



bioveem Rapport 16

Effect van mestkwaliteit op gewasgroei en bodemleven





Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group / Praktijkonderzoek
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail bioveem.po.asg@wur.nl.
Internet <http://www.bioveem.nl>

Redactie

Bioveem

© Animal Sciences Group

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

Aansprakelijkheid

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

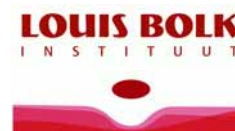
Bestellen

ISSN 0169-3689
Eerste druk 2005/oplage 50
Prijs € 12,50

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



ANIMAL SCIENCES GROUP
WAGENINGEN **UR**



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

Missie:
biologische melkveehouderij versterken en verbreden



Rapport 16

Effect van mestkwaliteit op gewasgroei en bodemleven

Een verkennende potproef

Nick van Eekeren	-	Louis Bolk Instituut
Matteo de Visser	-	Animal Sciences Group
Geert André	-	Animal Sciences Group
Egbert Lantinga	-	Wageningen Universiteit
Jaap Bloem	-	Alterra
Frans Smeding	-	Louis Bolk Instituut

Voorwoord

Een eenjarig experiment met potten onder kasomstandigheden in 2003-2004 was gericht op een oriënterend antwoord op vragen uit de praktijk over de relatie tussen het rantsoen van het vee, de drijfmestkwaliteit, de gewasopbrengst en het bodemleven.

In Bioveem rapport 8 (de Visser *et al.*, 2005) is verslag gedaan van de analyses van drijfmestpartijen en zijn relaties gelegd met rantsoenen. Dat Bioveem rapport vormt deel 1 van de rapportage van het Bioveem mestkwaliteitonderzoek. Onderhavig rapport waar relaties worden gelegd met gewasopbrengst en bodemleven vormt deel 2.

Het experiment is ontworpen door Matteo de Visser (WUR-ASG) in overleg met Nick van Eekeren (Louis Bolk Instituut) en Egbert Lantinga (WUR-BBS). Matteo de Visser coördineerde de proefopzet, de uitvoering en de statistische bewerking en schreef de eerste versie van het verslag. De experimenten stonden eerst onder het dagelijkse toezicht van Egbert Lantinga en Hennie Halm (WUR-BBS). Aansluitend hield Frans Bakker (WUR-PPW) toezicht. Geert André (WUR-ASG) verzorgde de statistische bewerking van de data. Jaap Bloem (WUR-Alterra) onderzocht de bacteriën en schimmels. Analyse van nematoden zijn uitgevoerd door Harm Keidel van BLGG. Frans Smeding (Louis Bolk Instituut) analyseerde de voedselwebstructuur en verzorgde de redactie van het rapport in samenwerking met Nick van Eekeren.

Samenvatting

In een potproef met Engels raaigras vond een vergelijking plaats van drijfmesten van acht praktijkbedrijven (Bioveem), acht drijfmesten van een mestproductieproef en twee referenties van onbemest en minerale mest. Doel van het experiment was om het begrip van drijfmestkwaliteit te verbreden ten opzichte van een focus op de hoeveelheid werkzame stikstof als hoofdfactor. Achterliggend motief is de mogelijkheid voor de veehouder om te sturen in de procesketen van rantsoen, drijfmestkwaliteit, bodemleven en gewasopbrengst. De proef vond plaats met een zwarte, zeer humeuze zandgrond en een bruine, weinig humeuze zandgrond. Effecten op de bovengrondse opbrengst, stikstofopbrengst en wortelmasse van Engels raaigras werden bepaald. Ook vonden metingen plaats aan het bodemleven bij de acht drijfmesten van de Bioveem-bedrijven en de beide referenties onbemest en minerale mest in de bruine zandgrond. Parameters waren bacteriën, schimmels en trofische groepen van nematoden.

In het experiment bleek de hoeveelheid werkzame stikstof de belangrijkste factor te zijn voor de droge stof- en stikstofopbrengst van het Engels raaigras. Voor wat betreft de effecten op het bodemleven leek een verbreding van het begrip van drijfmestkwaliteit wel aannemelijk. In de potten die behandeld waren met de acht drijfmesten werd een variatie gevonden die samenhang met zowel de hoeveelheid minerale stikstof in de mestgift als de hoeveelheden organisch gebonden stikstof en organische stof. Drijfmest met een grote hoeveelheid werkzame stikstof leek de ontwikkeling van veel bodemlevengroepen te remmen, terwijl het aantal planten-etende nematoden juist toenam. Een lage mestgift van organisch gebonden stikstof of organische stof resulteerde in een bodemleven dat leek op het bodemleven in een onbemeste bouwvoor: relatief veel schimmels en bacteriën met lage dichtheden van nematodengroepen. Drijfmest in haar meest karakteristieke vorm met een relatief grote hoeveelheid organische gebonden stikstof en organische stof, leidde tot een bodemleven met relatief hoge dichtheden van vooral bacterie-etende en predatore nematoden, terwijl ook de basisgroepen van bacteriën en schimmels zich ontwikkelden.

De waarnemingen aan het bodemleven in de potproef suggereren dat de voedselwebstructuur bij onbemest (of 'arme organische stof') en bij drijfmest (of 'stikstofrijke organische stof') van elkaar verschillen en ook principieel verschillen van een voedselwebstructuur die optreedt bij minerale mest (of 'minerale stikstof'). De resultaten van het verkennende experiment bieden een interessant aanknopingspunt voor vervolgonderzoek.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding en doelstelling	1
1.2	Vraagstelling en hypothesen	2
1.3	Opzet van de proef	3
2	Materialen en methoden	4
2.1	Potproef met Engels raaigras	4
2.1.1	Algemeen Proefplan	4
2.1.2	Mestbehandelingen	4
2.1.3	Grondsoorten	6
2.1.4	Gewas	6
2.1.5	Opstelling	7
2.2	Metingen	7
2.2.1	Metingen aan het Engels raaigras	7
2.2.2	Metingen aan de bodem	7
2.2.3	Metingen aan het bodemleven	7
2.3	Statistische verwerking	8
2.3.1	Effect van mestbehandeling op het gewas	8
2.3.2	Effect van mestbehandeling op het bodemleven	8
3	Resultaten	10
3.1	Effect van drijfmest op Engels raaigras	10
3.1.1	Droge stofopbrengsten	10
3.1.2	Stikstofopbrengsten	13
3.1.3	Wortelmasse	14
3.2	Effect van drijfmest op bruine zandgrond	15
3.2.1	Bodemkenmerken	15
3.2.2	Stikstofbalans in bruine grond	15
3.3	Effect van drijfmest op het bodemleven	16
3.3.1	Bacteriën en schimmels	16
3.3.2	Nematoden	17
3.3.3	Nematodenprofiel	19
3.3.4	Voeselwebstructuur	20
4	Discussie en conclusies	23
4.1	Mestkwaliteit en gewasopbrengst	23
4.2	Indirect effect van rantsoen op gewasopbrengst	23
4.3	Effecten op bodemleven	24
4.4	Aanbevelingen	25
	Literatuur	26
	Bijlagen	27
	Bijlage 1 Opstelling van de potproeven in de IPO-kas	27
	Bijlage 2 Tijdschema potproef met Engels raaigras	28

Bijlage 3 N-gehalten in snede 2 en 3 van het Engels raaigras.....	29
Bijlage 4 Nematoden.....	30
Bijlage 5 Classificatie van voedselwebstructuren met TWINSPAN	31
Bijlage 6 Potproef met zomergerst.....	32

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doelstelling

Onder melkveehouders is sprake van een groeiende interesse voor de optimale samenstelling van de drijfmest. Drijfmest is een mengsel van feces en urine met meestal een toevoeging van strooisel, voerresten en afvalwater. De samenstelling is daardoor erg variabel, zowel wat betreft droge stofgehalte als biochemische samenstelling. De kwaliteit van drijfmest wordt in de praktijk vooral in verband gebracht met haar bemestende waarde voor bodem en gras op basis van stikstof, fosfaat en kali. Maar ook andere kenmerken kunnen van belang zijn, bijvoorbeeld het effect op het bodemleven via de organische bestanddelen.

De Visser *et al.* (2005) onderzochten de kwaliteit van mestpartijen van Bioveem bedrijven met behulp van relatief gangbare analyses (o.a. N-NH₄, N-org en NDF). Deze gegevens werden vergeleken met een grote dataset van mestanalyses uit verschillende praktijkprojecten. Dit resulteerde in een indeling van mestanalyses naar specifieke kenmerken. Met deze indeling is een vernieuwend concept voor mestkwaliteit geformuleerd. Ook bepaalden de Visser *et al.* (2005) de relatie tussen de indeling van de mestanalyses en het rantsoen qua energie en eiwit. Via deze koppeling kunnen veehouders de mestkwaliteit beïnvloeden.

In aansluiting op de studie van de Visser *et al.* is het de vraag of voor mestkwaliteit ook andere kenmerken van drijfmest van belang zijn, in aanvulling op de bemestende waarde in strikte zin. In het vervolgonderzoek dat centraal staat in dit rapport, is in potproeven gekeken of verschil in mestsamenstelling van betekenis is voor de gewasopbrengst en het bodemleven. Dit bodemleven is voor veehouderij van economische waarde door het vervullen van functies ('ecologische diensten') in verband met de nutriëntenvoorziening, bodemstructuur en plaag- en ziektevermindering (Van Eekeren *et al.*, 2003; Rutgers *et al.*, 2005).

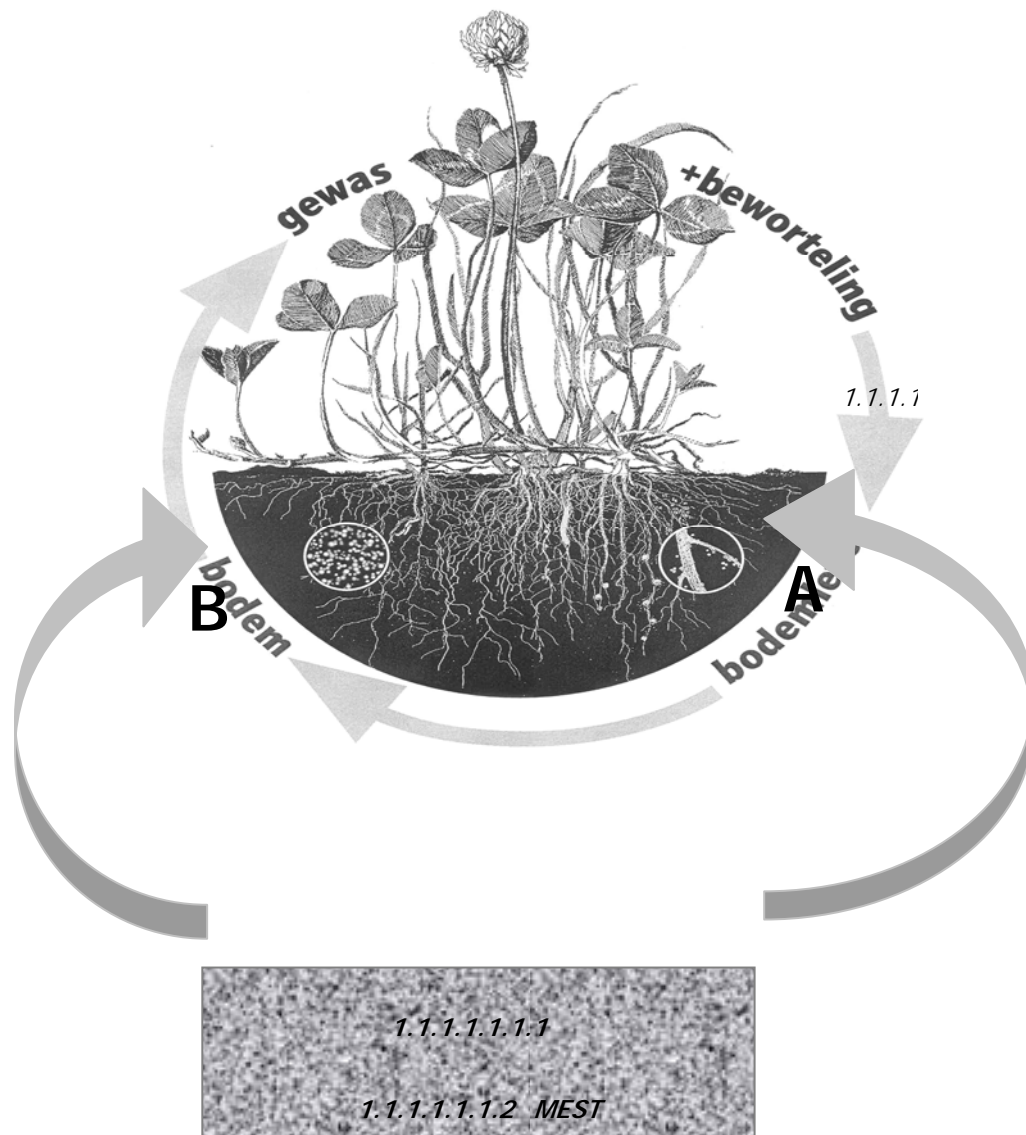
Het effect van mestsamenstelling op het bodemleven is complex (Van Eekeren *et al.*, 2003; figuur 1) en bestaat uit:

- directe effecten op de bodemorganismen, met name op de soortengroepen die de meststoffen afbreken en opnemen;
- een indirect effect via beïnvloeding van het gewas dat levende materialen en strooisel produceert waarop het bodemleven foerageert;
- een indirect effect via beïnvloeding van de interacties tussen bodemorganismen in de vorm van predatie, competitie en facilitering, die vervolgens de beide bovengenoemde effecten kunnen dempen of versterken.

Voor de verkenning en interpretatie van zulke effecten op het bodemleven in grasland is de methode van kwalitatieve voedselwebanalyse ontwikkeld door Smeding *et al.* (2005) in het kader van BoBi en Bioveem. Mogelijk zijn de effecten van mest op het bodemleven locatiespecifiek (Verhoeven *et al.*, 2004), want de bodem en het bodemleven kunnen zich aanpassen aan de samenstelling van de bedrijfseigen drijfmest. Het lijkt nodig om hier in proeven rekening mee te houden.

Kennis over het effect van mestkwaliteit op het bodemleven in combinatie met kennis over het effect van rantsoen op de mestkwaliteit is van grote betekenis voor de ontwikkeling van een duurzame veehouderij op basis van functionele biodiversiteit (Eshuis *et al.*, 2001). Met deze kennis kunnen veehouders bij de productie en aanwending van drijfmest beter gebruik maken van de 'cyclus gewas/beworteling → bodemleven → bodem' (Van Eekeren *et al.*, 2003; figuur 1). Op bedrijfsniveau kan deze kennis bijdragen aan optimalisatie van de kringloop van ruwvoerwinning, rantsoen en bemesting (Eshuis *et al.*, 2001).

Figuur 1 De cyclus gewas/beworteling → bodemleven → bodem (Van Eekeren *et al.*, 2003) en daarbinnen het effect van mestkwaliteit op bodemleven: (A) direct effect van mest op bodemleven, (B) effect van mest op nutriëntenbeschikbaarheid in de bodem en daarmee samenhangend (C) indirect effect van de mest op bodemleven



1.2 Vraagstelling en hypothesen

De centrale vraag in dit rapport is: *Wat is het effect van de mestsamenstelling op de gewasopbrengst en het bodemleven?*

Onder mestsamenstelling verstaan we de absolute en relatieve gehalten aan stikstof, kalium, fosfaat en verschillende typen organische stof. De onderzochte meststof betreft in de eerste plaats drijfmest, waarbij minerale mest en onbemest ter vergelijking zijn meegenomen. De onderzochte gewassen zijn Engels raaigras (*Lolium perenne*) en Zomergerst (*Hordeum vulgare*). Het bodemleven in de studie betreft bacteriën, schimmels en nematoden. Het onderzoek is gericht op zandgrond omdat de meeste bedrijven die deelnemen aan Bioveem op zandgrond liggen.

De hypothese over het effect op de gewasopbrengst is dat de hoeveelheid werkzame stikstof in de drijfmest bepalend is voor de droge stof- en stikstofopbrengsten (Bruinenberg en Van Middelkoop, 2004). De verwachting is dat de wortelgroei relatief toeneemt naarmate stikstof meer organisch gebonden en dus minder direct beschikbaar is; in de literatuur zijn voorbeelden van relatief sterke wortelontwikkeling van grassen en granen onder minder voedselrijke omstandigheden.

De hypothese over het bodemleven is dat het bodemleven in de eerste plaats sterk verschilt tussen drijfmest, minerale mest en onbemest. In vergelijking met minerale mest geeft drijfmest meer organische voeding en komt de stikstof geleidelijker vrij. Dit leidt waarschijnlijk tot een bodemvoedselweb met een meer gelijkmatige opbouw waarin alle groepen vertegenwoordigd zijn en relatief veel grotere organismen (predatoren) voorkomen (Smeding *et al.*, 2005). Vergeleken met drijfmest ontbreekt bij onbemest zowel de organische voeding als de stikstof. Volgens Yeates *et al.* (1997) komen in deze situatie relatief veel schimmels voor. Ook zullen volgens Eekeren *et al.* (2003) drijfmesten een verschillend effect hebben. De verwachting is dat het effect op het bodemleven van drijfmest met weinig organisch gebonden stikstof, lijkt op het effect van minerale mest.

In het onderzoek is grond gebruikt van het Bioveebedrijf Elderink te De Lutte. Hierdoor kon men zijdelings aandacht besteden aan de hypothese van Verhoeven *et al.* (2004) dat de drijfmest van het eigen bedrijf, vergeleken met drijfmest die van elders is aangevoerd, een sterker effect heeft op gewasopbrengst en bodemleven.

Het leggen van relaties tussen rantsoen en bodemleven (via mestsamstelling), is het bredere perspectief waarop de proef gericht is. Door de resultaten van de potproef te combineren met bevindingen van de Visser *et al.* (2005) is hierover speculatie mogelijk.

1.3 Opzet van de proef

Het effect van mestsamstelling op gewasopbrengst en het bodemleven is onderzocht onder de gecontroleerde omstandigheden van een potproef. Hierbij zijn de mestpartijen gebruikt die ook door de Visser *et al.* (2005) zijn geanalyseerd.

Centraal staat de potproef met Engels raaigras. De proef vergelijkt 18 verschillende mestbehandelingen, of wel 16 typen drijfmest plus referenties minerale mest en onbemest. Deze proef is in tweevoud aangelegd met zandgrond van twee veebedrijven die verschillen in organische stofgehalte van hun bodems.

Aanvullend is er een potproef met zomergerst gedaan. Deze proef concentreerde zich op de effecten van vier typen drijfmest op de gewasopbrengst. Het effect op het bodemleven is in deze proef niet onderzocht; de resultaten zijn daarom opgenomen als bijlage 6.

In het onderzoek zijn nieuwe methoden ontwikkeld, zoals het in een potproef uittesten van drijfmest toediening en bodemlevenmetingen. De methode en materialen staan uitgebreid beschreven om verdere proeftechnische ontwikkeling mogelijk te maken. De vraag in hoeverre de omstandigheden in de potproef representatief zijn voor de veldsituatie komt aan de orde in de discussie.

2 Materialen en methoden

2.1 Potproef met Engels raai gras

2.1.1 Algemeen Proefplan

De proef vergeleek 18 verschillende mestbehandelingen. Deze behandelingen zijn toegepast op potten met Engels raai gras (*Lolium perenne* L.) in een kas. Er is tevens een vergelijking gemaakt tussen twee grondsoorten. De proef lag in vier herhalingen. De proef bestond dus uit 18 (mest) x 2 (grondsoorten) = 36 potten in vier blokken en omvatte in totaal 144 potten. In de proef zijn metingen verricht aan het gewas (opbrengst, N-gehalte, wortelmassa), het bodemleven (bacteriën, schimmels en nematoden) en de bodem.

Voor een goed begrip van de behandelingen, zijn niet alleen de beginsituaties van de potten vastgelegd maar zijn ook de omstandigheden waarin de metingen plaatsvonden nader getypeerd. Het gaat hierbij vooral om de stikstofwerking van de mestbehandelingen en om de gewasverzorging en -ontwikkeling.

2.1.2 Mestbehandelingen

In de potproef zijn 16 mestpartijen gebruikt (zie tabel 1):

- acht mestpartijen uit de Mestproductieproef (Reijs, in prep.; de Visser *et al.*, 2005). In die proef kregen 16 droge koeien acht zeer verschillende rantsoenen. De mest op deze rantsoenen werd apart opgevangen en opgeslagen
- acht mestpartijen van bedrijven uit het Bioveemproject

Alle mestpartijen zijn in maart/april verzameld. De monsters waren 25-60 liter groot en zijn bewaard bij 4 °C. Ieder van de 16 mestpartijen is een behandeling in de potproef. Daarnaast zijn er nog twee behandelingen, namelijk minerale mest en onbemest.

Tabel 1 Overzicht mestpartijen met herkomstkenmerken. MPP is de mestproductieproef. Behandelingen en rantsoenen volgens de Visser *et al.* (2005)

Nr.	Herkomst	Behandeling/bedrijf	Rantsoen	
			eiwitniveau	energieniveau
M01	MPP	HGJ	hoog	hoog
M02	MPP	HSG	hoog	hoog
M03	MPP	HGO	hoog	laag
M04	MPP	HST	hoog	laag
M05	MPP	LSG	laag	hoog
M06	MPP	LSN	laag	hoog
M07	MPP	LGO	laag	laag
M08	MPP	LST	laag	laag
M13	Bioveem	Vis	hoog	hoog
M14	Bioveem	Tomassen	laag	hoog
M15	Bioveem	Duijndam	laag	laag
M16	Bioveem	Van Liere	laag	hoog
M17	Bioveem	Wagenvoort	hoog	hoog
M18	Bioveem	Elderink	laag	laag
M19	Bioveem	Oosterhof	laag	laag
M20	Bioveem	Van Dorp	hoog	hoog

Het was de bedoeling om vier extra mestpartijen te betrekken in het onderzoek, afkomstig van praktijkbedrijven, die ook zijn ingezet in een andere bemestingsproef. Maar bij aanvang van de potproef waren deze niet meer beschikbaar. De nummering van de mestpartijen en de verloting van de behandelingscombinaties is hierop niet aangepast. De vier afwezige mestpartijen hadden de nummers M09 t/m M12. Er was in de blokken plaats voor 44 potten (vier rijen van elf potten). Maar er stonden 36 potten in ieder blok waarbij willekeurige plaatsen leeg waren.

De potten zijn op twee tijdstippen bemest, namelijk: direct na het oogsten van de eerste 'snede' en in het vroege voorjaar. De mestgiften van iedere mestpartij (inclusief de minerale mest) is afgestemd op 85 kg stikstof (N-min+N-org) per hectare. Omgerekend betekende dit een gift van 0,595 g N/pot. Er is dus in twee giften in totaal 170 kg/ha toegediend. Deze hoeveelheid komt overeen met de norm voor biologisch grasland. Om voor alle partijen die hoeveelheid mest te berekenen die overeenkomt met genoemde hoeveelheid stikstof is gebruik gemaakt van bepaling van N-totaal in de chemische mestanalyse (tabel 2). Deze bepaling is uitgevoerd direct voorafgaand aan het gebruik van de mest.

Tabel 2 Mestpartijen en bijbehorende hoeveelheden mest, minerale N, organisch gebonden N en berekende werkzame stikstof

Mestpartij	N-totaal (g/kg product)	product	Totale gift (g/pot)			
			N-min	N-org	org. stof	werkz. stikstof
M01	7,4	161	0,8	0,4	12	0,53
M02	7,3	162	0,8	0,4	8	0,53
M03	7,3	162	0,8	0,4	14	0,51
M04	6,0	199	0,8	0,4	15	0,55
M05	6,0	199	0,7	0,5	18	0,45
M06	5,2	229	0,7	0,5	20	0,48
M07	4,0	296	0,6	0,6	24	0,42
M08	4,3	275	0,7	0,5	23	0,48
M13-Vis	4,7	252	0,5	0,7	20	0,36
M14-Tomassen	3,7	323	0,6	0,6	18	0,44
M15-Duijndam	2,8	431	0,7	0,5	15	0,46
M16-Van Liere	3,4	353	0,6	0,6	18	0,43
M17-Wagenvoort	4,8	248	0,6	0,6	17	0,41
M18-Elderink	4,0	301	0,6	0,6	22	0,43
M19-Oosterhof	3,8	312	0,6	0,6	23	0,39
M20-Van Dorp	4,2	281	0,4	0,8	27	0,32
<i>Drijfmest gemiddeld</i>	<i>4,9</i>	<i>262</i>	<i>0,7</i>	<i>0,5</i>	<i>18</i>	<i>0,51</i>
Minerale mest	4,4	270	1,2	0,0	0	1,19
Onbemest	-	-	0,0	0,0	0	0,0

Bij de toediening van de mest is een sleufkouter nagebootst. In de potten zijn steeds twee geultjes gemaakt van 3 cm diep, met een onderlinge afstand van 10 à 15 cm. De mest is in deze geultjes gegoten. Met gedestilleerd water is het mestpotje daarna uitgespoeld en ook het spoelwater is in de geultjes gegoten. Er is op de dag van bemesten en op de twee dagen na het bemesten geen water gegeven.

De minerale mestkorrels zijn gemalen en het gruis is breedwerpig in de potten uitgestrooid. De mesthoeveelheid is in dit geval berekend op basis van een gelijke N-totaal per pot, namelijk 1,19 g N/pot (equivalent van 170 kg N/ha).

Terwijl de N-totaal in ieder van de 18 mestbehandelingen hetzelfde is, zijn de hoeveelheid mest, organische stof en werkzame stikstof verschillend (tabel 2). De stikstofwerking is berekend met formule 1 (Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen), namelijk:

$$\text{Stikstofwerking} = W_{\text{min}} \times \text{N-min} + W_{\text{org}} \times \text{N-org}$$

De werkingscoëfficiënten zijn afhankelijk van de toedieningmethode. In dit onderzoek is zodebemesten toegepast. Er wordt bij beide bemestingen uitgegaan van bemesting voor de eerste snede in het voorjaar. Dan geldt in de eerste snede voor N-min een werkingscoëfficiënt van 56% en voor N-org 4%; in de daaropvolgende snede mag nog een nawerking van respectievelijk 12 en 8% gerekend worden (bron: www.bemestingsadvies.nl). De werkingscoëfficiënt van minerale meststikstof is 100%.

2.1.3 Grondsoorten

In de potproef met Engels raaigras zijn twee verschillende grondsoorten gebruikt, namelijk:

1. 'zwarte zandgrond': deze grond is rijk aan organische stof en komt van een veehouderijbedrijf in Surhuisterveen (provincie Friesland) op een perceel net achter de boerderij op een hoge kop. Het bedrijf is deelnemer van het VEL/Vanla project;
2. 'bruine zandgrond': een schrale/lichte zandgrond van het veehouderijbedrijf Elderink te De Lutte (provincie Overijssel). Het betreft perceel 6 met een laag organische stofgehalte, waarop grasklaver groeide die op het punt stond om te worden gescheurd. Het bedrijf is Bioveemdeelnemer waarvan dus tevens een mestpartij afkomstig was.

De gebruikte grond kwam uit de bovenste laag (0-20 cm). Hij is in juni 2003 opgehaald en vervolgens korte tijd opgeslagen in een kuubkisten in de berging. De grond was zeer droog bij verzamelen omdat het in juni 2003 erg droog was. Voorafgaand aan het vullen van de potten op 7 juli is de grond gezeefd (5 mm). Beide partijen grond zijn na het zeven onderzocht bij Blgg Oosterbeek en in het laboratorium van de leerstoelgroep Biologische Bedrijfssystemen (WUR-BBS) (Tabel 3).

Tabel 3 Chemische grondanalyses van twee grondsoorten in de potproeven

	Org. stof (%)	pH	P-AL (mg P ₂ O ₅ / 100 g)	Kali (mg K ₂ O / 100 g)	K-totaal (mg/kg droge gr.)	N-totaal (mg/kg)	C/N quotient
Laboratorium	BBS	Blgg	Blgg	Blgg	BBS	BBS	BBS
Zwarte zandgrond	7,4	5,1	19	32	1848	3077	12,6
Bruine zandgrond	3,4	5,2	28	< 3	782	1167	14,9

Door de lage kalitoestand in de bruine zandgrond is ter voorkoming van een kalitekort een kalibemesting gegeven. Voor een gemiddelde maaisnede op een zandgrond met een lage kalitoestand wordt in de praktijk 180 kg K₂O geadviseerd (Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen). Met drijfmest was tussen de 50 en 140 kg K₂O gegeven, afhankelijk van de stikstof/kaliverhouding in de mestpartijen. De potten met minerale mest en onbemeste potten ontvingen via de stikstofbemesting helemaal geen kali. Alle potten kregen daarom door middel van een aanvullende kalibemesting een totale gift van 150 kg kali per hectare. De kali is toegediend in de vorm van de biologisch toegestane patentkali (30%) die is gemalen voor het afwegen en toedienen.

2.1.4 Gewas

Op 7 juli 2003 is 175 mg tetraploid Engels raaigras (Elgon) per pot (omgerekend 25 kg/ha) gezaaid. Na het uitstrooien is dit met de vingers aangedrukt en heeft men de grond gladgestreken. Direct hierna is water gegeven.

Er bleek tussen de potten een duidelijk verschil in de snelheid van kieming. Vooral de potten in de rijen die het verst van het middenpad lagen waren langzamer. Dit is waarschijnlijk veroorzaakt doordat de watergift hier kleiner was. Later heeft het verzorgend personeel hier meer aandacht aan gegeven. Er is voorafgaand aan de eerste bemesting gebruik gemaakt van de aanwezige reservepotten (vier van iedere grondsoort).

Er zijn in totaal vier sneden gras geoogst: augustus en december 2003 en begin en eind juli 2004 (bijlage 2). Hierbij is het gras met gewone handscharen geknipt met een stopplengte van circa 3 cm. De sneden worden in de tekst aangeduid als snede 1, 2, 3 of 4.

Voor het beperken van de maximum temperatuur werden de ramen in het dak van de kas open gezet. Voor de grondvochtigheid is gestreefd naar pF=3. De bewatering werd handmatig uitgevoerd met een tuinslang met sproeikop. De potten hebben in de winter van 2003-2004 ongeveer twee maanden buiten gestaan om daarmee een vernalisatie te bewerkstelligen. Het gras is in maart-april 2004 behoorlijk aangetast door meeldauw. Het gras bleek in snede 3 drie erg eiwitarm te zijn; er was toen nauwelijks een bloemetje te zien. Het gewas was echter wel 'stengelig'. Mogelijk heeft door de beschutting in de tunnelkas onvoldoende vernalisatie plaatsgevonden; de temperatuur bleef daarvoor te hoog. Voor snede 3 is in eerste instantie gewacht op het moment van doorschieten van het gras. Maar dat was tevergeefs, want slechts enkele planten gingen bloeien. Het grootste deel van het gras in de potten bleef vegetatief en werd daardoor een 'oud' en vezelrijk gewas.

2.1.5 Opstelling

De potten hadden een diameter van ongeveer 30 cm en dus een oppervlakte van 700 cm². De hoogte van de potten varieerde iets. De potten werden gevuld met 15 kg droge grond.

Onder de potten zijn schotels geplaatst vanaf maart 2004. Dit diende twee doelen:

1. voorkomen dat er water (en nutriënten) verloren gaan naar ondergrond;
2. mogelijk maken vanaf onderkant te bevoelen, zodat bovengrond kon opdrogen; het gewas had een schimmelinfectie en de vochtigheid van de bovengrond kon daarvan de oorzaak zijn.

De vier blokken van de proef waren aparte locaties in de kas. Daarbinnen waren de behandelingscombinaties geward (bijlage 1). Ieder blok bestond dus uit 36 potten.

De eerste helft van de proefperiode stonden de potten in de kas van het IPO-DLO. De opstelling is weergegeven in bijlage 1. De IPO-kas heeft een natuurlijke daglengte; ventilatie vindt handmatig plaats. Nadat de potten 2 maanden in een tunnelkas hadden gestaan zijn ze in een kas van WUR-PPW op de locatie Haarweg. De opstelling is gelijk gebleven.

2.2 Metingen

2.2.1 Metingen aan het Engels raaigras

Er zijn vier sneden Engels raaigras geoogst (bijlage 2). Snede 4 is alleen geoogst bij de mestpartijen 13 t/m 20 (Bioveem) en de beide referenties onbemest en minerale mest op bruine zandgrond. Het gras is met gewone handscharen geknipt op ongeveer 3 cm boven de grond. Het geknipte gras is in papieren zakken gedaan en in een droogstoof bij 70 °C gedurende 24 uur gedroogd. Van het gras zijn bepaald:

- droge stofopbrengst van de snede (kg ds/ha);
- eiwitgehalte (RE/kg ds).

Uit de droge stofopbrengst en het eiwitgehalte is de stikstofopbrengst (mg N/pot) berekend.

In de potten van de mestpartijen 13 t/m 20 (Bioveem), onbemest en minerale mest is op bruine zandgrond (Elderink) van snede 4 tevens de wortelmassa (g ds/pot) gemeten. De 'stoppel' (d.w.z. de stengelbasis vanaf de wortels tot circa 3 cm boven de grond) is niet gemeten en dus niet meegenomen bij het bepalen van de stikstofbalans; het betreft echter een geringe massa die ongeveer gelijk was in de tien onderzochte varianten.

2.2.2 Metingen aan de bodem

Aan het eind van 'potproef gras' is de bruine grond in de potten van de mestpartijen 13 t/m 20, minerale mest en onbemest (nogmaals) onderzocht op chemische parameters. Hiertoe is met een gutsboor 8 keer 10 cm diep gestoken.

2.2.3 Metingen aan het bodemleven

Bemonstering van het bodemleven vond plaats in de potproef met Engels raaigras in de potten met de bruine grondsoort die was bemest met de acht mestpartijen van de Bioveem-bedrijven plus de beide referenties van minerale mest en onbemest. Dus in totaal zijn tien potten in vier herhalingen onderzocht.

De bemonsterde soortengroepen zijn geselecteerd op basis van BoBi (Bodembologisch Indicatorsysteem; Schouten *et al.*, 1997). Metingen vonden plaats aan bacteriën, schimmels en nematoden. De bemonstering is vergelijkbaar met de methode van BoBi (Schouten *et al.* 2000, 2002). Er is in een 20 liter pot een mengmonster gemaakt dat het hele volume representeert.

- *Bacteriën*: verzamelen van een mengmonster met een boor (steekbusje van 10 cm lang en een doorsnede van 2,3 cm). De kernen zijn in een bak gehomogeniseerd en leverden een mengmonster van ca. 5 kg. De biomassameting van de bacteriën, met een geavanceerde microscopische techniek, gebeurde aan een submonster van 700 à 750 ml. De meting is omgerekend naar µg C (Koolstof) per gram droge grond;
- *Schimmels*: van hetzelfde mengmonster als voor bacteriën is ook een submonster van 750 mg genomen voor de bepaling van schimmels;
- *Nematoden*: uit het mengmonster van circa 5 kg waaruit ook het submonster voor bacteriën en schimmels kwam, is een submonster genomen van 700 of 1000 ml grond. Hiervan is 100 gram in suspensie gebracht

en vervolgens gezeefd en gefilterd. Het aantal geëxtraheerde nematoden is geschat door twee keer 10% te tellen. Ook zijn ongeveer 150 exemplaren gedetermineerd. Op basis van beide gegevens is het aantal per trofische groep (7 categorieën, zie bijlage 2) per 100 gram verse grond vastgesteld.

De manier van kwantificering verschilde per soortengroep (Tabel 4).

Tabel 4 Overzicht van verschillende kwantitatieve maten van de soortengroepen inde BoBi-dataset

Soortengroep	Kwantitatieve maat
Bacteriën (<i>Bacteria</i>)	µg C/g (gewicht Koolstof per gewicht grond)
Schimmels (<i>Fungi</i>)	µg C/g (gewicht Koolstof per gewicht grond)
Nematoden (<i>Nematoda</i>)	n/100 g (aantal per gewicht grond)

Voor de interpretatie zijn de door Blgg onderscheiden groepen nematoden verder samengevoegd tot vier trofische groepen van bacterie-etende, schimmel-etende, planten-etende en predatore nematoden. De carnivoren en omnivoren vormen samen de trofische groep van 'predatore nematoden'. De dauerlarven zijn tot de bacterie-etende nematoden gerekend, omdat deze groep in haar actieve stadium vooral bacteriën consumeert.

2.3 Statistische verwerking

2.3.1 Effect van mestbehandeling op het gewas

De verzamelde data zijn opgeslagen in een Acces-database. Waar mogelijk, is gebruik gemaakt van ANOVA. De opbrengsten van sneden 2 en 3 zijn statistisch geanalyseerd door middel van een REML analyse. Hierbij is gecorrigeerd voor de verschillen in opbrengst in snede 1 als indicatie voor de ontwikkeling van de grasplanten aan het begin van de proef. De statische vergelijking betrof het effect van de verschillende mestbehandelingen op de droge stof- en de N-opbrengst in de sneden 1 tot en met 4. De proeven in twee grondsoorten zijn afzonderlijk geanalyseerd waarna het verschil in effect is vergeleken.

De LSD's zijn in de tabellen in het rapport weggelaten. Bij de vergelijking tussen onbemest en minerale mest is een hogere LSD van toepassing dan in de vergelijking van één van beiden met drijfmest. Dit komt doordat van minerale mest, onbemest en drijfmest resp. 4, 4 en 32 herhalingen zijn.

Voor de significantie is in beginsel uitgegaan van $P=0,05$. Echter, in de tabellen is voor significanties tot aan $P=0,2$ met superscripts getoond welke behandelingen tot significante verschillen leidden. Deze relatief hoge drempel is toegepast omdat de behandelingen niet waren ingesteld. Het was van te voren onbekend in hoeverre mestpartijen van elkaar zouden verschillen. De op deze wijze gevonden verschillen vormen indicaties dat betreffende mestpartijen specifieke effecten sorteren.

2.3.2 Effect van mestbehandeling op het bodemleven

Voor het leggen van relaties tussen bodemleven en mestkwaliteit zijn naast de *simple statistics* per soortengroep ook twee integratieve methoden gebruikt: het nematodenprofiel (Ferris *et al.*, 2001) en de bepaling van de voedselwebstructuur door middel van kwalitatieve voedselwebanalyse (Smeding *et al.*, 2005).

Voor analyse van het effect van mest op nematoden is de Maturity Index (Bongers, 1990) berekend op basis van de overlevingsstrategieën van de nematoden in termen van cp-groepen (zie bijlage 4). De Maturity Index is een maat voor de functionele biodiversiteit van de grond: hoe hoger, hoe soortenrijker en stabiel (Schouten *et al.*, 1997, 2000).

Nematodenprofiel

De beoordeling richt zich op de getalsmatige verhouding tussen de (drie) belangrijkste groepen nematoden. Er is gekozen voor de functionele groepen van predatoren, bacterie-etende nematoden en planten-etende nematoden; de schimmel-etende nematoden bleven buiten beschouwing omdat zij beduidend minder talrijk was dan de drie andere groepen.

Voor de bruine zandgrond is per mestbehandeling van de vier potten (en herhalingen) de gemiddelde waarde van de aantallen nematoden bepaald. Er zijn tien mestbehandelingen onderzocht: acht partijen drijfmest van Bioveem-bedrijven plus minerale mest en onbemest. De verschillen in getalsmatige verhouding (nematodenprofiel) zijn

langs kwalitatieve weg geordend in drie categorieën. Ten slotte zijn voor de onderscheiden categorieën de gemiddelde waarden van de mestbehandelingen bepaald.

Voedselwebstructuur

De karakterisering van de voedselwebstructuur vond plaats met een kwalitatieve voedselwebanalyse (Smeding *et al.*, 2005). Met deze methode kan van locaties het 'topologisch voedselweb' worden beschreven. Dat wil zeggen: een momentopname van een voedselwebdiagram met daarin schattingen van de relatieve hoeveelheden van de trofische groepen. Dit voedselwebdiagram, representeert de 'voedselwebstructuur'. Er waren voor het opstellen van de voedselwebstructuur in totaal zes trofische groepen beschikbaar: bacteriën, schimmels en de vier trofische groepen nematoden.

Een kwalitatieve voedselwebanalyse bevat twee stappen: numerieke verwerking en visuele weergave in een diagram. Bij de numerieke verwerking worden de hoeveelheden (massa of dichtheid) gestandaardiseerd naar de hoogste waarde van betreffende soort binnen de dataset (Jongman *et al.*, 1987). Vervolgens is door middel van TWINSPAN (Hill, 1979) een classificatie berekend. De output is een tabel met een dichotome opbouw waarin *samples* met overeenkomstige soortsaanstelling bij elkaar geplaatst staan.

Als input voor TWINSPAN zijn de vier potten per mestbehandeling als afzonderlijke monsters meegenomen; in totaal waren er Idus 40 *samples* (namelijk: tien typen mest in vier herhalingen). Bij het draaien van TWINSPAN zijn steeds de *default options* toegepast, behalve voor de *cut levels* die als volgt zijn gekozen: 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9. Ook is er een weging toegepast waarbij de groep van schimmeletende nematoden, vanwege haar lage aantallen, gewogen is met factor 0,5 ten opzichte van de andere drie nematodengroepen; de bacteriën en schimmels zijn als basisgroepen gewogen met factor 2.

Op basis van de TWINSPAN tabel (bijlage 5) zijn typen bepaald. Met de gemiddelde gestandaardiseerde waarden van alle *samples* in hetzelfde type is per type m.b.v. Excel, een voedselwebdiagram getekend. In het diagram is de hoeveelheid van de trofische groepen afgebeeld als een cirkel waarvan de afmeting correspondeert met de hoeveelheid. De cirkel heeft maximale grootte bij waarde 1. De rangschikking van de cirkels komt overeen met terrestrische voedselwebben uit de literatuur, namelijk: producenten onder en consumenten en predatoren boven; detritivoren links en herbivoren rechts (Smeding en De Snoo, 2003; Polis & Winemiller, 1996). De diagrammen dienen ter illustratie van de berekende classificatie.

Van de kwaliteit van de mestpartijen is door de Visser *et al.* (2005) een typologie opgesteld in de vorm van twee mestindelingen. Deze zijn weergegeven in hun rapport als mestindeling 1 in tabel 15 en mestindeling 2 in tabel 33. De positie van de locaties in de mestindeling van de Visser *et al.* (2005) is vergeleken met de ordening in typen voedselwebstructuur met behulp van TWINSPAN.

3 Resultaten

3.1 Effect van drijfmest op Engels raaigras

3.1.1 Droge stofopbrengsten

In de hele proef had snede 2 zowel op bruine als op zwarte grond een lagere opbrengst dan snede 3. De totale opbrengst op bruine grond bleef achter bij die op zwarte grond. De droge stofopbrengsten bij verschillende mestpartijen vertoonden significante verschillen (tabel 5). Er waren echter geen partijen die consequent in snede 2 of snede 3 of op bruine of zwarte grond het relatief goed of slecht deden.

De effecten van verschillende mestpartijen liepen dus op beide grondsoorten sterk uiteen. Ook was er geen algemeen verschil waar te nemen tussen de opbrengsten van drijfmestpartijen uit de Mestproductieproef (M01 t/m M08) enerzijds en drijfmestpartijen afkomstig van Bioveem-bedrijven (M13 t/m M20) anderzijds.

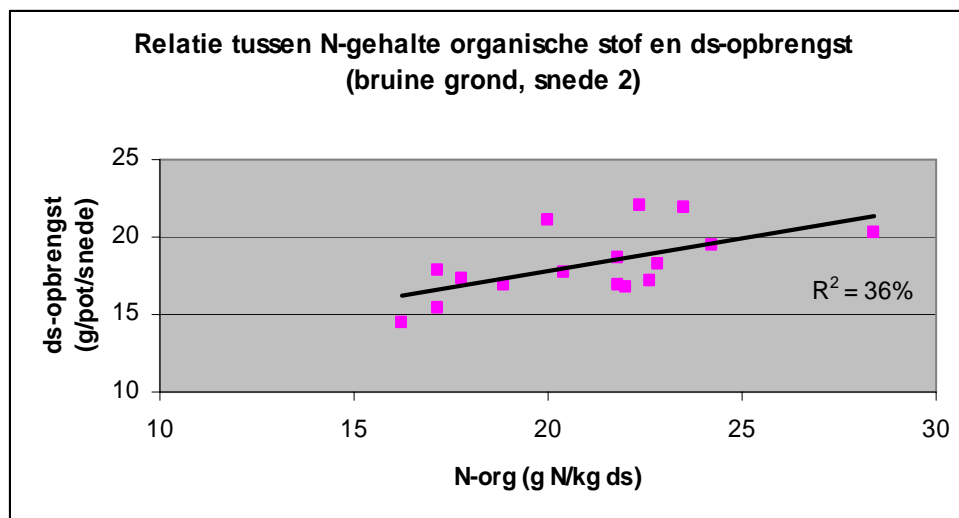
Tabel 5 Droge stofopbrengsten (gram per pot) in twee grondsoorten in snede 2 en 3

Mestpartij	Bruine grond		Zwarte grond	
	snede 2	snede 3	snede 2	snede 3
Minerale mest	13,3 ^{de}	42,4 ^a	22,3 ^{abc}	44,6 ^a
Onbemest	13,2 ^e	13,5 ^e	16,7 ^d	18,5 ^h
M01	18,7 ^{abcd}	33,2 ^{bc}	19,4 ^{abcd}	38,3 ^{bcd}
M02	20,2 ^{ab}	31,6 ^{bcd}	19,7 ^{abcd}	44,2 ^a
M03	21,1 ^a	34,4 ^b	18,7 ^{bcd}	32,9 ^{efg}
M04	15,5 ^{bcde}	32,9 ^{bcd}	17,3 ^{cd}	41,7 ^{ab}
M05	18,2 ^{abcde}	29,7 ^{bcd}	24,6 ^a	31,3 ^{fg}
M06	17,4 ^{abcde}	31,3 ^{bcd}	21,8 ^{abcd}	35,9 ^{cdef}
M07	14,4 ^{cde}	30,7 ^{bcd}	17,7 ^{cd}	30,3 ^g
M08	17,8 ^{abcde}	29,8 ^{bcd}	22,4 ^{abc}	36,3 ^{cdef}
M13	19,5 ^{abc}	32,6 ^{bcd}	17,5 ^{cd}	37,1 ^{bcde}
M14	16,7 ^{abcde}	31,9 ^{bcd}	24,0 ^{ab}	36,6 ^{bcdef}
M15	16,9 ^{abcde}	33,0 ^{bc}	21,6 ^{abcd}	39,8 ^{abcd}
M16	17,2 ^{abcde}	27,5 ^d	23,3 ^{ab}	34,5 ^{defg}
M17	22,0 ^a	30,4 ^{bcd}	23,3 ^{cd}	34,5 ^{bcde}
M18	16,9 ^{abcde}	31,0 ^{bcd}	17,8 ^{cd}	37,2 ^{cdefg}
M19	17,7 ^{abcde}	28,7 ^{cd}	23,4 ^{ab}	35,4 ^{cdefg}
M20	22,1 ^a	29,6 ^{bcd}	20,3 ^{abcd}	40,0 ^{abc}
Gem.	17,7	30,8	18,9 ^{bcd}	34,4 ^{defg}
Gem.(kg ds/ha)	2529	4400	2914	5157

LSD (P=0,05) = 5,4 (binnen kolommen)

Op bruine grond bleken in snede 2 de drijfmesten van M20-Van Dorp, M17-Wagenvoort, M03, M02 en M13-Vis goed te presteren. De mestpartijen met weinig organisch gebonden N (en dus veel minerale N) hadden een relatief lage opbrengst in snede 2 (figuur 2). In snede 3 waren de onderlinge verschillen tussen de droge stofopbrengsten van de mestpartijen op bruine grond beduidend kleiner.

Figuur 2 Relatie tussen het N-gehalte van de organische stof in de mest en de droge stofopbrengst van Engels raaigras op bruine zandgrond



In het verloop van snede 2 naar snede 3 leek de bruine grond lijkt zich positief 'aan te passen' aan de mestbehandelingen M01, M03, M04, M07 en M15-Duijndam en zich 'af te zetten' tegen M02, M13-Vis, M16-Van Liere, M17-Wagenvoort, M19-Oosterhof en M20-Van Dorp. Het verschil tussen deze 'stijgers' en 'dalers' op bruine grond leek samenhang te vertonen met het verschil in de samenstelling van de organische stof in de mest. De dalers hadden namelijk een relatief hoge N-org input en een laag NDF percentage in de organische stof (tabel 6). De stijgers hadden een beduidend grotere hoeveelheid ammonium-N gekregen en beschikten daardoor dus over een grotere hoeveelheid werkzame stikstof. De toegediende organische stof verschilde tussen de stijgers en dalers niet veel, mede gezien de spreiding.

Tabel 6 Vergelijking van de gemiddelde mestsamenstelling van groepen met stijgende, stabiele en dalende opbrengsten op bruine grond

Groep	N	Ds (g/kg)	N-NH ₄ (g/kg ds)	P ₂ O ₅ (g/kg ds)	N-org (g/kg ds)	NDF (% os)	werkzame N (g/pot)	Org. stof (g/pot)
Alle (SD)	16	96 (19)	30 (14)	16 (4)	21 (3)	50 (9)	0,51 (0,07)	18 (5)
Stijgend	5	96	36	16	19	52	0,55	16
Stabiel	5	98	26	14	20	55	0,52	20
Dalend	6	95	27	17	24	45	0,47	19

Mestpartij M18-Elderink en de bruine grond waren afkomstig van hetzelfde bedrijf. Deze combinatie blijkt wat betreft droge stof productie zowel in snede 2 als snede 3 terecht te komen in de onderkant van de middenmoot. Op zwarte grond staken in snede 2 de mestpartijen M05, M14-Tomassen, M18-Elderink en M16-Van Liere er bovenuit; ook boven minerale mest. Echter M04, M13-Vis, M07 en M17-Wagenvoort deden het slecht op deze grond, en kwamen dicht in de buurt van onbemest. Er waren geen significante relaties tussen deze opbrengsten en de mestanalyses. In snede 3 waren M02, M04, M19-Oosterhof en M15-Duijndam erg productief. Echter, M07, M05 en M03 waren improductief. Erg opvallend waren in het verloop van snede 2 naar snede 3, de diepe val van M05 (evenals M16-Van Liere, M18-Elderink en M14-Tomassen) en de sterke stijging van M04 (evenals M02, M13-Vis en M17-Wagenvoort) in de rangorde. M07 had steeds een lage productie.

De mestbehandelingen die op zwarte grond een sterke stijging vertoonden waren vooral meestal monsters met een hoog ammonium-N input terwijl de dalers niet verschilden van de middengroep (tabel 7). Dit leek ook te gelden ook voor het fosfaatgehalte. Per saldo kregen de mestbehandelingen van stijgers een iets grotere hoeveelheid werkzame N dan de dalers maar een kleinere hoeveelheid organische stof.

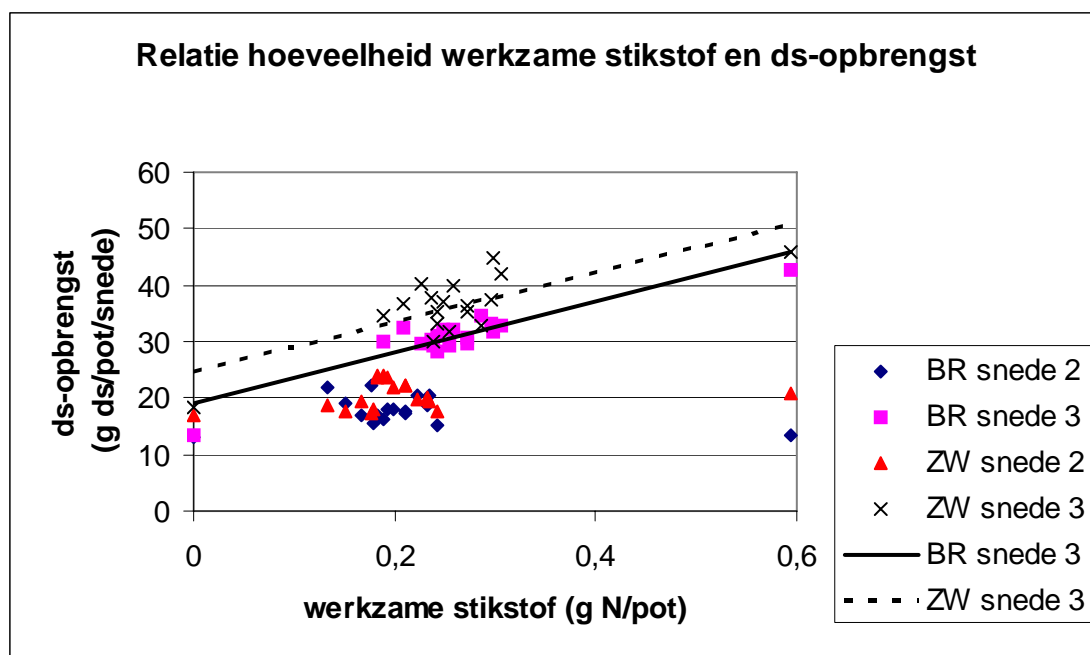
Tabel 7 Vergelijking van de gemiddelde mestsamenstelling van groepen met stijgende, stabiele en dalende opbrengsten op zwarte grond

Groep	N	Ds (g/kg)	N-NH ₄ (g/kg ds)	P ₂ O ₅ (g/kg ds)	N-org (g/kg ds)	NDF (% os)	werkzame N (g/pot)	Org. stof (g/pot)
Alle (SD)	16	96 (19)	30 (14)	16 (4)	21 (3)	50 (9)	0,51 (0,07)	18 (5)
Stijgend	4	94	39	19	23	46	0,53	15
Stabiel	8	101	28	15	20	52	0,51	20
Dalend	4	89	25	15	22	50	0,49	19

De verhoudingen tussen opbrengsten bij drijfmest, minerale mest en onbemest lagen bij beide grondsoorten en beide sneden steeds verschillend:

- onbemest had in alle gevallen de laagste opbrengst. De afstand tussen de opbrengst van de onbemeste potten en de drijfmestpotten was bij snede 2 echter veel kleiner dan bij snede 3;
- minerale mest leverde in snede 2 op bruine grond een lage opbrengst vergeleken met de drijfmestbehandelingen. De opbrengst van minerale mest in snede 2 was bijna gelijk aan die van onbemest. Het Engels raaigras in de potten met minerale mest vertoonde voorafgaand aan snede 2 symptomen van zoutschade.

Op de zwarte grond vervulde minerale mest in snede 2 een tussenpositie. In de snede 3 ging de minerale mest zowel op zwarte als op bruine grond aan kop wat betreft droge stofproductie; op bruine grond zelfs significant beter dan alle drijfmestpartijen.

Figuur 3 De droge stofopbrengst in sneden 2 en 3 van 18 behandelingen uitgezet tegen de werkzame stikstof in de toegediende mest. BR=bruine grond; ZW=zwarte grond

Een belangrijke vraag was in hoeverre de werkzame stikstof in de mestbehandeling bepalend is voor de gewasopbrengst. Doordat snede 3 profiteert van de nawerking van de mest gegeven voor snede 2, is de hoeveelheid werkzame stikstof van de drijfmestpartijen in snede 3 in principe hoger. Bij snede 2 had de droge stofopbrengst geen relatie met de gift werkzame stikstof (figuur 3). In snede 3 was deze relatie echter wel aanwijsbaar. De drijfmestpartijen namen als groep een tussenpositie in tussen onbemest en minerale mest. Het Engels raaigras met minerale mest vertoonde symptomen van zoutschade.

3.1.2 Stikstofopbrengsten

De eiwitgehalten in snede 3 waren gemiddeld zeer laag, vergeleken met bijvoorbeeld het gehalte in tarwestro (tabel 8). Dit is het gevolg van het achterwege blijven van vernalisatie en het daardoor lang vegetatief doorgroeien van het Engels raaigras.

Tabel 8 Eiwitgehalte van het Engels raaigras (RE/kg ds)

	Bruine grond	Zwarte grond
Snede 2	142	137
Snede 3	37	41

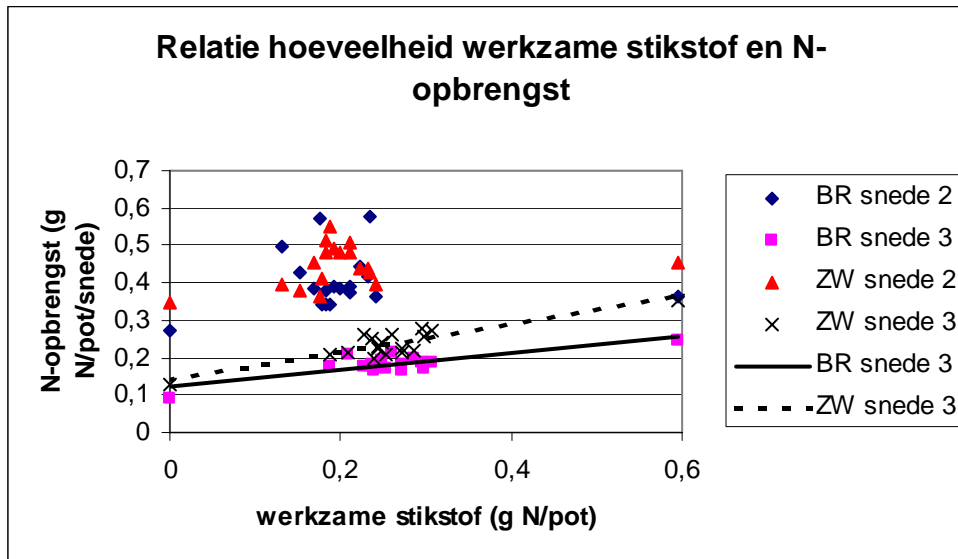
Bij beide grondsoorten waren de N-opbrengsten van de drijfmesten in snede 3 ongeveer de helft van die in snede 2 (tabel 9). Op bruine grond was de variatiecoëfficiënt (SD/gem) in snede 2 relatief hoog. Op bruine grond hadden M02, M17-Wagenvoort en M20-Van Dorp de hoogste N-opbrengst in snede 2; M07, M18-Elderink en M14-Tomassen hadden de laagste. M02 en M17-Wagenvoort hadden opvallend hoge N-gehalten in de droge stofopbrengst, vergelijkbaar met die van minerale mest (bijlage 3). Op zwarte grond gaven M05, M14-Tomassen en M16-Van Liere de hoogste N-opbrengst, terwijl M04, M13-Vis, M17-Wagenvoort en M20-Van Dorp wat achter bleven.

Tabel 9 Stikstofopbrengst (mg N/pot); de gewasmonsters per mestpartij zijn gepoold, dus geen statistische ergelijking. Gemiddelde, SD en VC van de drijfmesten

Mestpartij	Bruine grond		Zwarte grond	
	snede 2	snede 3	snede 2	snede 3
Kunstmest	357	242	489	344
Onbemest	271	92	347	126
M01	412	189	423	285
M02	571	168	432	251
M03	457	197	419	219
M04	364	190	386	270
M05	393	171	509	205
M06	383	185	495	229
M07	318	173	406	201
M08	387	164	484	215
M13	441	212	379	215
M14	347	191	552	238
M15	365	221	477	260
M16	393	175	500	232
M17	562	182	379	246
M18	345	184	478	231
M19	398	173	476	258
M20	502	173	399	209
Gemiddeld	415	184	450	235
SD	74	16	53	25
VC (%)	18	9	12	11

Net als bij de droge stofopbrengst had de N-opbrengst in snede 2 geen relatie met de hoeveelheid werkzame stikstof (figuur 4). In snede 3 was dit wel het geval. Op de bruine grond was deze relatie niet van betekenis voor verschillen tussen mestpartijen, maar wel voor het verschil tussen onbemest, (gemiddelde) drijfmest en minerale mest. Op zwarte grond leek er enige relatie tussen de N-opbrengsten en de hoeveelheid werkzame stikstof in de drijfmestgift.

Figuur 4 De N-opbrengst in de sneden 2 en 3 van de 18 behandelingen uitgezet tegen de werkzame stikstof in de toegediende mest. BR=bruine grond; ZW=zwarte grond



3.1.3 Wortelmasa

De wortelmasa is gemeten in bruine grond met de acht drijfmesten van Bioveem-bedrijven evenals van minerale mest en onbemest. Minerale mest en drijfmest gaven een wortelmasa die ruim twee keer zo groot is als bij onbemest (tabel 10). Tussen drijfmestpartijen traden ook significante verschillen op. M14-Tomassen, M16-Van Liere en M18-Elderink hebben de laagste wortelmasa, M13-Vis en M15-Duijndam de hoogste.

Tabel 10 Wortelmasa in bruine grond aan eind van proef (g/ds)

	Wortelmasa (g/ds)
Minerale mest	36,4 ^a
Onbemest	14,7 ^b
Drijfmest	33,9 ^a
Significantie Mesttype	<0,001
Minerale mest	36,4 ^{abc}
Onbemest	14,7 ^d
M13	39,7 ^a
M14	29,9 ^{bc}
M15	36,9 ^{ab}
M16	29,5 ^c
M17	33,0 ^{abc}
M18	30,8 ^{bc}
M19	34,5 ^{abc}
M20	36,8 ^{abc}
Significantie Mesttype x partij	0,065
LSD	7,2

3.2 Effect van drijfmest op bruine zandgrond

3.2.1 Bodemkenmerken

Drijfmest leidde op de bruine zandgrond tot een hoger organische stofgehalte dan minerale mest (tabel 11). Minerale mest kwam overeen met onbemest. Bij aanvang bedroeg het gehalte 3,4%. In de potten met minerale mest en onbemest was dus sprake van een daling. Vooral de mestpartijen M13-Vis en M15-Duijdam gaven een significant hoger organische stofgehalte dan minerale mest en onbemest. In deze potten bevond zich ook de hoogste wortelmasse. De overige mestpartijen verschilden minder van minerale mest.

Tabel 11 Vergelijking bodemkenmerken aan het eind van de potproef wat betreft de organische stof, pH en gehalten aan macronutriënten

	Os (%)	pH	N-tot ($\times 10^3$ mg/kg)	Ptot	Pw	K	Stot
Minerale mest	3,18 ^b	5,43 ^b	1,20 ^a	79,3 ^{ab}	12,3 ^b	7,8 ^b	191
Onbemest	3,12 ^b	5,38 ^b	1,10 ^{ab}	77,5 ^b	13,0 ^b	15,3 ^a	202
Drijfmest	3,41 ^a	5,67 ^a	1,09 ^b	82,3 ^a	19,0 ^a	15,8 ^a	198
<i>Significantie</i>	<i>0,011</i>	<i>0,001</i>	<i>0,120</i>	<i>0,013</i>	<i>0,005</i>	<i>0,034</i>	<i>0,941</i>
<i>Mesttype</i>							
Minerale mest	3,18	5,43	1,20 ^{ab}	79,3 ^{cd}	12,3	7,8	191
Onbemest	3,12	5,38	1,10 ^{abc}	77,5 ^d	13,0	15,3	202
M13	3,48	5,65	1,03 ^c	82,5 ^{abc}	22,8	14,3	197
M14	3,28	5,68	1,03 ^c	78,8 ^{cd}	17,0	15,5	197
M15	3,53	5,60	1,07 ^{bc}	82,3 ^{abc}	17,8	19,0	217
M16	3,40	5,68	1,11 ^{abc}	81,3 ^{bcd}	17,8	15,8	209
M17	3,28	5,50	1,05 ^c	80,8 ^{bcd}	16,0	16,5	179
M18	3,45	5,80	1,16 ^{abc}	85,0 ^{ab}	19,5	14,8	176
M19	3,45	5,78	1,05 ^c	81,5 ^{bcd}	21,0	17,0	202
M20	3,40	5,65	1,22 ^a	86,3 ^a	20,0	13,8	209
<i>Significantie</i>	<i>0,584</i>	<i>0,261</i>	<i>0,079</i>	<i>0,063</i>	<i>0,445</i>	<i>0,906</i>	<i>0,865</i>
<i>mesttype x partij</i>							
LSD	0,29	0,23	0,14	4,6	6,5	8,0	63

De pH van de grond bedroeg bij aanvang van de proef 5,2. Bij alle behandelingen steeg de bodem-pH, maar drijfmest had gemiddeld de sterkste stijging. Bij M18-Elderink en M19-Oosterhof was de hoogste bodem pH en bij M17-Wagenvoort de laagste.

Het stikstofgehalte van de bodem (N-tot) varieerde sterk tussen de mestpartijen: M13-Vis, M14-Tomassen, M17-Wagenvoort en M19-Oosterhof hadden een lage N-tot terwijl M20-Van Dorp, M18-Elderink en minerale mest een relatief hoge N-tot hadden.

De aanvoer door de mest en onttrekking door het gewas was duidelijk terug te zien in de verschillen in fosfaat en kaligehalten bij minerale mest, onbemest en drijfmest. Minerale mest en onbemest hadden beide een lagere aanvoer van deze macronutriënten vergeleken met drijfmest, maar bij minerale mest is er wel een hoge onttrekking geweest door het gewas.

M20-Van Dorp en M18-Elderink hadden hoge P-tot gehalten; M13-Vis had een relatief hoog Pw-gehalte. Wat betreft kali waren er geen significante verschillen tussen drijfmestpartijen. Zwavel is in het geheel niet beïnvloed door de behandelingen.

3.2.2 Stikstofbalans in bruine grond

De aanvoer van stikstof naar de potten vond plaats in de vorm van bemesting. Met uitzondering van de onbemeste potten, kregen alle potten 1190 mg stikstof toegediend, verdeeld over twee gelijke giften. Bij de meeste potten bleek de bodemvoorraad te zijn afgenomen. De potten met minerale mestbehandeling en mestpartij M20-Van Dorp vormden hierop een uitzondering (Tabel 12).

Tabel 12 Stikstof in mest, gewas en grond met een schatting van het verliezen. De bodemvoorraad: aan het eind van de proef minus de voorraad aan het begin in 15 kg droge grond

	Aan-voer in mest	Afvoer snede 1	Afvoer snede 2	Afvoer snede 3	Afvoer snede 4	Wor- tels	Balans = aanvoer- N _{gewas}	Gemeten mutatie bodem- voorraad	Verschil balans en mutatie
Minera- le mest	1190	154	357	242	100	364	-28	495	bij 523
Onbe-mest	0	171	271	92	44	147	-726	-1050	weg 324
Drijf-mest	1190	162	419	189	78	339	3	-1200	weg1203
M13	1190	192	441	212	65	397	-117	-2130	weg 2013
M14	1190	209	347	191	83	299	61	-2325	weg 2386
M15	1190	80	365	221	61	369	94	-1515	weg 1609
M16	1190	161	393	175	94	295	73	-840	weg 913
M17	1190	148	562	182	88	330	-121	-1710	weg 1589
M18	1190	154	345	184	68	308	131	-165	weg 296
M19	1190	193	398	173	88	345	-6	-1725	weg1719
M20	1190	162	502	173	78	368	-92	840	bij 932

De aangevoerde stikstof was ongeveer even groot als het totaal van afgevoerde stikstof in de vier sneden en wortelmassa. In de onbemeste potten was echter een hoeveelheid stikstof uit de grond gehaald van ongeveer 700 mg. Die moet door mineralisatie zijn vrijgekomen; een proces dat zich in de alle potten voordeed. De aanvoer van stikstof komt zowel uit mest als via mineralisatie. De aanvoer van minerale stikstof naar de planten was daardoor dus bij de bemeste potten ongeveer 700 mg hoger dan de stikstof in de geoogste en ongeogste plantendelen. Tekorten hebben zich dan ook niet voorgedaan.

Het is onduidelijk hoe groot de meetfout is van de analyse voor aanvang van de proef. Over de absolute verliezen kan daarom geen uitspraak gedaan worden. Wel kunnen we stellen dat de stikstofverliezen bij de mestpartijen M13-Vis, M14-Tomassen, M15-Duijndam, M17-Wagenvoort en M19-Oosterhof groter waren dan bij de andere behandelingen; ze zijn groot vergeleken met de aanvoer via de bemesting.

3.3 Effect van drijfmest op het bodemleven

3.3.1 Bacteriën en schimmels

De bacteriebiomassa in de potten was relatief erg laag; in geval van drijfmest gemiddeld 34 µg C/g (Tabel 13). In 2002 werd op 11 Bioveem bedrijven gemiddeld 87 µg C/g gevonden (RIVM, ongepubliceerde data). Op de locatie Elderink waar de bruine grond vandaan komt, is toen ook een lage bacteriebiomassa gevonden van slechts 28 µg C/g; blijkbaar heeft de lage bacteriebiomassa een locatiespecifieke oorzaak. De gemiddelde schimmelbiomassa in de potten was relatief hoog: 40 µg C/g. In 2002 is op 11 Bioveem bedrijven gemiddeld 11 µg C/g gevonden en in De Lutte 9 µg C/g (RIVM, ongepubliceerde data).

Tabel 13 Microbiologische kenmerken van het bodemleven in potten bemest met drijfmest van Bioveem-bedrijven (M13-M20), minerale mest en onbemest

	Bacteriën biomassa ($\mu\text{g C/g}$)	Bacteriën aantal ($\times 10^9/\text{g}$)	Schimmels biomassa ($\mu\text{g C/g}$)	Schimmels % actieve hyfen	Schimmel- bacterie ratio
Minerale mest	20,7	0,46	38	68 ^{ab}	1,8
Onbemest	34,4	0,37	44	54 ^b	1,4
Drijfmest	34,0	0,41	40	66 ^a	1,7
Significantie Mesttype	0,264	0,884	0,763	0,084	0,837
Minerale mest	20,7	0,46	38	68 ^{abc}	1,8
Onbemest	34,4	0,37	44	54 ^c	1,4
M13	30,1	0,32	36	66 ^{abc}	1,7
M14	30,6	0,46	34	59 ^{bc}	1,2
M15	27,7	0,24	45	72 ^{ab}	1,8
M16	26,6	0,39	37	67 ^{abc}	1,7
M17	47,3	0,73	54	75 ^a	2,2
M18	48,0	0,45	45	74 ^a	2,3
M19	39,9	0,30	32	61 ^{abc}	1,2
M20	31,5	0,42	39	61 ^{abc}	1,4
Significantie mesttype x partij	0,286	0,249	0,294	0,190	0,747
LSD	21,9	0,37	18,5	15,3	1,6

Bij de microbiologische bepalingen was sprake van een relatief grote spreiding. Dit komt mede door de lage aantallen. Het effect van mesttype (minerale mest, onbemest of drijfmest) was daardoor beperkt, met uitzondering van het percentage actieve schimmels. Als tendens was zichtbaar dat de bacteriële biomassa bij minerale mest gemiddeld veel lager is dan bij onbemest en drijfmest. Er waren wel verschillen aantoonbaar tussen individuele mestpartijen, minerale mest en onbemest wat betreft het aandeel actieve schimmels: M17-Wagenvoort, M18-Elderink en M15-Duijndam hebben gemiddeld een hoog percentage terwijl bij M14-Tomassen en onbemest een laag percentage van de schimmels actief is.

3.3.2 Nematoden

Het totaal aantal nematoden werd zowel door het mesttype als mestpartij beïnvloed (tabel 14). Bij minerale mest en drijfmest zijn grotere aantallen nematoden gevonden dan bij onbemest. Bij minerale mest waren de plantenetende nematoden bepalend en bij drijfmest de bacterie-etende nematoden.

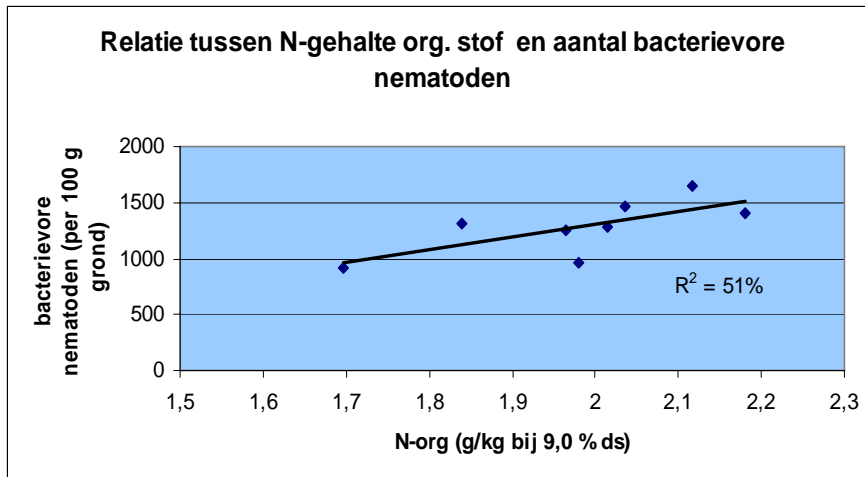
Individuele mestpartijen hadden wel invloed op de bacterie-etende nematoden en geen invloed op de plantenetende nematoden. Wat betreft de bacterie-etende nematoden hadden de drijfmesten M13-Vis, M16-Van Liere en M17-Wagenvoort de hoogste dichtheden gevolgd door M15-Duijndam, M19-Oosterhof en M20-Van Dorp. De dichtheid bacterie-etende nematoden was bij M14-Tomassen en M18-Elderink vergelijkbaar met minerale mest en onbemest. Omnivoren kwamen bij minerale mest veel voor, maar carnivoren waren er afwezig. Bij de drijfmesten M20-Van Dorp, M19-Oosterhof en M13-Vis waren omnivoren talrijk; echter bij M14-Tomassen kwamen zij minder voor dan bij minerale mest. Bij M13-Vis en M19-Oosterhof waren zeer hoge aantallen carnivoren; M16-Van Liere, M17-Wagenvoort en M18-Elderink vullden een middenpositie en metingen bij de overige mestsoorten waren vergelijkbaar met onbemest.

Tabel 14 Aantallen nematoden (per 100 g grond): totaal en onderverdeeld in trofische groepen, in potten met drijfmest van Bioveem-bedrijven (M13-M20), minerale mest en onbemest. MI= Maturity Index

	Tot.	Planten- eters	Bact . eters	Omni- voren	Carni- voren	MI
Minerale mest	2687 ^a	1441 ^a	947 ^b	258	0 ^b	2,69 ^b
Onbemest	1611 ^b	475 ^b	754 ^b	290	22 ^{ab}	3,10 ^a
Drijfmest	2515 ^a	736 ^b	1281 ^a	348	65 ^a	2,83 ^b
Signific.	<0,001	<0,001	0,004	0,407	0,022	0,06
Mesttype						
Minerale mest	2687 ^{abc}	1441	947 ^{bc}	258 ^{bc}	0 ^b	2,69
Onbemest	1611 ^e	475	754 ^c	290 ^{bc}	22 ^b	3,10
M13	2896 ^{ab}	802	1408 ^a	453 ^{ab}	177 ^a	2,86
M14	2104 ^{de}	851	964 ^{bc}	189 ^c	17 ^b	2,66
M15	2417 ^{bcd}	778	1250 ^{ab}	306 ^{bc}	20 ^b	2,73
M16	2580 ^{abcd}	715	1469 ^a	300 ^{bc}	56 ^b	2,82
M17	3028 ^a	770	1652 ^a	336 ^{bc}	56 ^b	2,80
M18	2131 ^{cde}	797	910 ^{bc}	298 ^{bc}	48 ^b	2,95
M19	2348 ^{bcd}	540	1311 ^{ab}	358 ^{abc}	122 ^a	2,83
M20	2620 ^{abcd}	632	1282 ^{ab}	546 ^a	23 ^b	2,96
Signific.	0,018	0,901	0,031	0,051	<0,001	0,684
mesttype x partij						
LSD	558	480	440	205	68	0,36

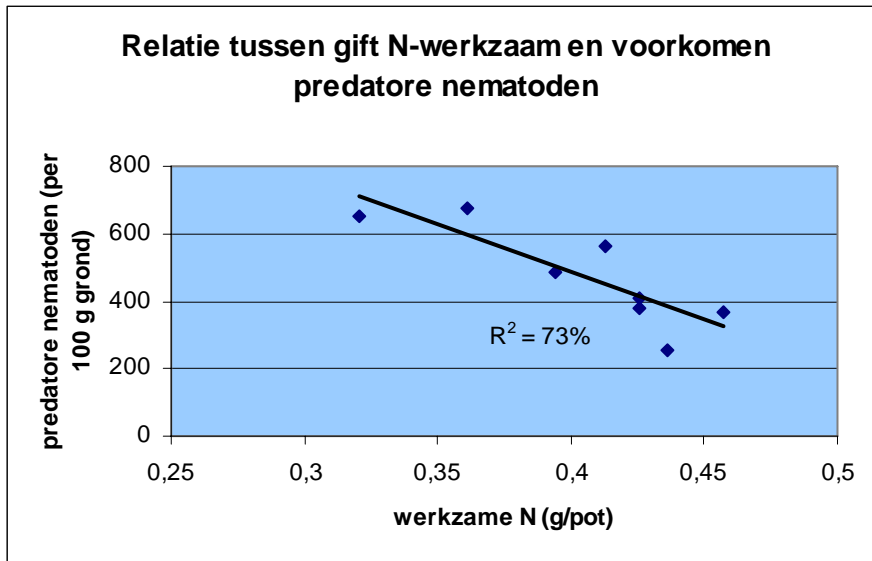
De Maturity Index (Bongers, 1990) had bij onbemest een significant hogere waarde dan bij minerale mest en drijfmest (tabel 14, laatste kolom). De Maturity Index was bij minerale mest iets lager dan drijfmest (niet significant). Bij minerale mest, onbemest en drijfmest waren resp. nematodengroepen cp2, cp3 en cp1 het meest talrijk (bijlage 4). De dichtheid van groepen die stabiliteit indiceren (cp3, 4 en 5) was het hoogst bij onbemest; drijfmest nam een tussenpositie ten opzichte van onbemest en minerale mest.

Figuur 4 Relatie tussen de dichtheid van bacterie-etende nematoden en de hoeveelheid organisch gebonden N in drijfmest van acht Bioveem-bedrijven, minerale mest en onbemest



Tussen de mestsamenvatting en de aantallen van trofische groepen nematoden werden relaties gevonden. In het bijzonder een positieve relatie (met $R^2 = 51\%$) tussen de N-org hoeveelheid in de mestgift en het aantal bacterie-etende nematoden (fig. 4) en een negatieve relatie (met $R^2 = 73\%$) tussen de hoeveelheid werkzame stikstof in de twee toegediende mestgiften en het aantal predatore nematoden (fig. 5). Er was ook een verband met de fosfaatgift die samen ging met een groter aantal predatore nematoden ($R^2 = 39\%$).

Figuur 5 Relatie tussen de dichtheid aan predatore nematoden en de gift aan werkzame stikstof in de drijfmest van acht Bioveem-bedrijven, minerale mest en onbemest



3.3.3 Nematodenprofiel

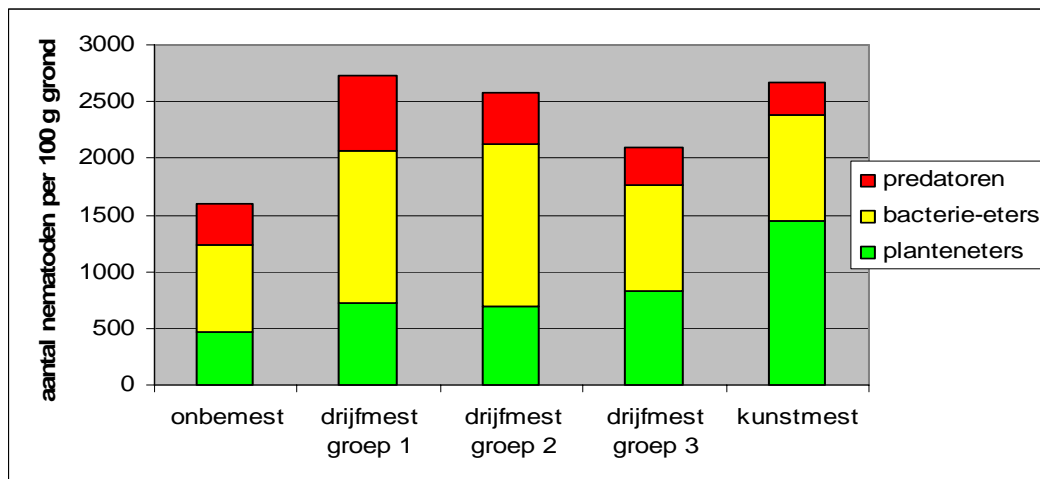
Het relatieve aantal van plantenetende, bacterie-etende en predatore nematoden in de potten vertoonde het volgende patroon:

- Bij M13-Vis en M20-Van Dorp kwamen relatief veel predatore nematoden voor, voor wat betreft percentage vergelijkbaar met onbemest;
- De plantenetende nematoden waren vooral talrijk bij M14-Tomassen en M18-Elderink; deze drijfmesten namen daardoor een tussenpositie in tussen de overigen zes drijfmesten en de minerale mest. Het valt daarbij op dat het totaal van nematoden bij M14-Tomassen en M18-Elderink lager is dan bij de anderen drijfmesten;
- De overige (naast M13-Vis, M20-Van Dorp, M14-Tomassen en M18-Elderink) vier drijfmesten hadden een iets hoger aandeel bacterie-etende nematoden.

Op deze wijze kunnen de mestpartijen in drie groepen worden verdeeld (zie tabel 15 en figuur 6). De indeling van de groepen vertoonde verband met de samenstelling van de mest (tabel 16): groep 1 ging samen met een kleine hoeveelheid minerale stikstof. De groepen 2 en 3 hadden een verschillende relatie met NDF.

Tabel 15 Indeling Bioveem mestpartijen en globaal nematodenprofiel: pf=plantenetende nematoden; bf = bacterie-etende nematoden; mp = (micro)predatore nematoden

Groep	Partijen	Pf (%)	Bf (%)	Mp (%)	
Onbemest		27	49	23	
Drijfmest	groep 1	M13, M20	25	48	25
	groep 2	M15, M16, M17, M19	26	55	18
	groep 3	M14, M18	38	46	16
Minerale mest		54	35	10	

Figuur 6 Nematodenprofielen in bruine zandgrond bij minerale mest, onbemest en drie onderscheiden groepen van drijfmesten**Tabel 16** Gem. mestsamenstelling van potten met drie verschillende nematodenprofielen

Groep	N-NH ₄ (g/kg ds)	N-org	NDF (% os)	N _{werkzaam} (g/pot)	P ₂ O ₅
1	1,3	2,1	49	0,40	0,63
2	2,2	2,0	44	0,48	0,45
3	2,2	1,8	52	0,49	0,51

Door de nematodenprofielen te betrekken op de metingen aan opbrengst en wortelmasse waren de volgende verbanden zichtbaar: de mestpartijen met groep 1 (qua nematodenprofiel) hadden op bruine grond de hoogste wortelmasse en hoogste opbrengst, zowel uitgedrukt in stikstof- als in droge stofopbrengst (tabel 17). Op zwarte grond hadden deze mestpartijen met groep 1 echter de laagste opbrengst; op deze grond waren de opbrengsten bij groep 3 het hoogst.

Tabel 17 Mestbehandelingen in groepen 1-3 op basis van het nematodenprofiel in bruine grond met hun effect op wortelmasse, N-opbrengst en droge stofopbrengst in potten met bruine en zwarte grond

	Wortels (g ds/pot)		N-opbrengst (g/pot)		Ds-opbrengst (g/pot)	
	"bruin"	"zwart"	"bruin"	"zwart"	"bruin"	"zwart"
Zandgrond						
Onbemest	15	0,36	0,47	27	35	
groep 1	38	0,66	0,60	52	54	
groep 2	33	0,61	0,70	48	58	
groep 3	30	0,53	0,75	48	60	
Minerale mest	36	0,61	0,81	56	67	

3.3.4 Voedselwebstructuur

Met de kwalitatieve voedselwebanalyse konden we drie typen voedselwebstructuur onderscheiden (figuren 7; bijlage 5):

- Type 1: een combinatie van een hoge dichtheid aan schimmels en hoge dichtheid van bacteriën (figuur 7a, links);
- Type 2: hoge aantallen plantenetende nematoden en een laag aantal predatore nematoden en lage dichtheid aan schimmels en bacteriën (figuur 7a, rechts);
- Type 3: hoge aantallen predatore nematoden in combinatie met middelmatige hoge dichtheden schimmels (subtype 3a) of bacteriën (subtype 3b) (figuur 7b).

Patronen in de verdeling van de monsters over de drie typen waren (bijlage 5):

- Type 1: 50% van de monsters van onbemest, M15-Duijndam, M17-Wagenvoort en M18-Elderink;
- Type 2: 75% van de monsters van minerale mest en M14-Tomassen;
- Type 3: alle monsters van M13-Vis en M20-Van Dorp en 75% van de monsters van M19-Oosterhof en M16-Van Liere.

De volgende relaties tussen voedselwebstructuur en mestkwaliteit (tabel 2) zijn aanwijsbaar:

- Type 1: onbemest of mestgift met relatief kleine hoeveelheid organische stof met daarbij een relatief kleine hoeveelheid N-org in de mestgift. Op basis van mestindeling 2 van de Visser *et al.* (2005) kan type 1 een relatie hebben met *'arme organische stof'*, vanwege de combinatie onbemest, M15-Duijndam, M17-Wagenvoort en M18-Elderink. Deze laatste drie drijfmesten hadden ook de hoogste aantallen actieve schimmels (Tabel 13);
- Type 2: mestgift met veel werkzame stikstof en een relatief lage (of geen) organische stofinput. De mestmonsters van M14-Tomassen hadden na de mestpartij M15-Duijndam, de grootste hoeveelheid werkzame stikstof. In mestindeling 2 (de Visser *et al.*, 2005) heeft onder andere M14-Tomassen een *'hoog gehalte werkzame stikstof'*;
- Type 3: mestgift met relatief hoge organische stof input met een relatief grote hoeveelheid organisch gebonden stikstof in de mestgift. Vergeleken met mestindeling 2 (de Visser *et al.*, 2005) vertoont type 3 een relatie met *'rijke organische stof'* vanwege de associatie van de monsters M13-Vis en M20-Van Dorp aan dit type.

Samenvattend:

Type 1: 'laag bemest' d.w.z. onbemest of bemest met weinig en stikstofarme organische stof.

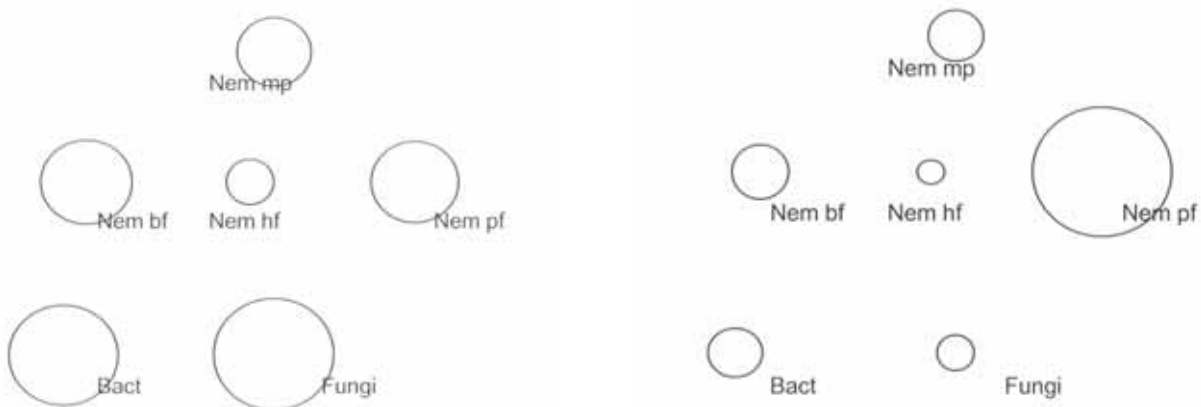
Type 2: 'minerale stikstof' d.w.z. minerale mest of drijfmest met veel minerale stikstof.

Type 3: 'drijfmest' d.w.z. matige tot grote gift van stikstofrijke organische stof.

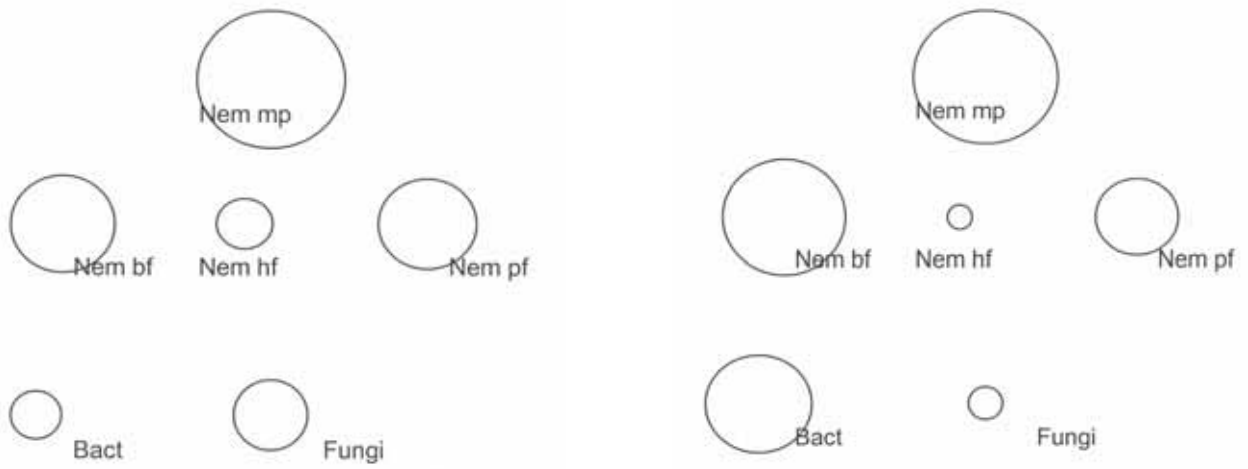
Binnen type 3 zou de afwisseling in dichtheden van schimmels en bacteriën in monsters van de zelfde locaties kunnen wijzen op een veranderlijk evenwicht tussen deze groepen.

Figuur 7 Verschillende typen voedselwebstructuur in potproef met tien mestbehandelingen in vier herhalingen in potten met Engels raaigras op bruine zandgrond. De cirkel representeert de gemiddelde gestandaardiseerde hoeveelheid, waarbij gestandaardiseerd is op de hoogste waarde van iedere soort binnen de dataset. De cirkel heeft maximale grootte bij waarde 1. Legenda: Bact=bacteriën; Fungi=schimmels; Nem bf=bacterie-etende nematoden; Nem hf=schimmeletende nematoden; Nem pf=plantenetende nematoden; Nem mp=predatore nematoden

Figuur 7a Voedselwebstructuur type 1 'laag bemest' gekenmerkt door hoge dichtheden schimmels en bacteriën (links) en type 2 'minerale stikstof' gekenmerkt door een hoge dichtheid plantenetende nematoden en lage dichtheid aan overige trofische groepen



Figuur 7b Voedselwebstructuur type 3 'drijfmest' gekenmerkt door hoge aantallen predatore nematoden met dominantie van schimmels (links, type 3a) of van bacteriën (rechts, type 3b)



4 Discussie en conclusies

4.1 Mestkwaliteit en gewasopbrengst

De bovengrondse opbrengst van het Engels raaigras in de potproef illustreerde de algemene opvatting dat de werkzame stikstof de centrale factor is voor bemestende waarde. De relatie tussen werkzame stikstof en gewasopbrengst (figuur 3) ten tijde van snede 3 spreekt hier boekdelen. In de grafiek liggen de punten van de verschillende drijfmesten gegroepeerd langs de lijn die de uitersten van onbemest en minerale mest verbindt. De opbrengsten op de relatief schrale bruine grond liggen daarbij op een lager niveau dan die op de zwarte grond. Er is een variatie tussen de drijfmesten die niet verklaard kan worden door werkzame stikstof, maar die is relatief niet groot. Hoewel het resultaat overeenkomt met de hypothese, is op dit punt de bedoeling van het experiment niet dichterbij gekomen, namelijk: het verbreden van het begrip mestkwaliteit in aanvulling op de bemestende waarde door stikstof.

De wortelmassa werd evenals de bovengrondse spruit door de bemesting duidelijk positief beïnvloed. Een relatief sterke wortelontwikkeling in geval van lagere toediening van werkzame stikstof werd niet waargenomen. Waarschijnlijk werd het Engels raaigras in haar groei beperkt voorafgaand aan snede 3; dit beperkte ook de wortelontwikkeling. Ook de hypothese dat de drijfmest van het eigen bedrijf (d.w.z. M18-Elderink) op de eigen bodem (bruine zandgrond) een positief effect heeft op gewasopbrengst werd niet bevestigd.

Het gebruik van grond van grasland van praktijkbedrijven is een belangrijke context bij dit proefresultaat. De toegediende hoeveelheid stikstof in de potten bedroeg hooguit 10% van de al aanwezige stikstof in de 20 liter grond. De opbrengst van snede 2 is daardoor in belangrijke mate bepaald door mineralisatie. Pas bij de snede 3 begint de werkzame stikstof in de drijfmest invloed uit te oefenen op het gewas. Gezien de lage N-gehalten in het Engels raaigras in haar groeifase bij snede 3 (tabellen 8 en 9) lijkt de in pot aanwezige stikstof maar beperkt beschikbaar. Op de schrale/lichte bruine grond is de relatie met N-schaarste verband wel al eerder merkbaar (figuur 2). Er waren aanwijzingen dat juist de fractie ammonium-N in snede 3 een grotere rol speelde in vergelijking met de nalevering uit organisch gebonden N. Want op beide grondsoorten hadden juist 'stijgers' in de vergelijking tussen snede 2 en snede 3, een grote hoeveelheid ammonium-N. Echter, omdat het optreden van 'stijgers' en 'dalers' bij de vergelijking van snede 2 en snede 3 sterk werd beïnvloed door de mineralisatie voorafgaand aan snede 2, moet dit fenomeen voorzichtig geïnterpreteerd worden.

Ook illustratief voor de invloed van de nutriëntenvoorraad in de graslandgrond zijn de hoeveelheden N die verloren zijn geraakt in de N-balans. Deze verliezen waren meestal veel (tot factor 2) groter dan de toegediende N via de drijfmesten. Oorzaken van de verliezen zijn waarschijnlijk uitspoelen bij irrigatie van de potten en denitrificatie.

4.2 Indirect effect van rantsoen op gewasopbrengst

Bij de achterliggende rantsoenen zijn patronen op te merken. Bij de Bioveem-drijfmesten viel de scheiding tussen hoge en lage droge stofproductie samen met de indeling in rantsoenen in de Visser *et al.* (2005). Van de bedrijven met een hoog eiwitgehalte in het rantsoen geeft de mest op de bruine grond een hogere opbrengst in snede 2. Hierbij moet wel de hierboven genoemde kanttekening in verband met mineralisatie, geplaatst worden. Van de mestpartijen uit de MPP geldt dat de mest van de rantsoenen met het hoogste eiwit en het hoogste energie niveau een gemiddeld een hogere totale opbrengst gaven in vergelijking met mest van rantsoenen met een lage eiwit- en energieniveaus.

Verbanden tussen rantsoen en gewasopbrengst waren wisselend en zijn moeilijk te duiden. Er is hierover de volgende speculatie mogelijk:

Op zwarte grond gaven de mestpartijen uit de mestproductieproef (MPP) het patroon dat de energierijke rantsoenen (tabel 1) leidden tot een hoge opbrengst en de eiwitrijke rantsoenen tot een lage opbrengst (tabel 5). Bij de Bioveem-mestpartijen op bruine grond gaven de rantsoenen met een laag eiwitgehalte (M14-Tomassen, M16-Van Liere en M18-Elderink die snijmais- of gps-rijk waren) de hoogste opbrengst, terwijl de rantsoenen met relatief hoge eiwitgehalten (M13-Vis, M17-Wagenvoort en M20-Van Dorp) tot lage opbrengst leidden. Bij bruine grond was de volgorde echter andersom.

De gewasproductie op bruine grond leek dus duidelijk anders door de achterliggende rantsoenen beïnvloed te worden dan de gewasproductie op zwarte grond. Eiwitrijke rantsoenen leidden op bruine grond tot drijfmest die

een hoge productie gaf maar op zwarte grond gaf deze drijfmest een lage productie. Op bruine grond leek bij snede 2 een positieve relatie te bestaan tussen rijkdom van organische stof in de mest (veel stikstof en weinig vezels) en gewasproductie. In het stijgen en dalen van de gewasproductie (vergelijking van snede 2 en 3) speelde de werkzame stikstof mogelijk een rol. Zowel op zwarte als op bruine grond hadden de mestpartijen met een gestegen opbrengst van snede 2 naar snede 3, een relatief grote hoeveelheid ammonium-N in de mestgift. Op bruine grond leek een stikstofrijke organische stof een oorzaak van daling; op zwarte grond was dit effect niet waar te nemen.

4.3 Effecten op bodemleven

De hypothese dat het bodemleven bij bemesting met drijfmest, minerale mest en onbemest sterk verschilt, werd bevestigd. Het verschil in effect van het soort mest komt ook in ander onderzoek naar voren (Koopmans *et al.*, 2006). Dat dit effect in de potproef werd gevonden is een ondersteuning voor de representativiteit van de waarnemingen. Volgens de verwachting had het bodemvoedselweb bij drijfmest vergeleken dat bij minerale mest een meer gelijkmatige opbouw waarin alle trofische groepen vertegenwoordigd waren met relatief veel predatoren (Smeding *et al.*, 2005). Minerale mest leek het aantal plantenetende nematoden te bevorderen, wat ook in andere experimenten is waargenomen (Koopmans *et al.*, 2006). In de proef werden echter acht drijfmesten met één minerale mest vergeleken, zodat verder onderzoek nodig is. Voor de hypothese dat onbemest wordt gekenmerkt door veel schimmels (Yeates *et al.*, 1997), zijn ook aanwijzingen gevonden. Evenals bij minerale mest, werd echter ook hier één referentie van onbemest vergeleken met acht drijfmesten.

Volgens verwachting (Eekeren *et al.*, 2003) hadden verschillende drijfmesten een verschillend effect op het bodemvoedselweb. De verwachting dat het effect van drijfmest met veel ammonium-N zou lijken op het effect van minerale mest, werd globaal bevestigd. Ook gaf de proef aanwijzingen dat het effect van een drijfmest met weinig organische stof en weinig werkzame stikstof lijkt het effect van een onbemeste situatie. Vanuit deze kennis is het mogelijk om, evenals bij gewaseffecten, relaties te leggen met het rantsoen.

In vergelijking tussen het nematodenprofiel (par. 3.3.3) en de kwalitatieve voedselwebanalyse (par. 3.3.4) is er overeenkomst tussen het effect van:

- de drijfmesten M20-Van Dorp en M13-Vis;
- de drijfmesten M15-Duijndam en M17-Wagenvoort;
- de drijfmest M14 Tomassen en minerale mest.

Er is echter een discrepantie tussen uitkomsten van het nematodenprofiel en de kwalitatieve voedselwebanalyse wat betreft de vergelijking tussen bodemleven in de onbemeste situatie en het bodemleven bij M20-Van Dorp en M13-Vis. Het nematodenprofiel plaatst onbemest naast de drijfmesten M20-Van Dorp en M13-Vis vanwege de overeenkomst in het hoge percentage predatore nematoden (Figuur 6). Echter, de kwalitatieve voedselwebanalyse suggereert dat een hoge dichtheid predatore nematoden samen ging met de dynamische situatie van een goed bemeste bodem met daarin een hoge dichtheid bacterie-etende nematoden. M20-Van Dorp en M13-Vis verschilden daarin dus sterk van onbemest (Figuur 7). Terwijl een redelijk hoog percentage predatore nematoden voorkwam in een onbemeste bodem die een relatief stabiel bodemvoedselweb had (met een hoge Maturity Index) (Tabel 14). In deze onbemeste bodem bevonden zich relatieve hoge aantallen bacteriën en (actieve) schimmels, met mogelijk een lage begrazingsdruk. Zowel bij drijfmest als bij onbemest hadden de predatoren in principe een goede voedselbasis van prooidieren (bacterie-etende en andere nematoden). Bij onbemest was dit een klein doch constant aanbod; bij 'drijfmest' was het een groot en waarschijnlijk ook veranderlijk aanbod. Minerale mest kenmerkte zich door talrijke plantenetende nematoden in relatieve afwezigheid van de alle andere trofische groepen. De voedselbasis voor predatore nematoden was hier waarschijnlijk smal, vooral voorafgaand aan de toename van de plantenetende nematoden. Mogelijk remt de minerale stikstof, op nog onbekende wijze, de ontwikkeling van bepaalde trofische groepen in vergelijking met een onbemeste bodem.

De waarnemingen aan het bodemleven in de potproef suggereren dat de voedselwebstructuur bij onbemest (of 'arme organische stof') en bij drijfmest (of 'stikstofrijke organische stof') van elkaar verschillen en ook principiële verschillen van een voedselwebstructuur die optreedt bij minerale mest (of 'minerale stikstof').

De resultaten wat betreft het bodemleven, ondersteunen dus de bedoeling van het experiment tot het verbreden van het begrip mestkwaliteit van drijfmest. Het effect van drijfmest hangt naast de hoeveelheid werkzame stikstof, ook samen met de kwaliteit van de organische stof in de mest, met name: de hoeveelheid organisch gebonden stikstof en de totale hoeveelheid organische stof in de mest. Door het effect van drijfmest op nematoden en microflora kunnen indirect de functies van ziektevering en structuurvorming worden beïnvloed. Effecten op de gewasopbrengst kunnen dan op de langere termijn volgen.

4.4 Aanbevelingen

Bij de opzet van de potproef is ervoor gekozen om de mestgiften af te stemmen op het stikstofgehalte van de mest. Alle potten kregen dus een gelijke hoeveelheid stikstof: 1,19 g N/pot dat equivalent is met 170 kg/ha. Het is de vraag of het beter is om de mestgiften af te stemmen op de hoeveelheid werkzame stikstof. Waar de mestgiften ook op afgestemd worden, altijd zijn er ingrediënten die daardoor in ongelijke hoeveelheid worden gedoseerd. In dit experiment bijvoorbeeld de hoeveelheid organische stof. Bij toekomstig onderzoek is dit een belangrijk punt van overweging.

De groeiperioden van snede 2 en snede 3 verschilden duidelijk van elkaar. Bij snede 2 vond er een uitgesproken zodenvorming plaats, terwijl snede 3 te kampen had met een mislukte vernalisatie. Uit de resultaten blijkt dat vooral de productie in snede 3 duidelijke samenhang vertoonde met werkzame stikstof. Bij de zodenvorming in snede 2 speelden blijkbaar andere behoeften van het gewas dan in de groeiperiode van snede 3. Voorafgaand aan snede 2 had ook de mineralisatie in de graslandgrond onbedoelde effecten. Het is in ieder geval raadzaam om voor potproeven met Engels raaigras vast te stellen in hoeverre de fase van zodenvorming geschikt is voor het vergelijken van behandelingen met betrekking tot grasproductie. De interpretatie van de resultaten van snede 3 vraagt ook de nodige voorzichtigheid gezien de mislukte vernalisatie en de lage eiwitgehalten van het gewas. Een ander knelpunt was dat minerale mest in snede 2 een gelijke opbrengst had met onbemest, mogelijk als gevolg van zoutschade. Voorkomen of controleren van al deze genoemde knelpunten is nodig voor het verbeteren van de bewijskracht van de potproef.

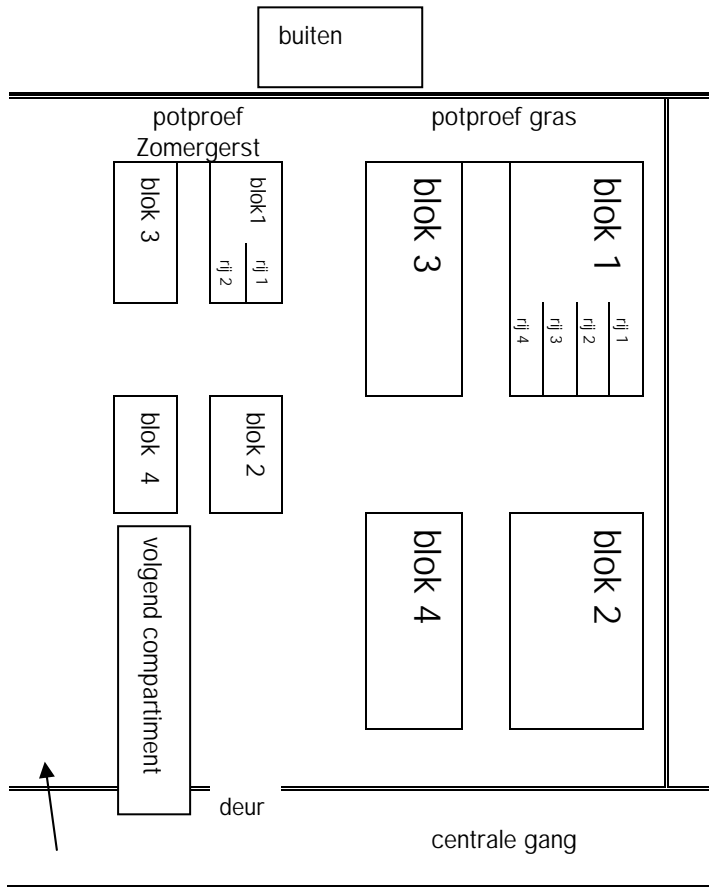
Het onderzoek aan bodem en bodemleven had waarschijnlijk ook meer opgeleverd als alle potten waren bemonsterd, in plaats van de 40 die nu bemonsterd zijn. Anderzijds bleek de beperkte bodembemonstering wel interessant als aanvulling op de het gewasonderzoek. Gezien de interessante effecten van verschillende drijfmesten op nematodenprofiel en voedselwebstructuur is vervolgonderzoek zeer interessant. Bijvoorbeeld in een proefopzet met twee groepen drijfmesten die duidelijk verschillen in gehalte aan werkzame en organisch gebonden stikstof.

Literatuur

- Bongers, T., 1990. The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. *Oecologia* 83, 14-19.
- Bruinenberg M.H. & J.C. van Middelkoop, 2004. Efficiency of nitrogen in cattle slurry. Praktijkrapport Rundvee 43. Lelystad.
- Eekeren, N. van, E. Heeres & F. Smeding, 2003. Leven onder de graszode -Discussiestuk over het beoordelen en beïnvloeden van bodemleven in de biologische melkveehouderij-. LBI 2003-LV52, Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Eshuis, J., M. Stuiver, F. Verhoeven, J.D. van der Ploeg, 2001. Goede mest stinkt niet -Een studie over drijfmest, ervaringskennis en het terugdringen van mineralenverliezen in de melkveehouderij. *Studies van Landbouw en Platteland* 31. *Rurale Sociologie*, Wageningen UR, Wageningen.
- Ferris H., T. Bongers and R.G.M. de Goede, 2001. A framework for soil food web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept. *Applied Soil Ecology* 18, 13-29.
- Hill, M.O., 1973. TWINSpan - A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Cornell University, Ithaca, New York.
- Jongman, R.H.G., C.J.F. ter Braak & O.F.R. van Tongeren, 1987. *Data Analysis in community and landscape ecology*. Pudoc, Wageningen.
- Koopmans, C., F.W. Smeding, M. Rutgers, J. Bloem en N. van Eekeren, 2006. *Maatregelen voor Bodemkwaliteit (Verslag BBB)*. Rapport 2006-4, Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Polis, G.A. & K.O. Winemiller, 1996. *Food webs: integration of patterns and dynamics*. Chapman & Hall, New York.
- Reijs, J.W. (in prep.). (Rantsoenen in relatie tot mestkwaliteit). Proefschrift Wageningen UR.
- Rutgers, M, Ch. Mulder, A.J. Schouten, J.J. Bogte, A.M. Breure, J. Bloem, G.A.J.M. Jagers op Akkerhuis, J.H. Faber, N. van Eekeren, F.W. Smeding, H. Keidel, R.G.M. de Goede & L. Brussaard, 2005. *Typering van bodemecosystemen -Duurzaam bodemgebruik met referenties voor biologische bodemkwaliteit*. RIVM rapport 607604007/2005. RIVM, Bilthoven.
- Schouten, A.J., L. Brussaard, P.C. de Ruiter, H. Siepel & N.M. van Straalen, 1997. *een indicatorsysteem voor life support functies van de bodem in relatie tot biodiversiteit*. RIVM-rapport 712910005, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Schouten, A.J., J. Bloem, A.M. Breure, W.A.M. Didden, M. van Esbroek, P.C. de Ruiter, M. Rutgers, H. Siepel & H. Velvis, 2000. *Pilotproject Bodembioologische Indicator voor Life Support Functies van de Bodem*. RIVM rapport 607604001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Schouten, A.J., J. Bloem, W. Didden, G. Jagers op Akkerhuis, H. Keidel & M. Rutgers, 2002. *Bodembioologische Indicator 1999 -Ecologische kwaliteit van graslanden op zand bij drie categorieën melkveehouderij-bedrijven*. RIVM rapport 607604003, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Smeding, F.W. & G.R. de Snoo, 2003. A concept of food-web structure in organic arable farming systems. *Landscape and Urban Planning* 65(4), 219-236.
- Smeding, F.W., N. van Eekeren & A.J. Schouten, 2005. *Bodemvoedselwebben op melkveebedrijven -Methode voor een kwalitatieve analyse van de voedselwebstructuur*. Intern rapport 14, Bioveem, Lelystad.
- Verhoeven, F.P.M., J.W. Reijs & J.D. van der Ploeg, 2003. Rebalancing soil-plant-animal interactions: towards reduction of nitrogen losses. *NJAS* 51-1/2: 147-164.
- Visser, M. de, J. Reijs, G. André, N. van Eekeren & E. Lantinga, 2005. *Kwaliteit van rundveedrijfmest*. BIOVEEM rapport 8, Animal Sciences Group, Lelystad.
- Yeates, G.W., R.D. Bardgett, R. Cook, P.J. Hobbs, P.J. Bowling & J.F. Potter, 1997. Faunal and microbial diversity in three Welsh grassland soils under conventional and organic management regimes. *Journal of Applied Ecology* 34, 453-470.

Bijlagen

Bijlage 1 Opstelling van de potproeven in de IPO-kas



Bijlage 2 Tijdschema potproef met Engels raaigras

Datum	Activiteit		Locatie/kas
21-24 juni 2003	grond opgehaald drogen en zeven		
7 en 8 juli 2003	potten gevuld en ingezaaid	inclusief acht reservepotten	IPO-kas
27 augustus 2003	eerste snede		
3 september 2003	eerste bemesting	85 kg N/ha	
1 december 2003	tweede snede		
11 december 2003	naar buiten		tunnelkas
9 februari 2003	naar binnen		Agronomie-kas
10-12 februari 2003	tweede bemesting	85 kg N/ha	
11 maart 2004	schotels geplaatst onder de potten		
31 maart 2004	kalibemesting	150 K ₂ O kg/ha	
2 juli 2004	derde snede		
8 juli 2004	bodemmonsters (guts)		
19, 20 en 21 juli 2004	vierde snede en wortels schoonsoelen		

Bijlage 3 N-gehalten in snede 2 en 3 van het Engels raaigras

Metingen in g N/100 g ds. Er zijn geen significante verschillen gevonden.

	Bruine zandgrond			Zwarte zandgrond			Alle gem.
	snede 2	snede 3	gem.	snede 2	snede 3	gem.	
M01	2,21	0,57	1,39	2,18	0,75	1,46	1,43
M02	2,83	0,53	1,68	2,19	0,57	1,38	1,53
M03	2,17	0,57	1,37	2,24	0,67	1,45	1,41
M04	2,36	0,58	1,47	2,23	0,65	1,44	1,45
M05	2,16	0,58	1,37	2,07	0,65	1,36	1,36
M06	2,21	0,59	1,40	2,27	0,64	1,46	1,43
M07	2,21	0,57	1,39	2,30	0,66	1,48	1,43
M08	2,17	0,55	1,36	2,16	0,59	1,38	1,37
M13	2,26	0,65	1,46	2,16	0,58	1,37	1,41
M14	2,08	0,60	1,34	2,30	0,65	1,48	1,41
M15	2,16	0,67	1,42	2,21	0,65	1,43	1,42
M16	2,28	0,64	1,46	2,15	0,67	1,41	1,44
M17	2,56	0,60	1,58	2,13	0,66	1,39	1,49
M18	2,04	0,59	1,32	2,04	0,65	1,35	1,33
M19	2,25	0,60	1,43	2,35	0,64	1,50	1,46
M20	2,28	0,58	1,43	2,10	0,61	1,36	1,39
Minerale mest	2,69	0,57	1,63	2,19	0,77	1,48	1,56
Onbemest	2,06	0,68	1,37	2,07	0,68	1,37	1,37
<i>Gemiddeld</i>	<i>2,28</i>	<i>0,60</i>	<i>1,44</i>	<i>2,19</i>	<i>0,65</i>	<i>1,42</i>	<i>1,43</i>

Bijlage 4 Nematoden**4a** Aandeel voedselgroepen nematoden in totale populatie per behandeling (%);
bf= bacterie-etende; dl =dauerlarve

	Plantenetenden	bf + dl	Omnivoren	Carnivoren
Minerale mest	54 ^a	35 ^b	10	0,0 ^b
Onbemest	27 ^b	49 ^{ab}	17	1,3 ^{ab}
Drijfmest	29 ^b	51 ^a	14	2,7 ^a
Signific. Mesttype	<0,001	0,053	0,209	0,046
Minerale mest	54	35	10	0,0 ^b
Onbemest	27	49	17	1,3 ^b
M13	27	50	16	6,2 ^a
M14	38	49	9	0,9 ^b
M15	29	52	15	1,0 ^b
M16	27	57	12	2,3 ^b
M17	25	54	12	2,0 ^b
M18	38	43	14	2,3 ^b
M19	22	57	15	6,0 ^a
M20	24	47	22	0,9 ^b
Signific. Mesttype x partij	0,383	0,682	0,213	0,002
LSD	16	17	9	3,0

4b Aandeel groepen met specifieke overlevingsstrategie (cp1-cp5) in de totale populatie per behandeling (%)

	cp1	cp2	cp3	cp4	cp5
Minerale mest	1,4 ^b	61 ^a	17 ^b	8,5	12
Onbemest	1,5 ^b	38 ^b	42 ^a	13,7	14
drijfmest	8,1 ^a	29 ^b	29 ^{ab}	11,5	13
signific. Mesttype	0,024	<0,001	0,028	0,454	0,905
minerale mest	1,4	61 ^a	17 ^c	8,5 ^b	12 ^b
onbemest	1,5	38 ^{bc}	42 ^a	13,7 ^{ab}	14 ^{ab}
M13	11,2	36 ^c	21 ^{bc}	18,6 ^a	13 ^b
M14	13,4	38 ^{bc}	31 ^{abc}	5,5 ^b	12 ^b
M15	3,1	53 ^{ab}	23 ^{bc}	10,5 ^{ab}	11 ^b
M16	8,9	29 ^c	43 ^a	10,2 ^{ab}	9 ^b
M17	3,9	41 ^{bc}	36 ^{ab}	7,6 ^b	11 ^b
M18	6,7	32 ^c	34 ^{abc}	14,0 ^{ab}	13 ^b
M19	8,9	37 ^{bc}	27 ^{abc}	17,1 ^a	10 ^b
M20	8,5	41 ^{bc}	19 ^{bc}	8,4 ^b	23 ^a
signific. Mesttype * Partij	0,229	0,144	0,125	0,041	0,113
LSD	8,3	16	18	8,5	9

Bijlage 5 Classificatie van voedselwebstructuren met TWINSPAN

TWINSPAN tabel van bodemlevendata in de potproef met Engels raaigras op bruine grond.

Verklaring afkortingen: mesttype: D=drijfmest; M= minerale mest; O=onbemest; Trofische groepen: nem pf=plantenetende nematoden; nem mp = predatore nematoden; nem hf = schimmeletende nematoden; nem bf = bacterie-etende nematoden; fungi= schimmels; bact=bacteriën. Gestandaardiseerde waarden van de trofische groep: - = 0; 0 = tussen 0 en 1; 1 = tussen 1 en 2 etc.

Type:	3b	3a	2	1	
mesttype:	DDDDDDDD	DDDDDDDODDDD	DDMDMMDO	DDODODDDDM	
Locatie nr:	11111112	1121111012211	11010010	11101011110	
	59369380	3905678030067	46040040	48908055770	
Herhaling:	22224324	4324124111344	13342434	23121313131	
Nem p f	11324843	4433335414446	25758991	13115376646	1
Nem m p	66744867	7983685476633	12234112	33322532344	1
Nem h f	-----26	229-4-2-----7	-----53	4--1--23-67	1
Nem b f	23878317	4303343066569	25411111	43311356692	1
Fungi	10111112	2123344341432	02012122	32327755599	0
Bact	33333576	1122230322210	33212132	58444524593	0
Splitting:	00000000	0000000000000	00000000	11111111111	
	00000000	0000000000000	11111111	00000000011	
	00000000	1111111111111	00011111	000011111	

Bijlage 6 Potproef met zomergerst

Materialen en methode

De potten zijn bemest met zes verschillende mestbehandelingen: vier drijfmestsoorten, minerale mest en onbemest. Er is gelijk bemest met 85 kg/N per ha.

Wat betreft de drijfmestsoorten is gekozen voor de mestpartijen uit de Mestproductieproef: M02, M03, M06 en M07 (zie tabel 1). Hiermee zijn alle vier behandelingscombinaties van de Mestproductieproef vertegenwoordigd (de Visser *et al.*, 2005). De koeien die partij M03 en M07 hebben geproduceerd kregen hetzelfde ruwvoer, namelijk de graskuil met lage verteerbaarheid. Partij M03 is echter geproduceerd met een eiwitrijk rantsoen en partij M07 met een eiwitarm rantsoen. Partij M02 is geproduceerd op een eiwitrijk rantsoen met een goed verteerbare graskuil (jong gras). Partij M06 is geproduceerd op een snijmaisrijk, eiwitarm rantsoen.

De potten zijn ingezaaid met zomergerst op 15 september met 14 zaadjes per pot (tabel 18). De potproef omvatte een vergelijking tussen dezelfde 'zwarte zandgrond' en 'bruine zandgrond' als in de potproef met Engels raaigras, eveneens in vier herhalingen. Het experiment bestond dus uit 48 potten.

Tabel 18 Tijdschema potproef zomergerst

Datum	Activiteit	Bijzonderheden
1 september 2003	potten vullen met grond	15 kg per pot
15 september 2003	zomergerst zaaien en bemesten	14 zaadjes; 85 kg N/ha
20 november 2003	potten uit elkaar zetten en start bijlichten	
16 februari 2004	oogst	stoppellengte

In de potproef zomergerst zijn per snede de droge stofopbrengst (kg ds/ha) en het eiwitgehalte (RE/kg ds) bepaald. De resultaten van snede 1 bleven buiten beschouwing omdat er significante verschillen optraden tussen de gemiddelde opbrengsten in de verschillende rijen. Deze werden waarschijnlijk veroorzaakt door het onzorgvuldig water geven van de potten. Vanaf snede 2 was dit verholpen.

De statistische verwerking van de data gebeurde op dezelfde wijze als bij de potproef met Engels raaigras (zie par. 2.3).

Resultaten

In de potproef was zowel de droge stofproductie als het stikstofgehalte van het gewas op zwarte grond hoger dan op bruine grond (tabel 19-21). Er was een 50% hogere opbrengst op zwarte grond, vergeleken met bruine grond. Zowel op zwarte als op bruine grond waren de effecten van de drijfmest (uit de Mestproductieproef) op droge stof- en stikstofopbrengst groter dan van de minerale mest. Bij minerale mest waren symptomen zichtbaar van zoutschade (evenals in de potproef met Engels raaigras). Tussen de behandelingen op bruine grond was dit verschil significant.

Op de zwarte grond had onbemest een iets hogere N-opbrengst dan drijfmest terwijl op de bruine grond onbemest een stuk bij drijfmest achterbleef. De stikstofopbrengst was op bruine grond bij M07 beter dan bij minerale mest; de andere mestpartijen en onbemest vervulden een middenpositie. M07 werd echter op de voet gevolgd door M02. Dat is vreemd omdat deze mest in twee belangrijke opzichten het tegengestelde was van M07: zeer rijk aan minerale stikstof en rijke organische stof. Op zwarte grond waren de verschillen in N-opbrengst tussen mestpartijen minder groot dan op bruine grond. Hoge droge stofopbrengst en lage N-gehalten en leken hier elkaar te compenseren.

Tabel 19 Droge stofopbrengst van zomergerst in potten met bruine en zwarte grond

	Bruine grond		Zwarte grond	Gemiddeld	
Mminerale mest	69	b	105	87	b
Onbemest	75	b	115	95	ab
Drijfmest	92	a	116	104	a
Sign. mesttype				0,006	
Minerale mest	69	c	105	87	c
onbemest	75	bc	115	95	bc
M02	94	ab	114	104	ab
M03	83	abc	108	96	bc
M06	89	ab	121	105	ab
M07	100	a	122	111	a
sign. Mesttype x mestpartij				0,138	
LSD	19			13	

Tabel 20 N-gehalte van zomergerst in potten met bruine en zwarte grond

	Bruine grond		Zwarte grond	Gemiddeld	
Minerale mest	0,90		1,08	0,99	
Onbemest	1,01		1,18	1,09	
Drijfmest	1,02		1,11	1,07	
Sign. mesttype			0,221		
Minerale mest	0,90		1,08 ^{ab}	0,99	
Onbemest	1,01		1,18 ^{ab}	1,09	
M02	1,05		1,07 ^{ab}	1,06	
M03	0,97		1,23 ^a	1,10	
M06	1,04		1,03 ^b	1,03	
M07	1,03		1,12 ^{ab}	1,08	
Sign. Mesttype x mestpartij			0,752		
LSD	0,18		0,13		

Tabel 21 N-opbrengst van zomergerst in potten met bruine en zwarte grond

	Bruine grond		Zwarte grond	Gemiddeld	
Minerale mest	619	b	1134	876	b
Onbemest	752	ab	1373	1062	ab
Drijfmest	943	a	1297	1120	a
Sign. Mesttype				0,032	
Minerale mest	619	b	1134	876	
Onbemest	752	ab	1373	1062	
M02	999	ab	1216	1107	
M03	810	ab	1350	1080	
M06	928	ab	1247	1087	
M07	1035	a	1374	1204	
Sign. mesttype x mestpartij				0,668	
LSD	327		228		

Discussie van de potproef Zomergerst

Uit proef met zomergerst kwam een duidelijke aversie naar voren van dit gewas tegen minerale stikstof. Blijkbaar was de mineralisatie in de zwarte grond al meer dan voldoende. Op de schrale/lichte bruine grond was echter wel een positief drijfmest effect te zien: de zomergerst kon hier een deel van de stikstof en andere nutriënten uit de drijfmest blijkbaar goed gebruiken. Drijfmest M07, die 'glansrijk' uit deze proef te voorschijn kwam, is een mest met zowel een arme organische stof als met weinig minerale stikstof.

Bij het effect van drijfmest op zomergerst kunnen relaties met het eiwitgehalte in het rantsoen gelegd worden (tabel 22). Mogelijk speelt daarnaast ook het soja-aandeel in het rantsoen mee (resp. 11, 27, 7 en 5% voor de mestpartijen M02, M03, M06 en M07).

Tabel 22 N-opbrengst zomergerst gerelateerd aan eiwit- en energieniveaus in het rantsoen

		Energie		Gemiddelde
		laag	hoog	
Eiwit	hoog	M03	M02	905
	laag	M07	M06	982
Gemiddeld		923	964	944