>0,05$ ) zijn na toetsing buiten beschouwing gelaten. Het effect van stikstofbemesting op drogestof- en stikstofopbrengst werd gemodelleerd als functie van de gerealiseerde N-totaalgift per snede. Het uiteindelijk model voorspelt per locatie per jaar de drogestof- en stikstofopbrengst per snede.

Het aantal soorten kruiden en het percentage bedekking met kruiden werd geanalyseerd met behulp van een Generalized Linear Mixed Model (GLMM). Het aantal soorten werd Poisson-verdeeld verondersteld; het percentage bedekking werd binomiaal verdeeld verondersteld. Bij beide verdelingen werd de dispersieparameter vrij geschat. Bij de analyse werd voor een eventueel verloop binnen de blokken gecorrigeerd.

De resultaten van de bodemanalyse in het najaar van 2003 werden per locatie geanalyseerd met behulp van een variantieanalyse en getoetst met Student's t-test ( $\alpha=0,05$ ). Bij de analyse werden de onbemeste veldjes meegenomen als een behandeling bij N4. Omdat er tijdens de analyse geen uitschieters met een gestandaardiseerd residu groter dan 3,0 keer de standaardafwijking waren, werden er geen waarden verwijderd. Bij de bodemanalyse kon geen rekening gehouden worden met een eventueel verloop in bodemvruchtbaarheid binnen de blokken.

### 3 Resultaten

#### 3.1 Mest

##### *Mestsamenstelling*

De organische mestsoorten kunnen in twee groepen ingedeeld worden: een groep vloeibare mestsoorten (gewone en FIR-drijfmest) en een groep vaste mestsoorten (humest en stalmest).

Vergeleken met de gewone drijfmest bevatte de FIR-drijfmest gemiddeld meer drogestof (+17 %), meer organische stof (+22 %), meer N-totaal (+8 %) en veel minder kali (-35 %) bij de bemesting van de eerste snede (Tabel 6). Vergeleken met de stalmest bevatte de humest gemiddeld veel meer drogestof (+110 %), iets minder organische stof (-7 %), meer N-totaal (+21 %), veel minder N-NH<sub>3</sub> (-63 %), meer fosfaat (+38 %) en meer kali (+30 %) bij bemesting van de eerste snede. Vergeleken met de vloeibare mestsoorten bevatten de vaste mestsoorten gemiddeld meer drogestof, meer organische stof, evenveel of meer N-totaal, veel minder N-NH<sub>3</sub>, meer fosfaat en evenveel of meer kali bij bemesting van de eerste snede

**Tabel 6** Samenstelling van de organische mestsoorten (g kg<sup>-1</sup> vers product) per bemeste snede, gemiddelde van vier proefjaren en range in vier proefjaren

Mest	Snede	Drogestof	Organische stof	N-totaal	N-NH <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
DRM	1	83 (54-101)	64 (39-79)	3,9 (3,2-4,5)	2,0 (1,6-2,3)	1,4 (1,0-1,8)	5,5 (4,2-6,9)
FDRM	1	97 (81-112)	78 (65-91)	4,2 (3,4-5,0)	2,0 (1,6-2,5)	1,4 (1,2-1,8)	3,6 (3,3-4,1)
HUM	1	327 (261-403)	117 (77-147)	5,2 (4,1-6,4)	0,3 (0,1-0,5)	3,6 (3,1-3,9)	5,6 (3,2-8,4)
STAL	1	156 (133-166)	126 (98-140)	4,3 (2,9-5,4)	0,8 (0,4-1,2)	2,6 (1,8-3,6)	4,3 (3,2-6,8)
DRM	2	79 (44-110)	61 (32-83)	3,7 (3,1-4,0)	1,8 (1,4-2,4)	1,3 (0,9-1,8)	5,0 (4,3-5,9)
FDRM	2	97 (91-101)	75 (71-80)	3,9 (3,7-4,3)	1,9 (1,7-2,2)	1,8 (1,4-2,7)	3,5 (3,2-4,0)
HUM	2	328 (243-366)	168 (124-201)	7,8 (5,1-10,3)	0,7 (0,4-1,2)	5,6 (3,9-8,4)	10,9 (7,9-18,5)
STAL	2	139 (114-185)	111 (99-141)	4,2 (3,2-5,2)	1,2 (0,6-1,5)	2,5 (1,4-3,5)	4,4 (3,5-7,0)

Opvallend is dat de humest vergeleken met de stalmest zeer veel as bevatte. Stalmest bevatte gemiddeld  $((156-126)/156) \cdot 100 \% = 19 \%$  as in de drogestof; humest bevatte gemiddeld  $((327-117)/327) \cdot 100 \% = 64 \%$  as in de drogestof bij bemesting van de eerste snede. Verder bevatte de organische stof van humest aanzienlijk meer stikstof dan de organisch stof van stalmest. Bij humest was het aandeel organisch gebonden stikstof  $((5,2-0,3)/117) \cdot 100 \% = 4,2 \%$ ; bij stalmest was het aandeel organisch gebonden stikstof  $((4,3-0,8)/126) \cdot 100 \% = 2,7 \%$ .

Bij bemesting van de tweede snede veranderde de samenstelling van de humest sterker dan de samenstelling van de andere mestsoorten. Vergeleken met bemesting van de eerste snede waren bij bemesting van de tweede snede de gehalten organische stof (+44 %), N-totaal (+50 %), N-anorganisch (+133 %), fosfaat (+56 %) en kali (+95 %) sterk hoger.

##### *Mestgiften*

Overeenkomstig de doelstelling werd bij de behandelingen met gewone drijfmest en FIR-drijfmest bij bemesting van de eerste snede bij N2, N3 en N4 gemiddeld ongeveer het dubbele van de gift bij N1 toegediend. Bij de behandelingen met humest en stalmest werd bij de gift voor de eerste snede bij N1 en N3 gemiddeld teveel toegediend. Bij N1 was dit het gevolg van een foutieve toediening in 2002, waarbij voor de eerste snede van 2003 een dubbele gift werd toegediend. Bij de N3 werd in 2003 voor de eerste snede het dubbele toegediend. Dit was het gevolg van een extra gift in december 2002. De giften waren voor beide locaties ongeveer gelijk, met in sommige jaren kleine afwijkingen. De hoeveelheden toegediende mest per locatie per behandeling per jaar zijn weergegeven in Tabel 20. De totale hoeveelheid bemesting met product, organische stof en N-totaal is weergegeven in Tabel 21.

### 3.2 Bodem

#### Resultaten 2000

Een korte bespreking van de resultaten van de grondbemonstering in maart 2000 (Tabel 7) is reeds gegeven in de beschrijving van de locaties in de proefopzet.

**Tabel 7** Analyseresultaten van de bodembemonstering van laag 0-5 cm en 0-20 cm op beide locaties in maart 2000

Parameter	Eenheid	Laag 0-5 cm		Laag 0-20 cm	
		locatie Bakel	locatie Budel	locatie Bakel	locatie Budel
pH-KCl	-	6,0	5,3	6,1	5,1
organische stof	g kg <sup>-1</sup> droge grond	4,8	4,8	3,3	4,6
P-Al	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 100 g <sup>-1</sup> droge grond	49	35	45	35
K-HCl	mg K <sub>2</sub> O 100 g <sup>-1</sup> droge grond	16	19	13	17
K-getal	-	30	36	32	32
Mg	mg MgO 100 g <sup>-1</sup> droge grond	257	171	173	158
Na	mg Na <sub>2</sub> O 100 g <sup>-1</sup> droge grond	2	2	2	2

#### Resultaten 2003

##### *pH-KCl*

Op Bakel had de pH van bodemlaag 0-20 cm bij start van het onderzoek een waarde van 6,1 (Tabel 7). Aanvoer van organische mest hield de pH op peil (Tabel 8). Dit gold vooral voor bemesting met FIR-drijfmest of humest. Bij bemesting met drijfmest of stalmest trad een lichte daling op, maar de pH was eind 2003 nog steeds significant hoger vergeleken met niet bemesten of bemesten met KAS. Zonder stikstofbemesting daalde de pH van 6,1 begin 2000 tot 5,4 eind 2003. Bij bemesting met alleen KAS daalde de pH nog iets verder tot een waarde van 5,2.

**Tabel 8** Effect van vier jaar bemesting bij stikstofniveau N4 op de pH-KCl van bodemlaag 0-20 cm van Bakel en Budel, gemeten in najaar 2003

Mestsoort	Locatie Bakel	Locatie Budel
NUL	5,4	4,7
KAS	5,2	4,8
DRM	5,9	5,0
FDRM	6,0	5,1
HUM	6,0	5,2
STAL	5,8	5,1
LSD ( $\alpha=0,05$ )	0,2	0,1

Op Budel had de pH van bodemlaag 0-20 cm bij start van het onderzoek een waarde van 5,1 (Tabel 7). Aanvoer van organische stof hield op Budel eveneens de pH op peil. De verschillen tussen de organische mestsoorten waren klein. Bij bemesting met humest bleef de pH iets beter op peil dan bij bemesting met gewone drijfmest of stalmest. Zonder stikstofbemesting daalde de pH van 5,1 begin 2000 tot 4,7 eind 2003. Bij bemesting met KAS was de daling iets geringer. Op Budel waren de verschillen in pH tussen de behandelingen gemiddeld wat kleiner dan op Bakel.

##### *Organische stof*

Het gloeiverlies is een maat voor het gehalte aan organische stof. Op Bakel bedroeg het gehalte organische stof in bodemlaag 0-20 cm bij start van het onderzoek 3,3 % (Tabel 7). Toediening van humest gedurende vier jaar leidde op Bakel tot een toename van het gehalte organische stof van 3,3 tot 3,9 % (Tabel 9). Toediening van gewone drijfmest hield het gehalte organische stof op peil; bij toediening van FIR-drijfmest was er sprake van een lichte daling en bij toediening van stalmest of KAS was er sprake van een afname van het gehalte organische stof tot respectievelijk 2,8 en 2,5 %. Bij afwezigheid van stikstofbemesting was er sprake van een lichte daling van het gehalte organische stof tot 3,1 %. Eind 2003 was het gehalte organische stof op de veldjes bemest met humest significant hoger dan op de veldjes bemest met KAS. Op de veldjes bemest met gewone drijfmest was er een



aanwijzing voor een significant hoger gehalte vergeleken met de veldjes bemest met KAS. Op de veldjes bemest met humest was het gehalte organische stof eind 2003 ook significant hoger dan het gehalte op de veldjes bemest met stalmest.

**Tabel 9** Effect van vier jaar bemesting bij stikstofniveau N4 op het gehalte organische stof (%) van bodemlaag 0-20 cm van Bakel en Budel, gemeten in najaar 2003

Mestsoort	Locatie Bakel	Locatie Budel
NUL	3,1	4,4
KAS	2,5	4,4
DRM	3,4	4,4
FDRM	3,1	4,6
HUM	3,9	4,9
STAL	2,8	4,8
LSD ( $\alpha=0,05$ )	0,9	0,4

Op Budel bedroeg het gehalte organische stof in bodemlaag 0-20 cm bij start van het onderzoek 4,6 % (Tabel 7). Toediening van humest gedurende vier jaar had op Budel minder effect op het gehalte organische stof dan op Bakel. Er was sprake van een lichte toename van het gehalte van 4,6 tot 4,9 %. Toediening van stalmest leidde op Budel eveneens tot een lichte stijging van het gehalte organische stof van 4,6 tot 4,8 %. Niet bemesten of bemesten met KAS leidde tot een lichte daling van het gehalte organische stof vergeleken met de beginsituatie. Er was geen verschil in gehalte organische stof tussen de onbemeste veldjes, de veldjes bemest met KAS en de veldjes bemest met gewone drijfmest. Eind 2003 was het gehalte organische stof op de veldjes bemest met humest significant hoger dan op de onbemeste veldjes en de veldjes bemest met KAS of gewone drijfmest. Op de veldjes bemest met stalmest was er een aanwijzing voor een significant hoger gehalte vergeleken met de onbemeste veldjes en de veldjes bemest met KAS of gewone drijfmest. Op Budel waren de verschillen in gehalte organische stof tussen de behandelingen gemiddeld kleiner dan op Bakel.

#### *C-totaal*

Op Bakel was na vier jaar bemesting met humest het gehalte C-totaal in bodemlaag 0-20 cm significant hoger dan bij de andere behandelingen (Tabel 10). Vergeleken met de onbemeste veldjes was het gehalte C-totaal 8,6 g of 54 % hoger; vergeleken met de veldjes bemest met KAS was het gehalte 11,0 g of 81 % hoger. Op de veldjes bemest met gewone drijfmest of stalmest was het gehalte C-totaal significant hoger dan op de veldjes bemest met KAS.

**Tabel 10** Effect van vier jaar bemesting bij stikstofniveau N4 op het gehalte C-totaal (g kg<sup>-1</sup> droge grond) van bodemlaag 0-20 cm van Bakel en Budel, gemeten in najaar 2003

Mestsoort	Locatie Bakel	Locatie Budel
NUL	16,0	24,1
KAS	13,6	24,9
DRM	19,2	24,5
FDRM	17,5	25,5
HUM	24,6	26,1
STAL	19,8	27,5
LSD ( $\alpha=0,05$ )	4,5	2,8

Op Budel was het gehalte C-totaal van de veldjes bemest met stalmest significant hoger vergeleken met de onbemeste veldjes en de veldjes bemest met gewone drijfmest. In alle grondmonsters (zowel op Bakel als op Budel) was het gehalte CO<sub>2</sub> kleiner dan 0,1 %.

Percentage koolstof in de organische stof

Op Bakel was na vier jaar bemesting het percentage koolstof in de bodemorganische stof op de veldjes bemest met stalmest significant hoger dan de andere veldjes, uitgezonderd de veldjes bemest met humest.

**Tabel 11** Effect van vier jaar bemesting bij stikstofniveau N4 op het gehalte C-totaal (%) in de organische stof van bodemlaag 0-20 cm van Bakel en Budel, berekend op basis van gehalte C-totaal en het gehalte organische stof

Mestsoort	Locatie Bakel	Locatie Budel
NUL	53	54
KAS	56	56
DRM	57	56
FDRM	57	55
HUM	62	53
STAL	73	57
LSD ( $\alpha=0,05$ )	15	4

Op Budel waren er na vier jaar bemesting geen significante verschillen tussen behandelingen; op de veldjes bemest met stalmest was er een aanwijzing voor een significant hoger percentage vergeleken met de veldjes bemest met humest.

N-totaal

Op Bakel was na vier jaar bemesting het N-totaalgehalte in bodemlaag 0-20 cm op de veldjes bemest met gewone drijfmest, humest of stalmest significant hoger dan op de veldjes bemest met KAS (Tabel 12). Het verschil bedroeg 0,61-0,62 g of 54-55 %.

**Tabel 12** Effect van vier jaar bemesting bij stikstofniveau N4 op het gehalte N-totaal (g kg<sup>-1</sup> droge grond) van bodemlaag 0-20 cm van Bakel en Budel, gemeten in najaar 2003

Mestsoort	Locatie Bakel	Locatie Budel
NUL	1,55	2,10
KAS	1,13	2,44
DRM	1,74	2,24
FDRM	1,53	2,41
HUM	1,75	2,59
STAL	1,75	2,06
LSD ( $\alpha=0,05$ )	0,52	0,65

Op Budel waren er na vier jaar bemesting geen significante verschillen in gehalte N-totaal in bodemlaag 0-20 cm tussen de behandelingen.

C/N-verhouding

Op Bakel was na vier jaar bemesting op de veldjes bemest met humest de C/N-verhouding van de organische stof in bodemlaag 0-20 cm significant hoger dan op de onbemeste veldjes.

**Tabel 13** Effect van vier jaar bemesting bij stikstofniveau N4 op de C/N-verhouding van bodemlaag 0-20 cm van Bakel en Budel, berekend op basis van gehalte C-totaal en N-totaal

Mestsoort	Locatie Bakel	Locatie Budel
NUL	10,2	11,5
KAS	12,0	10,7
DRM	11,3	11,2
FDRM	11,0	10,8
HUM	14,1	10,4
STAL	12,4	13,4
LSD ( $\alpha=0,05$ )	3,7	2,7

Op Budel was na vier jaar bemesting met stalmest de C/N-verhouding van de organische stof in bodemlaag 0-20 cm significant lager dan na vier jaar bemesting met humest. Tevens was er een aanwijzing voor een significant hogere C/N-verhouding vergeleken met de behandeling vier jaar bemest met KAS.

#### P-Al

Op Bakel en Budel had het P-Al-getal in bodemlaag 0-20 cm bij start van het onderzoek respectievelijk een waarde van 45 en 35 (Tabel 7). Tijdens de vier proefjaren nam het P-Al-getal bij alle behandelingen sterk toe (Tabel 14). De P-Al-getallen van de diverse behandelingen geven echter nauwelijks informatie over het effect van mestsoort op het P-Al-getal, aangezien er bij de basisbemesting met fosfaat (Tabel 5) steeds (in zekere mate) rekening werd gehouden met de geschatte aanvoer via de betreffende mestsoort.

**Tabel 14** P-Al getal (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 100 g<sup>-1</sup> droge grond) van bodemlaag 0-20 cm van Bakel en Budel bij N4, gemeten in najaar 2003

Mestsoort	Locatie Bakel	Locatie Budel
NUL	60	54
KAS	54	52
DRM	58	47
FDRM	57	48
HUM	72	59
STAL	63	51
LSD ( $\alpha=0,05$ )	14	6

#### K-getal

Op Bakel had het K-getal in bodemlaag 0-20 cm bij start van het onderzoek een waarde van 32 (Tabel 7). Vergeleken met de onbemeste veldjes was het K-getal van de veldjes bemest met KAS en FIR-drijfmest eind 2003 significant lager (Tabel 15). Het K-getal van de veldjes bemest met stalmest was significant hoger dan het K-getal van alle andere behandelingen, behalve de veldjes bemest met humest. Het K-getal van de veldjes bemest met humest was significant hoger dan het K-getal van de veldjes bemest met KAS of FIR-drijfmest. De K-getallen van de diverse behandelingen geven weinig informatie over het effect van mestsoort op het K-getal, aangezien er bij de basisbemesting met kali (Tabel 5) steeds in bepaalde mate rekening is gehouden met de geschatte aanvoer met de betreffende mestsoort.

**Tabel 15** K-getal van bodemlaag 0-20 cm van Bakel en Budel bij N4 in najaar 2003

Mestsoort	Locatie Bakel	Locatie Budel
NUL	34	41
KAS	22	19
DRM	30	34
FDRM	20	20
HUM	35	50
STAL	42	42
LSD ( $\alpha=0,05$ )	7	6

Op Budel had het K-getal in bodemlaag 0-20 cm bij start van het onderzoek eveneens een waarde van 32 (Tabel 7). Vergeleken met de onbemeste veldjes was het K-getal van de veldjes bemest met KAS, gewone drijfmest en FIR-drijfmest significant lager. Anders dan op Bakel was niet het K-getal van de veldjes bemest met stalmest maar het K-getal van de veldjes bemest met humest significant hoger dan van de onbemeste veldjes. Het K-getal van de veldjes bemest met stalmest verschilde niet significant van de onbemeste veldjes. Op zowel Bakel als Budel hadden de veldjes bemest met KAS of FIR-drijfmest de laagste K-getallen.

### 3.3 Gewas

#### Algemeen

Bij weergave van de drogestof- en stikstofopbrengst en de stikstofterugwinning wordt in de grafieken op de x-as de totale stikstofjaargift weergegeven, gemiddeld over de vier proefjaren. Op de y-as is er steeds sprake van weergave van waarden gefit met behulp van het statistische model, niet van de gemeten waarden.

Vanwege de vaste verhoudingen in stikstofgift tussen de stikstofniveaus kan een beeld van de nawerking verkregen worden. Als bijvoorbeeld de drogestofopbrengst van de eerste snede bij N3 hoger is dan bij N2, dan is deze meeropbrengst te wijten aan nawerking. Immers, N2 en N3 kregen steeds dezelfde bemesting voor de eerste snede, maar N3 werd daarnaast ook voor de tweede snede bemest, met ongeveer de helft van de hoeveelheid voor de eerste snede. N2 werd daarentegen niet bemest. Het verschil is het gevolg van nawerking van de extra bemesting in vorige jaren.

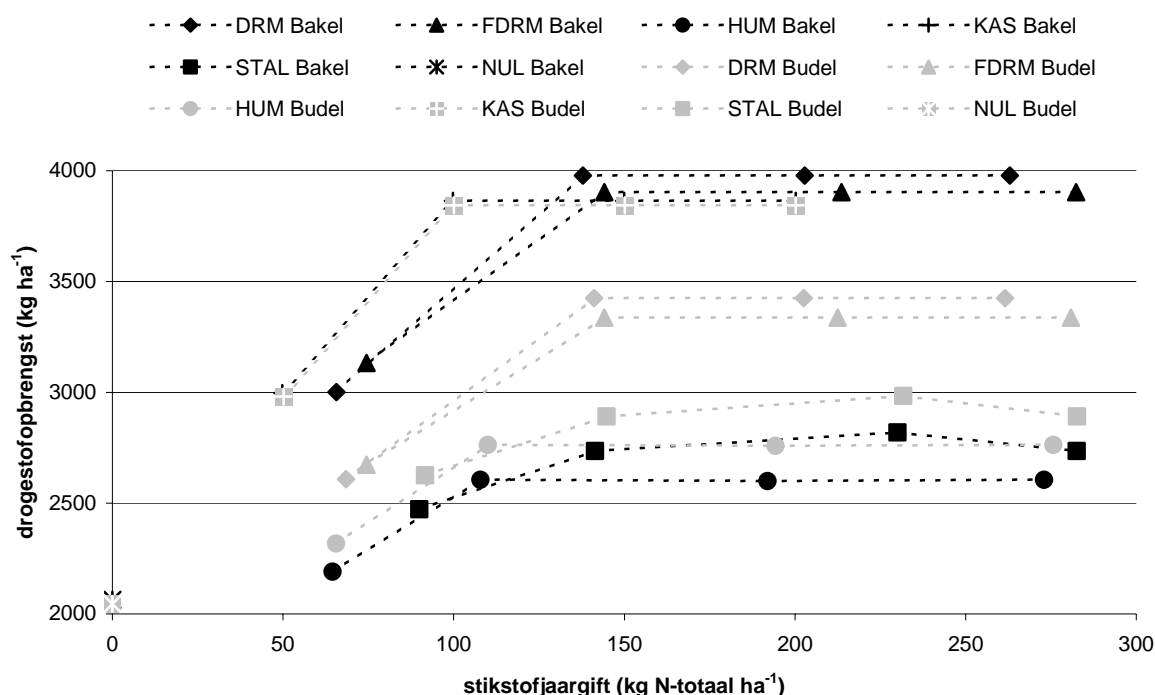
Een overzicht van de oogstdatums is weergegeven in Tabel 23.

### 3.3.1 Drogestofopbrengst

#### Eerste snede

De gemiddelde drogestofopbrengst van de eerste snede van de onbemeste veldjes was op beide locaties gelijk (Figuur 1). Bij bemesting met KAS nam de gemiddelde opbrengst van de eerste snede op beide locaties toe bij verhoging van de stikstofjaargift van N1 naar N2, maar niet bij een verdere verhoging tot N3 of N4. Bemesting van de tweede snede bij N3 of N4 had dus geen effect op de gemiddelde opbrengst van de eerste snede. De opbrengsten bij bemesting met KAS waren op beide locaties bij alle N-niveaus vrijwel gelijk. Bij bemesting met gewone drijfmest of FIR-drijfmest nam op beide locaties de gemiddelde drogestofopbrengst van de eerste snede toe bij verhoging van de stikstofjaargift van N1 naar N2, maar niet bij een verdere verhoging tot N3 of N4. Bemesting van de tweede snede bij N3 of N4 had dus geen effect op de gemiddelde opbrengst van de eerste snede. De opbrengsten bij bemesting met gewone drijfmest of FIR-drijfmest waren op Bakel steeds hoger dan op Budel. Binnen een locatie waren de verschillen klein tussen de veldjes bemest met gewone drijfmest of FIR-drijfmest.

**Figuur 1** Drogestofopbrengst ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) van de eerste snede, gemiddeld over de periode 2000-2003, per locatie, per mestsoort en per stikstofjaargift ( $\text{kg N-totaal ha}^{-1}$ )



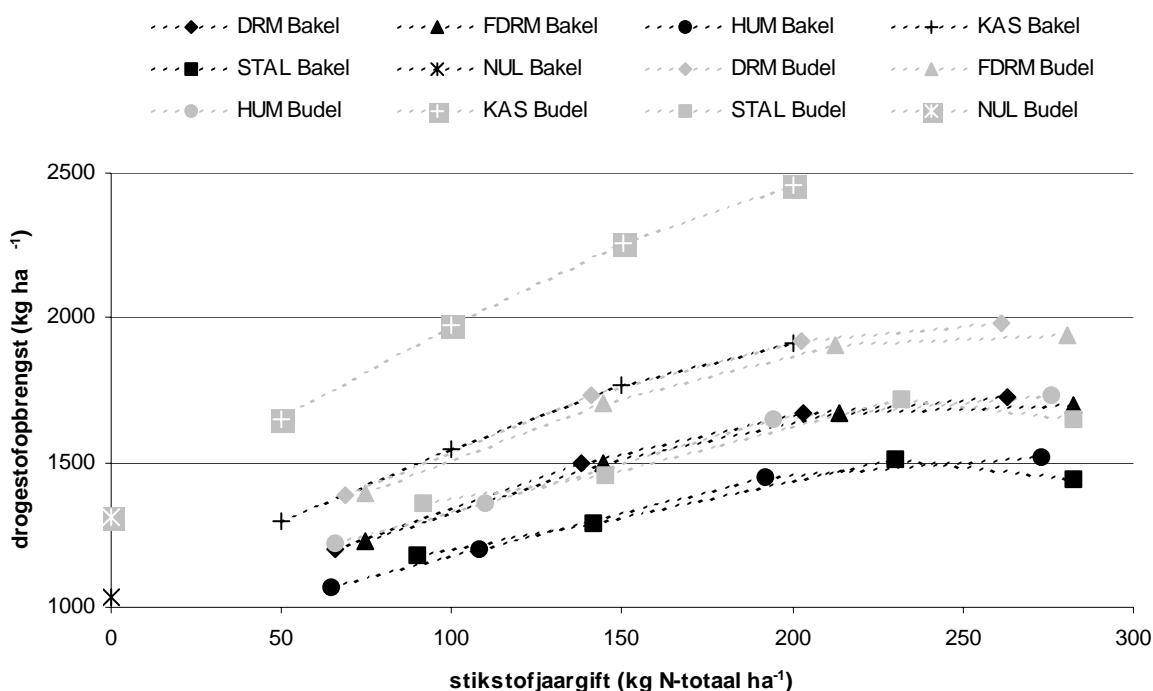
Bij bemesting met humest nam de gemiddelde drogestofopbrengst van de eerste snede toe bij verhoging van de stikstofjaargift van N1 naar N2, maar niet bij een verdere verhoging tot N3 of N4. Bemesting van de tweede snede bij N3 of N4 had dus geen effect op de gemiddelde opbrengst van de eerste snede. De opbrengst bij bemesting met humest was op Bakel steeds lager dan op Budel. Bij bemesting met stalmest nam de gemiddelde opbrengst van de eerste snede toe bij verhoging van gift van N1 naar N2 en van N2 naar N3. Bij verhoging van de gift naar N4 nam de gemiddelde opbrengst weer af. De toename tussen N2 en N3 is waarschijnlijk te wijten aan de hoger dan normale bemesting van de eerste snede van 2003 (Tabel 20). De opbrengst bij bemesting met stalmest was op Bakel steeds lager dan op Budel.

#### Tweede snede

De gemiddelde drogestofopbrengst van de tweede snede van de onbemeste veldjes was op Bakel lager dan op Budel (Figuur 2). Bij bemesting met KAS nam de gemiddelde opbrengst van de tweede snede vrijwel lineair toe bij verhoging van de stikstofjaargift van N1 naar N4. De toename tussen N1 en N2 geeft aan dat er sprake was van nawerking van de bemesting van de eerste snede. De gemiddelde opbrengst van de tweede snede bij bemesting met KAS was op Bakel lager dan op Budel. Bij bemesting met gewone drijfmest of FIR-drijfmest nam op beide locaties de gemiddelde opbrengst van de tweede snede toe bij verhoging van de stikstofjaargift van N1 naar N3;

bij verdere verhoging tot N4 bleef de opbrengst ongeveer gelijk. Blijkbaar kwam de extra drijfmestgift bij N4, vergeleken met N3, niet tot werking in de tweede snede. De toename tussen N1 en N2 geeft aan dat er sprake was van nawerking van de bemesting van de eerste snede. Bij bemesting met gewone drijfmest of FIR-drijfmest waren de opbrengsten van de tweede snede op Bakel steeds lager dan op Budel. Binnen een locatie verschilde de opbrengst nauwelijks tussen de veldjes bemest met gewone drijfmest of FIR-drijfmest.

**Figuur 2** Drogestofopbrengst ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) van de tweede snede, gemiddeld over de periode 2000-2003, per locatie, per mestsoort en per stikstofjaargift ( $\text{kg N-totaal ha}^{-1}$ )

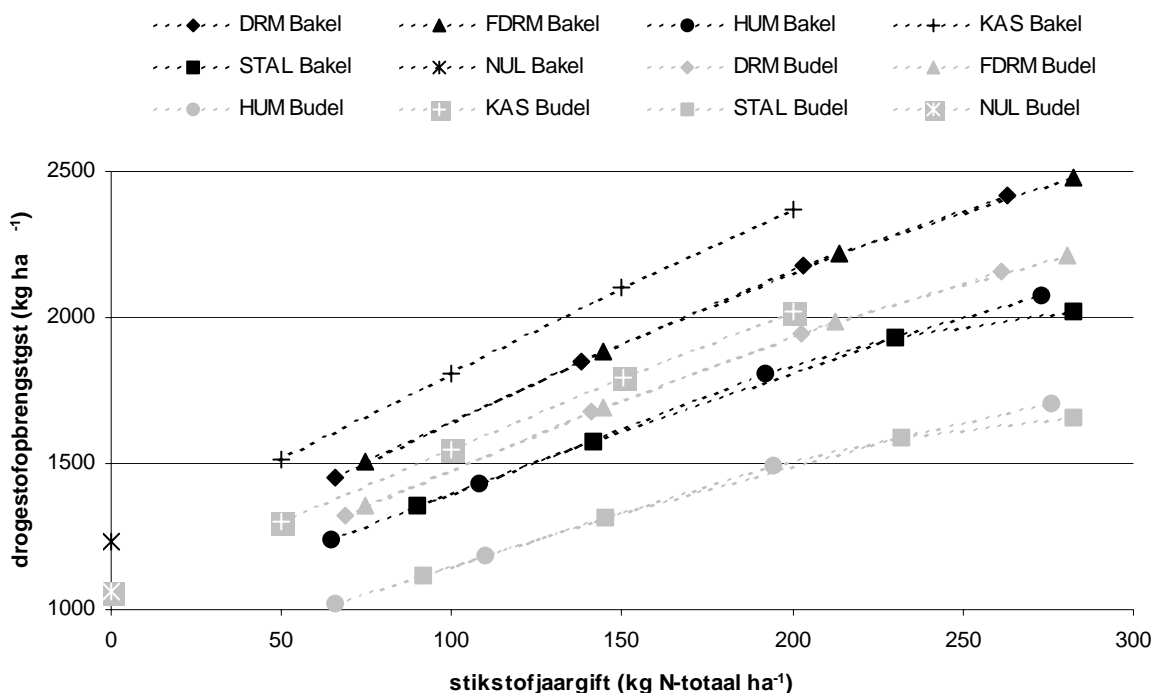


Bij bemesting met humest nam de gemiddelde drogestofopbrengst van de tweede snede toe bij verhoging van de stikstofjaargift van N1 naar N4. De toename tussen N1 en N2 geeft aan dat er sprake was van nawerking van de bemesting van de eerste snede. De toename van de opbrengst bij verhoging van de gift van N3 naar N4 was klein. Blijkbaar kwam de extra humest bij N4 niet tot werking in de tweede snede. De opbrengst bij bemesting met humest was op Bakel steeds lager dan op Budel. Bij bemesting met stalmest nam de gemiddelde opbrengst van de tweede snede toe bij verhoging van stikstofjaargift van N1 naar N3. De toename tussen N1 en N2 geeft aan dat er sprake was van nawerking van de bemesting van de eerste snede. Bij verdere verhoging van de gift naar N4 nam de opbrengst weer licht af. Deze afname was waarschijnlijk het gevolg van de nawerking van de hoge bemesting van N3 voor de eerste snede in 2003. De opbrengst bij bemesting met stalmest was op Bakel steeds lager dan op Budel. Binnen een locatie waren er nauwelijks verschillen in opbrengst tussen de veldjes bemest met humest of stalmest.

Derde snede

De gemiddelde drogestofopbrengst van de derde snede van de onbemeste veldjes was op Bakel hoger dan op Budel (Figuur 3). Bij bemesting met KAS nam de gemiddelde opbrengst van de derde snede op beide locaties lineair toe bij verhoging van de stikstofjaargift van N1 naar N4, wat aangeeft dat er sprake was van nawerking van de bemesting voor de eerste en tweede snede. De gemiddelde opbrengst van de derde snede was bij bemesting met KAS op Bakel hoger dan op Budel. Bij bemesting met gewone drijfmest of FIR-drijfmest nam op beide locaties de gemiddelde opbrengst van de derde snede toe bij verhoging van de stikstofjaargift van N1 naar N4, wat aangeeft dat er sprake was van nawerking van de bemesting voor de eerste en tweede snede. De opbrengsten waren op Bakel steeds hoger dan op Budel. Binnen een locatie waren er geen verschillen tussen de veldjes bemest met gewone of FIR-drijfmest.

**Figuur 3** Drogestofopbrengst ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) van de derde snede, gemiddeld over de periode 2000-2003, per locatie, per mestsoort en per stikstofjaargift ( $\text{kg N-totaal ha}^{-1}$ )

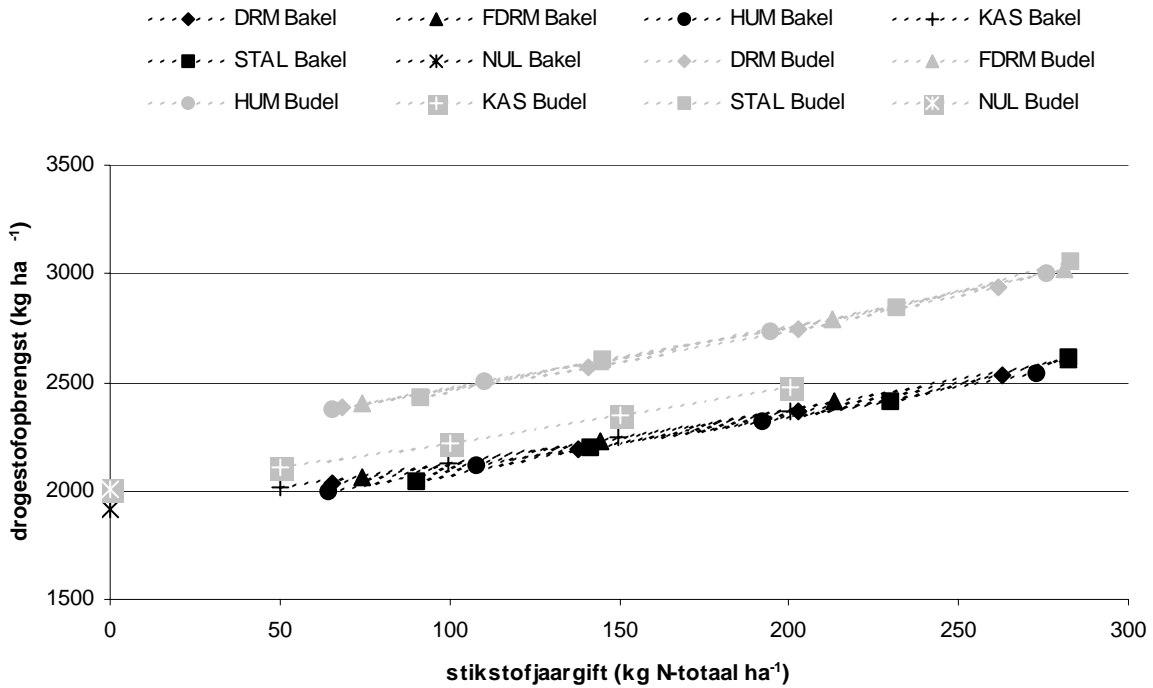


Bij bemesting met humest nam de gemiddelde drogestofopbrengst van de derde snede op beide locaties toe bij verhoging van de stikstofjaargift van N1 naar N4, wat aangeeft dat er sprake was van nawerking van de bemesting voor de eerste en tweede snede. De opbrengst bij bemesting met humest was op Bakel steeds hoger dan op Budel. Bij bemesting met stalmest nam de gemiddelde opbrengst van de derde snede op beide locaties eveneens toe bij verhoging van gift van N1 naar N4, wat aangeeft dat er sprake was van nawerking van de bemesting voor de eerste en tweede snede. De toename bij verhoging van N3 naar N4 was gering. De opbrengst bij bemesting met stalmest was op Bakel steeds hoger dan op Budel. Binnen een locatie waren er nauwelijks verschillen in opbrengst tussen de veldjes bemest met humest of stalmest.

Vierde snede

De gemiddelde drogestofopbrengst van de vierde (plus vijfde) snede van de onbemeste veldjes was op beide locaties vrijwel gelijk (Figuur 4). Bij alle mestsoorten nam op beide locaties de gemiddelde opbrengst van de vierde snede vrijwel lineair toe bij verhoging van de stikstofjaargift van N1 naar N4, wat aangeeft dat er sprake was van nawerking van bemesting voor de eerste en tweede snede. De opbrengst bij bemesting met KAS was op Bakel iets lager dan op Budel. De opbrengsten bij de overige mestsoorten waren op Bakel steeds lager dan op Budel. Bij dezelfde stikstofjaargift had de aard van een organische mestsoort geen effect op de opbrengst van de vierde (plus vijfde) snede.

**Figuur 4** Drogestofopbrengst (kg ha<sup>-1</sup>) van de vierde snede, gemiddeld over de periode 2000-2003, per locatie, per mestsoort en per stikstofjaargift (kg N-totaal ha<sup>-1</sup>)

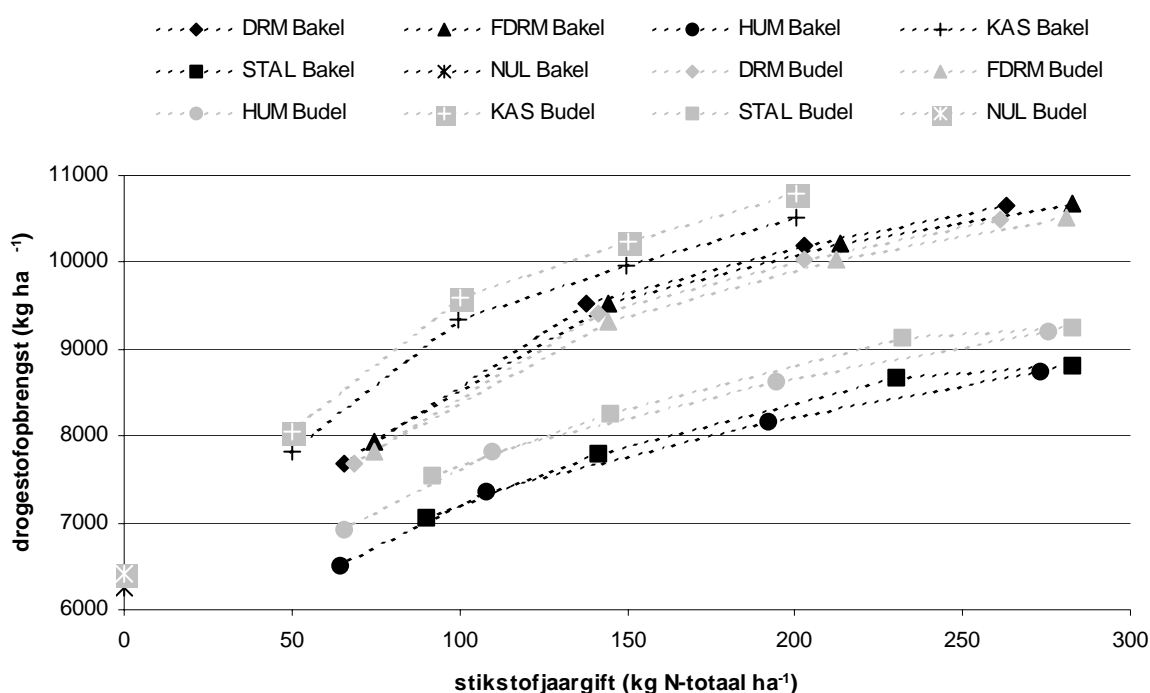




Jaaropbrengst drogestof

De gemiddelde jaaropbrengst drogestof van de onbemeste veldjes verschilde nauwelijks tussen Bakel en Budel en bedroeg respectievelijk 6,2 en 6,4 ton drogestof ha<sup>-1</sup> (Figuur 5). Bij bemesting met KAS nam bij verhoging van de stikstofjaargift van N1 naar N4 de gemiddelde jaaropbrengst toe van 7,8 naar 10,5 ton ha<sup>-1</sup> op Bakel en van 8,0 naar 10,8 ton ha<sup>-1</sup> op Budel. De gemiddelde jaaropbrengst verschilde daarmee nauwelijks tussen Bakel en Budel. Bij bemesting met gewone drijfmest nam bij verhoging van de gift van N1 naar N4 de gemiddelde jaaropbrengst toe van 7,7 naar 10,7 ton ha<sup>-1</sup> op Bakel en van 7,7 naar 10,5 ton ha<sup>-1</sup> op Budel. De gemiddelde jaaropbrengst verschilde daarmee nauwelijks tussen de locaties. Bij bemesting met FIR-drijfmest nam bij verhoging van de gift van N1 naar N4 de gemiddelde jaaropbrengst toe van 7,9 naar 10,7 ton ha<sup>-1</sup> op Bakel en van 7,8 naar 10,5 ton ha<sup>-1</sup> op Budel. De gemiddelde jaaropbrengst verschilde daarmee nauwelijks tussen de locaties. Binnen een locatie waren er nauwelijks verschillen in jaaropbrengst tussen veldjes bemest met gewone drijfmest of FIR-drijfmest.

**Figuur 5** Jaaropbrengst drogestof (kg ha<sup>-1</sup>), gemiddeld over de periode 2000-2003, per locatie, per mestsoort en per stikstofjaargift (kg N-totaal ha<sup>-1</sup>)



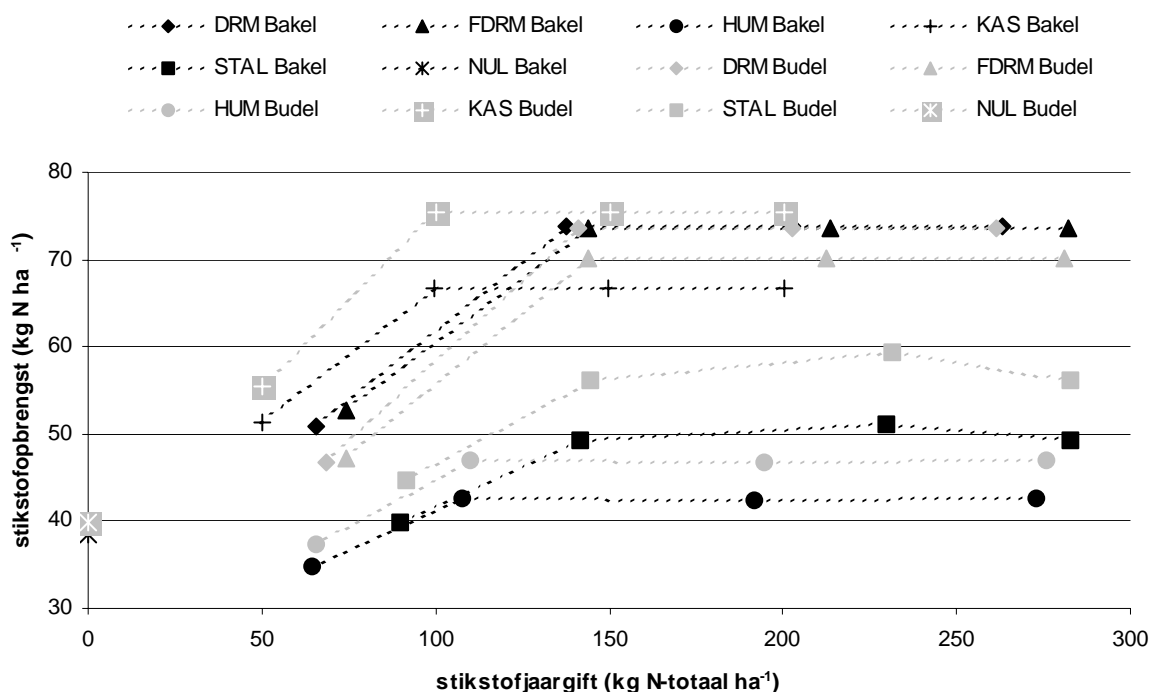
Bij bemesting met humest nam bij verhoging van de gift van N1 naar N4 de gemiddelde jaaropbrengst toe van 6,5 naar 8,7 ton ha<sup>-1</sup> op Bakel en van 6,9 naar 9,2 ton ha<sup>-1</sup> op Budel. De gemiddelde jaaropbrengst was daarmee op Budel hoger dan op Bakel. Bij bemesting met stalment nam bij verhoging van de gift van N1 naar N4 de gemiddelde jaaropbrengst toe van 7,1 naar 8,8 ton ha<sup>-1</sup> op Bakel en van 7,5 naar 9,3 ton ha<sup>-1</sup> op Budel. Evenals bij bemesting met humest was bij bemesting met stalment de gemiddelde jaaropbrengst op Bakel lager dan op Budel. Binnen een locatie waren de verschillen in gemiddelde jaaropbrengst tussen de veldjes bemest met humest of stalment klein.

### 3.3.2 Stikstofopbrengst

#### Eerste snede

De gemiddelde stikstofopbrengst van de eerste snede van de onbemeste veldjes was op beide locaties vrijwel gelijk (Figuur 6). Bij bemesting met KAS nam de gemiddelde opbrengst van de eerste snede op beide locaties toe bij verhoging van de stikstofjaargift van N1 naar N2 en bleef gelijk bij een verdere verhoging naar N3 en N4. Bemesting van de tweede snede bij N3 of N4 had dus geen effect op de gemiddelde stikstofopbrengst van de eerste snede. Bij bemesting met KAS was de gemiddelde stikstofopbrengst op Bakel lager dan op Budel. Bij bemesting met gewone drijfmest of FIR-drijfmest nam op beide locaties de gemiddelde stikstofopbrengst van de eerste snede toe bij verhoging van de gift van N1 naar N2 en bleef daarna gelijk. Bemesting van de tweede snede bij N3 of N4 had dus geen effect op de gemiddelde stikstofopbrengst van de eerste snede. Op Bakel was er nauwelijks verschil in gemiddelde stikstofopbrengst tussen de veldjes bemest met gewone of FIR-drijfmest; op Budel was de opbrengst bij bemesting met gewone drijfmest hoger vanaf N2.

**Figuur 6** Stikstofopbrengst ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) van de eerste snede, gemiddeld over de periode 2000-2003, per locatie, per mestsoort en per stikstofjaargift ( $\text{kg N-totaal ha}^{-1}$ )

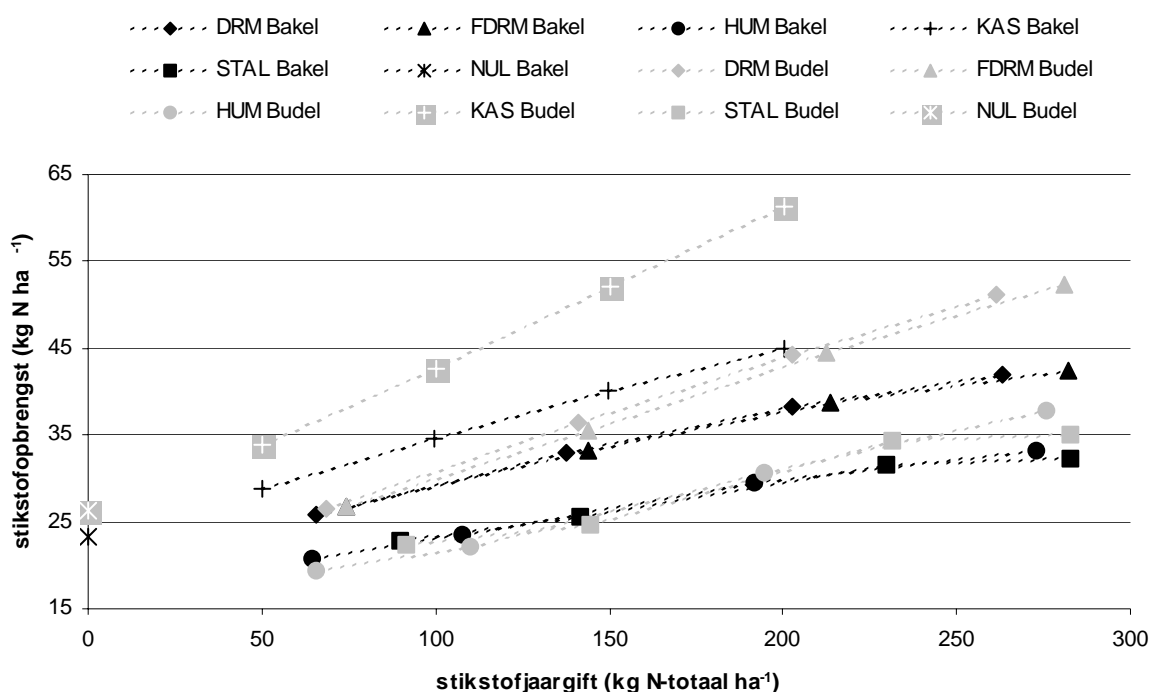


Bij bemesting met humest nam de gemiddelde stikstofopbrengst van de eerste snede op beide locaties toe bij verhoging van de stikstofjaargift van N1 naar N2 en bleef daarna gelijk. Bemesting van de tweede snede bij N3 of N4 had dus geen effect op de gemiddelde opbrengst van de eerste snede. Op Bakel was de gemiddelde stikstofopbrengst vanaf N2 lager dan op Budel. Bij bemesting met stalment nam de gemiddelde stikstofopbrengst op beide locaties toe bij verhoging van de stikstofjaargift van N1 naar N2 en van N2 naar N3. Bij verdere verhoging van N3 naar N4 daalde de stikstofopbrengst weer naar het opbrengstniveau van N2. De toename tussen N2 en N3 en de afname tussen N3 en N4 is waarschijnlijk te wijten aan de hoger dan normale bemesting van de eerste snede in 2003 (Tabel 20). Bij bemesting met stalment was de gemiddelde stikstofopbrengst van de eerste snede op Bakel lager dan op Budel. Binnen een locatie was de opbrengst van de veldjes bemest met humest vanaf N2 lager dan de opbrengst van de veldjes bemest met stalment.

Tweede snede

De gemiddelde stikstofopbrengst van de tweede snede van de onbemeste veldjes was op Bakel iets lager dan op Budel (Figuur 7). Bij bemesting met KAS nam de gemiddelde opbrengst van de tweede snede op beide locaties toe bij verhoging van de stikstofjaargift van N1 naar N4. De toename tussen N1 en N2 geeft aan dat er sprake was van nawerking van de bemesting voor de eerste snede. De toename van de stikstofopbrengst was op Bakel minder sterk dan op Budel. Bij N1 was de stikstofopbrengst op Bakel lager dan op Budel, en bij toenemende stikstofgift werd het verschil steeds groter. Bij bemesting met gewone drijfmest of FIR-drijfmest nam de gemiddelde stikstofopbrengst op beide locaties toe bij verhoging van de stikstofjaargift van N1 naar N4. De toename tussen N1 en N2 geeft aan dat er sprake was van nawerking van de bemesting voor de eerste snede. Bij N1 was de stikstofopbrengst op Bakel en Budel gelijk; bij toenemende jaargift nam de stikstofopbrengst op Bakel minder snel toe dan op Budel, zodat er een steeds groter wordend verschil ontstond. Op Bakel was er geen verschil in stikstofopbrengst tussen veldjes bemest met gewone of FIR-drijfmest; op Budel was de stikstofopbrengst op veldjes bemest met FIR-drijfmest iets lager.

**Figuur 7** Stikstofopbrengst ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) van de tweede snede, gemiddeld over de periode 2000-2003, per locatie, per mestsoort en per stikstofjaargift ( $\text{kg N-totaal ha}^{-1}$ )

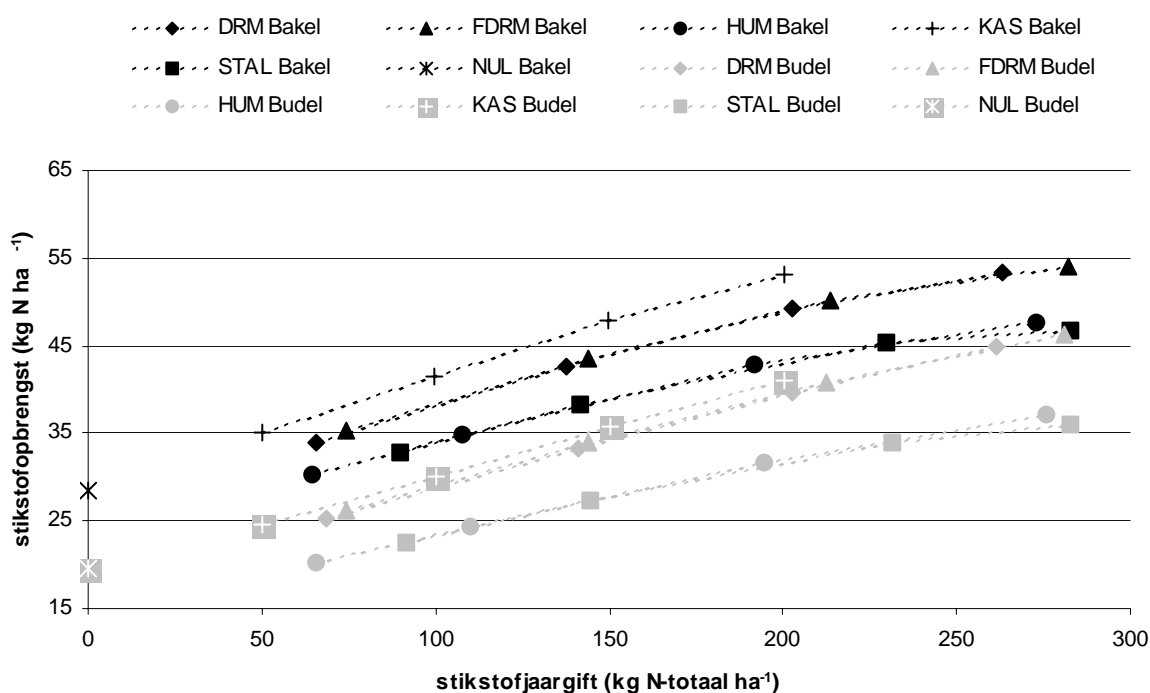


Bij bemesting met humest nam de gemiddelde stikstofopbrengst van de tweede snede op beide locaties toe bij verhoging van de stikstofjaargift van N1 naar N4. De toename tussen N1 en N2 geeft aan dat er sprake was van nawerking van de bemesting voor de eerste snede. In het traject N1 tot N3 verschilden de stikstofopbrengsten nauwelijks tussen Bakel en Budel; vanaf N3 was de opbrengst op Bakel lager dan op Budel. Bij bemesting met stalmest nam de stikstofopbrengst op beide locaties toe bij verhoging van N1 naar N3. De toename tussen N1 en N2 geeft aan dat er sprake was van nawerking van de bemesting voor de eerste snede. Bij verdere verhoging van N3 naar N4 bleef de stikstofopbrengst vrijwel gelijk. In het traject N1 tot N2 verschilden de stikstofopbrengsten nauwelijks tussen Bakel en Budel; vanaf N3 was de stikstofopbrengst op Bakel iets lager. Binnen een locatie waren er nauwelijks verschillen in gemiddelde stikstofopbrengst tussen veldjes bemest met humest of stalmest.

Derde snede

De gemiddelde stikstofopbrengst van de derde snede van de onbemeste veldjes was op Bakel hoger dan op Budel (Figuur 8). Bij bemesting met KAS nam de gemiddelde opbrengst van de derde snede op beide locaties toe bij verhoging van de stikstofjaargift van N1 naar N4, wat aangeeft dat er sprake was van nawerking van de bemesting voor de eerste en tweede snede. Bij bemesting met KAS was de gemiddelde stikstofopbrengst op Bakel hoger dan op Budel. Bij bemesting met gewone drijfmest of FIR-drijfmest nam de gemiddelde stikstofopbrengst op beide locaties toe bij verhoging van de gift van N1 naar N4, wat aangeeft dat er sprake was van nawerking van de bemesting voor de eerste en tweede snede. De opbrengst was op Bakel hoger dan op Budel; binnen een locatie waren er geen verschillen tussen de veldjes bemest met gewone of FIR-drijfmest.

**Figuur 8** Stikstofopbrengst ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) van de derde snede, gemiddeld over de periode 2000-2003, per locatie, per mestsoort en per stikstofjaargift ( $\text{kg N-totaal ha}^{-1}$ )

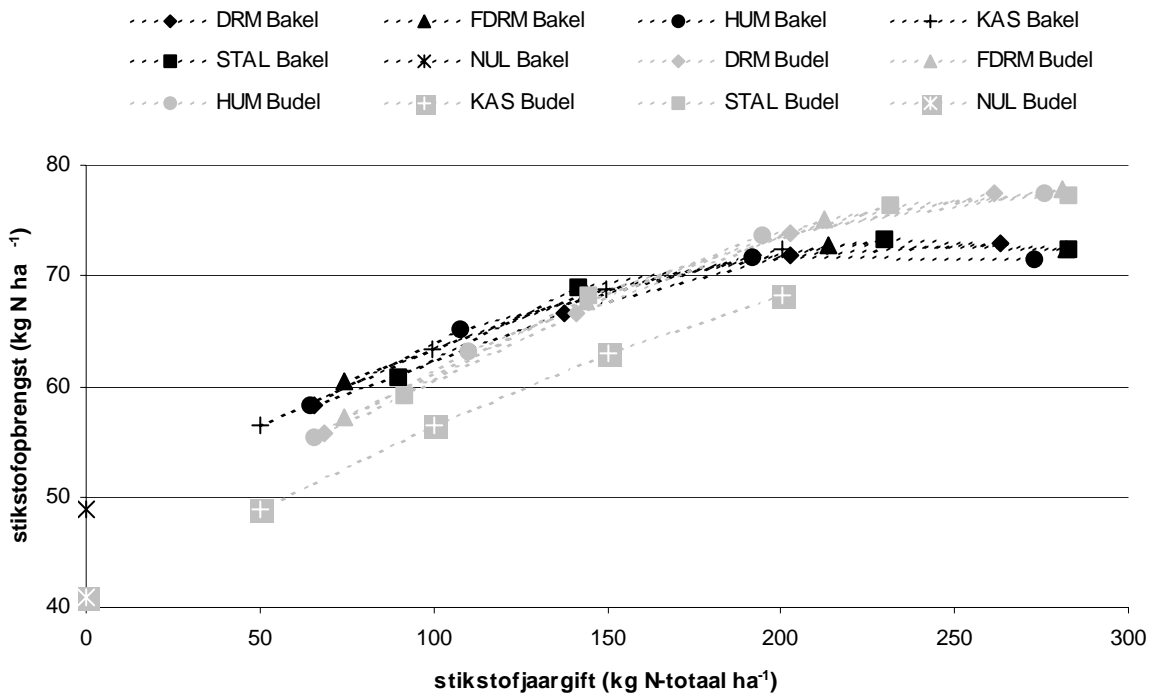


Bij bemesting met humest of stalment nam de gemiddelde stikstofopbrengst van de derde snede op beide locaties toe bij verhoging van de gift van N1 naar N4, wat aangeeft dat er sprake was van nawerking van de bemesting voor de eerste en tweede snede. De gemiddelde stikstofopbrengst was op Bakel hoger dan op Budel; binnen een locatie waren er geen verschillen tussen de veldjes bemest met humest of stalment.

Vierde snede

De gemiddelde stikstofopbrengst van de vierde (plus vijfde) snede van de onbemeste veldjes was op Bakel hoger dan op Budel (Figuur 9). Bij bemesting met KAS nam de gemiddelde opbrengst van de vierde snede op beide locaties toe bij verhoging van de stikstofjaargift van N1 naar N4, wat aangeeft dat er sprake was van nawerking van de bemesting voor de eerste en tweede snede. Bij bemesting met KAS was de gemiddelde stikstofopbrengst op Bakel hoger dan op Budel. Bij bemesting met gewone drijfmest, FIR-drijfmest, humest of stalrest nam de gemiddelde stikstofopbrengst op beide locaties toe bij verhoging van de gift van N1 naar N3, wat aangeeft dat er sprake was van nawerking van de bemesting voor de eerste en tweede snede.

**Figuur 9** Stikstofopbrengst (kg ha<sup>-1</sup>) van de vierde snede, gemiddeld over de periode 2000-2003, per locatie, per mestsoort en per stikstofjaargift (kg N-totaal ha<sup>-1</sup>)

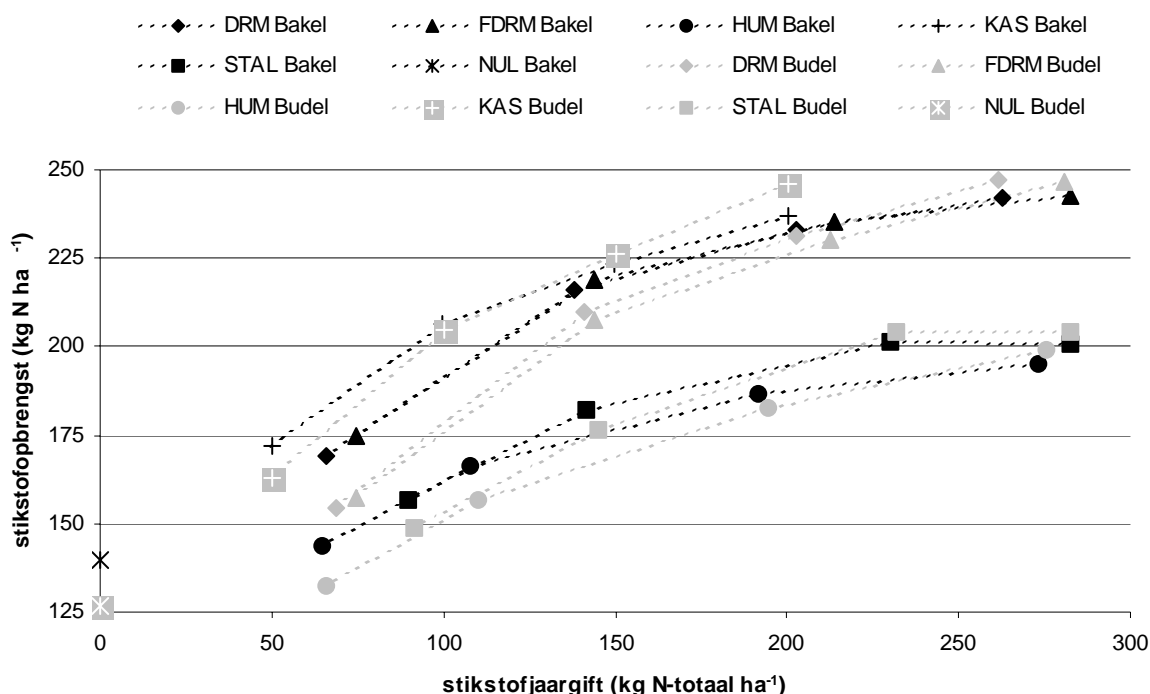


Bij verdere verhoging van N3 naar N4 bleven de opbrengsten op Bakel gelijk en namen ze op Budel verder toe. Daarom was de opbrengst vanaf N3 op Bakel lager dan op Budel. Binnen een locatie waren er nauwelijks verschillen tussen de veldjes bemest met gewone drijfmest, FIR-drijfmest, humest of stalrest. Bij dezelfde stikstofjaargift had de aard van een organische mestsoort dus geen effect op de opbrengst van de vierde (plus vijfde) snede. De afnemende toename van de opbrengst bij verhoging van de stikstofjaargift van N1 naar N4 geeft aan dat er bij een hogere gift relatief minder nawerking was.

Jaaropbrengst stikstof

De gemiddelde jaaropbrengst stikstof van de onbemeste veldjes was op Bakel hoger dan op Budel (Figuur 10), en bedroeg respectievelijk 139 en 127 kg N ha<sup>-1</sup>. Bij bemesting met KAS nam de gemiddelde jaaropbrengst bij verhoging van de stikstofjaargift van N1 naar N4 toe van 172 naar 237 kg N ha<sup>-1</sup> op Bakel en van 163 tot 246 kg N ha<sup>-1</sup> op Budel. Op Bakel nam de gemiddelde opbrengst bij verhoging van de stikstofjaargift minder snel toe dan op Budel. Bij bemesting met gewone drijfmest nam bij verhoging van de stikstofjaargift van N1 naar N4 de gemiddelde jaaropbrengst stikstof toe van 169 naar 242 kg N ha<sup>-1</sup> op Bakel en van 154 naar 247 kg N ha<sup>-1</sup> op Budel. Op Bakel nam de gemiddelde opbrengst bij verhoging van de stikstofjaargift minder snel toe dan op Budel. De jaaropbrengst was bij N1 op Bakel hoger dan op Budel en bij N4 op Bakel iets lager dan op Budel. Bij bemesting met FIR-drijfmest nam bij verhoging van de stikstofjaargift van N1 naar N4 de gemiddelde jaaropbrengst stikstof toe van 175 tot 243 kg N ha<sup>-1</sup> op Bakel en van 157 tot 247 kg N ha<sup>-1</sup> op Budel. Op Bakel nam de gemiddelde opbrengst bij verhoging van de stikstofjaargift minder snel toe dan op Budel. De jaaropbrengst was bij N1 op Bakel hoger dan op Budel en bij N4 op Bakel iets lager dan op Budel. Op Bakel was er nauwelijks verschil in jaaropbrengst stikstof tussen de veldjes bemest met gewone of FIR-drijfmest; op Budel was de stikstofopbrengst van de veldjes bemest met gewone drijfmest iets hoger vanaf N2.

**Figuur 10** Jaaropbrengst stikstof (kg ha<sup>-1</sup>), gemiddeld over de periode 2000-2003, per locatie, per mestsoort en per stikstofjaargift (kg N-totaal ha<sup>-1</sup>)



Bij bemesting met humest nam bij verhoging van de stikstofjaargift van N1 naar N4 de gemiddelde jaaropbrengst stikstof toe van 144 tot 195 kg N ha<sup>-1</sup> op Bakel en van 132 tot 199 kg N ha<sup>-1</sup> op Budel. Tot N3 was de opbrengst op Bakel hoger dan op Budel, daarna was er weinig verschil tussen beide locaties. Bij bemesting met stalmest nam bij verhoging van de stikstofjaargift van N1 naar N4 de gemiddelde jaaropbrengst stikstof toe van 157 tot 201 kg N ha<sup>-1</sup> op Bakel en van 149 tot 204 kg N ha<sup>-1</sup> op Budel. Tot N2 was de opbrengst op Bakel hoger dan op Budel, daarna was er nauwelijks verschil tussen beide locaties. De gemiddelde jaaropbrengst nam bij bemesting met stalmest toe bij verhoging van de stikstofjaargift tot N3, bij verdere verhoging tot N4 bleef de opbrengst gelijk. Op beide locaties was vanaf N2 de opbrengst bij bemesting met humest lager dan bij bemesting met stalmest.

### 3.3.3 Stikstofterugwinning

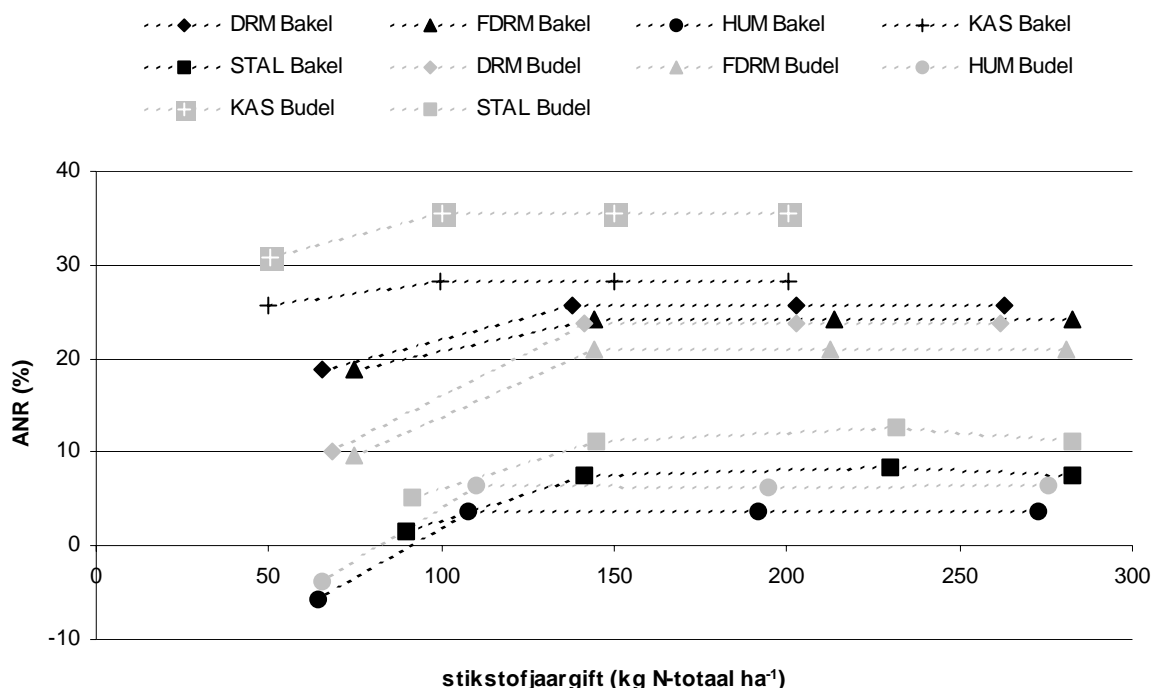
#### Algemeen

De stikstofterugwinning van de eerste snede wordt gegeven bij alle behandelingen en van de drie volgende sneden alleen bij stikstofniveaus N1 en N2. Bij N1 en N2 is alleen bemest voor de eerste snede, zodat de stikstofterugwinning bij deze niveaus de meest zuivere schatting is van de nawerking in de tweede, derde en vierde (plus evt. vijfde) snede. Nawerking van bemesting uit vorige jaren speelt echter nog steeds een rol. De stikstofterugwinning van de eerste snede is steeds berekend op basis van de N-totaalgift voor de eerste snede, maar weergegeven per stikstofjaargift. Omdat N1 en N2 niet bemest zijn voor de tweede snede, is de stikstofgift voor de eerste snede gelijk aan de stikstofjaargift. De stikstofterugwinning van de tweede, derde en vierde snede is steeds uitgedrukt als percentage van de N-totaalgift voor de eerste snede. Naast weergave van de stikstofterugwinning per snede in de navolgende figuren is er tevens een overzicht van de waarden per snede gegeven in Tabel 24.

#### Eerste snede

Bij alle mestsoorten nam de gemiddelde stikstofterugwinning van de eerste snede toe bij verhoging van de stikstofjaargift van N1 naar N2 en bleef daarna gelijk (Figuur 11). Blijkbaar had bemesting van de tweede snede geen effect op de gemiddelde stikstofterugwinning van de eerste snede. De gemiddelde stikstofterugwinning was het hoogst bij bemesting met KAS, gevolgd door gewone en FIR-drijfmest en humest en stalmest. Bij bemesting met KAS was op Bakel de stikstofterugwinning van de eerste snede lager dan op Budel. Bij bemesting met gewone drijfmest of FIR-drijfmest was op Bakel de stikstofterugwinning hoger dan op Budel, met name voor FIR-drijfmest. Op Bakel was er weinig verschil in stikstofterugwinning tussen de veldjes bemest met gewone of FIR-drijfmest; op Budel was de stikstofterugwinning van de veldjes bemest met FIR-drijfmest lager.

**Figuur 11** Stikstofterugwinning (% van N-totaalgift) van de eerste snede, gemiddeld over de periode 2000-2003, per locatie, per mestsoort en per stikstofjaargift (kg N-totaal ha<sup>-1</sup>)

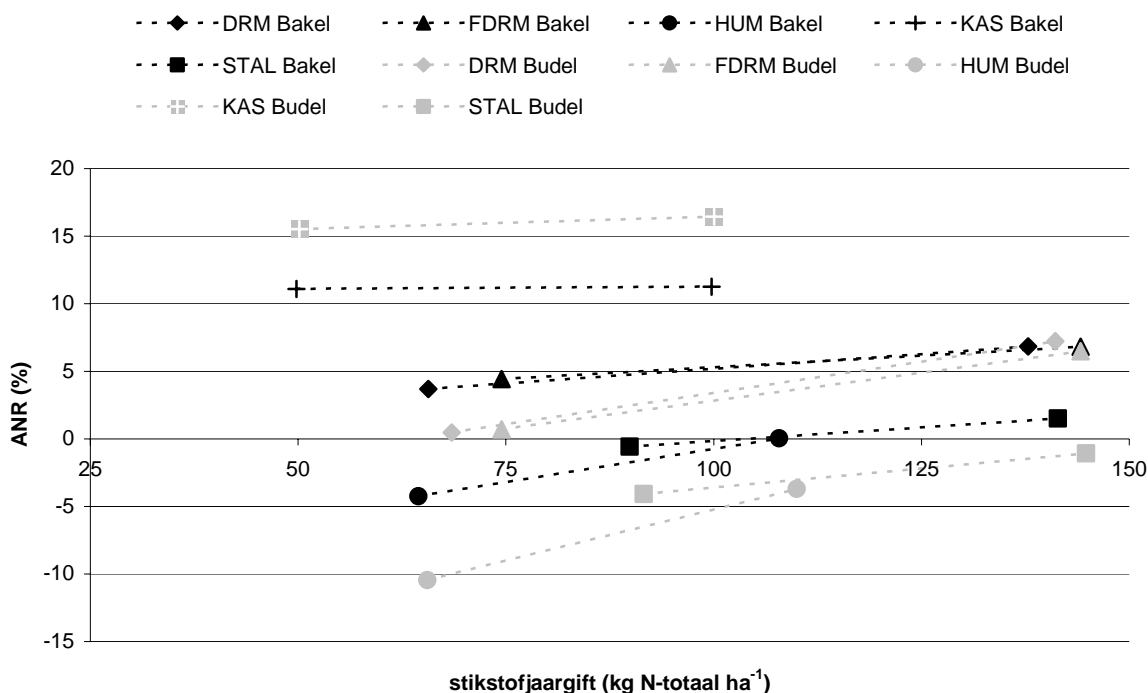


Bij bemesting met humest was de stikstofterugwinning bij stikstofjaargift N1 op beide locaties negatief. Bij bemesting met humest was de stikstofterugwinning op Bakel lager dan op Budel. Bij bemesting met stalmest was de stikstofterugwinning op Bakel eveneens lager dan op Budel. Binnen een locatie was de stikstofterugwinning bij bemesting met stalmest gemiddeld hoger dan de stikstofterugwinning bij bemesting met humest.

Tweede snede

Bij alle mestsoorten behalve KAS nam de gemiddelde stikstofterugwinning van de tweede snede op beide locaties toe bij verhoging van N1 naar N2, wat aangeeft dat er sprake was van nawerking van de bemesting van de eerste snede (Figuur 12). De gemiddelde stikstofterugwinning van de tweede snede was het hoogst bij bemesting van de eerste snede met KAS, gevolgd door bemesting met gewone en FIR-drijfmest en humest en stalmest. Bij bemesting met KAS was op Bakel de stikstofterugwinning lager dan op Budel. Bij bemesting met gewone en FIR-drijfmest was bij N1 op Bakel de stikstofterugwinning hoger dan op Budel. Bij N2 waren er geen verschillen meer.

**Figuur 12** Stikstofterugwinning (% van N-totaalgift) van de tweede snede, gemiddeld over de periode 2000-2003, per locatie, per mestsoort en bij stikstofjaargiften (kg N-totaal ha<sup>-1</sup>) N1 en N2



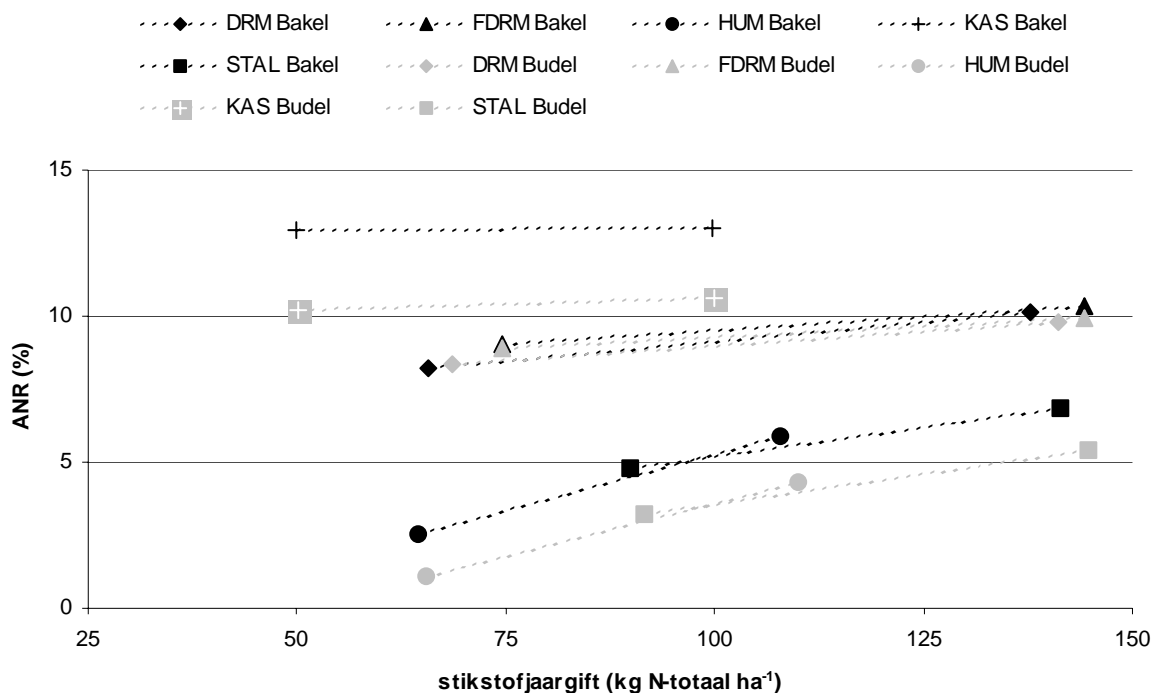
Binnen een locatie waren er geen verschillen in stikstofterugwinning tussen veldjes bemest met gewone of FIR-drijfmest. Bij bemesting met humest of stalmest was de stikstofterugwinning op Bakel hoger dan op Budel. Op Bakel was de gemiddelde stikstofterugwinning van de tweede snede bij bemesting met humest negatief bij N1 en nul bij N2; op Budel was de stikstofterugwinning bij bemesting met humest negatief bij zowel N1 als N2. Op Bakel was de gemiddelde stikstofterugwinning van de tweede snede bij bemesting met stalmest ongeveer nul bij N1 en licht positief bij N2; op Budel was de gemiddelde stikstofterugwinning van de tweede snede negatief bij zowel N1 als N2.



Derde snede

Bij alle mestsoorten behalve KAS nam de gemiddelde stikstofterugwinning van de derde snede (licht) toe bij verhoging van N1 naar N2 (Figuur 13). De gemiddelde stikstofterugwinning van de derde snede was het hoogst bij bemesting van de eerste snede met KAS, gevolgd door bemesting met gewone en FIR-drijfmest en humest en stalmest. Bij bemesting van de eerste snede met KAS was op Bakel de stikstofterugwinning van de derde snede hoger dan op Budel.

**Figuur 13** Stikstofterugwinning (% van N-totaalgift) van de derde snede, gemiddeld over de periode 2000-2003, per locatie, per mestsoort en bij stikstofjaargiften (kg N-totaal ha<sup>-1</sup>) N1 en N2

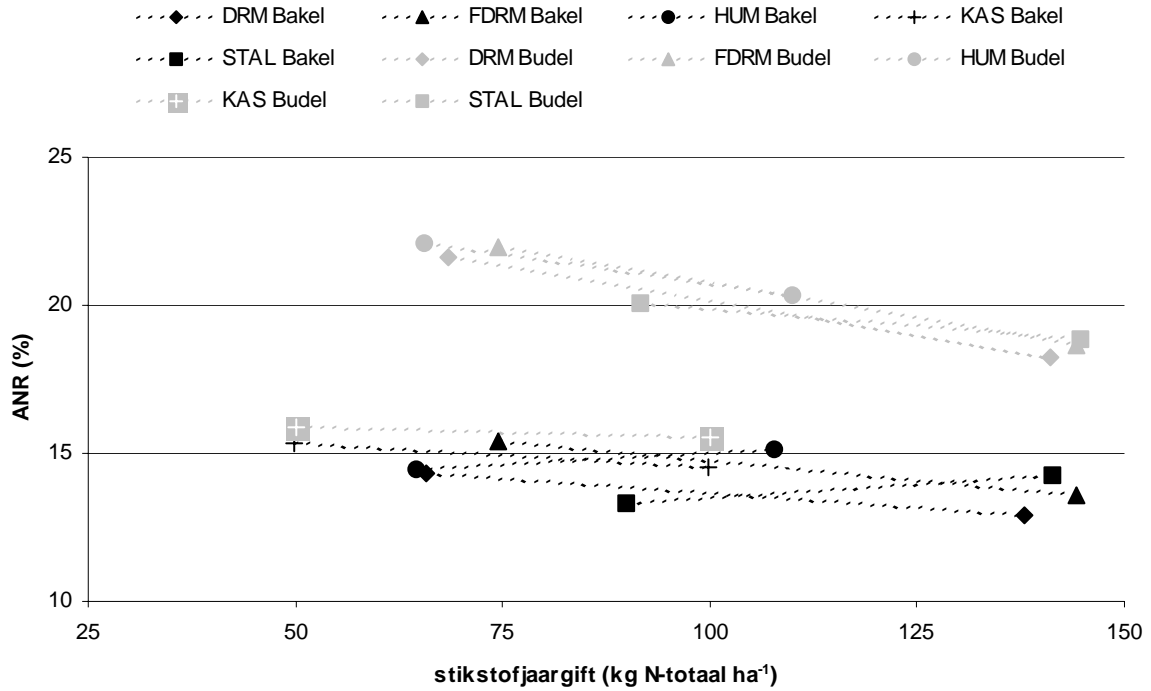


Bij bemesting met gewone of FIR-drijfmest waren er nauwelijks verschillen in stikstofterugwinning tussen Bakel en Budel. Binnen een locatie waren er tevens nauwelijks verschillen in stikstofterugwinning tussen veldjes bemest met gewone of FIR-drijfmest. Bij bemesting van de eerste snede met humest of stalmest was de stikstofterugwinning van de derde snede op Bakel hoger dan op Budel. Bij de derde snede was er geen sprake meer van negatieve stikstofterugwinning's als gevolg van bemesting voor de eerste snede.

Vierde snede

In tegenstelling tot het beeld bij de eerste drie sneden was bij de vierde snede bij de meeste mestsoorten de gemiddelde stikstofterugwinning bij N2 lager dan bij N1 (Figuur 14). Alleen op Bakel nam bij bemesting met humest en stalrest de stikstofterugwinning toe bij verhoging van N1 naar N2. De stikstofterugwinning bij bemesting met KAS lag op Bakel in dezelfde range als bij bemesting met een organische mestsoort, maar lag op Budel duidelijk lager dan bij bemesting met organische mest. De gemiddelde stikstofterugwinning bij bemesting van de eerste snede was op Bakel lager dan op Budel.

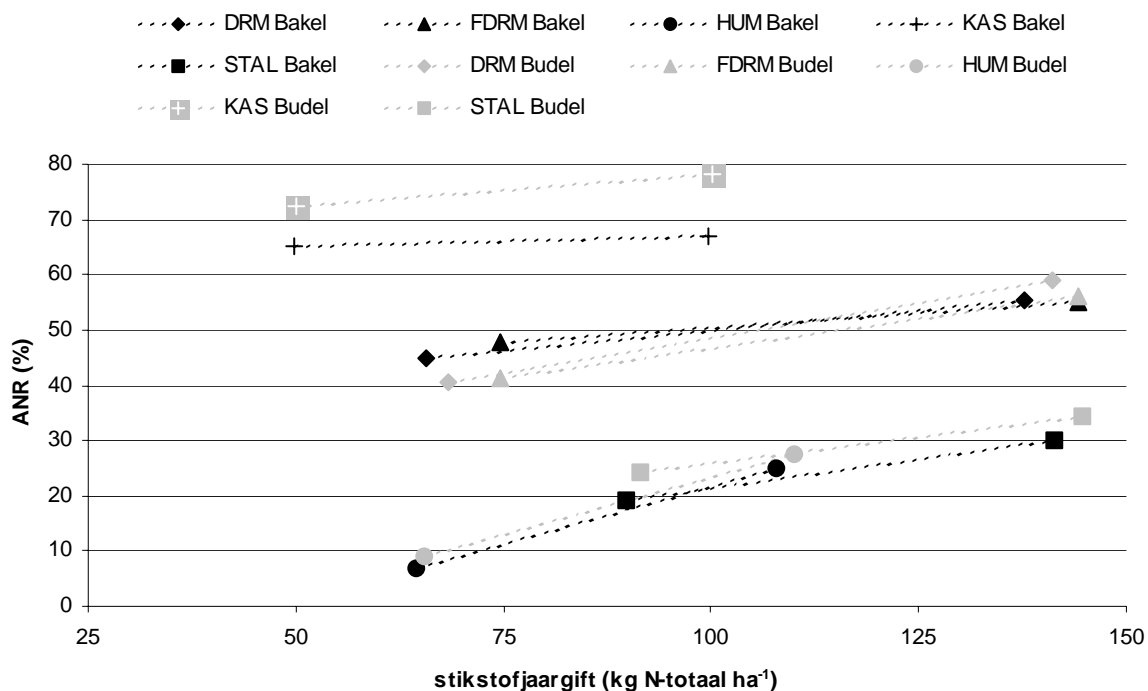
**Figuur 14** Stikstofterugwinning (% van N-totaalgift) van de vierde snede, gemiddeld over de periode 2000-2003, per locatie, per mestsoort en bij stikstofjaargiften (kg N-totaal ha<sup>-1</sup>) N1 en N2



Totale stikstofterugwinning

Bij bemesting met alle mestsoorten, behalve bij bemesting met KAS op Bakel, nam de gemiddelde totale stikstofterugwinning op beide locaties (licht) toe bij verhoging van N1 naar N2 (Figuur 15). De gemiddelde totale stikstofterugwinning was het hoogst bij bemesting met KAS, gevolgd door bemesting met gewone en FIR-drijfmest en bemesting met humest en stalmest. Bij bemesting met KAS en stalmest was de gemiddelde totale stikstofterugwinning op Bakel wat lager dan op Budel; bij bemesting met gewone drijfmest of FIR-drijfmest was de stikstofterugwinning bij N1 wat hoger op Bakel en verschilde nauwelijks bij N2. Bij bemesting met KAS was de stikstofterugwinning bij N1 en N2 respectievelijk 65 en 67 % op Bakel en respectievelijk 73 en 78 % op Budel.

**Figuur 15** Totale stikstofterugwinning (% van N-totaalgift) per jaar, gemiddeld over de periode 2000-2003, per locatie, per mestsoort en bij stikstofjaargiften (kg N-totaal ha<sup>-1</sup>) N1 en N2



Bij bemesting met gewone drijfmest was de stikstofterugwinning bij N1 en N2 respectievelijk 45 en 56 % op Bakel en respectievelijk 41 en 59 % op Budel. Bij bemesting met FIR-drijfmest was de stikstofterugwinning bij N1 en N2 respectievelijk 48 en 55 % op Bakel en respectievelijk 41 en 56 % op Budel. Bij bemesting met humest was de stikstofterugwinning bij N1 en N2 respectievelijk 7 en 25 % op Bakel en respectievelijk 9 en 27 % op Budel. Bij bemesting met stalmest was de stikstofterugwinning bij N1 en N2 respectievelijk 19 en 30 % op Bakel en respectievelijk 24 en 34 % op Budel.

### 3.3.4 Stikstofwerking

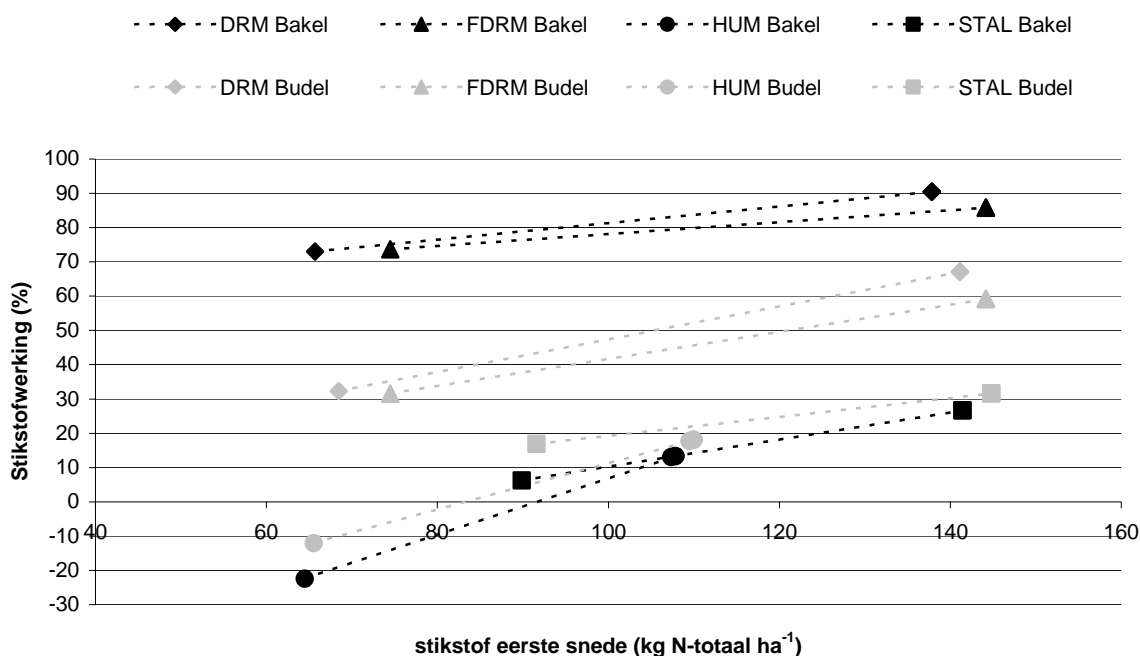
#### Algemeen

Naast weergave van de stikstofwerking van de eerste snede en de totale stikstofwerking in de navolgende figuren is er tevens een overzicht van de waarden per snede gegeven in Tabel 25.

#### Eerste snede

Bij bemesting met alle mestsoorten was de gemiddelde stikstofwerking in de eerste snede bij N2 hoger dan bij N1 (Figuur 16). Bij bemesting met humest bij N1 was de stikstofwerking op beide locaties negatief. De hoogste stikstofwerking in de eerste snede werd behaald door bemesting met gewone drijfmest of FIR-drijfmest op Bakel, gevolgd door gewone of FIR-drijfmest op Budel, stalmest op Budel en stalmest en humest op Bakel en humest op Budel.

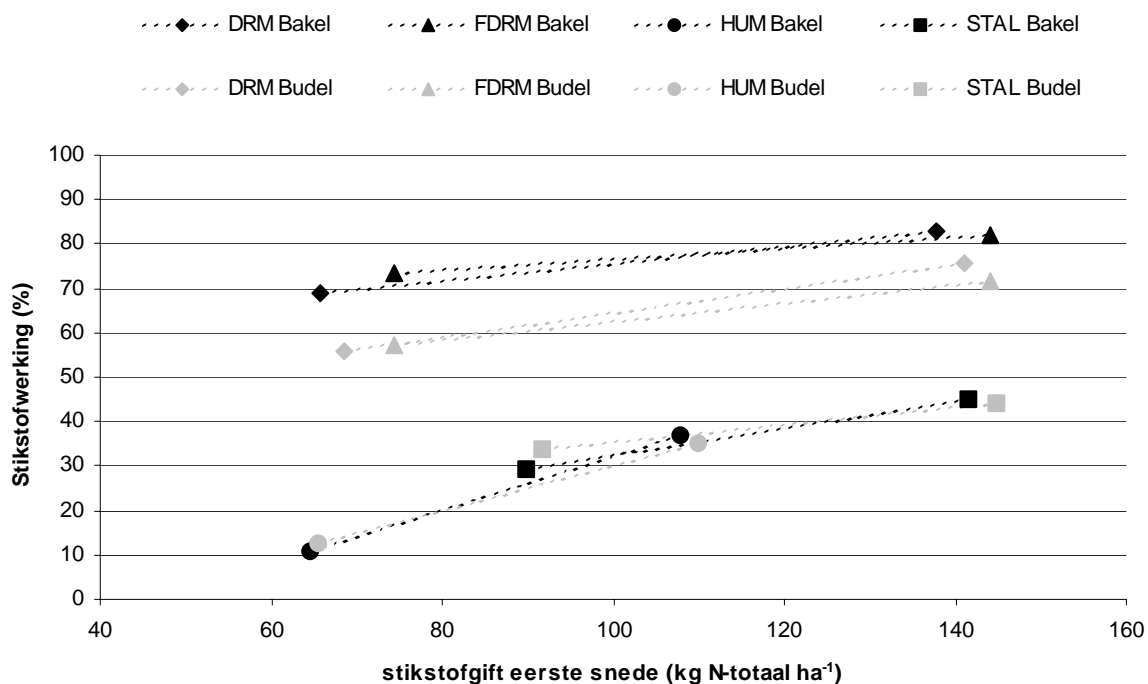
**Figuur 16** Stikstofwerking (%) van de eerste snede, gemiddeld over de periode 2000-2003, per locatie, per mestsoort en bij stikstofjaargiften (kg N-totaal ha<sup>-1</sup>) N1 en N2



Totale stikstofwerking

Bij alle mestsoorten was de gemiddelde totale stikstofwerking bij N2 hoger dan bij N1. De totale stikstofwerking van vier sneden was het hoogst bij bemesting met gewone of FIR-drijfmest, gevolgd door humest en stalmest. Op Bakel was de stikstofwerking bij bemesting met gewone of FIR-drijfmest hoger dan op Budel. Bij bemesting met humest of stalmest was er weinig verschil tussen stikstofwerking, zowel tussen de locaties als per locatie tussen de meststoffen. Bij bemesting met gewone drijfmest was de totale stikstofwerking bij N1 en N2 respectievelijk 69 en 83 % op Bakel en respectievelijk 56 en 76 % op Budel.

**Figuur 17** Totale stikstofwerking (%) per jaar, gemiddeld over de periode 2000-2003, per locatie, per mestsoort en bij stikstofjaargiften (kg N-totaal ha<sup>-1</sup>) N1 en N2

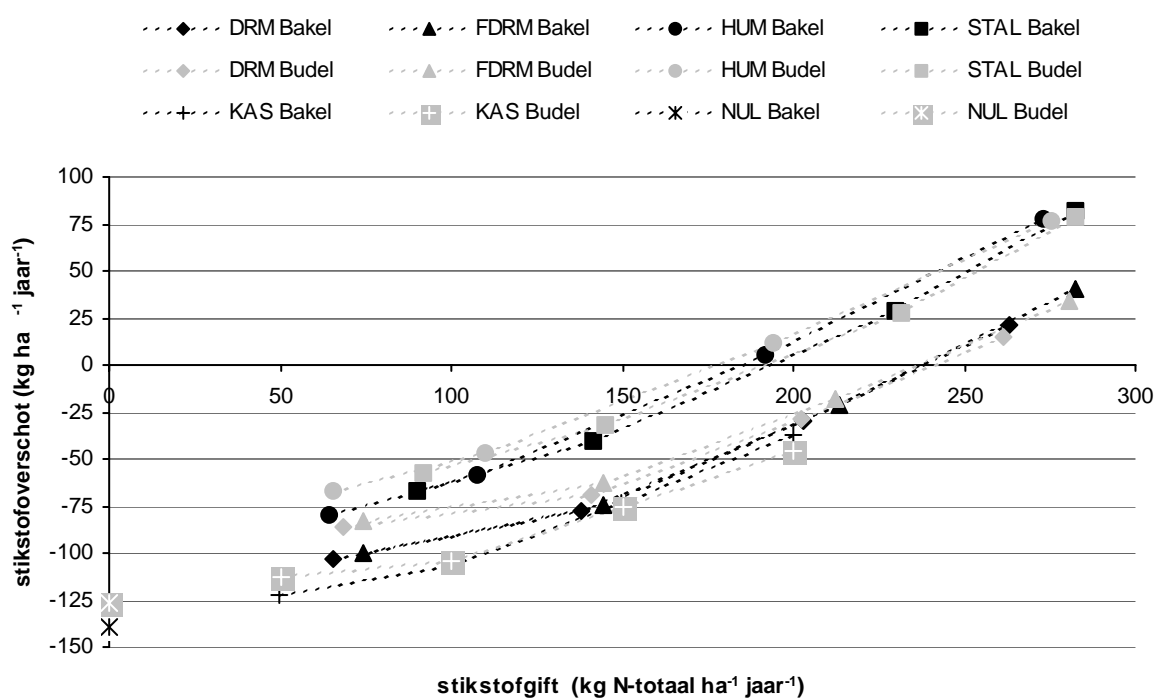


Bij bemesting met FIR-drijfmest was de totale stikstofwerking bij N1 en N2 respectievelijk 73 en 82 % op Bakel en respectievelijk 57 en 72% op Budel. Bij bemesting met humest was de totale stikstofwerking bij N1 en N2 respectievelijk 11 en 37 % op Bakel en respectievelijk 12 en 35 % op Budel. Bij bemesting met stalmest was de totale stikstofwerking bij N1 en N2 respectievelijk 29 en 45 % op Bakel en respectievelijk 34 en 44 % op Budel.

### 3.3.5 Stikstofoverschot

Op Bakel en Budel werd van de onbemeste veldjes gedurende de proefperiode respectievelijk gemiddeld 139 en 127 kg N ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> afgevoerd. Bij bemesting steeg het N-overschot bij een toenemende stikstofjaargift. Bij toename van de stikstofjaargift met KAS van N1 naar N4 steeg het N-overschot van -122 tot -37 kg N ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> op Bakel en van -113 tot -46 kg N ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> op Budel. Bij toename van de stikstofjaargift met gewone drijfmest van N1 naar N4 steeg het N-overschot van -103 tot 21 kg N ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> op Bakel en van -86 tot 14 kg N ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> op Budel.

**Figuur 18** Stikstofoverschot (kg ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup>) per behandeling, gemiddeld over de periode 2000-2003, per locatie, per mestsoort en per stikstofjaargift (kg N-totaal ha<sup>-1</sup>)



Bij bemesting met FIR-drijfmest steeg het N-overschot van -101 tot 40 kg N ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> op Bakel en van -83 naar 34 kg N ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> op Budel. Bij bemesting met humest steeg het N-overschot van -79 tot 78 kg N ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> op Bakel en van -67 tot 76 kg N ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> op Budel. Bij bemesting met stalment steeg het N-overschot van -67 tot 82 kg N ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> op Bakel en van -57 tot 78 kg N ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> op Budel. Bij bemesting met stalment of humest werd evenwicht in de N-balans bij een lagere stikstofjaargift bereikt dan bij bemesting met KAS, gewone drijfmest of FIR-drijfmest.

### 3.3.6 Botanische samenstelling

Uit de analyse bleek dat er geen significant effect van mestsoort ( $P=0,497$ ), stikstoftrap ( $P=0,914$ ) of een interactie tussen die beide ( $P=0,636$ ) was op het aantal soorten kruiden in de graszode na vier jaar bemesting (Tabel 16).

**Tabel 16** Aantal soorten en % bedekking met kruiden bij de verschillende behandelingen op 29-4-2003

Mestsoort	Aantal soorten	% kruiden
KAS	5	3,1
gewone drijfmest	5	3,0
FIR-drijfmest	5	2,4
humest	5	5,2
stalment	6	4,5

Er bleek wel een aanwijzing te zijn ( $P=0,073$ ) voor een significant effect van mestsoort op het percentage kruiden in de graszode (Tabel 16). Bij bemesting met humest of stalmest leek het percentage hoger te zijn. Er was geen effect van stikstoftrap ( $P=0,196$ ) of interactie tussen stikstoftrap en mestsoort ( $P=0,317$ ) op het percentage kruiden in de zode.

Voorkomende kruiden waren: akkerdistel, barbarakruid, basterdwederik, brandnetel, brede weegbree, gestreepte witbol, herderstasje, kleine vogelkers, kruipende boterbloem, krulzuring, paardebloem, peen, pinksterbloem, ridderzuring, rode klaver, smalle weegbree, vogelmuur, vogelwikke, witte klaver en wolfsmelk.

## 4 Discussie

### Statistische analyse

De statistische analyse is uitgevoerd als multisite-analyse. Bij een multisite-analyse worden verschillen tussen locaties geschat met variantiecomponenten. Vanwege het beperkte aantal locaties zijn de schattingen van de varianties niet betrouwbaar. Omdat er per locatie vier herhalingen waren, zijn de random-effecten echter wel nauwkeurig geschat. In de analyseresultaten is er sprake van allerlei significante (hogere orde) interacties, waarin tot nu toe geen structuur valt te onderkennen. De afwijkingen (interacties en/of lack-of-fit) zijn incidenteel, ze liggen niet in de lijn van het verloop in de tijd (jaren) en of het verloop van de N-respons. Om die reden zijn deze afwijkingen vooralsnog in landbouwkundig opzicht als niet relevant beschouwd.

De interacties zouden het gevolg kunnen zijn geweest van de waargenomen trends binnen de blokken. Een mogelijke andere verklaring is de grilligheid van willekeurige jaar-locatie invloeden, vooral wanneer deze factoren invloed uitoefenen op specifieke behandelingscombinaties. Tenslotte kan de statistische significantie van de interacties het gevolg zijn van de wijze van toetsing bij REML (conditioneel op de schattingen van de variantiecomponenten).

Een duidelijk beeld is er tot nu toe nog niet en is ook niet mogelijk op basis van alleen deze twee experimenten. Nader onderzoek, naar het onderscheidend vermogen van multi-site analyse en site-behandeling interacties, waar bij voorkeur meer dan twee sites worden betrokken, is gewenst.

### Proefopzet algemeen

Verschillen in opbrengst tussen Bakel en Budel zijn, vooral per snede, gestrengeld met het management van de locaties (vaststellen maaitijdstip en dergelijke). Het effect van strengeling wordt minder bij het vergelijken van totale jaaropbrengsten of de gemiddelde jaaropbrengsten over vier jaar.

Bij de behandelingen met humest en stalmest zijn de drogestof- en stikstofopbrengst van de eerste en tweede snede waarschijnlijk overschat. De oorzaak hiervan is het 'meegroeien' van mestdelen met het gras, waardoor bij het maaien ook een deel van de eerder toegediende organische mest geoogst is. Door deze ongewilde afvoer van een deel van de toegediende mest was tevens de werkelijke toevoer van humest en stalmest wat lager dan in eerste instantie verondersteld zou worden op basis van de gerealiseerde giften.

In het onderzoek is FIR-drijfmest van één herkomst opgenomen. Eventuele verschillen tussen de veldjes bemest met gewone drijfmest of FIR-drijfmest kunnen daarom niet toegeschreven worden aan de toegediende FIR. Deze effecten kunnen ook veroorzaakt zijn doordat de FIR-drijfmest oorspronkelijk anders van samenstelling was dan de gewone drijfmest, bijvoorbeeld door verschillen in het rantsoen, verschillen in wijze en duur van opslag of andere verschillen in de bedrijfsvoering (zie 2.3 Mestsoorten).

De veranderingen in bodemkwaliteit tussen begin 2000 en eind 2003 zijn gebaseerd op een algemene grondbemonstering begin 2003 en een bemonstering per veldje (bij N0 en N4) eind 2003. Een belangrijk nadeel van de algemene grondbemonstering is dat er geen beginwaarden per veldje bekend zijn. Het kan voorkomen dat op het niveau van een veldje de parameter een beginwaarde had die boven of onder de gemiddelde beginwaarde van het perceel lag. Een waargenomen verandering of juist het achterwege blijven van een verandering kan dus voor een deel het gevolg zijn van de weinig specifieke grondbemonstering aan het begin van het onderzoek.

### Effecten van bemesting op bodemkwaliteit

#### Organische stof

Uit de waargenomen veranderingen in bodemparameters blijkt dat er op Bakel eerder en grotere veranderingen in bodemkwaliteitsparameters optraden dan op Budel. Op Budel leek de grond een bufferende werking te hebben, waardoor verschil in behandeling minder invloed had dan op Bakel. Waarschijnlijk werd dit bufferende effect veroorzaakt door de dikke laag eerdgrond (65 cm) op Budel. Uit de analyseresultaten van de bemonstering bij begin van het onderzoek is te zien dat bij toenemende bemonsteringsdiepte het gehalte organische stof op Bakel snel afnam, terwijl het gehalte op Budel veel meer constant bleef (Tabel 7).

De aanvoer van organische mestsoorten hield op beide locaties de pH redelijk tot goed op peil (Tabel 8). Op de onbemeste veldjes en de veldjes bemest met KAS was sprake van een duidelijke verzuring van de bovenste 20 cm. De indruk wordt gewekt dat met organische bemesting verzuring van de bodem kan worden tegengegaan en er minder bekalkt hoeft te worden.



Op basis van de gehalten organische stof na vier jaar bemesting en de toegediende hoeveelheden organische stof met bemesting kan een schatting gemaakt worden van de hoeveelheid organische stof die jaarlijks aangevoerd zou moeten worden om het gehalte organische stof op peil te houden. De jaarlijks aangevoerde hoeveelheden organische stof waren voor beide locaties ongeveer gelijk (Tabel 20). Bij start van het onderzoek was het gehalte organische stof op Bakel en Budel in laag 0-20 cm respectievelijk 3,3 en 4,6 % (Tabel 7). Na vier jaar alleen maaien bedroeg het gehalte organische stof van de onbemeste veldjes op Bakel en Budel in dezelfde laag respectievelijk 3,1 en 4,4 % (Tabel 9). Van de veldjes bemest met humest bij N4 bedroeg het gehalte organische stof op Bakel en Budel eind 2003 respectievelijk 3,9 en 4,9 %. Tijdens de proefperiode werd op beide locaties in totaal ongeveer 169 ton humest ha<sup>-1</sup> gegeven (Tabel 21). Om het gehalte organische stof op het beginniveau te houden, kan de benodigde humestgift geschat worden op  $((168600/0,8)*0,2)/4 = 10,5$  ton ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> op Bakel en op  $((168600/0,5)*0,2)/4 = 16,9$  ton humest ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> op Budel. Bij deze berekening wordt er vanuit gegaan dat de bemesting met humest bij N4 niet alleen de daling van respectievelijk 0,2 % en 0,2 % op de controleveldjes compenseerde, maar ook een extra gehalte organische stof opbouwde van respectievelijk 0,6 en 0,3 %. Uitgedrukt in organische stof (Tabel 21) komt de benodigde gift humest overeen met een gift van respectievelijk 1,5 en 2,4 ton organische stof ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup>. Bij het uitvoeren van dezelfde berekening voor gewone drijfmest was op Bakel minimaal een gift nodig van  $((279500/0,3)*0,2)/4 = 46,6$  ton drijfmest ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup>, ofwel 2,9 ton organische stof ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup>. Op Budel nam het gehalte organische stof, ondanks bemesting met gewone drijfmest bij N4, af tot hetzelfde gehalte als bij de onbemeste veldjes. Dit betekent dat de aanvoer van organische stof met drijfmest te laag was om het gehalte organische stof op het beginniveau te handhaven. Bij deze behandeling is daarom de gegeven gift ingevuld. Datzelfde geldt voor de behandeling bemest met gewone drijfmest op Budel. Bij deze behandelingen zijn de ingevulde waarden in principe een onderschatting van de werkelijk benodigde hoeveelheden. Voor de behandeling bemest met stalmest op Bakel zijn geen waarden gegeven, omdat een afname van het gehalte organische stof als gevolg van bemesting met organische stof minder waarschijnlijk lijkt. Een berekening voor alle behandelingen is, waar mogelijk, gegeven in Tabel 17. Het overall gemiddelde van alle berekende waarden (gemiddeld over mestsoorten en locaties) bedraagt 3,7 ton organische stof ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup>. De berekende waarden zijn omgeven door een aantal onzekerheden, en daarom niet meer dan indicatief. Het is bijvoorbeeld waarschijnlijk dat met drijfmest meer organische stof aangevoerd zal moeten worden dan met humest of stalmest, in de volgorde drijfmest > stalmest > humest. Dit bijvoorbeeld vanwege het feit dat de organische stof in humest al meerdere malen is omgezet tijdens het compostingsproces, waardoor de overblijvende organische stof resistenter is en minder snel zal afbreken in de bodem.

**Tabel 17** Geschatte hoeveelheid product (ton ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup>) en organische stof (ton ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup>) benodigd om het gehalte organische stof op de beginwaarde te houden

Mestsoort	Locatie Bakel		Locatie Budel	
	product	organische stof	product	organische stof
DRM	46,6	2,9	68,8	4,3
FDRM	69,4	5,3	68,7	5,3
HUM	10,5	1,5	16,9	2,4
STAL	-	-	33,0	3,9

Bij bemesting met stalmest nam het gehalte organische stof op Bakel meer af dan op de onbemeste veldjes. Op Budel nam het gehalte toe. De afname op Bakel is merkwaardig, en de vraag rijst of er sprake was van een werkelijke afname of een meetfout. Bekend is dat er bij bepaling van het gehalte organische stof een aanzienlijk risico op meetfouten is. Dit risico maakt het interpreteren van gehalten en verschillen in gehalten lastig. Meetfouten kunnen optreden als gevolg van de wijze van bemonsteren of de analysemethode. De veldjes werden volgens een diagonaal patroon bemonsterd. Hierbij werden 15 steken per veldje (> 6000 per ha) genomen. Het aantal steken moet voldoende zijn geweest voor een betrouwbare bemonstering, maar mogelijk had een groter aantal de variatie aanzienlijk verder kunnen verkleinen. Bij bepaling van het gloeiverlies (bij zeer hoge temperaturen) kunnen ook andere stoffen dan organische stof uit het grondmonster verdwijnen. Als dit het geval is, wordt het gehalte organische stof overschat. Volgens Howard & Howard (1990) treedt deze overschatting echter voornamelijk op bij grondmonsters die een belangrijke hoeveelheid lutum of carbonaten bevatten. De zandgronden in dit onderzoek bevatten weinig lutum (niet gemeten, maar karakteristiek voor deze bodems) en geen carbonaten (< 0,1 %), zodat overschatting van de gehalten organische stof minder waarschijnlijk is. De algemene bemonstering van het proefveld bij start van het onderzoek is de nauwkeurigheid van de resultaten niet ten goede gekomen. Een bemonstering per veldje, of mengmonsters per behandeling, zou verandering van bodemparameters gedurende de proefperiode nauwkeuriger in kaart gebracht hebben. Het is mogelijk dat de

startwaarde van het gehalte organische stof op de veldjes bemest met stalmest lager was dan de startwaarde van het gehalte van het hele proefveld. Hiermee wordt echter niet meer dan een deel van het lage gehalte verklaard. Het lijkt niet realistisch om te veronderstellen dat alle toegediende stalmest afgebroken werd, en dat ook de al aanwezige organische stof versneld afgebroken werd. Daarom moet aangenomen worden dat de lage gemeten waarde het gevolg is van afwijkingen in bemonstering of analyse. Deze aanname kan de vraag oproepen in hoeverre de andere gemeten waarden te vertrouwen zijn.

#### *C-totaal*

Het gehalte C-totaal, beter nog C-organisch, wordt door sommige onderzoekers gezien als een betere maatstaf voor beoordeling van de ontwikkeling van het gehalte organische stof dan het gloeiverlies. Bij beoordeling van C-organisch is er echter ook kans op misinterpretaties. Een verandering in het C-gehalte niet hoeft te betekenen dat het gehalte organische stof verandert. Er kan namelijk ook sprake zijn van een veranderend gehalte C-organisch in de organische stof.

In tegenstelling tot het gehalte organische stof nam het gehalte C-totaal bij bemesting met stalmest toe (Tabel 10). Het effect van bemesting met organische mest leek afhankelijk te zijn van locatie. Op Bakel nam het gehalte C-totaal bij bemesting met humest sterker toe dan bij bemesting met stalmest; op Budel was echter de toename bij bemesting met stalmest iets sterker. Vanwege de beperkte hoeveelheid informatie is het niet mogelijk om dit verschil in reactie te duiden.

Een toename van het gehalte organische stof of het gehalte organische C hoeft niet te betekenen dat de kwaliteit van de bodem hierdoor toeneemt. De kwaliteit van de organische stof is hierbij van groot belang. Springob & Kirchmann (2002) concludeerden dat er sterke aanwijzingen waren dat op de door hen onderzochte zandgronden een groot deel van het organische materiaal niet biologisch actief was, en geen microbiële populaties ondersteunde. Ze veronderstelden dat dit deel vrijwel inert was en als zodanig in de bodem aanwezig bleef. Deze inerte fractie (geschat door bepaling van de hoeveelheid C resistent tegen behandeling met HCl) bestond in de onderzochte zandbodems uit 50-90 % van de organische koolstof. Op deze bodems leek de bodemkwaliteit, afgaande op de hoeveelheid organische C, beter te zijn dan deze in werkelijkheid was. Aan de andere kant leek ook de C/N-verhouding ongunstiger (te hoog) dan deze in werkelijkheid zou kunnen zijn (actieve C/actieve N). Als er sprake is van een dergelijke situatie, zegt een hoog gehalte organische stof weinig over de bodemkwaliteit. Er dient in dat geval een andere parameter geïdentificeerd te worden, die wel relevante informatie geeft.

#### *C/organische stof*

Het gehalte C-totaal uitgedrukt als percentage van het gehalte organische stof was op Bakel bij bemesting met stalmest hoger dan bij de andere behandelingen, uitgezonderd bemesting met humest. Er kan niet aangegeven worden in hoeverre dit een werkelijke verschil is. Op Budel was er een aanwijzing voor een significant hoger percentage bij de veldjes bemest met stalmest vergeleken met de veldjes bemest met humest. Ook voor dit mogelijke verschil kan niet aangegeven worden in hoeverre dit een werkelijk verschil betreft.

#### *N-totaal*

Alleen op Bakel waren er significante verschillen tussen behandelingen wat betreft het N-totaalgehalte van de bodem. De indruk wordt gewekt dat bij bemesting met alleen KAS bij alleen maaien er sprake kan zijn van een forse afname van het gehalte N-totaal in de bodem. Op Budel was dit niet het geval. Er is met de beschikbare informatie geen goede verklaring te geven voor het feit dat op beide locaties een verschillende reactie optrad. Mogelijk heeft de dikke vruchtbare laag op Budel hierbij een rol gespeeld.

#### *C/N-verhouding*

Het is niet duidelijk welke betekenis in het onderliggende onderzoek moeten worden toegekend aan verschillen in C/N-verhouding van de bodem. De enige verschillen waren: op Bakel een significant hogere C/N-verhouding op de veldjes bemest met humest vergeleken met de onbemeste veldjes en op Budel een hogere C/N-verhouding op de veldjes bemest met stalmest vergeleken met de veldjes bemest met humest. Tevens was er op Budel een aanwijzing voor een significant hogere C/N-verhouding van de veldjes bemest met stalmest vergeleken met de veldjes bemest met KAS. De verschillen zijn moeilijk te verklaren vanwege het ontbreken van voldoende gedetailleerde informatie, bijvoorbeeld over de samenstelling van de mest (C-gehalten).

#### *Fosfaat en kali*

Bij bemesting van de behandelingen met fosfaat en kali uit kunstmest werd in wisselende mate rekening gehouden met de aanvoer van fosfaat en kali met de organische mest. Daarom geeft de fosfaat- en kalitoestand van de bodem na vier jaar bemesting weinig informatie over het effect van organische bemesting op de aanvoer en onttrekking van fosfaat en kali. Het K-getal van de veldjes bemest met FIR-drijfmest was duidelijk lager dan het

K-getal van de veldjes bemest met gewone drijfmest. De reden hiervoor is waarschijnlijk dat het rantsoen van de koeien die FIR-drijfmest produceerden meer snijmais bevatte dan het rantsoen van de koeien die de gewone drijfmest produceerden. Hierdoor was het kaligehalte van de FIR-drijfmest lager, en waren K-aanvoer en K-toestand van de veldjes bemest met FIR-drijfmest ook lager.

#### Effect organische bemesting op bodemkwaliteit

Uit de gemeten bodemkwaliteit na vier proefjaren blijkt niet alleen duidelijk wat het belang van organische bemesting is, maar ook welke grote verschillen op kunnen treden tussen grondsoorten. Bij bemesting met alleen KAS was er sprake van een dramatische afname van de bodemkwaliteit in de laag 0-20 cm van locatie Bakel (Tabel 18). Vergeleken met de gemiddelde waarden van de veldjes bemest met organische mest was er in slechts vier jaar tijd sprake van een relatieve afname van 12 % in pH, van 24 % in gehalte organische stof, van 33 % in gehalte C-totaal en van 33 % in gehalte N-totaal. Vergeleken met de beginwaarden van de algemene grondbemonstering begin 2000 was er een afname van de pH-KCl van 6,1 tot 5,2 (-15 %) en van het gehalte organische stof van 3,3 tot 2,5 % (-24 %). De bodem van locatie Bakel lijkt erg kwetsbaar te zijn en snel te beïnvloeden door veranderingen in het management. Op Budel was de afname in bodemkwaliteit na vier jaar bemesting met alleen KAS veel kleiner. Er was sprake van een lichte daling van de waarde van de diverse parameters vergeleken met de gemiddelde waarden van de veldjes bemest met organische mest. Het gehalte N-totaal nam verrassend genoeg niet af, maar licht toe.

**Tabel 18** Verschil in bodemkwaliteit tussen begin 2000 en eind 2003 en eind 2003 tussen de behandeling bemest met kunstmest, de controle en het gemiddelde van de behandelingen bemest met organische mest, op Bakel en Budel, in laag 0-20 cm

Parameter	Bakel				Budel			
	2000	2003			2000	2003		
	algemeen	org. mest	KAS	controle	algemeen	org. mest	KAS	controle
pH-KCl	6,1	5,9	5,2	5,4	5,1	5,1	4,8	4,7
organische stof (%)	3,3	3,3	2,5	3,1	4,6	4,7	4,4	4,4
C-totaal (g kg <sup>-1</sup> droge grond)	-	20,3	13,6	16,0	-	25,9	24,9	24,1
N-totaal (g kg <sup>-1</sup> droge grond)	-	1,69	1,13	1,55	-	2,32	2,44	2,10

#### Stikstofterugwinning

Bij bemesting met humest was de gemiddelde stikstofterugwinning van de eerste snede bij stikstofjaargift N1 negatief op beide locaties. Op Bakel was de gemiddelde stikstofterugwinning van de tweede snede bij bemesting met humest negatief bij N1; op Budel was de stikstofterugwinning van de tweede snede bij bemesting met humest of stalmest negatief bij zowel N1 als N2. Bij een negatieve stikstofterugwinning was de stikstofopname op het bemeste object lager dan op het onbemeste object, wat impliceert dat er netto stikstof werd vastgelegd in de bodem.

Uit de gemiddelden komt het beeld naar voren dat bij verhoging van de gift organische mest van N1 naar N2 de stikstofterugwinning en stikstofwerking toenam (Tabel 24, Tabel 25). Blijkbaar was er bij een hogere gift relatief meer stikstof beschikbaar voor het gewas. Wat precies de oorzaak van deze hogere beschikbaarheid geweest is, is moeilijk te achterhalen. Op basis van de gemiddelden lijkt het aanbevelenswaardig om voor een verbetering van de stikstofbenutting en ter voorkoming van vastlegging van stikstof in de eerste twee sneden niet te kleine giften organische mest te geven. Dit geldt zowel voor (FIR) drijfmest, stalmest als humest. Bij dit effect dient wel bedacht te worden dat er geen aanvullende stikstof met kunstmest gegeven werd. De snel beschikbare stikstof uit kunstmest zou het beschikbaar komen van stikstof uit organische mest kunnen stimuleren, waardoor het positieve effect van een grotere gift organische mest zou kunnen afnemen en mogelijk zelfs verdwijnen.

De Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen (2002) geeft voor vaste mest, bovengronds toegediend op grasland in het voorjaar of de zomer, vóór de eerste snede, een stikstofwerkingscoëfficiënt van 15-20 %. In het onderliggende onderzoek bedroeg de stikstofwerkingscoëfficiënt van stalmest respectievelijk 17 en 32 % bij hoeveelheden van respectievelijk 20 en 33 ton ha<sup>-1</sup>. De gevonden stikstofwerkingscoëfficiënten waren daarmee gemiddeld hoger, ondanks dat er geen aanvullende stikstof met kunstmest was toegediend. Voor een deel zou dit veroorzaakt kunnen zijn doordat in 2000 en 2001 de stalmest tamelijk laat was toegediend.

#### Effect bemesting met organische mest op aantal en bedekking met kruiden

Uit de aanwijzing voor een significant hoger percentage kruiden in de zode van de veldjes bemest met stalmest of humest zou de conclusie getrokken kunnen worden dat dit hogere percentage veroorzaakt werd door meer

(levensvatbare) zaden in de stalmest en humest. Een meer voor de hand liggende verklaring is echter dat bij bemesting met stalmest of humest de zode meer open bleef vanwege de geringere hoeveelheid voor het gewas opneembare stikstof. Hierdoor hadden kruiden meer kans om zich in de zode te vestigen. Verder bleek uit composteringsonderzoek van van Dooren et al. (in druk) in 2002 op het herkomstbedrijf van de humest dat aanwezige zaden in de gebruikte drijfmest en humest niet kiemden.

Het percentage 'andere grassen' (anders dan Engels raagrass) in de zode is niet gekarteerd. Hierdoor kunnen geen conclusies over het effect van de bemestingsregimes op het aandeel 'andere grassen' getrokken worden.

#### Stikstofbalans- en voorraad in de bodem

Op basis van de gehalten N-totaal in bodemlaag 0-20 cm en een berekende dichtheid van de bodem kan voor de onbemeste veldjes een grove schatting van de stikstofvoorraad in bodemlaag 0-20 cm rond eind 2003 gemaakt worden. De dichtheid van beide grondsoorten kan berekend worden met behulp van een formule uit de Adviesbasis bemesting grasland en voedergrassen (2002):  $r \text{ (kg l}^{-1}\text{)} = 1 / (0,02525 * \text{gehalte organische stof} + 0,6541)$ . Op basis van deze formule bedroeg de dichtheid van de grond van Bakel en Budel eind 2003 respectievelijk 1,365 en 1,307 kg l<sup>-1</sup>. De stikstofvoorraad kan daarmee berekend worden op respectievelijk  $10000 * 0,2 * 1,365 * 1,55 = 4232 \text{ kg ha}^{-1}$  voor Bakel en  $10000 * 0,2 * 1,307 * 2,10 = 5489 \text{ kg N ha}^{-1}$  voor Budel. Op Bakel en Budel werd van de onbemeste veldjes gedurende de proefperiode respectievelijk gemiddeld 139 en 127 kg N ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> afgevoerd met het gewas (Figuur 10). Gedurende de proefperiode is de stikstofvoorraad op Bakel daarom afgenomen van minstens  $(4 * 139) + 4232 = 4788$  tot  $4232 \text{ kg ha}^{-1}$ , een daling van minimaal 12 %. Op Budel was de stikstofvoorraad afgenomen van minstens  $(4 * 127) + 5489 = 5997$  tot  $5489 \text{ kg N ha}^{-1}$ , een daling van minstens 8 %. Aangenomen dat alle stikstof in bodemlaag 0-20 zit, zou bij een gelijkblijvende jaarlijkse afvoer met het gewas de hoeveelheid stikstof in Bakel en Budel in respectievelijk  $4232 / 139 = 30$  en  $5489 / 127 = 43$  jaar zijn uitgeput. Omdat een deel van de vrijkomende stikstof verloren gaat via vervluchtiging en uitspoeling, is de werkelijke afname groter dan de netto gewasopname. Een deel van deze verliezen wordt weer gecompenseerd door stikstofaanvoer via depositie en eventueel wat stikstofbinding door klaver. De werkelijke periode van stikstoflevering zal waarschijnlijk langer zijn dan respectievelijk 30 en 43 jaar. Naarmate de organische stof in de bodem verder afbreekt, neemt de resistentie van het overblijvende materiaal toe. Hierdoor neemt ook de hoeveelheid afbrekende organische stof steeds verder af, en daarmee de hoeveelheid stikstof die mineraliseert. Vanwege dit effect zal de periode dat stikstof uit de bodem geleverd kan worden langer zijn dan de berekende waarden. Verder is de aanname dat alle stikstof zich in bodemlaag 0-20 cm bevindt minder realistisch, met name voor Budel. Op deze oude enkeerd zal nog een aanzienlijke hoeveelheid stikstof uit de laag 20-60 cm geleverd kunnen worden. Ook hierdoor zal de werkelijke periode van stikstoflevering langer zijn dan de berekende waarden.

Op basis van de berekende balans van aanvoer van N-totaal en afvoer van N met het gewas (Figuur 18) blijkt dat bij lage bemestingsniveaus en bij bemesting met alleen KAS er sprake was van een netto afname van de hoeveelheid N-totaal in de bodem, en daarmee van de bodemvruchtbaarheid. Als bij bemesting met alleen KAS de lijn in Figuur 18 lineair doorgetrokken wordt (steeds de laatste twee punten), dan was er op Bakel beneden een stikstofjaargift van ongeveer  $250 \text{ kg N ha}^{-1}$  sprake van afname van de stikstofvoorraad in de bodem. Op Budel lag de grens op een jaargift van  $270 \text{ kg N ha}^{-1}$ . De overige waarden zijn weergegeven in Tabel 19.

**Tabel 19** Geschatte waarden (op basis van Figuur 18) van de gemiddelde stikstofjaargift (kg N-totaal ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup>) waarbij de gemiddelde stikstofbalans neutraal was op Bakel of Budel

Mestsoort	Locatie Bakel	Locatie Budel
KAS	248	270
DRM	238	242
FDRM	238	237
HUM	185	178
STAL	194	191

Bij het doortrekken van de lijn wordt impliciet aangenomen dat boven de genoemde jaargiften er netto stikstofaccumulatie optrad, maar met name bij bemesting met KAS is het de vraag in welke mate deze stikstof in enigszins stabiele organische stof werd vastgelegd, of grotendeels in minerale vorm in de bodem aanwezig bleef en verloren ging. Daarnaast gaat in ieder geval een deel van de toegediende stikstof verloren via denitrificatie en uitspoeling. Van deze verliezen wordt een deel weer gecompenseerd door stikstofinput met depositie en eventueel stikstofbinding. Resumerend is de benodigde gift om de stikstofvoorraad in de bodem op peil te houden waarschijnlijk hoger dan de berekende waarden in Tabel 19.

Onder voorbehoud van deze kanttekeningen wordt bij bemesting met alleen drijfmest de stikstofvoorraad in de bodem van Bakel en Budel op peil gehouden bij een gemiddelde jaarlijkse N-totaalgift van 238 kg N-totaal ha<sup>-1</sup>. Bij een gemiddeld N-totaalgehalte van drijfmest van 4 kg ton<sup>-1</sup> vers product komt dit overeen met een jaarlijkse gift van 60 ton ha<sup>-1</sup>. Bij aanvoer van N-totaal via humest of stalmest is de benodigde hoeveelheid aanzienlijk kleiner (Tabel 19), en ligt tussen de 178-194 kg N-totaal ha<sup>-1</sup>. Op basis van de gemiddelde waarden van de analysesresultaten van de gift voor de eerste snede (Tabel 6) komt dit overeen met een stalmestgift van 44-45 ton ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> en een humestgift van 34-36 ton ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup>.

Om de bodemvoorraad stikstof op peil te houden is bij bemesting met alleen humest of stalmest een lagere stikstofaanvoer benodigd dan bij bemesting met alleen drijfmest of KAS. De oorzaak hiervan is waarschijnlijk dat de fractie organisch gebonden stikstof in humest en stalmest hoger is (Tabel 6), en dat de stikstof gemiddeld ook gebonden is in meer resistente organische stof. Bij deze lagere behoefte hoort uiteraard de kanttekening dat de gemiddelde drogestofopbrengst van het gewas ook lager is.

## 5 Conclusies

- bemesten met alleen kunstmest in combinatie met alleen maaien kan op sommige grondsoorten (b.v. veldpodzol) in korte tijd een sterke afname van de bodemkwaliteit (gemeten aan pH, o.s., N-tot en C-tot) tot gevolg hebben
- aanvoer van organische stof met organische mest lijkt een voorwaarde te zijn voor het behoud van bodemkwaliteit op meerjarig gemaaid grasland
- om het gehalte organische stof in de bodem op peil te houden moest er, gemiddeld over locaties en mestsoorten, een indicatieve 3,7 ton organische stof ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> aangevoerd worden
- om de bodemvoorraad stikstof op peil te houden moest er, bij bemesting met alleen organische mest, afhankelijk van mestsoort en locatie, minimaal 178-242 kg N-totaal ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> aangevoerd worden
- om de bodemvoorraad stikstof op peil te houden moest er, bij bemesting met alleen kunstmest, afhankelijk van mestsoort en locatie, minimaal 248-270 kg N-totaal ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> aangevoerd worden
- niet bemesten of bemesten met alleen KAS leidde tot een duidelijke daling van de pH van de bodem. Op de veldpodzol was deze daling sterker dan op de enkeerd
- toediening van organische mest voorkwam verzuring van de bodem
- de enkeerd vertoonde een bufferende werking, waardoor veranderingen in bemesting relatief weinig effect hadden op de bodemkwaliteit van laag 0-20 cm
- bemesting van eerdere jaren werkte niet na in de gemiddelde stikstofopbrengst van de eerste snede, wel in latere sneden
- bij alle mestsoorten had een hogere gift een betere stikstofterugwinning in de eerste snede en op jaarbasis tot gevolg
- bij lage giften humest (13 ton ha<sup>-1</sup>) of stalmest (20 ton ha<sup>-1</sup>) werd in de eerste en/of tweede snede gemiddeld stikstof in de bodem vastgelegd in plaats van gemineraliseerd
- de stikstofterugwinning van humest en stalmest was laag vergeleken met KAS of (FIR) drijfmest
- de gevonden stikstofwerkingscoëfficiënten voor stalmest waren hoger dan de coëfficiënten opgenomen in de Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen (2002)
- de waarde van stalmest of humest als stikstofmeststof voor de eerste snede was beperkt

## Praktijktoepassing

Het onderliggende onderzoek is uitgevoerd om inzicht te krijgen in twee zaken: het effect van bemesting met organische mest op bodemkwaliteit en de stikstofbenutting van organische meststoffen als stalrest en humus. Uit het onderzoek blijkt dat het heel belangrijk is om voldoende organische stof/organische mest aan te blijven voeren op meerjarig grasland. Zonder aanvoer van organische stof kan op bepaalde bodems, bijvoorbeeld veldpodzols, de chemische bodemkwaliteit in relatief korte tijd snel dalen. Gevolgen hiervan kunnen bijvoorbeeld zijn: een slechtere gewasgroei, een afnemende natuurlijke bodemvruchtbaarheid, een slechtere bodemstructuur en een geringer vochtbergend vermogen van de bodem. Berekeningen geven de indicatie dat er op meerjarig gemaaid grasland, gemiddeld over mestsoorten en locaties, minimaal 3,7 ton organische stof ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> aangevoerd moet worden om de bodemkwaliteit in bodemlaag 0-20 cm te handhaven. Bij alleen maaien dient deze hoeveelheid organische stof volledig aangevoerd te worden; bij beweiding wordt deels in deze behoefte voorzien door mestflaten en beweidingsverliezen. Hoeveel organische stof met beweiding aangevoerd wordt dient nog nader uitgezocht te worden.

Als het gehalte organische stof van de organische mest bekend is, kan de minimaal benodigde aanvoer berekend worden. Bij drijfmest met een gehalte organische stof van 6 % dient er bijvoorbeeld minimaal 62 ton ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup> aangevoerd te worden, bij stalrest met 12 % organische stof is dat minimaal 31 ton ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup>. De gemiddelde hoeveelheid van 3,7 ton organische stof moet gezien worden als richtlijn, omdat deze hoeveelheid afhankelijk is van soort mest (snel of langzaam afbrekende organische stof) en de grondsoort waarop deze toegepast wordt. Ook de marges in de analyses van mestsamenvoering en bodem zijn van invloed.

Op de rijke enkeerd was de achteruitgang in chemische bodemkwaliteit veel minder dan op de relatief arme veldpodzol. Toch blijkt uit de berekeningen dat op de enkeerd minstens evenveel organische stof aangevoerd moest worden om de chemische bodemkwaliteit van laag 0-20 cm op peil te houden. Het gevaar van een rijke enkeerd is dat er sluipenderwijs sterk ingeteerd kan worden op de van oorsprong zeer goede bodemkwaliteit. Gedurende een groot aantal jaren kunnen er zeer goede opbrengsten gehaald worden bij een relatief kleine aanvoer van organische stof. Ondertussen kan de kwaliteit van de enkeerd sterk afnemen. Op het moment dat de bodemkwaliteit zo ver is afgenomen dat dit aan de gewasgroei te merken is, zal het zeer veel moeite kosten om de bodemkwaliteit weer te repareren. Daarom moet ook op rijke gronden voldoende aandacht besteed worden aan de aanvoer van organische stof. Het is trouwens de vraag of het überhaupt mogelijk is om het gehalte organische stof van enkeerdgronden te handhaven, en of handhaving noodzakelijk is. In wezen is dit hoge gehalte kunstmatig van karakter, gevormd door een zeer hoge aanvoer van organische stof in vroegere tijden. Waarschijnlijk zal het hoge gehalte ook bij voldoende aandacht langzaam achteruitgaan, maar in dat geval kan deze achteruitgang wel zoveel mogelijk geremd worden. Daarom is ook op de enkeerd een voldoende aanvoer van organische stof gewenst om de bodemkwaliteit op peil te houden.

Een aardige waarneming uit het onderzoek was dat bij aanvoer van organische mest de pH van de bodem veel beter op peil bleef. Daaruit kan geconcludeerd worden dat bemesting met voldoende organische mest een besparing op de kosten van bekalking kan geven.

Bij gebruik van organische mestsoorten als stikstofmeststof valt op dat de stikstofterugwinning van stalrest en humus op snedebasis en jaarbasis laag is. Stalrest of humus lijken daarmee weinig bruikbaar als stikstofmeststoffen, en kunnen zelfs stikstof uit de bodem vastleggen en daarmee aan het gewas onthouden. Bij deze waarnemingen moet wel aangetekend worden dat deze organische mestsoorten niet in combinatie met kunstmest gegeven zijn. In de praktijk is dit wel het geval. De betere beschikbaarheid van stikstof kan in dat geval de vertering van de mest bevorderen, en op deze manier de stikstofbeschikbaarheid voor het gewas verbeteren.

De praktijk om vaste mest in het najaar toe te dienen zou een betere beschikbaarheid van stikstof tot gevolg kunnen hebben. Echter, momenteel is het niet meer toegestaan om vaste mest in de periode tussen 1 september en 1 januari toe te dienen.

Toediening van hogere giften organische mest leidde in het onderzoek tot een hogere stikstofterugwinning in de eerste snede en op jaarbasis. Het is echter de vraag of dit positieve effect van een hogere gift ook niet behaald kan worden door met kunstmest bij te bemesten.

De resultaten uit het onderzoek beperken zich tot chemische bodemkwaliteit. Bodemkwaliteit omvat echter een veel bredere range van componenten, waaronder biologische en fysische parameters. Deze worden in vervolgonderzoek ('Zorg voor Zand') bestudeerd, onder andere op het proefveld in Bakel.

## Referenties

Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen 2002. Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, Lelystad

Howard P.J.A. and Howard D.M. 1990. Use of organic carbon and loss-on-ignition to estimate soil organic matter in different soil types and horizons. *Biology and Fertility of Soils* 9: 306-310.

Springob G. and Kirchmann H. 2002. C-rich sandy Ap horizons of specific historical land-use contain large fractions of refractory organic matter. *Soil Biology & Biochemistry* 34: 1571-1581.

Van Dooren H.C.J., Hanegraaf M.C. and Blanken K. (in druk). Compostering van runderdrijfmest. Balansmetingen en compostkwaliteit. Praktijkrapport, Praktijkonderzoek van de Animal Sciences Group, Lelystad.



## Bijlagen

### Bijlage 1. Proefveldschema Bakel en Budel

#### Proefveldschema Bakel

2,8

	N2	N2	N4	N2	N4	N1	N3	N4	N1	N3	N0	N4	N3	N1	N3	N2	N4	N1	N0	N1	N3	N2
8	F	S	H	R	R	K	R	F	H	S		S	K	F	F	K	K	R		S	H	H
	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88

15

N4	N2	N2	N2	N3	N3	N4	N3	N4	N2	N1	N1	N2	N3	N4	N3	N0	N1	N4	N0	N1	N1
H	K	S	R	H	F	S	R	R	F	H	K	H	S	F	K		R	K		F	S
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66

N1	N2	N4	N3	N2	N3	N2	N2	N0	N1	N1	N3	N3	N1	N4	N4	N1	N2	N4	N4	N0	N3
H	H	R	F	S	S	K	R		R	K	R	H	S	H	K	F	F	S	F		K
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44

N3	N1	N4	N3	N1	N4	N2	N4	N2	N4	N3	N1	N0	N3	N1	N2	N4	N2	N0	N1	N2	N3
K	F	K	F	S	S	F	F	S	R	S	K		H	R	H	H	K		H	R	R
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Stal																					
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

K=kunstmest

R=rundveedrijfmest (Cranendonk)

F=fir drijfmest (Wanroy)

H=humest (Bouwmans)

S=stalmest (Senders)

N0=controle

N1=50/75 kg N-totaal/ha

N2=100/150 kg N-totaal/ha

N3=150/225 kg N-totaal/ha

N4=200/300 kg N-totaal/ha

Proefveldschema Budel

2,8

8	N2	N2	N4	N2	N4	N1	N3	N4	N1	N3	N0	N4	N3	N1	N3	N2	N4	N1	N0	N1	N3	N2
	F	S	H	R	R	K	R	F	H	S		S	K	F	F	K	K	R		S	H	H
	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88

15

N4	N2	N2	N2	N3	N3	N4	N3	N4	N2	N1	N1	N2	N3	N4	N3	N0	N1	N4	N0	N1	N1
H	K	S	R	H	F	S	R	R	F	H	K	H	S	F	K		R	K		F	S
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66

N1	N2	N4	N3	N2	N3	N2	N2	N0	N1	N1	N3	N3	N1	N4	N4	N1	N2	N4	N4	N0	N3
H	H	R	F	S	S	K	R		R	K	R	H	S	H	K	F	F	S	F		K
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44

N3	N1	N4	N3	N1	N4	N2	N4	N2	N4	N3	N1	N0	N3	N1	N2	N4	N2	N0	N1	N2	N3
K	F	K	F	S	S	F	F	S	R	S	K		H	R	H	H	K		H	R	R
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

---

Budel      ←—————→      Sørendonk

---

K=kunstmest  
 R=rundveedrijfmest (Cranendonk)  
 F=fir drijfmest (Wanroy)  
 H=humest (Bouwmans)  
 S=stalmest (Senders)

N0=controle  
 N1=50/ 75 kg N-totaal/ha  
 N2=100/ 150 kg N-totaal/ha  
 N3=150/ 225 kg N-totaal/ha  
 N4=200/ 300 kg N-totaal/ha

**Bijlage 2. Giften organische mest****Tabel 20** Gift (ton product ha<sup>-1</sup>) van de organische mestsoorten, per locatie per jaar per snede en gemiddeld over de jaren per snede

Locatie	Mestsoort	Snede	N-niveau	Jaar				Gemiddelde	
				2000	2001	2002	2003		
Bakel	DRM	1	N1	18,0	14,5	17,8	17,3	16,9	
		1	N2, N3, N4	36,0	36,2	37,5	33,5	35,8	
	FDRM	1	N1	18,0	17,5	17,4	17,8	17,7	
		1	N2, N3, N4	35,0	33,8	33,8	34,1	34,2	
	HUM	1	N1	11,0	10,7	10,7	20,0 <sup>1</sup>	13,1	
		1	N2, N4	21,0	21,4	21,4	20,0	21,0	
		1	N3	21,0	21,4	21,4	40,0 <sup>2</sup>	26,0	
	STAL	1	N1	17,0	17,0	17,0	30,0 <sup>1</sup>	20,3	
		1	N2, N4	34,0	33,9	33,9	30,0	33,0	
		1	N3	34,0	33,9	33,9	60,0 <sup>3</sup>	40,5	
	DRM	2	N1, N2	0	0	0	0	0	
		2	N3	17,0	20,8	15,4	17,2	17,6	
		2	N4	35,0	33,3	36,1	31,9	34,1	
	FDRM	2	N1, N2	0	0	0	0	0,0	
		2	N3	18,0	18,4	17,6	16,7	17,7	
		2	N4	35,0	36,3	35,3	34,2	35,2	
	HUM	2	N1, N2	0	0	0	0	0	
		2	N3	11,0	10,7	10,7	0 <sup>4</sup>	8,1	
		2	N4	22,0	21,4	21,4	20,0	21,2	
	STAL	2	N1, N2	0	0	0	0	0	
		2	N3	17,0	17,0	17,0	0 <sup>4</sup>	12,8	
		2	N4	34,0	33,9	33,9	30,0	33,0	
	Budel	DRM	1	N1	18,0	14,5	18,7	17,3	17,1
			1	N2, N3, N4	36,0	36,2	37,1	33,5	35,7
FDRM		1	N1	18,0	17,5	17,4	17,8	17,7	
		1	N2, N3, N4	35,0	33,8	33,8	34,1	34,2	
HUM		1	N1	11,0	10,7	10,7	20,0 <sup>1</sup>	13,1	
		1	N2, N4	21,0	21,4	21,4	20,0	21,0	
		1	N3	21,0	21,4	21,4	40,0 <sup>2</sup>	26,0	
STAL		1	N1	17,0	17,0	17,0	30,0 <sup>1</sup>	20,3	
		1	N2, N4	34,0	33,9	33,9	30,0	33,0	
		1	N3	34,0	33,9	33,9	60,0 <sup>3</sup>	40,5	
DRM		2	N1, N2	0	0	0	0	0	
		2	N3	17,0	20,8	11,8	17,2	16,7	
		2	N4	35,0	33,3	32,3	31,9	33,1	
FDRM		2	N1, N2	0	0	0	0	0,0	
		2	N3	18,0	18,4	15,6	17,4	17,4	
		2	N4	35,0	36,3	35,1	31,8	34,6	
HUM		2	N1, N2	0	0	0	0	0,0	
		2	N3	11,0	10,7	10,7	0 <sup>4</sup>	8,1	
		2	N4	22,0	21,4	21,4	20,0	21,2	
STAL		2	N1, N2	0	0	0	0	0,0	
		2	N3	17,0	17,0	17,0	0 <sup>4</sup>	12,8	
		2	N4	34,0	33,9	34,0	30,0	33,0	

<sup>1</sup> toegediend op 13 december 2002, foutief de dubbele gift<sup>2</sup> 20 ton extra toegediend op 13 december 2002, totale gift voor eerste snede dus 40 ton<sup>3</sup> 30 ton extra toegediend op 13 december 2002, totale gift voor eerste snede dus 60 ton<sup>4</sup> niet bemest vanwege bemesting op 13 december 2002 en voor eerste snede

**Tabel 21** Totaal toegediende hoeveelheid product, organische stof en N-totaal op Bakel en Budel in de periode 2000-2003

Locatie	Mestsoort	N-niveau	Gift (kg ha <sup>-1</sup> )		
			product	organische stof	N-totaal
Bakel	DRM	N1	67600	4383	263
		N2	143200	9106	551
		N3	213600	13503	811
		N4	279500	17502	1052
	FDRM	N1	70700	5599	298
		N2	136700	10833	577
		N3	207400	16105	854
		N4	277500	21324	1130
	HUM	N1	52400	5759	258
		N2	83800	9811	431
		N3	136200	16905	767
		N4	168600	23960	1092
	STAL	N1	81000	10139	360
		N2	131800	16534	566
		N3	212800	26282	920
		N4	263600	31180	1130
Budel	DRM	N1	68500	4433	274
		N2	142800	9038	564
		N3	209600	13222	810
		N4	275300	17189	1046
	FDRM	N1	70700	5477	298
		N2	136700	10596	577
		N3	206100	15819	850
		N4	274900	21008	1123
	HUM	N1	52400	5780	262
		N2	83800	9853	440
		N3	136200	16969	777
		N4	168600	24045	1102
	STAL	N1	81000	10224	367
		N2	131800	16704	579
		N3	212800	26486	927
		N4	263700	31427	1130

**Bijlage 3. Bemestingsdatums per snede****Tabel 22** Datums van bemesting, per mestsoort, per jaar, per locatie, per N-trap

Jaar	Locatie	Datum	N-trap	Snede	Mestsoort
2000	Bakel	12-04-00	N1, N2, N3, N4	1	KAS, DRM, FDRM, HUM, STAL
2000	Bakel	05-06-00	N3, N4	2	KAS, DRM, FDRM, HUM, STAL
2000	Budel	12-04-00	N1, N2, N3, N4	1	KAS, DRM, FDRM, HUM, STAL
2000	Budel	05-06-00	N3, N4	2	KAS, DRM, FDRM, HUM, STAL
2001	Bakel	30-05-01	N1, N2, N3, N4	1	KAS, DRM, FDRM, HUM, STAL
2001	Bakel	09-07-01	N3, N4	2	KAS, DRM, FDRM, HUM, STAL
2001	Budel	30-05-01	N1, N2, N3, N4	1	KAS, DRM, FDRM, HUM, STAL
2001	Budel	09-07-01	N3, N4	2	KAS, DRM, FDRM, HUM, STAL
2002	Bakel	19-03-02	N1, N2, N3, N4	1	HUM, STAL
2002	Bakel	20-03-02	N1, N2, N3, N4	1	DRM, FDRM
2002	Bakel	27-03-02	N1, N2, N3, N4	1	KAS
2002	Bakel	22-05-02	N3, N4	2	KAS
2002	Bakel	23-05-02	N3, N4	2	HUM, STAL
2002	Bakel	24-05-02	N3, N4	2	DRM, FDRM
2002	Budel	19-03-02	N1, N2, N3, N4	1	HUM, STAL
2002	Budel	20-03-02	N1, N2, N3, N4	1	KAS, DRM, FDRM
2002	Budel	14-05-02	N3, N4	2	DRM, FDRM, HUM, STAL
2002	Budel	15-05-02	N3, N4	2	KAS
2003	Bakel	10-12-02	N1, N3	1	HUM, STAL
2003	Bakel	27-02-03	N1, N2, N3, N4	1	KAS, HUM, STAL
2003	Bakel	28-02-03	N1, N2, N3, N4	1	DRM, FDRM
2003	Bakel	12-05-03	N3, N4	2	KAS, DRM, FDRM, HUM, STAL
2003	Budel	10-12-02	N1, N3	1	HUM, STAL
2003	Budel	26-02-03	N1, N2, N3, N4	1	KAS
2003	Budel	27-02-03	N1, N2, N3, N4	1	DRM, FDRM
2003	Budel	28-02-03	N1, N2, N3, N4	1	HUM, STAL
2003	Budel	12-05-03	N3, N4	2	KAS, DRM, FDRM, HUM, STAL

**Bijlage 4. Oogstdatums per snede****Tabel 23** Oogstdatums per snede

Jaar	Locatie	Snede				
		1	2	3	4	5
2000	Bakel	16-05-00	20-06-00	01-08-00	31-08-00	23-10-00
	Budel	15-05-00	19-06-00	24-07-00	30-08-00	11-10-00
2001	Bakel	28-05-01	03-07-01	15-08-01	12-10-01	
	Budel	22-05-01	28-06-01	20-08-01	16-10-01	
2002	Bakel	18-05-02	20-06-02	09-08-02	13-09-02	05-11-02
	Budel	07-05-02	06-06-02	23-07-02	06-09-02	30-10-02
2003	Bakel	12-05-03	10-06-03	15-07-03	18-09-03	
	Budel	02-05-03	28-05-03	02-07-03	15-09-03	

**Bijlage 5. Stikstofterugwinning en stikstofwerking per snede****Tabel 24** Stikstofterugwinning (% van N-totaalgift) per snede, gemiddeld over de periode 2000-2003, per locatie, per mestsoort en bij stikstofjaargiften (kg N-totaal ha<sup>-1</sup>) N1 en N2

Locatie	N-niveau	Mestsoort	Snede				Totaal
			1	2	3	4	
Bakel	N1	KAS	26	11	13	15	65
		DRM	19	4	8	14	45
		FDRM	19	4	9	15	48
		HUM	-6	-4	3	14	7
		STAL	2	-1	5	13	19
	N2	KAS	28	11	13	15	67
		DRM	26	7	10	13	56
		FDRM	24	7	10	14	55
		HUM	4	0	6	15	25
		STAL	8	2	7	14	30
Budel	N1	KAS	31	16	10	16	73
		DRM	10	0	8	22	40
		FDRM	10	1	9	22	41
		HUM	-4	-10	1	22	9
		STAL	5	-4	3	20	24
	N2	KAS	36	16	11	16	78
		DRM	24	7	10	18	59
		FDRM	21	6	10	19	56
		HUM	6	-4	4	20	27
		STAL	11	-1	5	19	34

**Tabel 25** Stikstofwerking (% van KAS) per snede, gemiddeld over de periode 2000-2003, per locatie, per mestsoort en bij stikstofjaargiften (kg N-totaal ha<sup>-1</sup>) N1 en N2

Locatie	N-niveau	Mestsoort	Snede				Jaar
			1	2	3	4	
Bakel	N1	DRM	73	33	63	93	69
		FDRM	74	40	70	100	73
		HUM	-22	-38	19	94	11
		STAL	6	-5	37	87	29
	N2	DRM	91	61	78	89	83
		FDRM	86	61	79	94	82
		HUM	13	0	45	104	37
Budel	N1	STAL	27	14	52	98	45
		DRM	32	3	82	136	56
		FDRM	32	5	87	138	57
		HUM	-12	-67	11	139	12
	N2	STAL	17	-26	31	126	34
		DRM	67	44	92	118	76
		FDRM	59	39	93	120	72
		HUM	18	-22	41	131	35
		STAL	32	-6	51	122	44