



bioveem Rapport 8

Kwaliteit van rundveedrijfmest





Colofon

Uitgever

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

Redactie

Bioveem

© Animal Sciences Group

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

Aansprakelijkheid

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

Bestellen

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

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



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

Missie:
biologische melkveehouderij versterken en verbreden



Rapport 8

Kwaliteit van rundveedrijfmest

Rantsoeninvoer, chemische mestkwaliteit en biologische “bepalingen”

Matteo de Visser (PO-ASG)
Joan Reijs (WUR-DW)
Geert André (PO-ASG)
Nick van Eekeren (LBI)
Egbert Lantinga (WUR-BBS)

Voorwoord

Dit onderzoek maakt deel uit van de activiteiten in het thema Bemesting, bodemvruchtbaarheid en vruchtwisseling van Bioveem. In dit thema wordt door Bioveem-deelnemers en onderzoekers van diverse instituten gewerkt aan bemestingsadviezen en indicatoren voor bodemvruchtbaarheid voor biologische melkveehouderij. Mestkwaliteit is van belang voor bemestingsadviezen, omdat de waardering van drijfmest in de adviezen van belang is. Ook zijn mestkwaliteit en biologische bodemvruchtbaarheid aan elkaar gerelateerd omdat de bodemecologie zich aanpast aan de kwaliteit (en kwantiteit) van organische mest (en de andere aanvoerposten van organisch materiaal).

In dit onderzoek werken Bioveem-onderzoekers nauw samen met de leerstoelgroep Biologische Bedrijfssystemen (BBS) en het departement Dierwetenschappen van Wageningen UR. In die zin ligt er een mooie skate-baan (*half-pipe*) tussen fundamenteel onderzoek, praktijkonderzoek en de biologische melkveehouderij.

Vanaf deze plaats worden de mensen van de Universiteit, Hennie Halm, Frans Bakker en de medeauteurs, dank gezegd voor de constructieve samenwerking. Ook de melkveehouders die mest en informatie beschikbaar stelden worden bedankt.

Daarnaast is op te merken dat een deel van dit onderzoek sterk leunt op data die in andere onderzoeksprojecten zijn verzameld. Enerzijds betreft dit een dataset uit het project Koeien & Kansen. Anderzijds kleinere datasets uit projecten van Herman de Boer. Beide bronnen worden daarvoor bedankt.

Nick van Eekeren

Samenvatting

Proefset

Deze verkenning van mestkwaliteit valt uiteen in twee onderdelen. Het eerste deel betreft een set van 16 monsters die ten behoeve van dit onderzoek uitgebreid zijn geanalyseerd. De ene helft van deze set is afkomstig uit de Mestproductieproef van Joan Reijs. De andere helft van een achttal Bioveem-bedrijven. Er is informatie verzameld over de rantsoenen waarop deze drijfmest is geproduceerd.

Praktijkset

Het tweede deel van deze verkenning van mestkwaliteit is een analyse van een samengestelde dataset van circa 450 mestanalyses. De subsets zijn afkomstig van de projecten Koeien & Kansen (259 monsters van 17 bedrijven), Bioveem (124 monsters van 23 bedrijven) en een viertal andere projecten.

Data-analyse

De variatie binnen beide sets is op verschillende manieren onderzocht:

1. Vergelijking van resultaten van chemische analyses (standaard plus) binnen proefset.
2. Multivariate analyse van proefset.
3. Relaties tussen chemische analyses en mestkwaliteits-bepalingen binnen proefset.
4. Relaties tussen rantsoen en chemische mestsamenstelling.
5. Vergelijking van resultaten van chemische analyses (standaard) binnen praktijkset.
6. Multivariate analyse van praktijkset.

Conclusies

Dit onderzoek leidt tot de volgende conclusies:

1. In de proefset is de samenstelling van de organische stof in de mest het belangrijkste aspect waarop de monsters van elkaar verschillen. De samenstelling van de organische stof is in beeld gebracht met bepalingen van het vezelgehalte en het stikstofgehalte van de organische stof. Het tweede aspect binnen de proefset is het gehalte aan minerale of werkzame stikstof. In dit onderzoek wordt chemische mestkwaliteit gedefinieerd als combinatie van beide min of meer onafhankelijke aspecten.
2. In de praktijkset, waarin slechts één bepaling betrekking had op de samenstelling van de organische stof, was de werkzame stikstof het meest onderscheidend.
3. Het gehalte aan minerale stikstof is grotendeels onafhankelijk van het gehalte aan organisch gebonden stikstof. Daarom dienen deze beide N-bronnen apart te worden meegenomen in een karakterisering. In dit onderzoek wordt een voorstel gedaan voor beoordeling van het niveau van deze beide N-bronnen in rundveedrijfmest, weergegeven in gram per kg drogestof (of een andere standaardisering van drogestofgehalte).
4. Biologische analyses zijn ten dele of zeer beperkt te relateren aan chemische mestkwaliteit, terwijl de laboratoria een sterke relatie suggereren. Om de waarde van de extra bepalingen vast te stellen is onderzoek nodig naar relaties tussen mestkwaliteit en effecten van mest op de bodem, nutriëntenbenutting en gewas.
5. Het blijkt dat de chemische mestkwaliteit van monsters van hetzelfde bedrijf vaak overeenkomt. Waarschijnlijk komt dit doordat het rantsoen over de jaren heen stabiel is. Met minimaal 10 monsters (genomen in een periode van ten minste 5 jaar) kan dit in beeld worden gebracht. Wanneer de chemische mestkwaliteit constant is, kan deze informatie worden gebruikt bij de voorspelling van de samenstelling van een specifieke nieuwe partij mest.
6. De indeling van rantsoenen naar energiedichtheid en eiwitgehalte is beperkt bruikbaar bij het sturen van mestsamenstelling. Beide zijn namelijk sterk gerelateerd aan rantsoensamenstelling en voedermiddelen. Er zullen andere rantsoenenkenmerken moeten worden gezocht die meer verband hebben met de urine en faeces, bijvoorbeeld de verteerbaarheid van organische stof (VC-OS) en van rantsoeneiwit en de samenstelling van de onverteerbare organische stof.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

1 Inleiding	1
2 Herkomst mest, gegevensverzameling en gebruikte methoden	3
2.1 Proefset.....	3
2.1.1 Mestproductieproef	3
2.1.2 Bioveem-bedrijven.....	3
2.1.3 Rantsoenen waarop mest is geproduceerd	4
2.1.4 Mestopslag en toevoegingen	6
2.2 Mestanalyses	6
2.3 Praktijkset.....	8
2.3.1 Samenstelling praktijkset.....	8
2.3.2 Bewerking van de praktijkdataset.....	8
2.4 Statistische analyse	9
3 Chemische mestanalyses, rantsoenen en groepsindeling proefset	10
3.1 Chemische mestanalyses	10
3.1.1 Vergelijking resultaten twee laboratoria.....	10
3.2 Rantsoen in relatie tot mestsamenstelling	11
3.3 Mestopslag en toevoegingen en mestsamenstelling	11
3.4 Representativiteit Bioveem-mestmonsters	12
3.5 Principale componenten analyse en mestindeling 1	12
3.6 Mestindeling 1 en rantsoenkenmerken	15
4 Mestkwaliteitsbepalingen proefset	16
4.1 Kwaliteitsbepalingen: vergelijking Bioveem en MPP	16
4.2 Chroma's	16
4.3 Koolzuurproductie: verteerbaarheid van mest	17
4.4 Bodemvriendelijkheid, blauwzuur en ammoniakemissie	18
4.5 Zoektocht	19
5 Chemische mestanalyses, rantsoenen en groepsindeling praktijkset	20
5.1 Beschrijving van de praktijkset	20
5.2 Principale componenten analyse en mestindeling 2	21
5.3 Proefsetmonsters binnen mestindeling 2.....	24
5.4 Bioveem en biologische bedrijven binnen mestindeling 2	25
5.5 Individuele bedrijven in mestindeling 2.....	25
6.1 Representativiteit van proef- en praktijkset	26
6.2 Chemische mestkwaliteit	26
6.3 Mestkwaliteitsbepalingen	27
6.4 Mestsamenstelling en rantsoen	27
7 Aanbevelingen	28
7.1 Beoordeling nutriëntengehalten melkveedrijfmest.....	28
7.2 Voorspelling gehalten drijfmest	29
7.3 Parameters voor voorspelling stikstofwerking.....	29
7.4 Mestsamenstelling sturen met rantsoen	30
Bijlagen	31

1 Inleiding

In dit onderzoek gaat het om de vraag of de bemestende waarde van stikstof in rundveedrijfmest, de zogenaamde stikstofwerking, volledig kan worden voorspeld met een gangbare chemische mestanalyse. De stikstofwerking van mest wordt afgelezen aan het stikstofgehalte (in kg/ton product). Stikstof in mest bestaat uit minerale (voornamelijk N-NH₄) en organisch gebonden stikstof. Minerale stikstof is direct beschikbaar voor gewasgroei. Organisch gebonden stikstof dient eerst te worden gemineraliseerd alvorens het beschikbaar is. Voor de directe stikstofwerking van mest kennen we daarom een veel grotere waarde toe aan de minerale stikstof dan aan de organisch gebonden stikstof, omdat de laatste fractie over een veel langere periode beschikbaar komt voor het gewas. De stikstofwerking is belangrijk voor de biologische melkveehouderij omdat er een schaarste is aan stikstof op het bedrijf en de productiviteit van gewassen sterk afhankelijk is van stikstofbemesting (m.u.v. leguminosen). Melkveehouders willen daarom de stikstof in rundveedrijfmest maximaal benutten en een goede voorspelling van de stikstofwerking hebben.

Drijfmest is een complex product. Het bevat onder andere organische stof en opgeloste zouten (mineralen). Zowel de organische stof als de mineralen leveren een belangrijke bijdrage aan de bemestende waarde van drijfmest. De samenstelling van rundveedrijfmest kan aanzienlijk variëren. Deze variatie kan worden veroorzaakt door verschillen in het rantsoen van de koeien of door het al dan niet toevoegen van strooisel, afvalwater en voerresten. Bovendien blijven er in mest continu biologische, chemische en fysische processen plaatsvinden waardoor de samenstelling verandert. Verschillen in mestbehandeling, zoals mixen en opslagduur, beïnvloeden deze processen en kunnen daardoor ook de mestsamenstelling aanzienlijk beïnvloeden. De vraag is echter in hoeverre deze verschillen in mestsamenstelling van invloed zijn op het effect van de mest na toediening in de bodem op bodemecologie, gewas en emissies.

Na toediening van drijfmest aan de bodem speelt het bodemleven een belangrijke rol in het beschikbaar maken van nutriënten voor gewasgroei. Dit is zeker het geval op biologische bedrijven waar geen gebruik gemaakt kan worden van kunstmest. Drijfmest heeft een scherpe geur en aanzienlijke concentraties opgeloste stoffen. Dat geeft aanleiding te denken dat deze mest agressief is voor het bodemleven. De laatste jaren wordt de vraag dan ook steeds dringender gesteld of drijfmest schadelijk is voor het bodemleven. Er worden wel eens dode wormen gezien na het zodebemesten. Veel boeren proberen de samenstelling van drijfmest te beïnvloeden om deze minder schadelijk te laten zijn voor het bodemleven. Ze zien mestsamenstelling en/of -kwaliteit als een handvat om bodemleven te sturen. Zo is er een scala aan middelen op de markt met een vermeend positief effect op de kwaliteit van mest. De werking van die middelen is vaak moeilijk aan te geven en in experimenten zijn er nagenoeg geen effecten van deze middelen op de ammoniakemissie en stikstofwerking in de bodem aangetoond. Ook zijn er boeren die door middel van het voeren van structuurrijkere en eiwitarmere rantsoenen trachten de schadelijkheid van drijfmest te verminderen. Een belangrijke vraag is echter in hoeverre de mestsamenstelling, gezien de omvang van het bodemecosysteem, het bodemleven kan beïnvloeden en of dit op korte of lange termijn effect heeft op de beschikbaarheid van nutriënten voor gewasgroei (bemestende waarde).

Om de effecten van mestverbeteringsmiddelen en voerstrategieën op schadelijkheid en bemestende waarde van drijfmest beter in te kunnen schatten, is er meer begrip nodig van de mestsamenstelling en de processen die zich in de mest afspelen. Hierdoor is er een behoefte aan informatie over mestkwaliteit. Diverse laboratoria spelen hierop in en hebben producten en/of bepalingen ontwikkeld die een indicatie voor mestkwaliteit zouden moeten geven.

In dit Bioveem-onderzoek zijn de volgende onderzoeksvragen aan de orde:

1. In hoeverre kan de stikstofwerking worden voorspeld uit het gehalte aan minerale stikstof?
2. Is het mogelijk om op basis van de gangbare chemische analyse een systeem voor mestkarakterisering te maken en kan deze bijdragen aan de voorspelling van de stikstofwerking?
3. Kunnen de mestkwaliteitsbepalingen van commerciële laboratoria bijdragen aan een betere voorspelling van de stikstofwerking van rundveedrijfmest?
4. Op welke wijze kan het "karakter" van de mest of de "mestkwaliteit" worden beïnvloed?

Voor het vinden van antwoorden op deze vragen is er in 2003 observationeel en experimenteel onderzoek opgestart. In het (overwegend) observationele onderzoek zijn zestien mestpartijen uitgebreid geanalyseerd. Daarnaast is een grote dataset gevormd met resultaten van mestanalyses. Deze dataset is uitgebreid geanalyseerd.

In het experimentele deel zijn de verzamelde mestmonsters ingezet in potproeven met gras en gerst. In deze tussenrapportage wordt het eerste deel van het onderzoek gerapporteerd, namelijk het observationele

onderzoek. In dit deel wordt ook ingegaan op de vraag of de verschillende mestsoorten die in de potproeven zijn ingezet, voldoende representatief zijn voor de melkveehouderij in het algemeen en voor de Bioveem-bedrijven in het bijzonder.

2 Herkomst mest, gegevensverzameling en gebruikte methoden

2.1 Proefset

Voor dit onderzoek zijn twee keer acht partijen mest bemonsterd. De eerste acht partijen zijn geproduceerd in een voederproef, die was opgezet door Joan Reijs in het kader van zijn promotieonderzoek naar mestkwaliteit (mestproductieproef: in het vervolg afgekort tot MPP). De andere acht mestmonsters zijn verzameld bij evenzoveel Bioveem-bedrijven.

2.1.1 Mestproductieproef

In deze proef kregen 16 droge en guste koeien acht verschillende rantsoenen. In deze rantsoenen waren de twee factoren eiwit (RE) en energie (VEM) ingesteld op twee niveaus. Per behandelingscombinatie waren er twee verschillende rantsoenen samengesteld met specifieke basisrantsoenen (1 of 2 ruwvoerders: kuil van relatief jong gras, kuil van relatief oud gras, snijmaïs en stro; zie Tabel 1). Om de ingestelde voederwaarde m.b.t. eiwit en energie te realiseren werden de rantsoenen aangevuld met enkelvoudige krachtvoerders (bietenpulp, sojaschroot en maïsmeel). De voederwaarde van de verschillende voeders is opgenomen in bijlage 1.

Tabel 1 Behandelingen in mestproductieproef

Nummer	Eiwit (g RE/kg ds)	Energie (VEM/kgds)	Basisrantsoen (ruwvoer)	Aanduiding
1	200	975	Snijmaïs en jong-gras-kuil	HSG
2	200	975	Jong-gras-kuil	HGJ
3	200	775	Oud-gras-kuil	HGO
4	200	775	Stro	HST
5	110	975	Snijmaïs en jong-gras-kuil	LSG
6	110	975	Snijmaïs	LSN
7	110	775	Oud-gras-kuil	LGO
8	110	775	Stro	LST

De proef vond plaats in 2003, startte op 21 januari en werd beëindigd op 24 maart. De dieren werden aangeboden gehouden en de grup was middels schotten opgedeeld in compartimenten, zodat de mest en urine van twee dieren met hetzelfde rantsoen steeds in één compartiment werd opgevangen. Er werd geen strooisel gebruikt. Na een adaptatieperiode van drie weken, werd de mest tweewekelijks vanuit de grup in opslagvaten gepompt om te worden gebruikt voor diverse experimenten. Voorafgaand aan het overpompen werd de mest intensief gemixt. De mest, gebruikt in dit onderzoek, is afkomstig van de derde en laatste verzamelperiode van de mestproductieproef. Op 24 maart is voor elke mestsoort rechtstreeks vanuit de grup een opslagvat (circa 60 liter) gevuld. Na circa twee weken opgeslagen te zijn geweest bij staltemperatuur, zijn de vaten in april verplaatst naar een koeling (Haarweg) waar ze werden opgeslagen bij 4 graden Celsius.

2.1.2 Bioveem-bedrijven

In de tweede helft van april 2003 zijn door ervaren monsternemers mestmonsters van circa 25 liter bij acht Bioveem-bedrijven verzameld. Er zijn hiervoor vaatjes van 30 liter gebruikt. Deze monsters zijn enkele dagen na monsternamen ook in dezelfde koeling geplaatst.

De selectie van bedrijven voor deelname aan het onderzoek vond plaats door (1) te letten op interesse van de Bioveem-deelnemers in het thema Bemesting, bodemvruchtbaarheid en vruchtwisseling en (2) een diversiteit in grondsoort, productieniveau en rantsoensamenstelling na te streven (zie Tabel 2 en bijlage 1).

Tabel 2 Deelnemende Bioveem-bedrijven

Bioveem-bedrijf	Plaats	Provincie	Grondsoort	Productieniveau (kg melk/koe/jaar)
Van Dorp	Alphen a/d Rijn	Zuid-Holland	Klei op veen	7300
Duijndam	Delfgauw	Zuid-Holland	Veen	5200
Elderink	De Lutte	Overijssel	Zand	7300
Van Liere	Esbeek	Noord-Brabant	Zand	6600
Oosterhof	Drachten	Friesland	Zand	8100
Tomassen	Nederweert	Noord-Brabant	Zand	7200
Vis	Sijbekarspel	Noord-Holland	Zavel	7000
Wagenvoort	Vorden	Gelderland	Zand	8800

Bron: De Wit en De Vries, 2002

2.1.3 Rantsoenen waarop mest is geproduceerd

Van elke mestpartij zijn rantsoengegevens verzameld. Het betreft de opgenomen hoeveelheid van een bepaald voedermiddel en de voederwaarde-analyses. De gegevens van de mestproductieproef zijn gebaseerd op onderzoek van alle te gebruiken voedermiddelen voorafgaande aan het experiment. Achteraf is gebleken dat er tussen de verschillende periodes enige variatie in voederwaarde per voedermiddel is geweest. Het ruwe celstofgehalte is op basis van het Tabellenboek Veevoeding (CVB, 2002) ingeschat.

De rantsoengegevens van de Bioveem-bedrijven zijn verzameld door een stagiair (Sander Nuy). Hij verzamelde in de loop van 2003 informatie over opname en voederwaarde van melkveerantsoenen in het kader van een onderzoek naar de hoeveelheid mineralen en spoorelementen. De voederwaardegegevens werden opgenomen in de Bioveem-databank en zijn van daaruit voor dit onderzoek gebruikt. Ontbrekende informatie, met name voor bijproducten, enkelvoudige droge voeders en krachtvoer, is met behulp van het Tabellenboek Veevoeding ingeschat. De opname is gecorrigeerd op basis van de gemiddelde melkproductie op de bedrijven, geïnventariseerd door De Wit en De Vries (2002).

De verkregen rantsoeninformatie is slechts een beperkt beeld van de werkelijkheid op de Bioveem-bedrijven. Diverse aannames en schattingen zijn gedaan om ontbrekende informatie te compenseren. Bovendien is de mest vaak niet alleen afkomstig van lacterende melkkoeien, maar ook van jongvee en/of droge koeien (zie bijlage 11). Verder is er geen rekening gehouden met veranderingen in het rantsoen die gedurende de winterperiode plaatsvonden en verschillen tussen individuele dieren. Ondanks deze tekortkomingen heeft de verkregen informatie een duidelijke relatie met de werkelijkheid en maken de benoemde karakteristieken de bedrijven zeker herkenbaar.

In Tabel 3 zijn rantsoengegevens opgenomen. Een compleet overzicht van alle rantsoengegevens is weergegeven in bijlage 1. Bij de vergelijking van rantsoenen en mestsamenstelling tussen de MPP en de groep Bioveem-monsters dient te worden bedacht dat in de mestproductieproef de mest is geproduceerd door droge koeien, terwijl op de Bioveem-bedrijven de drijfmest van lacterende melkkoeien is bemonsterd. Er zijn dan ook grote verschillen in voeropname tussen beide groepen. Ten gevolge van de proefopzet komen binnen de MPP sterke contrasten voor met betrekking tot VEM, RE en OEB. RE en OEB hangen nauw met elkaar samen. Uit Tabel 3 blijkt ook dat het energieniveau van de rantsoenen in de MPP sterk samenhangt met het gehalte aan ruwe celstof. De totale drogestofopname van de energiearme rantsoenen is (daardoor) substantieel lager dan van de energierijke rantsoenen.

De rantsoenen van de mestproductieproef hadden bijna allemaal een relatief hoge voederwaarde. Slechts de rantsoenen met zowel een lage VEM-waarde als een laag RE-gehalte hadden een energiedichtheid en eiwitgehalte die aansloten bij de onderhoudsbehoefte van de koeien. De overige rantsoenen hadden een te hoge energiedichtheid of eiwitgehalte of beiden. De dieren op de rantsoenen met een hoge energiedichtheid vertoonden allen een aanzienlijke groei (gemiddeld 1.3 kg per dag) in tegenstelling tot de rantsoenen met een lage VEM-waarde waar de groei gemiddeld nihil (0.1 kg per dag) was.

De hoeveelheid snijmais in de Bioveem-rantsoenen was beperkt. Slechts drie bedrijven voerden snijmais, gemiddeld 16% van het totale rantsoen. Het aandeel krachtvoer in de mestproductieproef is vergelijkbaar met het aandeel krachtvoer op de Bioveem-bedrijven.

Tabel 3 Rantsoenen van Bioveem en mestproductieproef

Eiwit	Mestproductieproef				Bioveem
	hoog		Laag		
	Hoog	laag	Hoog	laag	
Energie					
Tot.opname (kg ds/dier/dag)	14.1	9.8	13.9	9.6	18
VEM (per kg ds)	972	786	971	770	909
DVE (g/kg ds)	99	97	68	64	80
OEB (g/kg ds)	51	48	-10	-15	19
RE (g/kg ds)	199	200	112	108	158
RC (g/kg ds)	188	241	184	265	196
Aandeel graskuil	51 %	37 %	15 %	37 %	47 %
Aandeel snijmais	23 %	0 %	64 %	0 %	6 %
Aandeel krachtvoer	26 %	37 %	21 %	39 %	37 %

De MPP suggereert een factoriele proefopzet met energie en eiwit als factoren. Uit de MPP kunnen echter geen causale verbanden worden herleid ten aanzien van het effect energie- en/of eiwitgehalten op mestkwaliteit. De behandelingen waarbij zowel energie- als eiwitgehalte op twee niveaus zijn ingesteld, zijn met behulp van verschillende ruwvoerders en rantsoensamenstellingen gerealiseerd. Er zijn typische rantsoenen aangelegd die onderling sterk verschillen. Middels deze proef wordt onderzocht of er verschil bestaat in mestkenmerken tussen rantsoenen met een hoog of laag eiwitgehalte enerzijds en rantsoenen met een hoog verteerbaar ruwvoer en een laag verteerbaar ruwvoer (resp. hoog en laag energie) anderzijds.

Tabel 4 Indeling rantsoenen in de mestproductieproef

		Energie	
		Laag (~775 VEM)	Hoog (~975 VEM)
Eiwit	Rijk (~200 RE)	HGO, HST	HSG, HGJ
	Arm (~110 RE)	LGO, LST	LSG, LSN

De Bioveem-rantsoenen zijn achteraf goed op te delen door middel van eiwit- en energieniveaus. In de volgende tabellen (Tabel 5, Tabel 6 en Tabel 7) is deze indeling uitgewerkt en zijn de bijbehorende gemiddelde eiwit- en energiewaarden weergegeven. Hieruit blijkt dat er geen bedrijven zijn met een rantsoen in de groep hoog eiwit, laag energie. Belangrijke opmerking bij deze indeling is dat de rantsoenen binnen een groep wat betreft voedermiddelsamenstelling sterker kunnen verschillen dan tussen de groepen, net als in de MPP.

Tabel 5 Indeling Bioveem-rantsoenen

		Energie	
		Laag (< 900 VEM)	Hoog (> 900 VEM)
Eiwit	Rijk (> 160 g RE)		Vis Wagenvoort Dorp
	Arm (< 160 g RE)	Duijndam Oosterhof Elderink	Liere Tomassen

Tabel 6 Eiwit (g RE/kg ds) in de Bioveem-rantsoengroepen

		Energie		Gemiddeld
		Laag	Hoog	
Eiwit	Rijk		174	174
	Arm	150	143	147
Gemiddeld		150	162	158

Tabel 7 Energie (VEM/kg ds) in de Bioveem-rantsoengroepen

		Energie		Gemiddeld
		Laag	Hoog	
Eiwit	Rijk		943	943
	Arm	865	923	888
Gemiddeld		865	935	909

2.1.4 Mestopslag en toevoegingen

Door middel van een enquête is informatie verzameld over de opslag van en toevoegingen (strooiselgebruik, water, etc.) aan de mest. In bijlage 2 is het enquêteformulier weergegeven. Een deel van de Bioveem-bedrijven heeft het formulier handmatig ingevuld en geretourneerd naar de onderzoeker, anderen hebben de informatie telefonisch of digitaal aangeleverd.

2.2 Mestanalyses

De mestmonsters zijn door een aantal laboratoria geanalyseerd. De laborant van de leerstoelgroep Biologische Bedrijfssystemen (BBS) heeft hiervoor submonsters gemaakt. Tabel 8 geeft een overzicht van de uitgevoerde analyses aan de 16 monsters. In bijlage 2 staan de adressen van commerciële laboratoria waar de analyses zijn uitgevoerd.

Tabel 8 Analyses chemische mestsamenstelling en mestkwaliteit

Laboratorium	Afkorting	Omschrijving	Eenheid
WUR leerstoelgroep Biologische Bedrijfssystemen (BBS)	As(in ds)	Ruw as in drogestof	g/kg drogestof
	Ds	Drogestof	g/kg product
	N-totaal	Stikstof totaal	g/kg product
	N-NH ₄	Ammoniakale stikstof	g/kg product
	K	Kalium in gedroogde mest	mg/kg drogestof
	P	Fosfor in gedroogde mest	mg/kg drogestof
	Na	Natrium in gedroogde mest	mg/kg drogestof
	N	Stikstof in gedroogde mest	mg/kg drogestof
	%NDF	Neutral Detergent Fibre	% van drogestof
	%ADF	Acid Detergent Fibre	% van drogestof
Koch Bodemtechniek (KBT)	As	Ruw as	g/kg product
	Ds	Drogestof	g/kg product
	N-totaal	Stikstof totaal	g/kg product
	N-NH ₄	Ammoniakale stikstof	g/kg product
	P ₂ O ₅	Fosfaat	g/kg product
	K ₂ O	Kali	g/kg product
	Na ₂ O	Natriumoxide	g/kg product
	MgO	Magnesiumoxide	g/kg product
	CaO	Calciumoxide	g/kg product
	Bv	Bodemvriendelijkheid	Score (rapportcijfer)
	NH ₃ em	ammoniak emissie snelheid	g NH ₄ /ton product in 8 minuten
	Svbtot	sulfidevormende bacteriën totaal	aantal kolonies
	Svbx	sulfidevormende bacteriën extra actief	aantal kolonies
HCN	blauwzuur (KBT)	g/ton product	
GAIA Bodemonderzoek	Kzp	Koolzuurproductie	mg CO ₂ /g gedroogde mest in 7 dagen
Van Iersel Compost	Chroma1	mestkwaliteit a.d.h.v. chroma totaalbeeld	Score (rapportcijfer of volgorde)
Team Ecosys	Chroma2	mestkwaliteit a.d.h.v. chroma totaalbeeld	Score (rapportcijfer)
	Chroma3	mestkwaliteit a.d.h.v. interactie tussen zones	Score (kwalitatief in categorieën)

Op basis van de uitgevoerde bepalingen is een aantal parameters berekend. Deze worden benoemd en de berekeningswijze is gegeven in Tabel 9.

Tabel 9 Berekende parameters mestsamenvatting

Aanduiding	Omschrijving	Eenheid	Formule
N-org	Stikstof organisch gebonden	g/kg product	N-tot - N-NH ₄
Os	Organische stof	g/kg product	Ds - as ¹
%os	Aandeel organische stof in drogestof	%	(os/ds) * 100%
Nos	stikstof in gedroogde mest als percentage van organische stof	%	((N * ds)/os) * 100%
P ₂ O ₅	Fosfaat	g/kg product	P * ds * 2,291/10 ⁶
K ₂ O	Kali	g/kg product	K * ds * 1,205/10 ⁶
Na ₂ O	Natron	g/kg product	Na * ds * 1,348/10 ⁶
C/N-org	C/N quotiënt van organische stof	geen	(os/2)/N-org ²
C/Ntot	C/N quotiënt van mest	geen	(os/2)/N-tot
Kzp/os	Relatieve koolzuurproductie (per gram organische stof)	g CO ₂	Kzp/(os/ds)
Aand_amm	Aandeel ammonium in stikstof totaal	%	(N-NH ₄ /N-tot) * 100%
NH ₃ em/amm	Relatieve ammoniakemissie	g/kg	NH ₃ em/N-NH ₄
NDFos	NDF als percentage van de organische stof	%	(%NDF/%os) * 100 %
ADFos	ADF als percentage van de organische stof	%	(%ADF/%os) * 100 %

De analyses in Tabel 8 zijn geselecteerd uit alle beschikbare analysemethoden naar mestkwaliteit en/of bemestende waarde. Met betrekking tot de mestkwaliteitsbepalingen is beoordeeld welke methode in zijn soort binnen Nederland het meest ver ontwikkeld en bekend was.

Het valt op dat een aantal dezelfde chemische analyses door verschillende laboratoria zijn uitgevoerd. Dat Koch Bodemtechniek (KBT) de mest ook geanalyseerd heeft op drogestof, ruw as, stikstof, etc. heeft twee redenen. Ten eerste behoren deze elementen tot hetzelfde analysepakket als de door ons gewenste parameter bodemvriendelijkheid, met andere woorden de bepaling bodemvriendelijkheid is niet los verkrijgbaar. Daarnaast is het een test voor het maken van de submonsters. Vergelijking van deze chemische analyses levert informatie over de vergelijkbaarheid van de submonsters.

Bij het gebruik van chromatografie is de interpretatie van groot belang. Er is gekozen voor twee laboratoria die deze analysetechniek toepassen, om te zien of de chromatogrammen met bijbehorende interpretaties overeenkomen.

Voor beide laboratoria, Team Ecosys en Van Iersel Compost, geldt dat de resultaten tot stand zijn gekomen na een reactie op (concept)rapportage onzerzijds. Bij Team Ecosys is aangegeven dat de eerste, uitgebreide interpretatie, voor ons doel te breed en te vaag was. Daarna is men gekomen met een cijfermatige beoordeling van de verschillende onderdelen van het chromatogram. Het gemiddelde van deze cijfers, zoals berekend in de rapportage van Team, is als belangrijkste resultaat in deze rapportage opgenomen (chroma 2).

De chromatografie van mest bij Van Iersel Compost staat nog in de kinderschoenen. Men heeft de 16 chromatogrammen op volgorde van goede naar slechte mest gezet. Uit de rapportage bleek dat men de beste erg goed vond en de slechtste erg slecht. De onderzoeker heeft toen gevraagd of de afstand tussen de monsters steeds ongeveer even groot is. "Als dat zo is, zou dan een rapportcijfer van 1,5 voor de slechtste en een 9 voor de beste de bedoeling van de analisten weergeven?", zo is gevraagd. Daarop werd bevestigend geantwoord. Deze rapportcijfers zijn in de data-analyse gebruikt.

De uitslagen van standaard-mestanalyses worden altijd uitgedrukt in kg/ton product en worden sterk beïnvloed door het ds-gehalte. Het ds-gehalte van drijfmest kan tussen bedrijven sterk variëren als gevolg van afval- en/of regen-/grondwater toevoeging. Deze variatie wordt gezien als niet-relevant voor mestkwaliteit. Daarom zijn de chemische analyses omgerekend naar g/kg ds.

¹ In geval van dat as ook is uitgedrukt in g/kg product. Anders eerst omrekenen.

² Hier wordt uitgegaan dat de organische stof voor 50% uit koolstof bestaat. In werkelijkheid varieert dit tussen 45 en 55%.

2.3 Praktijkset

Naast de analyses van de hierboven beschreven mestmonsters, zijn ook resultaten van reeds geanalyseerde mestmonsters uit diverse praktijkprojecten verzameld. Het doel van deze zogenaamde praktijkset is het verkrijgen van inzicht in de representativiteit van de proefmonsters voor het geheel van de Nederlandse melkveehouderij.

2.3.1 Samenstelling praktijkset

De monsterset was samengesteld uit een zestal subsets.

1. Proefset (Mestkwaliteitonderzoek; MKO): De 16 monsters die in dit onderzoek zijn betrokken (8 uit de mestproductieproef (MKO-MPP) en 8 van Bioveem-bedrijven (MKO-BIO)).
2. Bioveem (BIO) Bioveem is een project met twee fases met deels verschillende deelnemers. Fase 1 liep van 1997 tot 2000 en fase 2 loopt van 2001 tot 2005. In totaal werden 188 mestanalyses opgeslagen in een databank.
3. Koeien en Kansen (K&K): In dit project, waaraan 17 melkveehouders deelnemen, zijn de afgelopen jaren veel mestmonsters verzameld en geanalyseerd. De resultaten hiervan werden door NMI-onderzoekers opgeslagen. Op verzoek werd deze dataset beschikbaar gesteld voor ons onderzoek. Bij aanleveren bestond de set uit 289 monsters.
4. Aver Heino (MSO): In het onderzoek naar het rendement van mestscheiding op het praktijkcentrum Aver Heino zijn mestmonsters verzameld en geanalyseerd. De drijfmestmonsters die voldeden aan de criteria zijn toegevoegd aan set.
5. Budel/Bakel veldproef (BnB): In de Budel/Bakel veldproef (2000-2003) zijn twee drijfmestsoorten ingezet, namelijk drijfmest van het praktijkcentrum Cranendonck en drijfmest van het bedrijf Van de Broek (FIR-bedrijf). Voor aanwending van de drijfmest werden monsters genomen ten behoeve van chemische analyse.
6. Zomerproef (ZoP): Mestmonsters van eigen mest van praktijkcentrum Cranendonck die genomen zijn in het kader van het meerjarige nitraatreductie onderzoek.

2.3.2 Bewerking van de praktijkdataset

De sets bevatten naast analyses van rundveedrijfmest, ook analyses van vaste mest, varkensmest en diverse andere typen organische mest. Omdat in onderhavig onderzoek rundveedrijfmest centraal staat, zijn de volgende criteria toegepast voor het "opschonen" van de subsets:

1. Drogestofgehalte: $40 < ds < 140$
2. Minimaal de velden ds, as, os, N-totaal en $N-NH_4$; hieruit kon vervolgens N-org worden berekend.
3. Alleen rundveedrijfmest. Wanneer er een indicatie was dat het om varkensdrijfmest ging of anderszins is het monster niet meegenomen. Ook waren er monsters waar uit de aanduiding bleek dat stikstofconcentraat was toegevoegd. Ook die zijn niet meegenomen.

Daarnaast is de factor seizoen aangebracht in de praktijkset, met twee niveaus:

1. Zomermonsters (monsternamedatum van 1 juni t/m 30 november (invloed van mest uit het weideseizoen overheerst)).
2. Wintermonsters (monsternamedatum van 1 december t/m 31 mei (invloed van mest uit het stalseizoen overheerst)).

Een jaar loopt van 1 juni t/m 31 mei³.

³ Dit betekent dat de monsters die in april 2003 op de 8 Bioveem-bedrijven zijn genomen, worden aangemerkt als genomen in de winter van 2002.

In Tabel 10 staat een overzicht van de uiteindelijke praktijkset, naar herkomst, jaar van monstername en seizoen.

Tabel 10 Praktijkset uitgesplitst naar herkomst, jaar en seizoen

		MKO	BIO	K&K	MSO	BnB	ZoP	Totaal
1996	Zomer	0	0	0	0	0	0	0
	Winter	0	9	0	0	0	0	9
1997	Zomer	0	2	0	0	0	0	2
	Winter	0	3	11	0	0	0	14
1998	Zomer	0	4	1	0	0	0	5
	Winter	0	29	9	0	0	1	39
1999	Zomer	0	16	3	0	0	4	23
	Winter	0	26	51	0	4	2	83
2000	Zomer	0	4	16	0	2	1	23
	Winter	0	2	43	0	2	2	49
2001	Zomer	0	0	13	0	2	1	16
	Winter	0	20	50	0	8	1	79
2002	Zomer	0	0	13	0	0	2	15
	Winter	16	6	38	5	4	0	69
2003	Zomer	0	0	10	4	0	0	14
	Winter	0	3	1	0	4	0	8
Totaal		16	124	259	9	26	14	448

2.4 Statistische analyse

Alle statistische analyses zijn uitgevoerd met behulp van het computerprogramma GENSTAT. Bij het vergelijken van subsets van de proefset en resultaten van verschillende laboratoria is gebruik gemaakt van variantieanalyse (ANOVA). Waar mogelijk is blokvorming toegepast.

De karakterisering van beide sets is uitgevoerd met een Principale Componenten Analyse. Daarbij zijn de kenmerken van tevoren gestandaardiseerd⁴. Bij het vergelijken van de subsets van de praktijkset is gebruik gemaakt van multivariate variantieanalyse (MANOVA). Bij het onderzoeken van relaties tussen rantsoentypen en mestanalyse is multi-pele lineaire regressie toegepast.

⁴ $z = (y - y_{\text{gemiddeld}}) / (\sqrt{\text{var}(y)})$

3 Chemische mestanalyses, rantsoenen en groepsindeling proefset

3.1 Chemische mestanalyses

3.1.1 Vergelijking resultaten twee laboratoria

Bijlagen 4, 5, en 6 geven een compleet overzicht van de resultaten van alle uitgevoerde mestanalyses. In Tabel 11 zijn de resultaten van chemische analyses van twee laboratoria opgenomen. Getoetst is (ANOVA) of de resultaten van beide laboratoria significante verschillen vertonen. De resultaten van bepalingen van as, ds en N-totaal van WUR-BBS en Koch Bodemtechniek (KBT) komen zeer sterk overeen. Die van de overige gepresenteerde bepalingen verschilden significant. Ter bepaling van het ammoniumgehalte zijn verschillende methodes gebruikt waarvan bekend is dat ze leiden tot niveaoverschillen. De correlatie tussen de resultaten van beide labs is echter hoog ($R^2 = 0,99$) waaruit kan worden geconcludeerd dat het gevonden verschil enkel een niveaoverschil betreft.

De analyseresultaten van fosfaat en kali vertonen een redelijke correlatie (respectievelijk R^2 van 0,84 en 0,88) tussen de beide laboratoria. De analyseresultaten voor natron hebben geen enkel verband met elkaar. Gemiddeld heeft rundveedrijfmest in de praktijk ongeveer 0,8 kg Na_2O per ton mest (Handboek Melkveehouderij 1997). De uitslagen van WUR-BBS liggen er aanzienlijk onder, die van KBT zijn aanzienlijk hoger. Omdat we geen verklaring hebben voor deze afwijkende waarden, wordt natron in dit onderzoek verder niet meegenomen.

Uit de overeenkomst tussen resultaten kan de conclusie worden getrokken, dat de submonsters die naar de verschillende laboratoria zijn gegaan een zeer grote mate van overeenkomst vertonen.

Tabel 11 Vergelijking analyseresultaten twee laboratoria

Bepaling (g/kg product)	BBS	KBT	Gemiddeld	Vershil
As	24	23	24	Ns
Ds	97	98	97	Ns
N-totaal	4.9	4.9	4.9	Ns
N-NH ₄	2.8	2.4	2.6	***
P ₂ O ₅	1.5	2.0	1.7	***
K ₂ O	5.7	6.4	6.0	***
Na ₂ O	0.4	1.8	1.1	***

Ns niet significant

* $0,05 < P \leq 0,1$

** $P \leq 0,05$

*** $P \leq 0,001$

3.1.2 Vergelijking mestmonsters Bioveem en Mestproductieproef

In tabel 12 worden de resultaten van de chemische mestanalyse gegeven als gemiddelde van de twee groepen (BIOVEEM en MPP). Getoetst (ANOVA) is of er verschillen tussen deze groepen bestaan. Het gemiddelde stikstofgehalte (N-totaal) van de mest uit de MPP is significant hoger dan van de Bioveem-mest (zie Tabel 12). Het verschil komt bijna geheel voor rekening van de ammoniakale stikstof. Het gehalte aan organisch gebonden stikstof verschild niet significant tussen beide groepen.

Het hoge ammoniakale stikstofgehalte is in eerste instantie te verklaren doordat er in 4 van de 8 rantsoenen een overmaat aan eiwit werd gevoerd. Daarnaast werd er in de MPP gebruik gemaakt van droogstaande koeien die slechts stikstof nodig hadden voor vleesaanzet (N-benutting 0-5%), terwijl de mest van de Bioveem-bedrijven grotendeels geproduceerd is door lacterende melkkoeien (N-benutting van ca. 20%). Bij de MPP hebben de dieren hierdoor een groter N-overschot gehad. Dit overschot zal voornamelijk via de urine zijn uitgescheiden, wat geleid heeft tot het hoge ammoniakale stikstofgehalte. Op de Bioveem-bedrijven is sprake geweest van gangbare emissie vanaf roostervloer en uit de mestopslag, mede als gevolg van mixen.

Tabel 12 Vergelijking van gemiddelde chemische samenstelling mest Bioveem en MPP

	Bioveem	Mestprod. proef	Gemiddeld	Verschil
Ds (g/kg product)	90	103	96	Ns
As (g/kg ds)	264	230	247	Ns
Os (g/kg ds)	736	770	753	Ns
N-totaal (g/kg ds)	45	60	52	*
N-NH ₄ (g/kg ds)	22	38	30	**
N-org (g/kg ds)	23	22	22	Ns
P ₂ O ₅ (g/kg ds)	19	22	20	Ns
K ₂ O (g/kg ds)	70	68	69	Ns

Ds, as, os, N-totaal, N-NH₄ en N-org zijn BBS-resultaten; overige KBT-resultaten

** P ≤ 0,05

Ns niet significant

*** P ≤ 0,001

* 0,05 < P ≤ 0,1

3.2 Rantsoen in relatie tot mestsamenstelling

Hoewel het eiwitgehalte van het rantsoen een significant effect heeft op het ammoniumgehalte van de mest, blijkt dit wel in de monsters van de mestproductieproef, maar niet in de monsters van Bioveem-bedrijven (zie tabel 13). De N-org heeft zowel met het eiwitgehalte als met het energieniveau in beide subsets een positief verband. Het fosfaatgehalte heeft ook een significant verband met het eiwitgehalte van het rantsoen maar ook hier komt dat niet tot uiting in de Bioveem-rantsoenen. De Bioveem-rantsoenen konden wel worden ingedeeld naar eiwit en energie, maar de rantsoenen zijn in werkelijkheid zeer verschillend.

De chromascores hangen positief samen met het stikstofgehalte van de mest en daarmee ook met het eiwitgehalte van het rantsoen. Dit geldt ook voor de ammoniakemissie, terwijl de koolzuurproductie per gram organische stof een positief verband heeft met het energieniveau. Ook bij de mestkwaliteitsbepalingen geldt weer dat het verband in de mestproductieproef tegengesproken noch ondersteund wordt door de data van de Bioveem-monsters.

In geen van de gevallen is er sprake van een significante interactie tussen eiwit en energie. Wel zijn er significante interacties tussen parameters en subset (MPP of Bioveem).

Tabel 13 Rantsoenen en mestsamenstelling

Subset	Mestproductieproef				Bioveem			sign eiwit	sign energie
	Hoog		Laag		hoog	laag			
Eiwit	hoog	laag	hoog	laag	hoog	hoog	laag		
N-NH ₄ (g/kg ds)	58	43	29	22	18	26	23	**	-
N-org (g/kg ds)	25	19	20	17	23	22	20	**	**
P ₂ O ₅ (g/kg ds)	24	16	15	11	16	15	15	**	-
K ₂ O (g/kg ds)	89	48	56	33	55	72	71	-	-
MgO (g/kg ds)	16	12	11	12	12	13	11	-	-
CaO (g/kg ds)	27	19	16	21	26	26	24	-	-
Os (g/kg ds)	733	771	815	763	742	735	730	-	-
NDFos (%)	41	60	53	60	46	49	48	-	-
ADFos (%)	29	44	36	43	35	37	36	-	*
Nos (%)	3.2	2.2	2.4	2.1	3.1	2.9	2.7	-	-
Chroma 1 (score)	8.5	7.3	1.8	4.8	4.7	6.0	4.5	**	-
Chroma 2 (score)	8.2	7.8	6.2	5.9	7.3	7.3	6.9	**	-
Bodemvriendelijkheid (score)	2.1	3.5	4.6	3.4	6.8	6.9	4.1	-	-
Ammoniakemissie (g NH ₄ /ton product)	43	50	22	22	8	19	15	**	-
HCN (g/ton product)	7.5	1.4	4.6	9.4	2.2	1.8	9.5	-	-
Koolzuurproductie (g CO ₂ /g os)	545	316	464	267	362	392	372	-	**

Ns niet significant

* 0,05 < P ≤ 0,1

** P ≤ 0,05

*** P ≤ 0,001

3.3 Mestopslag en toevoegingen en mestsamenvestelling

In bijlage 11 staan de resultaten van de inventarisatie met betrekking tot toevoegingen en opslag. De verschillende mestmonsters uit de mestproductieproef waren vanzelfsprekend gelijk behandeld en opgeslagen. Er konden alleen verbanden worden gezocht tussen deze aspecten en mestsamenvestelling in de Bioveem-subset van 8 monsters, want de mestsoorten in de MPP zijn alle op dezelfde manier opgeslagen en behandeld en dit week sterk af van de praktijk. De beschikbare dataset was veel te klein om iets te kunnen zeggen over mogelijke relaties.

3.4 Representativiteit Bioveem-mestmonsters

Hoe representatief zijn de Bioveem-mestmonsters voor deze bedrijven zelf? Deze vraag is noodzakelijk omdat een mestmonster een momentopname is (samenvestelling van bepaalde partij op bepaald tijdstip) en de bepaling van de samenvestelling van een partij omgeven zijn van foutbronnen. Om hier een beeld van te krijgen zijn de beschikbare mestanalyseresultaten van monsters uit de jaren 2000-2004 in tabellen in bijlage 7 samengevat. Daarbij is de analyse van de verzamelde onderzoeksmonsters (resultaten BBS; fosfaat KBT analyse) vergeleken met de drijfmestanalyses van monsters uit 2003 en met analyseresultaten van monsters in de periode 2000 t/m 2004 van betreffende bedrijven⁵.

Uit deze vergelijking kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

1. Het onderzoeksmonster van bedrijf Van Dorp heeft een erg laag ammoniumgehalte. Daarnaast is net als bij Van Liere sprake van rijkere organische stof dan normaal (lagere C/N-org).
2. Van bedrijf Duijndam zijn geen andere uitslagen beschikbaar.
3. Het onderzoeksmonster van bedrijf Elderink komt sterk overeen met het gemiddelde van beide andere monsters in 2003. Dit doet vermoeden dat de monsters gelijktijdig genomen zijn.
4. Het onderzoeksmonster van bedrijf Van Liere had wat rijkere organische stof dan de bedrijfsmonsters. Dit komt tot uiting in de lagere C/N org en het hogere fosfaatgehalte in de drogestof. Het onderzoeksmonster is genomen bij het leegmaken van de mestopslag, wat de oorzaak kan zijn van de rijkere organische stof. N-totaal en C/N totaal komen redelijk overeen.
5. Het onderzoeksmonster van bedrijf Oosterhof wijkt enigszins af van de andere monsters in 2003, maar komt sterk overeen met het gemiddelde van de 11 monsters die vanaf 2000 genomen zijn.
6. Van bedrijf Tomassen zijn geen andere uitslagen beschikbaar.
7. Het onderzoeksmonster van bedrijf Vis bevatte beduidend minder ammonium dan de monsters uit 2000-2002 (in 2003 en 2004 zijn er geen monsters geanalyseerd). Fosfaat en C/N-org vertonen sterke overeenkomsten.
8. Het onderzoeksmonster van bedrijf Wagenvoort was redelijk vergelijkbaar met de andere beschikbare analyses. Er is een indicatie dat de organische stof wat meer eiwit bevat (lagere C/N organisch en hogere N-totaal). Dit kan veroorzaakt zijn doordat de koeien al enkele weken voorafgaand aan de monsternamen weidden.

Samenvattend kan worden gezegd dat de onderzoeksmonsters, voor zover een vergelijking met praktijkmonsters mogelijk was, beperkt representatief zijn voor de bedrijven. Dit hangt wellicht samen met het relatief late bemonsteringstijdstip (mest was al bijna op en/of koeien weidden al beperkt).

3.5 Principale componenten analyse en mestindeling 1

De principale componentenanalyse is uitgevoerd om op een objectieve wijze te achterhalen welke aspecten van mest achter de verschillende gemeten parameters liggen. Deze analyse presenteert deze aspecten als "assen" in een meerdimensionale structuur. Daarbij vertegenwoordigt de eerste as, weergegeven in figuur als x-as, het belangrijkste aspect oftewel het aspect waarop de records het meest duidelijk van elkaar verschillen. Daarbij kunnen 1 of meer parameters betrokken zijn. Zijn het er meer, dan blijken deze parameters onderling samen te hangen. Alleen die aspecten kunnen worden geïdentificeerd waarover de dataset informatie bevat. De resultaten van deze analyse zijn alleen geldend voor deze dataset en mede bedoeld om de verschillen tussen de onderzochte mestpartijen goed in beeld te krijgen.

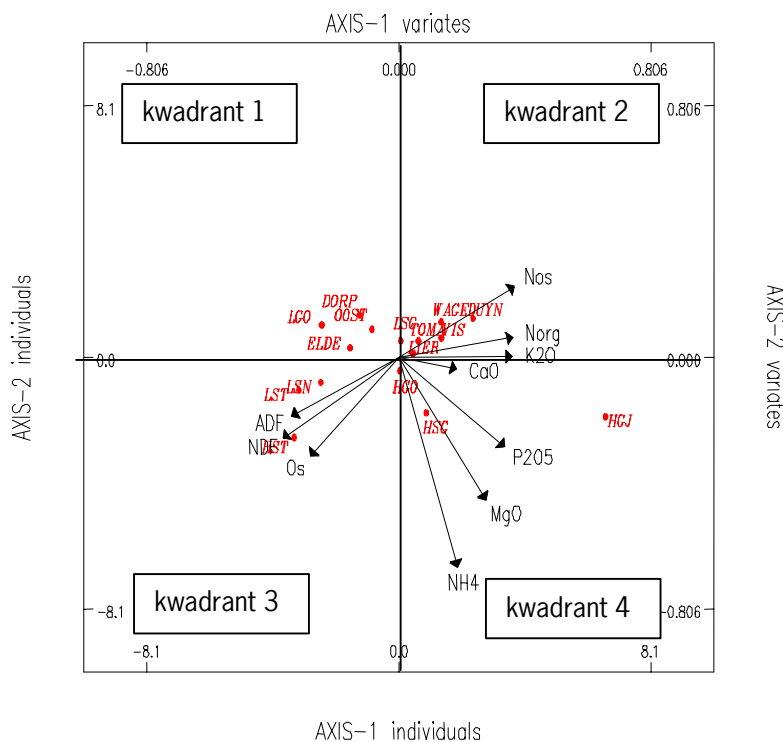
⁵ Bij het maken van deze overzichten is nog gewerkt met C/N quotiënten. Het C/N-totaal quotiënt hangt sterk samen met N-totaal (g/kg ds) en is dus feitelijk overbodig. Het C/N-org quotiënt hangt sterk samen met N-org (g/kg ds) en vervangt die in deze tabellen.

Bij de karakterisering van de proefset zijn de volgende parameters gebruikt: N-NH₄, N-org, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO, Os, NDFos, ADFos, Nos⁶. De multivariate analyse (zie figuur 1) geeft een groot deel van de variatie in de dataset weer. De x-as verklaart 63% van de variantie. Op deze as scoren NDFos, Nos, N-org, K₂O, ADFos en P₂O₅ hoog. NDFos, Nos, N-org en ADFos hebben alle betrekking op de “samenstelling van de organische stof in de mest”. NDFos en ADFos staan tegenover Nos en N-org. De eerstgenoemden nemen toe bij een vezeligere organische stof en de laatstgenoemden bij een stikstofrijkere organische stof. De vezeligheid en het stikstofgehalte zijn dus tegengesteld en dat is aannemelijk.

De y-as verklaart 15% van de variantie. Op deze as scoren vooral N-NH₄⁷ en MgO hoog. Doordat de minerale stikstof zo dominant is op deze as worden deze as en dit aspect benoemd als “werkzame stikstof”⁸.

Geconcludeerd kan worden dat in deze kleine dataset grote verschillen bestaan in organische-stofsamenstelling, onafhankelijk van de minerale stikstof in de mest. Uit de figuur is af te leiden dat de monsters uit de MPP een veel grotere horizontale spreiding vertonen dan de Bioveem-monsters. De verticale spreiding wordt vooral veroorzaakt door het verschil tussen beide subsets: de Bioveem-monsters hebben lagere concentraties aan ammonium en magnesiumoxide. Zoals eerder aangegeven, wordt dit verschil in ammoniumgehalte voornamelijk veroorzaakt door de overmaat aan eiwit en de lage stikstofbenutting van de dieren in de mestproductieproef.

Figuur 1 Principale componenten analyse proefset



De eerste twee assen verklaren dus totaal 78 % van de variantie. De derde as verklaart nog 11 % van de variantie. Op deze as zijn CaO en in mindere mate ADFos dominant. De derde en volgende assen zijn niet relevant, omdat die slechts kleine delen van de variantie verklaren. Een compleet overzicht van de resultaten van de statistische analyse is te vinden in bijlage 8. Bij deze analyse wordt aan ieder monster op iedere as een score gegeven. Op basis van deze scores zijn de mestmonsters ingedeeld in 4 groepen, overeenkomend met de kwadranten in figuur 1 (zie Tabel 14 en Tabel 15).

⁶ De eerste zeven parameters zijn omgerekend naar een gehalte per eenheid drogestof. De laatste drie zijn niet omgerekend en blijven dus uitgedrukt in percentage in de organische stof. Voor alle bepalingen zijn de waarden van BBS genomen, behalve CaO die door KBT is bepaald.

⁷ In de figuur weergegeven als NH₄.

⁸ In de oude betekenis: minerale stikstof = werkzame stikstof (+ verliezen).

Tabel 14 Wijze van indelen van de mestmonsters uit de proefset op basis van de principale componenten analyse

		Samenstelling organische stof	
		arm	rijk
Gehalte werkzame stikstof	hoog	kwadrant of groep 3	groep 4
	laag	groep 1	groep 2

Tabel 15 Indeling mestmonsters uit proefset (mestindeling 1) op basis van principale componentenanalyse

		Samenstelling organische stof		Aantallen (Bioveem + MPP)
		arm	rijk	
Gehalte werkzame stikstof	Hoog	HST, LSN, LST	HSG, HGJ, HGO	0+6
	Laag	LGO, Elderink, Dorp, Oosterhof	LSG, Vis, Tomassen, Duijndam, Liere, Wagenvoort	2+8
Aantallen (Bioveem + MPP)		3+4	5+4	8+8

antiek van elkaar verschillen.

Tabel 16, Tabel 17 en Tabel 18 geven per groep de gemiddelde waarden weer van een drietal parameters. De tabellen laten zien dat de groepen wat betreft deze parameters substantieel van elkaar verschillen.

Tabel 16 NDF in de organische stof (%) in gedefinieerde groepen (mestindeling 1)

		Samenstelling organische stof		Gemiddeld
		arm	rijk	
Gehalte werkzame stikstof	hoog	63	45	54
	laag	53	45	48
Gemiddeld		57	45	50

Tabel 17 N-NH₄ (g/kg ds) in gedefinieerde groepen (mestindeling 1)

		Samenstelling organische stof		gemiddeld
		arm	rijk	
Gehalte werkzame stikstof	hoog	34	51	43
	laag	18	25	22
Gemiddeld		25	34	30

Tabel 18 N-tot (g/kg ds) in gedefinieerde groepen (mestindeling1)

		Samenstelling organische stof		Gemiddeld
		arm	rijk	
Gehalte werkzame stikstof	Hoog	51	74	63
	Laag	37	47	43
Gemiddeld		43	56	50

Het percentage NDF in de organische stof geeft het aandeel celwanden in de organische stof weer en is daarmee een belangrijke indicator van de samenstelling van de organische stof. Tabel 16 laat zien dat er inderdaad

aanzienlijke verschillen in NDF percentage aanwezig zijn tussen de groepen. NDF in de linkerkant van de tabel (gemiddeld 57%) ligt 12% hoger dan in de rechterkant (gemiddeld 45%). In tabel 17 worden de gemiddelde ammoniumgehalten per groep weergegeven. De tabel laat zien dat de monsters in de groepen met hoog gehalte aan werkzame stikstof (gemiddeld 43 gram per kg ds) gemiddeld een bijna twee keer zo hoog ammoniumgehalte hebben dan de andere monsters (gemiddeld 22 gram per kg ds). N-totaal is een optelling van de minerale en organische stikstof. Een hoog organisch-stikstofgehalte is een belangrijke indicator voor rijke organische stof en een hoog mineraal stikstofgehalte is bepalend voor een hoog gehalte aan werkzame stikstof. Zoals te verwachten laat deze parameter dan ook een duidelijk contrast zien tussen groepen (zie Tabel 18). Tussen de kwadranten 1 (gemiddeld 37 gram per kg ds) en kwadrant 4 (gemiddeld 74 gram per kg ds) is een verdubbeling van N-totaal waar te nemen.

In deze dataset is variatie in werkzame stikstof (as 2) minder dominant aanwezig dan variatie in organische-stofsamenstelling (as 1). Werkzame stikstof wordt echter gezien als meest bepalende factor voor bemestende waarde van de mest. De effecten van verschillen in organische-stofsamenstelling zijn veel minder bekend. Dit leidt tot de vraag of deze set geschikt is voor het onderzoeken van mogelijk aanvullende parameters voor de bemestende waarde van drijfmest.

3.6 Mestindeling 1 en rantsoenkenmerken

Bij de monsters uit de mestproductieproef valt de indeling naar samenstelling van mest organische stof redelijk samen met het energieniveau van het rantsoen. Rantsoenen met een hoog energieniveau resulteerden in mest met rijke organische stof en rantsoenen met een laag energieniveau gaven mest met arme organische stof, met uitzondering van HGO en LSN: HGO (laag energie) is in de groep “rijke organische stof” terechtgekomen terwijl LSN (hoog energie) juist in de groep “arme organische stof” is beland. In de MPP is het hoge energieniveau steeds gerealiseerd met jong-gras-kuil en/of snijmais. De lage niveaus met oud-gras kuil of stro. Dat LSN terecht is gekomen in de groep arme organische stof, is te verklaren doordat in dit rantsoen enkel gebruik werd gemaakt van snijmais waarvan een groot deel van de energie afkomstig is van het volledig verteerbare zetmeel, terwijl de organische stof van snijmais relatief arm en slecht verteerbaar is. Dat HGO in tegenstelling tot LGO in de groep “rijke organische stof” is beland, is waarschijnlijk het gevolg van het feit dat zowel Nos als N-org, die bij HGO door de overmaat aan stikstof hoog moeten zijn geweest, mede bepalend waren in deze groepsindeling.

De Bioveem-monsters met arme organische stof zijn afkomstig van Elderink, Van Dorp en Oosterhof. Elderink voert veel GPS (38%) wat ook veel relatief stikstofarme en slecht verteerbare organische stof bevat. Van Dorp voert maïs en een eiwitarme en structuurrijke graskuil (respectievelijk 147 g RE en 261 g RC/kg ds). Dit proefmonster was al rijker dan andere monsters in 2000 tot 2004 (zie paragraaf 3.4). Oosterhofs graskuil is nog eiwitrijker en structuurrijker (respectievelijk 135 g RE en 275 g RC/kg ds). De overige monsters komen terecht in de groep “rijke organische stof”. Maar waarom hebben de andere monsters rijke organische stof? Dit kan komen door: klaverrijke kuil, matige vertering, relatief veel graskuil, eiwitrijke bijproducten.

Zoals eerder uiteengezet, komen de meeste monsters uit de mestproductieproef terecht in groepen met een hoog gehalte aan werkzame stikstof. Twee maken hierop echter een uitzondering, namelijk LGO en LSG, afkomstig van rantsoenen met een laag eiwitniveau. Dit zijn de twee laag eiwitrantsoenen waarin graskuil is gebruikt en waarschijnlijk als gevolg daarvan een groter (dan bij de overige laag eiwit rantsoenen) gedeelte van de stikstof als organische stikstof is uitgescheiden. Wat betreft de Bioveem-monsters is op te merken dat alle monsters een relatief laag gehalte werkzame stikstof hebben, terwijl toch een drietal bedrijven relatief eiwitrijk voert. De indeling wordt op dit punt gedomineerd door het verschil tussen beide subsets, waardoor verschillen tussen monsters binnen een subset uit het zicht verdwijnen.

Concluderend kan worden gezegd dat “extreme” eiwitoverschotten in de mestproductieproef hebben geleid tot mest met hogere gehalten aan minerale stikstof. Daarnaast leiden rantsoenen met een hoog energieniveau tot rijke organische stof, hoewel rantsoenen met veel snijmais en/of stro in de regel “uitwijken” naar arme organische stof in de mest; rantsoenen met substantieel graskuil hebben een voorkeur voor rijke organische stof.

4 Mestkwaliteitsbepalingen proefset⁹

In deze paragraaf worden de resultaten en de bruikbaarheid van de overige mestkwaliteitsbepalingen besproken. Het betreft achtereenvolgens de chroma's, de koolzuurproductie, de bodemvriendelijkheid, de ammoniakemissie en het blauwzuurgehalte.

Een extra bepaling is bruikbaar als die over een relevant aspect van de mest betrouwbare informatie levert. We verwachten dan een omschrijving van het kenmerk waarover een uitspraak wordt gedaan. In geval van mestkwaliteit zal duidelijk moeten zijn wat het laboratorium daaronder verstaat: ammoniakemissie, stank, effect op bodemleven of iets anders. Bij de ontwikkeling van nieuwe bepalingen hoort ook onderzoek naar relaties tussen het kwaliteitskenmerk en effecten op bodem en gewasproductie. Die relaties zijn nodig om de boer aanwijzingen te kunnen geven hoe de betreffende partij mest het beste kan worden ingezet. Ook de relaties tussen rantsoen en het kwaliteitskenmerk zijn van belang: is mestkwaliteit te sturen? Een extra bepaling is uiteindelijk alleen zinvol als de veehouder de informatie gebruikt bij het nemen van beslissingen.

4.1 Kwaliteitsbepalingen: vergelijking Bioveem en MPP

Wat betreft de mestkwaliteitparameters zijn de verschillen tussen partijen van verschillende herkomst ook beperkt (zie Tabel 19). Alleen enkele bepalingen van Koch Bodemtechniek maken onderscheid. Het valt op dat de chromabepalingen van beide subsets sterk overeenkomen.

Tabel 19 Vergelijking diverse bepalingen mestkwaliteit van Bioveem en voederproef

	Bioveem	Mest-productie-proef	Gemiddeld	Vershil
Bodemvriendelijkheid (score)	5.8	3.4	4.6	**
NH ₃ emissie (g NH ₄ /ton product)	13	34	24	**
Sulfide vormende bacteriën totaal (aantal kolonies)	2.1	0.1	1.1	** 1)
Sulfide vormende bacteriën extra actief (aantal kolonies)	0.62	0.12	0.38	Ns 1)
Blauwzuur (g/ton product)	4.9	5.7	5.3	Ns
Koolzuurproductie (g CO ₂ /g os)	373	398	386	Ns
Chroma1 (score)	4.9	5.6	5.3	Ns
Chroma2 (score)	7.2	7.0	7.1	Ns
Chroma3 (score)	3.1	3.0	3.1	Ns

1) Loglineair model, uitgaande van Poisson-verdeling want het zijn bacterietellingen.

Ns niet significant

* $0,05 < P \leq 0,1$

** $P \leq 0,05$

*** $P \leq 0,001$

4.2 Chroma's

Een chromatogram, afgekort tot chroma, is een vloeibeeld op een rond filtreerpapier. De voorbehandelde mest wordt in het middelpunt van het filtreerpapier opgezogen. Verschillende stoffen in de mest komen op verschillende afstand tot het middelpunt terecht en worden middels zilvernitraat zichtbaar gemaakt. Een chroma (zie voorbeelden in bijlage 10) is daardoor een ronde figuur met een aantal cirkels. Men leest aan de kleur van de cirkels en aan de aanwezige radialen (lijnen vanuit het centrum naar buiten) af wat de kwaliteit van de mest is. Daarbij legt men verbanden met het rantsoen, het verteringsproces en de bruikbaarheid van de mest. Is de mest gezond en geschikt voor het bodemleven? De interpretatie is een cruciaal onderdeel van het gebruik van

⁹ Een groot deel van dit hoofdstuk is eerder gepubliceerd als artikel in Ekoland (2004).

chroma's. Beide laboratoria die voor ons mestchroma's hebben gemaakt, gaan ervan uit dat structuurrijke en stikstofarme mest beter is voor de bodem en een helder gekleurd chroma geeft. De chromabeoordeling wordt uitgedrukt in een rapportcijfer tussen 0 en 10.

Het maken van een chroma is een gangbare laboratoriummethode voor het onderzoeken van samengestelde stoffen. Drijfmest bestaat, net als veel andere natuurproducten, uit een zeer groot aantal componenten en voor ieder bedrijf en jaar zijn die componenten en de kwantitatieve verhouding ertussen uniek. Het is dan ook aannemelijk dat mest van verschillende herkomst ook leiden tot verschillende chroma's.

Tabel 20 Chroma 1 (rapportcijfer) in gedefinieerde groepen (mestindeling 1)

		Samenstelling organische stof		Gemiddeld
		arm	rijk	
Gehalte werkzame stikstof	hoog	4.3	8.5	6.4
	laag	4.6	4.5	4.6
Gemiddeld		4.5	5.8	5.3

Tabel 21 Chroma 2 (rapportcijfer) in gedefinieerde groepen (mestindeling 1)

		Samenstelling organische stof		Gemiddeld
		arm	rijk	
Gehalte werkzame stikstof	hoog	6.7	8.1	7.4
	laag	6.2	7.3	6.9
Gemiddeld		6.4	7.6	7.1

Tabellen 20 en 21 tonen de resultaten van de cijfermatige beoordeling van de chroma's volgens de in hoofdstuk 3 ontwikkelde groepsindeling. De chroma's zelf en de beoordeling van beide laboratoria vertoonden veel overeenkomsten. Wat door het ene laboratorium goede mest werd genoemd, kreeg vaak van het andere laboratorium ook een hoog cijfer. De methode lijkt daarmee voor mest reproduceerbaar.

Er blijkt een positieve samenhang te zijn tussen de stikstofrijkdom van de mest en de chromabeoordeling voor beide chroma's. Dit is ook weergegeven in figuur 2 (bovenste lijn). In deze figuur zijn de rapportcijfers van het één van chromalaboratorium (chroma 2) uitgezet tegen de C/N-verhouding van de mest. Het figuur laat een negatief verband zien tussen de chromabeoordeling en het C/N-quotiënt. De chromacijfers van het andere chromalaboratorium liggen op een ander niveau en het verband met de C/N-verhouding is iets minder sterk, maar wel aanwezig. Chroma 2 lijkt ook samen te hangen met de samenstelling van de organische stof: bij rijkere organische stof wordt een hogere score voor de chroma gevonden.

Deze positieve verbanden zijn opmerkelijk, want de laboratoria geven juist aan dat in hun visie mest met een laag gehalte minerale stikstof en vezelige organische stof goede mest is. Uit de nadere toelichting van de labs bleek dat men de mestchroma's vergelijkt met bodemchroma's, omdat er nog weinig ervaring is met mestchroma's.

4.3 Koolzuurproductie: verteerbaarheid van mest

Bij de afbraak van organische stof vindt koolzuurproductie plaats, ofwel de vorming van CO₂. De organische stof in de mest breekt sneller of langzamer af, afhankelijk van de samenstelling van de organische stof en de microbiële activiteit. De meting vindt plaats door de mest te mengen met een standaard zandgrond, waarna de CO₂-vorming gedurende een aantal dagen wordt gemeten.

Tabel 22 Koolzuurproductie (g CO₂/g os) in gedefinieerde groepen (mestindeling 1)

		Samenstelling organische stof		Gemiddeld
		arm	rijk	
Gehalte werkzame stikstof	hoog	348	458	403
	laag	313	416	375
Gemiddeld		328	430	486

Wat betreft de koolzuurproductie valt op dat die afneemt bij een hoger C/N-quotiënt van de mest (zie onderste lijn in Figuur 2) en ook bij een grotere vezelfractie (NDF) in de mest (zie Tabel 22; arme organische stof bij hogere NDF-fractie). Dit zijn beide aannemelijke verbanden omdat microben grote behoefte hebben aan stikstof; vezels worden nu eenmaal langzamer afgebroken. De koolzuurproductie bevestigt daarmee de theorie dat structuurrijke, stikstofarme mest langzamer wordt omgezet in de bodem dan structuurarme, stikstofrijke mest.

4.4 Bodemvriendelijkheid, blauwzuur en ammoniakemissie

De “bodemvriendelijkheid” is gebaseerd op een aantal bepalingen aan de microbiologie van de mest. Van daaruit is de vertaling gemaakt naar de microbiologie van de bodem. Het rapportcijfer voor “bodemvriendelijkheid” geeft aan of de mest essentiële microben in de bodem stimuleert (een voldoende) of vergiftigt (een onvoldoende). Het lab geeft aan dat een eiwitarm rantsoen vaak leidt tot mest met een voldoende voor “bodemvriendelijkheid”. Blauwzuur wordt gezien als een product van een slecht microbiel proces in de mest en wordt daarmee aangemerkt als een exponent van het agressieve karakter van dunne mest. Naast de bodemvriendelijkheid en het blauwzuurgehalte voorspelt dit laboratorium ook de ammoniakemissie met behulp van een meting in een laboratoriumopstelling.

Tabel 23, 24 en Tabel 25 geven de resultaten van deze drie bepalingen. De bodemvriendelijkheid varieert wel, maar er zijn geen verbanden te leggen met de hier ontwikkelde groepsindeling. Het blauwzuurgehalte heeft enige relatie met de samenstelling van de organische stof en de theoretische ammoniakemissiesnelheid is duidelijk gekoppeld aan het gehalte aan minerale stikstof.

Over de drie bepalingen heen waardeert dit laboratorium die mest hoger die tegelijkertijd een rijkere organische stof heeft en een lager gehalte aan minerale stikstof. De andere drie groepen hebben of een hoge ammoniakemissie of een hoog blauwzuurgehalte. Tegelijkertijd moet worden bedacht dat de variatie binnen groepen voor alledrie de bepalingen aanzienlijk is, waardoor met uitzondering van de ammoniakemissie geen significante relaties te vinden zijn.

Tabel 23 Bodemvriendelijkheid (score) in gedefinieerde groepen (mestindeling 1)

		Samenstelling organische stof		Gemiddeld
		arm	rijk	
Gehalte werkzame stikstof	hoog	4.0	2.5	3.3
	laag	4.1	6.2	5.4
Gemiddeld		4.0	5.0	4.6

Tabel 24 Blauwzuurgehalte (g/ton) in gedefinieerde groepen (mestindeling 1)

		Samenstelling organische stof		Gemiddeld
		arm	rijk	
Gehalte werkzame stikstof	hoog	4.8	5.5	5.2
	laag	9.3	2.7	5.4
Gemiddeld		7.4	3.7	5.3

Tabel 25 Ammoniakemissie (g NH₄/ton) in gedefinieerde groepen (mestindeling 1)

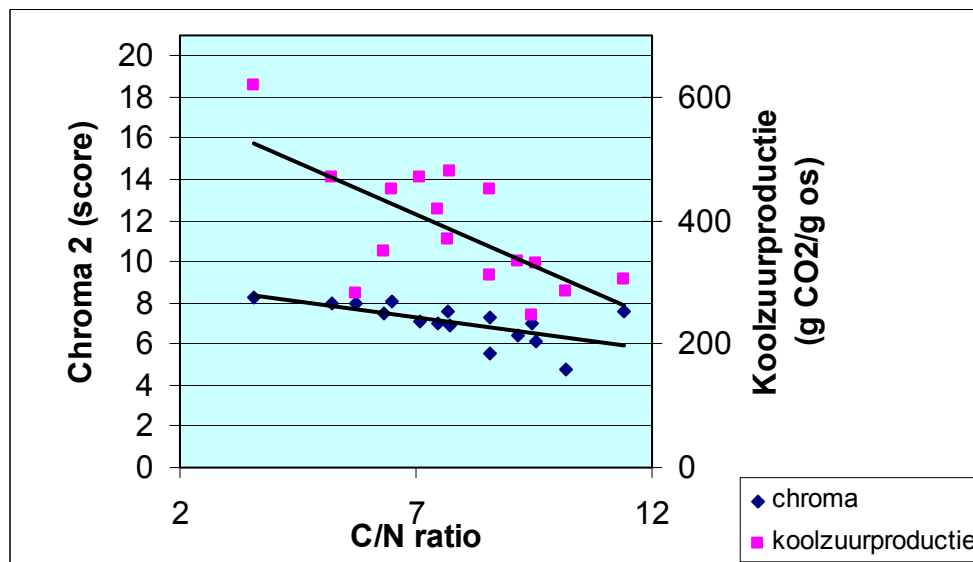
		Samenstelling organische stof		Gemiddeld
		arm	rijk	
Gehalte werkzame stikstof	hoog	32	45	39
	laag	16	14	15
Gemiddeld		23	25	24

4.5 Zoektocht

Voor alle hierboven beschreven mestkwaliteitsbepalingen zijn verschillen waar te nemen in de gebruikte groepsindeling. Deze verschillen zijn echter niet eenduidig te relateren aan enige chemische parameter en zijn daardoor enkel op basis van analyse moeilijk interpreteerbaar. Dat zegt echter nog niets over de relevantie van deze bepalingen want het zou kunnen dat de informatie die deze bepalingen leveren, geen enkele relatie heeft met de chemische samenstelling. Bepalingen die een goed verband hebben met bestaande chemische bepalingen zijn zelfs overbodig, omdat die geen nieuwe informatie toevoegen en goed kunnen worden voorspeld op basis van de routine praktijkanalyse.

Om de waarde van de extra bepalingen vast te stellen, is onderzoek nodig naar relaties tussen mestkwaliteit en effecten van mest op de bodem, nutriëntenbenutting en gewas. Dat onderzoek is nog niet uitgevoerd, ook niet bij de laboratoria. Dit hoeft veehouders niet te weerhouden deze bepalingen te gebruiken en de eigen waarnemingen eraan te koppelen. Dit Bioveem-onderzoek is ook ondermeer een zoektocht naar waardevolle aanvullende bepalingen.

Figuur 2 Relaties tussen C/N-ratio van drijfmest enerzijds en chroma2 en koolzuurproductie anderzijds



5 Chemische mestanalyses, rantsoenen en groepsindeling praktijkset

5.1 Beschrijving van de praktijkset

Onderstaande tabel (Tabel 26) beschrijft de samenstelling van de praktijkset. Uit deze tabel blijkt dat het grootste deel (58%) van de praktijkset bestaat uit monsters van Koeien&Kansen-bedrijven. Ruim een kwart is afkomstig van Bioveem-bedrijven. De kleinere subsets nemen samen ongeveer een zevende deel van de praktijkset voor hun rekening en zijn dus van beperkte betekenis. In totaal gaat het om circa 50 bedrijven, waarvan 19 bedrijven met 10 monsters of meer. Ongeveer de helft van de bedrijven is biologisch.

Tabel 26 Beschrijving van de praktijkset: gemiddelde chemische samenstelling per subset

Subset	MKO-MPP	MKO-BIO	BIO	K&K	MSO	BnB	ZoP	Alle/gemiddeld	
Aantal monsters	8	8	124	259	9	26	14	448	
Aantal bedrijven	Nvt	8	23	17	1	2	1	51 ¹⁰	
Type bedrijf	Nvt	bio	bio	gangb ¹¹	bio	gangb	gangb	n.v.t.	
Jaren	2002	2002	1997-2004	1997-2003	2003	2000-2004	1999-2002	1997-2004	
Ds	103	90	84	84	75	86	88	85	Sign.
Os (g/kg ds)	770	736	739	754	751	772	772	751	***
N-NH ₄ (g/kg ds)	38	22	22	25	24	28	23	24	***
N-org (g/kg ds)	22	23	22	24	23	23	23	23	**
P ₂ O ₅ (g/kg ds)	22	19	18	18	18	15	15	18	***
K ₂ O (g/kg ds)	68	70	76	75	74	59	70	74	***
MgO (g/kg ds)	13	12	13	14	14	19	16	14	***

Ns niet significant

* 0,05 < P ≤ 0,1

** P ≤ 0,05

*** P ≤ 0,001

Getoetst is (MANOVA) of er verschillen waren in chemische mestsamenstelling tussen de verschillende subsets. De twee grote subsets, BIO en K&K verschillen op een aantal punten van elkaar. Deze verschillen zouden een indicatie kunnen zijn voor een verschil tussen gemiddelde biologische en gemiddelde gangbare rundveedrijfmest. Uit de tabel blijkt dat de Bioveem-monsters minder organische stof en lagere N-NH₄-, N-org gehalten¹² hebben. Voor wat betreft de andere elementen zijn de verschillen tussen beide subsets niet significant. De mest van Bioveem-bedrijven is gemiddeld armer aan stikstof dan die van de Koeien&Kansen-bedrijven. De verschillen zijn absoluut gezien niet erg groot.

De kleinere sets verschillen hier en daar behoorlijk van de grotere sets of onderling. Er mag worden geconcludeerd dat de totale set voldoende bedrijven bevat om de drijfmest van de Nederlandse melkveehouderij te vertegenwoordigen, inclusief de biologische sector. De MPP monsters onderscheiden zich door een extreem hoog ammoniumgehalte.

Tabel 27 Beschrijving van de praktijkset: gemiddelde chemische samenstelling per seizoen

	Winter	Zomer	Sign.
Aantal monsters	351	99	
Os (g/kg ds)	750	751	-
N-NH ₄ (g/kg ds)	25	23	**
N-org (g/kg ds)	23	23	-

¹⁰ Het komt voor dat bedrijven die in de ene subset voorkomen ook voorkomen in de andere subset.

¹¹ Met uitzondering van 1 bedrijf (Bomers).

¹² Statistische procedure te ingewikkeld om hier te beschrijven.

P ₂ O ₅ (g/kg ds)	18	18	-
K ₂ O (g/kg ds)	74	74	-
MgO (g/kg ds)	14	14	-

Ns niet significant

* 0,05 < P ≤ 0,1

** P ≤ 0,05

*** P ≤ 0,001

Tabel 27 beschrijft de praktijkset op basis van seizoensindeling. Getoetst is (MANOVA) of er verschillen bestonden in chemische samenstelling tussen winter- en zomermonsters. Hieruit valt op te maken dat het gemiddelde ammoniumgehalte van de zomermonsters iets lager ligt dan van de wintermonsters. Dit hoeft geen oorzakelijk verband te zijn, het kan ook te maken hebben met een verstrengeling tussen subset en seizoen.

Tabel 28 Beschrijving van de praktijkset: gemiddelde chemische samenstelling per jaar

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Sign.
Aantal monsters	9	16	44	108	72	95	84	22	-
Os (g/kg ds)	739	750	744	749	755	752	753	752	-
N-NH ₄ (g/kg ds)	22	25	22	24	24	24	25	24	-
N-org (g/kg ds)	28	24	22	24	24	23	22	24	***
P ₂ O ₅ (g/kg ds)	19	19	19	18	18	17	18	17	**
K ₂ O (g/kg ds)	76	73	73	77	75	74	72	70	-
MgO (g/kg ds)	15	14	13	14	14	14	13	14	-

Ns niet significant

* 0,05 < P ≤ 0,1

** P ≤ 0,05

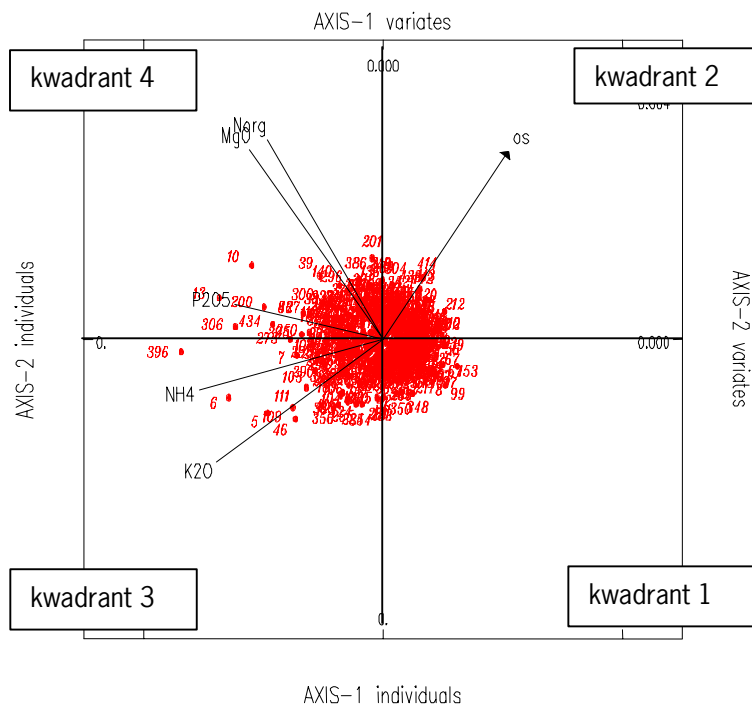
*** P ≤ 0,001

Tabel 28 beschrijft de praktijkset op basis van jaarindeling. Getoetst is (MANOVA) of er verschillen in chemische samenstelling bestonden tussen de jaren. Ook hier kan een verstrengeling optreden tussen jaar en subset (bepaalde subsets zijn in bepaalde jaren/jaar verzameld). Uit de tabel blijkt dat er significante verschillen te zien zijn in het gehalte aan N-org en fosfaat. Het N-org gehalte fluctueert gedurende de jaren. Dit zou het gevolg kunnen zijn van verschillen in de verteerbaarheid van graskuilen tussen de jaren, als gevolg van weersinvloeden en hun effect op groei en oogsttijdstip. Het fosfaatgehalte zakt na 1998 plotseling van 19 naar zo'n 17,5 g/kg ds. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat er op veel van deze bedrijven minder fosfaat is aangevoerd door de invoering van MINAS, aangezien veel van de bedrijven in de praktijkset al vroeg actief waren in het terugdringen van mineralenaanvoer.

5.2 Principale componenten analyse en mestindeling 2

Nadat de in dit onderzoek verzamelde monsters (proefset) werden geanalyseerd met behulp van een principale componentenanalyse en vervolgens ingedeeld in groepen, is ook de samengestelde dataset (praktijkset) hieraan onderworpen om de mestmonsters daarmee in te delen in groepen (figuur 3 en tabel 29). De beide PCA-analyses vertonen verschillen en overeenkomsten.

Figuur 3 Principale componenten analyse praktijkset



Een uitgebreid overzicht van de resultaten van de statistische analyse van de praktijkset is ook te vinden in bijlage 8. De analyse van de praktijkset, waarin 409 monsters¹³ zijn betrokken, heeft als resultaat dat in deze dataset de werkzame stikstof als belangrijkste parameter wordt aangewezen. De eerste as bevat naast N-NH₄, K₂O en P₂O₅ en verklaart 40% van de variantie. Op de tweede as, die 21% van de variantie verklaart, zijn N-org en MgO dominant. Organische stof (uitgedrukt in g/kg drogestof) staat bijna lijnrecht tegenover kali, waarschijnlijk omdat kali een belangrijke component is van het in de meest aanwezige as. Wat hier verder op valt is dat N-NH₄ en N-org grotendeels onafhankelijk van elkaar zijn: de hoek tussen beide vectoren is ca. 75°.

Tabel 29 Assen in PCA-analyse van de praktijkset

	As 1	As 2	As 3	As 4
Verklaring variantie (%)	40%	21%	14%	12%
Dominante parameters	N-NH ₄ , K ₂ O, P ₂ O ₅	N-org, MgO, os	P ₂ O ₅ , N-NH ₄ , MgO, N-org	P ₂ O ₅ , N-org

De analyse van de proef- en praktijkset leiden tot verschillende karakterisering. Dit heeft twee oorzaken: ten eerste was in de praktijkset slechts één parameter met betrekking tot organische-stofsamenstelling (N-org) beschikbaar, terwijl in de proefset drie parameters hierop betrekking hebben. Daarnaast kan worden gesteld dat de proefset als geheel niet zo representatief is voor de praktijk, vooral doordat de MPP-monsters sterk afwijken van de praktijk.

Ondanks de verschillen in karakterisering kunnen voor de praktijkset op dezelfde wijze groepen worden gemaakt als voor de proefset (zie

¹³ MgO was maar voor 409 monsters beschikbaar

Tabel 30). Hier is de eerste as gebruikt voor “werkzame stikstof” en de tweede as voor “samenstelling organische stof”. In tabellen 31 en 32 worden gemiddelde waardes per groep gegeven van de belangrijkste kenmerkende parameters voor beide assen, namelijk N-NH₄ en N-org.

Tabel 30 Frequentieverdeling in mestindeling 2

		Samenstelling organische stof		Totaal
		arm	rijk	
Gehalte werkzame stikstof	hoog	89	86	175
	laag	121	113	234
Totaal		210	199	409

Tabel 31 N-NH₄ (g/kg ds) in gedefinieerde groepen (mestindeling 2)

		Samenstelling organische stof		Gemiddeld
		arm	rijk	
Gehalte werkzame stikstof	hoog	30	28	29
	laag	21	20	21
Gemiddeld		25	24	24

Tabel 32 N-org (g/kg ds) in gedefinieerde groepen (mestindeling 2)

		Samenstelling organische stof		Gemiddeld
		arm	rijk	
Gehalte werkzame stikstof	hoog	23	27	25
	laag	20	23	22
Gemiddeld		22	25	23

In tabel 31 is te zien dat het verschil tussen de bovenste en onderste twee kwadranten erg groot is. Hieruit kunnen we opmaken dat deze opdeling veel samenhang vertoont met het ammoniumgehalte. De verschillen in N-org (tabel 32) per groep zijn minder sterk. Het diagonale verloop tussen de groepen is een indicatie dat N-org niet volledig onafhankelijk is van het ammoniumgehalte. In bijlage 9 zijn voor de andere parameters die in de multivariate analyse zijn ingebracht, ook de gemiddelde waarden per groep gegeven.

5.3 Proefsetmonsters binnen mestindeling 2

In

Tabel 33 is weergegeven hoe de proefsetmonsters binnen de praktijkset worden ingedeeld.

Tabel 33 Plaats van de proefsetmonsters binnen mestindeling 2

		Samenstelling organische stof		Aantal (Bioveem + MPP)
		arm	rijk	
Gehalte werkzame stikstof	hoog	HGJ, HGO, Tomassen, Duyndam, Liere, Wagenvoort	HSG, HST, Vis	5 + 4
	laag	LGO, Elderink, Oosterhof	LSG, LSN, LST, Dorp	3 + 4
Aantal (Bioveem + MPP)		6 + 3	2 + 5	8 + 8

Hier blijkt de indeling danig te zijn gewijzigd. Werden de Bioveem-monsters bij de eerste indeling allemaal toegewezen aan de groepen met laag mineraal N-gehalte, nu zijn er vijf toegewezen aan groepen met een hoog mineraal N-gehalte. In plaats van twee zijn er nu vier MPP-monsters aanwezig in de groepen met een laag gehalte aan minerale stikstof (laag eiwitrasoenen). Deze verschuivingen worden veroorzaakt doordat de plaatsbepaling van de individuele monsters sterk wordt bepaald door de parameters op de eerste as en mestindeling 2 een andere eerste as heeft dan indeling 1. Bovendien moet worden bedacht dat met de groepsindeling de relatieve

afstand tussen monsters wordt verduisterd (er is ook binnen groep variatie). HSG, HGJ, LGO, LST en Dorp zijn wat betreft minerale stikstof extreme monsters (eerste twee extreem hoog, andere drie extreem laag). Wat betreft de samenstelling van organische stof geldt dat enigszins voor HGO, LGO en Duijndam (arme organische stof).

5.4 Bioveem en biologische bedrijven binnen mestindeling 2

Tabel 34 laat zien hoe de Bioveem-monsters zijn verdeeld over de verschillende groepen binnen mestindeling 2. De Bioveem-subset beslaat ruim 30% van de praktijkset. Uit deze tabel is af te lezen dat Bioveem-mestmonsters vaker terechtkomen in de categorieën “arme organische stof” en “laag gehalte aan werkzame stikstof”. Dit werd ook geconstateerd bij de directe vergelijking van de subsets.

Tabel 34 Aandeel Bioveemmonsters in gedefinieerde groepen (mestindeling 2)

		Samenstelling organische stof	
		arm	rijk
Gehalte werkzame stikstof	hoog	33 %	12 %
	laag	42 %	24 %

5.5 Individuele bedrijven in mestindeling 2

Tabel 35 geeft voor een aantal Bioveem en Koeien&Kansen-bedrijven met meerdere monsters in de dataset de indeling van deze monsters weer. Hieruit blijkt dat per bedrijf monsters vaak in dezelfde categorie terechtkomen en dat daarmee de mestsamenstelling van drijfmest van bedrijven, na meerjarige monsteranalyse, voorspelbaar is.

Tabel 35 Frequentie van mestmonsters van aantal Bioveem-bedrijven in groepen (mestindeling 2)

Project	Bedrijf	Totaal aantal monsters	Groep (samenstelling org. stof en gehalte werkzame stikstof)			
			1 (arm en laag)	2 (rijk en laag)	3 (arm en hoog)	4 (rijk en hoog)
Bioveem	Oosterhof	23	10	10	2	1
	Lankhorst	21	13	4	3	1
	Vis	14	4	0	8	2
	Slob	12	7	3	2	0
	Van Liere	9	7	0	2	0
Koeien & Kansen	Eggink	26	11	3	10	2
	Laarhoven	24	7	3	9	5
	Menkveld	25	11	6	3	5
	Post	21	7	8	2	4
	Sikkenga	19	5	3	5	6
	De Vries	19	0	1	5	13

Bedrijf Oosterhof heeft 20 monsters in de groepen 1 en 2 (laag gehalte werkzame stikstof) en slechts drie monsters in de groepen 3 en 4. Nieuwe monsters, bij ongewijzigde omstandigheden, zullen waarschijnlijk weer een laag gehalte werkzame stikstof hebben. Bedrijf Lankhorst heeft voornamelijk monsters met arme organische stof en een laag gehalte aan werkzame stikstof. Bedrijf Vis had 12 keer een monster met arme organische stof en slechts twee keer een monster met rijke organische stof, vaak gecombineerd met een hoog gehalte aan werkzame stikstof (10 tegen 4 met laag gehalte). Voor de overige bedrijven kunnen vergelijkbare opmerkingen worden gemaakt.

6 Discussie en conclusies

6.1 Representativiteit van proef- en praktijkset

In dit onderzoek is de representativiteit van de proefset op twee manieren onderzocht. Enerzijds is gekeken of de verzamelde Bioveem-monsters representatief zijn voor de betreffende bedrijven. Anderzijds is onderzocht in hoeverre de proefset een afspiegeling is van een grote monsterset, verzameld op circa 50 bedrijven in 7 jaren.

De Bioveem-monsters bleken in het algemeen beperkt representatief voor de betreffende bedrijven te zijn. Dit is waarschijnlijk veroorzaakt door het late monsternametijdstip en dat in sommige gevallen slechts een bepaald deel van de totale partij is bemonsterd.

De proefset bevat een aantal zeer extreme monsters, afkomstig uit de mestproductieproef. Bij de vergelijking met de praktijkset bleek dat de proefmonsters behoorlijk verspreid liggen over het bereik van de praktijkset. Een aantal monsters uit de MPP ligt duidelijk aan de buitenkant van de “praktijkwolk”. Ook is gebleken dat de organische stof samenstelling in de proefset het aspect is met de meeste variatie, mede doordat er een drietal extra parameters op dat gebied beschikbaar waren.

Al met al is de proefset, door de grote interne verschillen, goed bruikbaar voor dit verkennende onderzoek naar mestkwaliteit (inclusief de potproeven).

Voor een zinvolle analyse van de verzamelde informatie over mestopslag en toevoegingen (strooisel, ontsmettingsmiddelen, etc.) bleek de proefset te klein.

Het bleek dat de monsters die op hetzelfde bedrijf in verschillende jaren waren genomen een behoorlijke mate van overeenkomst vertonen: ze liggen vaak in hetzelfde kwadrant (mestindeling praktijkset). Daardoor is metsamenstelling voorspelbaar en dit is ook een indicatie dat metsamenstelling wordt beïnvloed door bedrijfsspecifieke, *steady state* factoren, met name het rantsoen.

In de praktijkset bleken er significante verschillen tussen Bioveem en Koeien & Kansen wat betreft het ammonium- en organisch gebonden stikstofgehalte. In hoeverre de metsamenstelling van de deelnemende bedrijven aan Koeien & Kansen representatief is voor de gehele gangbare melkveehouderij is onbekend.

6.2 Chemische mestkwaliteit

Uit de analyse van de proefset is gebleken dat zowel de samenstelling van organische stof als de hoeveelheid minerale stikstof in mest sterk kunnen variëren. Deze twee aspecten bleken bepalend in een PCA. De MPP monsters waren rijker aan minerale stikstof dan de acht Bioveem-monsters, doordat er voor een aantal mestsoorten een grote overmaat aan eiwit werd gevoerd. De grote verschillen in organische-stofsamenstelling zijn toe te schrijven aan de zeer uiteenlopende basisrantsoenen (c.q. ruwvoerders) die werden verstrekt in de MPP. Binnen de Bioveem-subset was de spreiding veel minder groot.

De parameters NDFos, ADFos en Nos lijken zeer bruikbaar om deze variatie in organische-stofsamenstelling te karakteriseren. Er is aanleiding om te veronderstellen dat deze eigenschap van mest, naast het gehalte aan werkzame stikstof, van invloed is op het beschikbaar komen van stikstof uit mest. In de aansluitende potproeven zal worden getest of er een effect is van organische stofsamenstelling en hoeveelheid minerale stikstof op de bemestende waarde van rundveedrijfmest.

In de praktijkset ontbreken NDFos en ADFos als parameters om de organische-stofsamenstelling te beoordelen. Hierdoor kan niet goed worden beoordeeld hoe groot de variatie in organische-stofsamenstelling in de praktijkset is. In de praktijkset kon de organische-stofsamenstelling enkel worden beoordeeld op basis van Norg. In de principale componentenanalyse van de praktijkset werd deze parameter wel als onderscheidend opgenomen. Ook bleek dat minerale stikstof en organisch gebonden stikstof grotendeels onafhankelijk van elkaar zijn. Dit is van belang bij het onderzoeken van stikstofwerking. Bij eenzelfde hoeveelheid minerale stikstof kan een grote variatie aan hoeveelheden organisch gebonden stikstof worden gegeven, afhankelijk van de partij mest.

Na het uitvoeren van de potproeven kan mogelijk worden beoordeeld in hoeverre een eventueel effect van organische stofsamenstelling op bemestende waarde kan worden gerelateerd aan het Norg-gehalte door de mestindelingen 1 en 2 met elkaar te vergelijken.

6.3 Mestkwaliteitsbepalingen

Zonder uitzondering bleek er binnen de proefset een grote variatie binnen de toegepaste kwaliteitsbepalingen te bestaan. Laboratoria kwalificeren de monsters van goed tot slecht, met alle tussenliggende gradaties. De koolzuurproductie is echter niet zozeer een kwalificatie als wel een objectieve meting (zonder beoordeling) en die blijkt ook logische relaties te hebben met chemische mestsamenstelling en het energieniveau van rantsoenen. De toelichtingen van de verschillende laboratoria waarin staat dat eiwitarme, structuurrijke rantsoenen en/of stikstofarme mest wordt gezien als goede mest, is niet teruggekomen in de resultaten. In sommige gevallen zelfs het omgekeerde.

6.4 Mestsamenstelling en rantsoen

In de MPP is gebruik gemaakt van droge koeien. De voeropname, vertering en N-efficiëntie van deze dieren is zeer afwijkend van die van melkgevende koeien. Relaties tussen rantsoen- en mestkenmerken kunnen daarom niet rechtstreeks worden vertaald naar een situatie met melkgevende dieren, vooral met betrekking tot N. De mesten afkomstig van rantsoenen met een hoog eiwitgehalte hadden een hoger N-gehalte dan de laag eiwitrantsoenen, zowel voor ammonium als organisch gebonden stikstof. Bij de Bioveem-monsters is er geen duidelijk lager N-gehalte bij de laag eiwitrantsoenen. Een hoger energieniveau in de MPP leidde ook tot een hoger N-org gehalte. Dit verschil is waarschijnlijk niet het gevolg van het hoge energiegehalte op zich maar van het feit dat in 3 van de 4 rantsoenen een hoog verteerbare graskuil met een hoog eiwitgehalte wordt gebruikt.

Het vezelgehalte en de vezelsamenstelling van de organische stof zijn in dit onderzoek verkend met de NDF en ADF bepalingen. De samenstelling van de organische stof (vezelfracties (NDFos en ADFos) en N-gehalte (N-org en Nos)) die in de proefset zo sterk varieert, had slechts zwakke relaties met het energieniveau van het rantsoen. Energieniveau is daarmee niet bruikbaar als verklarende factor voor de organische stof samenstelling van mest. De mest organische stof is een restproduct van de vertering, aangevuld met endogene organische stof (weefsel uit maagdarmkanaal). De onverteerbare fractie van het rantsoen is dus de belangrijkste grondstof voor organische stof in de mest en daarmee bepalend voor de organische stofsamenstelling. Aangezien deze onverteerbare fractie vooral terug te vinden is in het ruwvoer, zal het vezelgehalte en de verteerbaarheid van het ruwvoer in het vervolg dienen te worden gehanteerd om verschillen in organische-stofsamenstelling van de mest te verklaren.

Het rantsoeneiwit kan worden verdeeld in verteerbaar en onverteerbaar eiwit. Het verteerbare eiwit wordt deels in de stofwisseling gebruikt en de rest wordt via de urine afgevoerd. Dit is de hoofdbron van de minerale stikstof in de mest (en van ammoniakemissie). Het onverteerbare eiwit komt via de feces in de mest en is een bron van N-org¹⁴. Wat het eiwitgehalte in de onverteerbare organische stof is, varieert sterk tussen voeders en ruwvoerpartijen. Hier is nader onderzoek gewenst.

In deze dataset is zichtbaar dat de stro- en maïsrantsoenen hoge os-gehalten hebben. De storantsoenen hebben een erg lage verteerbaarheid en beide rantsoenen bevatten lage as-gehalten.

Een hoger gehalte organische stof in de drogestof kan twee verklaringen hebben:

1. Het os-gehalte is afhankelijk van het as-gehalte in het rantsoen – hoe meer as, hoe lager het os-gehalte; het as-gehalte in de mest is vooral hoog bij een hoger aandeel graskuil in het rantsoen. Stro- en maïsrantsoenen hebben in het algemeen een laag as-gehalte.
2. Een hoog os-gehalte kan ook samenhangen met een relatief lage verteringscoëfficiënt van de organische stof, waardoor er relatief veel (en arme) organische stof overblijft.

¹⁴ Daarnaast dus endogeen eiwit. Vanzelfsprekend gaat de afbraak van organische stof gedurende de opslagperiode van de mest door en daarbij wordt ook ammonium gevormd.

7 Aanbevelingen

7.1 Beoordeling nutriëntengehalten melkveedrijfmest

Er wordt vaak gesproken over de C/N-quotiënt van mest. Ook in dit rapport wordt op een aantal plaatsen met deze parameter gewerkt. Zoals is aangegeven is deze berekend op basis van de aanname dat de organische stof voor de helft uit koolstof bestaat. Voor een preciezere schatting van de C/N-quotiënt zou het koolstofgehalte moeten worden bepaald.

Gedurende de data-analyse bleek dat het berekende C/N-quotiënt steeds een goede relatie vertoonde met het N-gehalte, uitgedrukt in de eenheid g/kg ds. Daarom is bij de afronding van de data-analyse de keuze gemaakt voor de laatste, ten koste van de C/N-quotiënt, om onnodige dubbele informatie te voorkomen.

Zonder extra bepalingen kan op basis van het routinemestonderzoek meer worden gezegd over mestkwaliteit. In dit rapport wordt steeds gewerkt met nutriëntengehalten, uitgedrukt in de eenheid g/kg ds. Deze eenheid maakt het mogelijk om mestpartijen met verschillende drogestofgehalten met elkaar te vergelijken (kwaliteit). Op basis van de in dit onderzoek samengestelde praktijkset kan een eerste beoordelingssysteem worden ontwikkeld. Een voorstel daarvoor wordt gegeven in Tabel 36.

Tabel 36 Voorstel voor beoordeling nutriëntengehalten in rundveedrijfmest in routineanalyses (tussen haakjes staat de frequentie in de dataset in procenten)

alle in g/kg ds	zeer laag	laag	gemiddeld	hoog	zeer hoog
N-NH ₄ ¹⁵	< 15 (4)	15 ≤ X < 20 (19)	20 ≤ X ≤ 28 (52)	28 < X ≤ 35 (19)	> 35 (6)
N-org	< 18 (5)	18 ≤ X < 22 (27)	22 ≤ X ≤ 25 (47)	25 < X ≤ 30 (18)	> 30 (4)
P ₂ O ₅		X < 16 (23)	16 ≤ X ≤ 19 (55)	19 < X ≤ 23 (18)	> 23 (4)
K ₂ O	< 50 (5)	50 ≤ X < 65 (23)	65 ≤ X ≤ 85 (54)	85 < X ≤ 100 (11)	> 100 (7)

Tabel 37 geeft dezelfde indeling weer, maar nu zijn de grenswaarden omgerekend naar een standaard drogestofgehalte van 9%. Dit maakt het mogelijk om de resultaten van een mestanalyse te vergelijken met deze beoordeling.

Tabel 37 Voorstel voor beoordeling nutriëntengehalten in rundveedrijfmest in routine analyses bij standaard ds-gehalte van 9%

alle in kg/ton (bij 9 % ds)	zeer laag	laag	gemiddeld	hoog	zeer hoog
N-NH ₄	< 1,4	1,4 ≤ X < 1,8	1,8 ≤ X ≤ 2,5	2,5 < X ≤ 3,2	> 3,2
N-org	< 1,6	1,6 ≤ X < 2,0	2,0 ≤ X ≤ 2,3	2,3 < X ≤ 2,7	> 2,7
P ₂ O ₅		X < 1,4	1,4 ≤ X ≤ 1,7	1,7 < X ≤ 2,1	> 2,1
K ₂ O	< 4,5	4,5 ≤ X < 5,9	5,9 ≤ X ≤ 7,7	7,7 < X ≤ 9,0	> 9,0

De grenswaarden tussen de klassen zijn tot stand gekomen door het gemiddelde te verhogen, respectievelijk te verlagen met een half, respectievelijk anderhalf keer de standaarddeviatie. Daarna heeft enige afronding plaatsgevonden.

Het valt op dat de klasse “gemiddeld”, waarin steeds ongeveer de helft van de monsters terecht komen, in alle gevallen relatief smal is. Daarnaast is te zien dat de waargenomen gehalten niet geheel normaal verdeeld zijn: de spreiding in hoog en zeer hoog is groter dan in laag en zeer laag. Het aantal monsters boven de klasse gemiddeld is daardoor lager dan onder de klasse gemiddeld.

De monsters in zeer laag en zeer hoog dienen een aanwijsbaar afwijkende achtergrond te hebben. Anders uitgaan van monsternamen- of analysefout.

Tabel 36 presenteert een voorstel tot beoordeling van mestkwaliteit. Hiermee kan de mest op basis van standaard mestonderzoek ten behoeve van de bemesting, worden beoordeeld. Dit voorstel is een eerste aanzet

¹⁵ Laboratoria met afwijkende bepalingsmethode dienen eerst een correctie toe te passen.

en zou moeten worden gevalideerd middels analyse van grote datasets die bijvoorbeeld bij laboratoria zelf aanwezig zijn. De waarde van deze beoordeling moet in toekomstig bemestingsonderzoek worden getoetst.

Uit dit onderzoek is duidelijk gebleken dat er slechts een beperkt verband is tussen het ammonium- en het organisch gebonden stikstofgehalte. Om dit te onderstrepen zijn in Tabel 38 de frequenties van klassencombinaties weergegeven. Hierbij zijn de klassen laag en zeer laag en de klassen hoog en zeer hoog samengevoegd.

Tabel 38 Frequentieverdeling bij combineren van N-NH₄ en N-org (% van totaal aantal monsters)

		N-org		
		(zeer) laag	gemiddeld	(zeer) hoog
N-NH ₄	(zeer) hoog	6	11	8
	gemiddeld	18	25	10
	(zeer) laag	9	11	3

Bij een sterk verband zouden de overeenkomende klassencombinaties (laag-laag, etc.) hogere percentages scoren. Nu dat verband nagenoeg afwezig is, bevindt zich minder dan de helft van alle monsters in de drie cellen op de diagonaal. Maar liefst 18% van de monsters combineert een gemiddeld ammoniumgehalte met een laag N-org gehalte.

Vanuit dit oogpunt zijn de parameter N-totaal en het quotiënt van N-NH₄ en N-totaal onbruikbaar in het definiëren van mestkwaliteit. De eerste is een optelling van appels en aardappels (bij wijze van spreken) en de tweede is het aandeel appels in die optelling.

7.2 Voorspelling gehalten drijfmest

In deze rapportage wordt aangetoond dat de monsters van hetzelfde bedrijf, hoewel van verschillende jaren (en seizoenen), wat betreft samenstelling of chemische mestkwaliteit vaak in dezelfde hoek zitten. De indeling is gemaakt op basis van gehalten in de drogestof. Voor de bemesting is het echter nodig om te weten wat de gehalten zijn per eenheid volume of gewicht. Om de voorspellingen te gebruiken zou daarom het ds-gehalte moeten worden gemeten. Dit gegeven kan op twee manieren worden gebruikt:

1. Bij de voorspelling van gehalten van een willekeurige nieuwe mestpartij op hetzelfde bedrijf (op basis van analyses van voorgaande jaren).
2. Bij de voorspelling van hoeveelheid nutriënten in de mest die op een bepaald perceel wordt aangewend (op basis van de analyses van totale partij en voorgaande jaren). Dit is een suggestie voor kostenbesparing in precisie landbouw.

7.3 Parameters voor voorspelling stikstofwerking

Dit observationeel deel van het onderzoek levert een aantal nieuwe parameters die te meten zijn aan mest en wellicht bijdragen aan een betere voorspelling van de stikstofwerking. Deze nieuwe parameters zullen dan ook worden ingezet bij het modelleren van de opbrengsten in de potproeven, als aanvulling op de dosering van minerale stikstof (kg N/ha of g N/pot).

De nieuwe parameters zijn:

Mestkwaliteitsbepalingen

1. chroma's
2. bodemvriendelijkheid
3. koolzuurproductie

Chemische mestkwaliteit

4. N-NH₄ (g/ kg ds)
5. N-org (g/ kg ds)
6. Nos (%)
7. NDFos

8. ADFos
9. PCA-scores op de eerste twee assen (proefset)¹⁶
10. PCA-scores op de eerste twee assen (praktijkset)

Dosering van (zie Tabel 39):

11. N-org (kg N/ha of g N/pot)
12. N-org snel (= N-totaal – N in gedroogde mest – N-NH₄) (kg N/ha of g N/pot)
13. N in gedroogde mest (kg N/ha of g N/pot)

Tabel 39 Schematische opsplitsing van N-totaal in theoretische fracties

N-totaal (100 %)		
N-NH ₄	N-org	
N-NH ₄	N-org snel	N in gedroogde mest

7.4 Mestsamenstelling sturen met rantsoen

De hier gepresenteerde hypothesen over hoe rantsoen, voeders en/of voerpartijen de samenstelling van de mest organische stof en het gehalte werkzame stikstof (per kg ds) beïnvloeden, dienen te worden getoetst. Energiedichtheid en eiwitgehalte zijn als rantsoenengetallen hierbij beperkt geschikt. Met name de samenstelling van de onverteerbare fractie is van belang. Daarnaast de verhouding van uitgescheiden organische stof en uitgescheiden minerale stikstof. Mestsamenstelling is stuurbaar in zoverre rantsoensamenstelling en kwaliteit van eigen ruwvoer stuurbaar zijn.

¹⁶ De indeling in groepen is vanuit het oogpunt van data-analyse en presentatie uitgevoerd. Bij het zoeken van verbanden tussen de mestanalyses en de resultaten van de potproeven zal gebruik worden gemaakt van de scores die de PCA-analyses aan de monsters op de verschillende assen hebben gegeven (zie bijlage 8).

Bijlagen

Bijlage 1 Rantsoenen Bioveembedrijven en in mestproductieproef

Tabel 40 Voederwaarde voeders mestproductieproef

	ds	VEM	DVE	OEB	RE	RC
kuil van jong gras	425	892	78	54	183	250
kuil van oud gras	600	676	41	-17	90	300
snijmaïskuil	326	944	49	-27	81	195
stro	850	432	3	-29	43	420
bietenpulp	910	1023	96	-59	90	175
sojaschroot	870	1126	240	203	477	62
maïsmeele	870	1207	94	-34	94	47

Tabel 41 Rantsoenen Bioveem-bedrijven winterseizoen 2002-2003

Bedrijf	Totale opname (kg ds)	Samenstelling rantsoen in termen van voeders				Samenstelling rantsoen in termen van voederwaarde				gemiddelde melkproductie (kg)	
		graskuil	snijmajs-kuil	grasbrok	gehele plant silage	VEM (/ds)	DVE (g/kg ds)	OEB (g/kg ds)	RE (g/kg ds)		RC (g/kg ds)
Vis	17,3	54%	0%	0%	0%	910	86	27	174	202	23
Tomassen	18,0	50%	22%	0%	0%	901	73	12	139	196	24
Duyndam	15,8	55%	0%	1,2%	0%	844	68	19	147	198	17
Van Liere	16,6	57%	15%	0%	0%	945	76	19	147	213	22
Wagevoort	19,5	49%	0%	0%	5%	959	94	25	186	174	29
Elderink	19,1	22%	0%	0%	38%	866	72	19	151	194	24
Oosterhof	20,1	56%	0%	22%	0%	885	79	11	152	222	27
Van Dorp	17,0	36%	11%	0%	0%	959	94	23	164	172	24

Tabel 42 Rantsoenen mestproductieproef

Aanduiding	Totale opname (kg ds)	Samenstelling rantsoen in termen van voeders				Samenstelling rantsoen in termen van voederwaarde						
		jong-gras-kuil	oud-gras-kuil	snijmajs-kuil	stro	krachtvoer	VEM (/ds)	DVE (g/kg ds)	OEB (g/kg ds)	RE (g/kg ds)	RC (g/kg ds)	
HSG	15,7	31%	0%	0%	46%	0%	23%	972	99	46	196	181
HGJ	12,5	72%	0%	0%	0%	0%	28%	971	99	56	201	195
HGO	11,0	0%	73%	0%	0%	0%	27%	797	95	42	194	236
HST	8,7	0%	0%	0%	52%	48%	24%	774	99	54	205	247
LSG	13,2	30%	0%	0%	45%	0%	17%	972	69	-7	115	190
LSN	14,7	0%	0%	0%	83%	0%	27%	971	67	-13	110	179
LGO	10,9	0%	73%	0%	0%	0%	27%	773	62	-16	109	261
LST	8,3	0%	0%	0%	48%	52%	66	766	66	-14	108	269

Bijlage 2 Adressen commerciële laboratoria

Naam lab	Adres	Postcode	Plaats	Telefoonnummer	E-mail	Website
GAIA Bodemonderzoek	Postbus 148	3940 AC	Doorn	(0343) 53 12 33	info@gaiabodem.nl	www.gaiabodem.nl
Van Iersel Compost	Biezenmortelsestraat 57	5074 RJ	Biezenmortel	(0411) 64 13 29	info@vanierselcompost .nl	www.vanierselcompost.com
Koch Bodemtechniek	Kamille 18	7422 SR	Deventer	(0570) 50 20 10	Kochbodem@eurolab.nl	www.eurolab.nl
Team Ecosys	Molenstraat 15	7391 AA	Twello	(0571) 27 51 53	info@team-ecosys.nl	www.team-ecosys.nl

Bijlage 3 Enquêteformulier

Vragenlijst bij mestmonster 2003

Naam:

Er is in tweede helft april door BGGG monsternemer een mestmonster van circa 25 liter opgehaald.

Deze vragenlijst is bedoeld om achtergrondinformatie bij dat monster te krijgen.

1 Bemonsterde partij

Wat is de naam van de partij waaruit de mest genomen is?

Deze partij bevond zich in een:

mestopvang in stal

mestkelder wat geen opvang is

mestsilo

mestzak

anders, nl

Hoeveel mest heeft er maximaal in de partij gezeten de afgelopen winter?

Hoeveel mest zat er in op het moment van monsternamen?

Geef korte omschrijving van wijze van monsternamen

<input type="text"/>	kuub
<input type="text"/>	kuub

<input type="text"/>
<input type="text"/>
<input type="text"/>

2 Herkomst van de partij

Deze partij mest is geheel op het eigen bedrijf geproduceerd

Zo niet, hoeveel van welke soort mest is er bij gevoegd?

ja/nee	(omcirkel)
--------	------------

soort:

hoeveelheid	kuub
	kuub
ja/nee	

Deze partij is geheel of gedeeltelijk uit andere opslag overgepompt

De bemonsterde partij mest is geproduceerd door de volgende dieren:

aantal	diersoort						
	melkkoeien	0	alle mest	0	alle urine	0	voerresten
	jongvee (1-2 jaar)	0	alle mest	0	alle urine	0	voerresten
	jongvee (0-1 jaar)	0	alle mest	0	alle urine	0	voerresten
	0	alle mest	0	alle urine	0	voerresten
	0	alle mest	0	alle urine	0	voerresten

Bevat de bemonsterde partij mest van de zomerperiode?

0 niet of nauwelijks

0 ja een hoeveelheid van betekenis

3 Andere "grondstoffen"

Welk type strooisel gebruikte u in de winter 2002/3?

	kg/koe/maand	Zo ja, welke?	Paste u mestbehandeling toe?	<input type="text" value="ja / nee"/>
0 geen			0	FIR
0 rood zaagsel	< 10 / 10-30 / >30		0	EM
0 wit zaagsel/witte houtkrullen	< 10 / 10-30 / >30		0	Cobio Lisier
0 gemalen koolzaadstro	< 10 / 10-30 / >30		0	Euro Mestmix
0 lang tarwestro	< 10 / 10-30 / >30		0	Lavameel
0 gehakseld of gemalen tarwestro	< 10 / 10-30 / >30		0	anders nl.:.....
0 anders nl.:	< 10 / 10-30 / >30			

Komt er extra water in de mestopslag?

Zo ja, welk water?

- 0 reinigingswater melkinstallatie
- 0 reinigingswater melkstal
- 0 hemelwater
- 0 grondwater
- 0 afvalwater uit woonhuis
- 0 anders nl.:

Welke andere stoffen komen er bij de mest?

1	
2	

0 klauwontsmettingmiddelen Aantal verse voetbaden in de winterperiode?
ontsmettingsmiddel(en)

0 anders, nl.:

4 Mixen en pompen

Hoe vaak is deze partij mest in totaal door elkaar gemengd, hetzij door pompen of door mixen?

 keer

5 Eigen beoordeling

De mestkwaliteit van de bemonsterde mest is:

 perfect / goed / matig / slecht /

6 Schrijf hieronder bijzonderheden over de bemonsterde mest

7 Wat zijn volgens u de drie belangrijkste kenmerken van goede mest?

1	
2	
3	

Bijlage 4 Analyses BBS

Tabel 43 Analyseresultaten BBS

Mestpartij	Herkomst	Aanduiding	N g/kg prod.	NNH ₄ g/kg prod.	DS g/kg prod.	AS g/kg ds	K mg/kg ds	Na mg/kg ds	P mg/kg ds	N(gedr) mg/kg ds	%NDF % in ds	%ADF % in ds
01	MPP	HSG	7,41	4,98	98,8	214,8	57062	2906	8346	18952	38,80	26,82
02	MPP	HGJ	7,33	5,00	76,8	320,0	90597	6354	12552	26463	21,73	15,66
03	MPP	HGO	7,34	4,71	121,0	306,8	47423	3027	8068	18268	36,93	25,70
04	MPP	HST	5,97	4,20	88,8	151,5	32125	2125	6216	14507	56,38	42,70
05	MPP	LSG	5,98	3,27	116,9	210,3	53440	3624	7611	22560	36,81	26,91
06	MPP	LSN	5,20	3,13	105,9	160,6	38871	1765	5340	15983	48,94	31,94
07	MPP	LGO	4,02	2,01	115,1	290,8	32759	2930	4662	15029	39,12	27,90
08	MPP	LST	4,33	2,60	100,3	182,9	22735	2776	5138	17123	52,65	38,25
13	Bioveem	Vis	4,72	1,95	111,7	273,3	44295	4252	7774	23625	33,36	27,44
14	Bioveem	Tomassen	3,68	1,96	74,5	263,1	60658	2587	6618	20791	35,16	25,41
15	Bioveem	Duyndam	2,76	1,55	55,7	356,5	68801	3854	7497	21997	24,53	20,94
16	Bioveem	van Lierde	3,37	1,73	70,3	266,1	58007	6422	6023	22009	36,91	28,94
17	Bioveem	Wagenvoort	4,81	2,37	97,5	302,0	57988	3410	5795	22092	27,60	23,38
18	Bioveem	Elderink	3,96	2,03	94,5	234,1	52306	2645	5854	17353	43,14	31,78
19	Bioveem	Oosterhof	3,81	1,77	93,5	220,6	55722	3091	5837	19044	38,31	26,95
20	Bioveem	van Dorp	4,24	1,48	120,5	198,7	35609	1539	6959	21919	41,06	28,03

Bijlage 5 Analyses Koch Bodemtechniek

Mestpartij	RAPPNR	drogestof g/kg prod	ruw as g/kg prod	org. Stof g/kg prod	NH ₄ -N g/kg prod	N-org g/kg prod	N-tot g/kg prod	P ₂ O ₅ g/kg prod	K ₂ O g/kg prod	MgO g/kg prod	Na ₂ O g/kg prod	CaO g/kg prod	NH ₃ Em snelheid ¹⁷ g NH ₄ / ton in 8 minuten	Bodem- vriende- lijkheid ¹⁸ r	HCN- gehalte g/ton prod	Sulfidevorm. Bact totaal	extra actieven
01	30822141	100	22	78	4,2	3,2	7,4	2,7	8,9	1,4	3,3	2,6	36	3,2	3,0	0	0
02	30822142	80	25	55	4,3	3,3	7,6	2,8	10,5	1,4	3,0	2,1	>45	<2	1,2	0	0
03	30822143	119	34	85	4,2	3,1	7,3	2,8	7,8	1,5	2,4	2,1	>45	3,4	1,6	0	0
04	30822144	88	12	76	3,7	2,3	6,0	2,0	4,2	1,1	1,4	1,8	>45	3,5	1,1	1	1
05	30822145	120	37	83	2,8	2,3	5,1	2,1	7,5	1,2	3,1	1,9	27	2,9	8,0	0	0
06	30822146	109	17	92	2,8	2,8	5,7	2,1	6,2	1,3	2,4	1,7	17	6,2	1,2	0	0
07	30822147	117	31	86	1,8	2,3	4,1	1,6	5,3	1,2	2,0	2,1	14	4,4	6,8	0	0
08	30822148	102	18	84	2,3	2,1	4,4	1,5	3,5	1,3	1,7	2,4	30	2,3	1,2	0	0
13	30822149	113	31	82	1,6	3,2	4,9	2,5	6,8	1,5	3,0	4,5	7	6,8	1,2	2	0
14	30822150	74	17	57	1,5	2,2	3,7	1,5	6,0	0,9	1,6	2,0	19	6,4	3,0	0	0
15	30822151	56	19	37	1,3	1,4	2,8	1,1	5,2	0,7	0,7	1,6	7	7,1	2,6	0	0
16	30822152	69	16	53	1,5	1,8	3,4	1,2	5,1	1,0	1,0	1,7	18	7,3	0,6	0	0
17	30822153	97	28	69	2,1	2,7	4,8	1,7	7,2	1,3	0,9	2,1	7	6,8	1,0	10	4
18	30822154	96	22	74	1,9	1,9	3,8	1,8	6,1	1,0	1,0	2,5	22	2,2	1,2	2	1
19	30822155	97	21	76	1,5	2,3	3,8	1,7	6,7	1,0	1,1	1,6	17	2,9	1,4	0	0
20	30822156	124	25	99	1,2	3,0	4,2	2,2	5,5	1,1	0,7	1,8	9	6,8	4,5	3	0

¹⁷ waarden > 45 zijn ten behoeve van statistische verwerking veranderd in de waarde "50".

¹⁸ waarde < 2 is ten behoeve van statistische verwerking veranderd in de waarde "1,0".

Bijlage 6 Analyses GAIA Bodemonderzoek, Van Iersel Compost en Team Ecosys

Mestpartij	GAIA Bodemonderzoek	Van Iersel Compost			Team Ecosys		
	Koolzuurproductie	chroma 1	chroma 2	chroma 3	chroma 1	chroma 2	chroma 3
01	369	8,0	8,0	sterk	8,0	8,0	sterk
02	422	9,0	8,3	sterk	8,3	8,3	sterk
03	196	8,5	8,0	sterk	8,0	8,0	sterk
04	296	6,0	7,5	sterk	7,5	7,5	sterk
05	378	1,5	6,9	redelijk	6,9	6,9	redelijk
06	377	2,0	5,5	zeer zwak	5,5	5,5	zeer zwak
07	203	4,5	4,8	zeer zwak	4,8	4,8	zeer zwak
08	202	5,0	7,0	redelijk	7,0	7,0	redelijk
13	226	3,5	7,3	redelijk	7,3	7,3	redelijk
14	307	6,5	7,0	redelijk	7,0	7,0	redelijk
15	290	7,0	8,1	sterk	8,1	8,1	sterk
16	270	5,5	7,6	zeer sterk	7,6	7,6	zeer sterk
17	329	3,0	7,1	redelijk	7,1	7,1	redelijk
18	255	2,5	6,4	zwak	6,4	6,4	zwak
19	258	4,0	6,1	zwak	6,1	6,1	zwak
20	243	7,5	7,6	redelijk	7,6	7,6	redelijk

Bijlage 7 Vergelijking proef- en praktijkmonsters Bioveem-bedrijven**Tabel 44** Vergelijking mestmonsters Van Dorp

	n	N-tot/ds	N-NH ₃ /ds	P ₂ O ₅ /ds	CNtot	CN-org
Onderzoeksmonster	1	35.2	12.3	18.5	11.4	17.5
analyse(s) 2003	1	36.8	20.5	15.9	10.2	23.6
analyses 2000-04	2	39.4	20.9	16.0	9.6	20.6

Tabel 45 Vergelijking mestmonsters Duijndam

	n	N-tot/ds	N-NH ₃ /ds	P ₂ O ₅ /ds	CNtot	CN-org
Onderzoeksmonster	1	49.5	27.9	19.2	6.5	14.9
analyse(s) 2003						
analyses 2000-04						

Tabel 46 Vergelijking mestmonsters Elderink

	n	N-tot/ds	N-NH ₃ /ds	P ₂ O ₅ /ds	CNtot	CN-org
Onderzoeksmonster	1	41.8	21.5	19	9.2	18.8
analyse(s) 2003	2	41.8	21.5	18.3	9.1	18.3
analyses 2000-04						

Tabel 47 Vergelijking mestmonsters Van Liere

	n	N-tot/ds	N-NH ₃ /ds	P ₂ O ₅ /ds	CNtot	CN-org
Onderzoeksmonster	1	47.9	24.6	16.9	7.7	15.8
analyse(s) 2003	1	40.6	24.3	14	9	23.2
analyses 2000-04	6	45.3	27.6	14.2	8.2	20.6

Tabel 48 Vergelijking mestmonsters Oosterhof

	N	N-tot/ds	N-NH ₃ /ds	P ₂ O ₅ /ds	CNtot	CN-org
Onderzoeksmonster	1	40.8	19.0	17.6	9.6	17.9
analyse(s) 2003	3	34.4	17.2	15.0	11.3	22.4
analyses 2000-04	11	40.8	19.9	16.4	9.6	18.7

Tabel 49 Vergelijking mestmonsters Tomassen

	N	N-tot/ds	N-NH ₃ /ds	P ₂ O ₅ /ds	CNtot	CN-org
Onderzoeksmonster	1	49.5	26.3	20	7.4	15.9
analyse(s) 2003						
analyses 2000-04						

Tabel 50 Vergelijking mestanalyses Vis

	N	N-tot/ds	N-NH ₃ /ds	P ₂ O ₅ /ds	CNtot	CN-org
Onderzoeksmonster	1	42.3	17.5	22.2	8.6	14.6
analyse(s) 2003						
Analyses 2000-04	7	53.7	30.6	21.9	6.3	14.4

Tabel 51 Vergelijking mestmonsters Wagenvoort

	N	N-tot/ds	N-NH ₃ /ds	P ₂ O ₅ /ds	CNtot	CN-org
Onderzoeksmonster	1	49.3	24.3	17.2	7.1	14.0
analyse(s) 2003	2	41.2	22.7	16.4	8.4	18.6
analyses 2000-04	5	43.1	23	17.9	8.1	17.0

Bijlage 8 Scores uit PCA analyses

	Proefset			Praktijkset			
	as 1: samenstelling organische stof	as 2: gehalte werkzame stikstof	as 3	as 1: gehalte werkzame stikstof	as 2: samenstelling organische stof	as 3	as 4
Variantie	62.7	15.5	10.5	40.5	21.4	13.8	12.2
Parameters							
N-NH ₄	0.19	-0.67	0.17	-0.51	-0.14	-0.47	0.16
CaO	0.19	-0.04	-0.82				
K ₂ O	0.36	0.00	0.14	-0.46	-0.34	-0.14	-0.26
MgO	0.28	-0.46	-0.25	-0.37	0.53	-0.44	0.05
P ₂ O ₅	0.34	-0.29	0.14	-0.41	0.10	0.53	0.72
N-org	0.37	0.07	0.04	-0.32	0.55	0.42	-0.55
os	-0.28	-0.32	0.19	0.35	0.52	-0.32	0.28
NDFos	-0.37	-0.26	-0.09				
ADFos	-0.34	-0.19	-0.37				
Nos	0.37	0.23	-0.09				
Mestmonsters							
01	0.97	-1.74	0.12	-3,45	0,28	-0.44	2.62
02	6.75	-1.87	0.69	-8,76	-0,48	0.45	2.60
03	0.12	-0.39	0.63	-1,72	-1,17	0.45	1.36
04	-3.29	-2.53	-0.22	-0,19	0,8	-1.62	3.04
05	0.16	0.59	1.47	0,76	0,03	0.07	0.49
06	-2.42	-0.76	0.85	1,05	0,69	-0.83	1.95
07	-2.39	1.10	0.02	2,19	-1,44	0.31	-0.07
08	-3.13	-1.01	-1.11	2,44	0,55	-1.41	1.30
13	1.46	0.67	-2.56	-0,08	0,41	1.69	0.59
14	0.71	0.58	-0.32	-0,53	-0,56	0.55	0.31
15	2.49	1.30	-0.63	-1,66	-2,27	0.73	-0.46
16	0.55	0.18	-0.67	-0,13	-0,09	-0.10	-0.29
17	1.45	1.19	0.08	-0,53	-0,51	0.59	-0.78
18	-1.48	0.36	-0.66	1,06	-0,5	0.51	0.82
19	-0.78	0.95	1.02	1,22	-0,2	0.43	0.24
20	-1.18	1.40	1.31	2,58	0,61	1.40	0.64

Bijlage 9 Gemiddelde gehalten op de parameters in praktijkset na indeling op basis van de PCA-analyse**Tabel 52** P₂O₅ (g/kg ds) in gedefinieerde groepen (mestindeling 2)

		Samenstelling organische stof		Gemiddeld
		Arm	rijk	
Gehalte werkzame stikstof	hoog	19.3	19.4	19.4
	laag	16.5	16.6	16.6
Gemiddeld		17.7	17.8	17.8

Tabel 53 K₂O (g/kg ds) in gedefinieerde groepen (mestindeling 2)

		Samenstelling organische stof		Gemiddeld
		arm	rijk	
Gehalte werkzame stikstof	hoog	91.6	78.5	85.1
	laag	69.4	62.5	66.1
Gemiddeld		78.8	69.4	74.2

Tabel 54 MgO (g/kg ds) in gedefinieerde groepen (mestindeling 2)

		Samenstelling organische stof		Gemiddeld
		arm	rijk	
Gehalte werkzame stikstof	hoog	13.6	16.1	14.8
	laag	11.5	13.8	12.6
Gemiddeld		12.4	14.8	13.6

Tabel 55 Os (g/kg ds) in gedefinieerde groepen (mestindeling 2)

		Samenstelling organische stof		Gemiddeld
		arm	rijk	
Gehalte werkzame stikstof	hoog	712	757	734
	laag	747	780	763
Gemiddeld		733	770	751

Bijlage 10 Chromabeelden

Monsternr. 51.1



Monsternr. 51.2

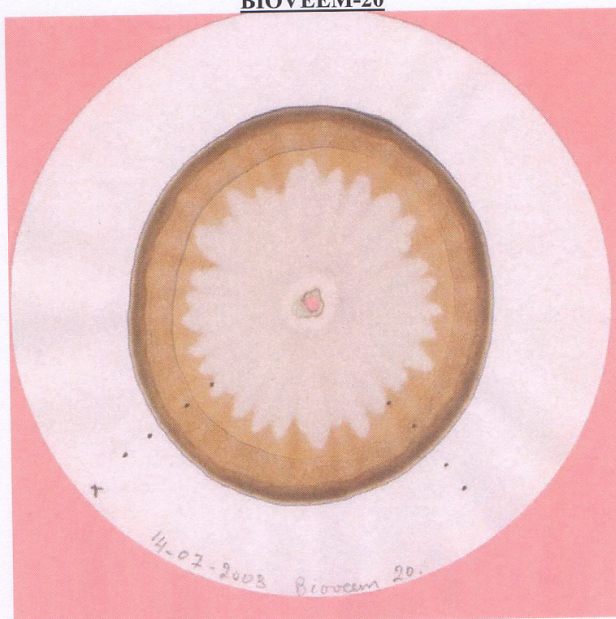


BIOVEEM Mestchromaproef: Chroma's Bedrijven

BIOVEEM-19



BIOVEEM-20



Bijlage 11 Inventarisatie mestopslag

MestPartij	Diersoort	Opslag	Strooisel	Water	Toevoeg- middel	Klauw- ontsmettings middel	Mixfrequen- tie	Mest van weidende koeien	Gier
M01	DK	TANK	geen	geen	geen	geen	laag	nee	nee
M02	DK	TANK	geen	geen	geen	geen	laag	nee	nee
M03	DK	TANK	geen	geen	geen	geen	laag	nee	nee
M04	DK	TANK	geen	geen	geen	geen	laag	nee	nee
M05	DK	TANK	geen	geen	geen	geen	laag	nee	nee
M06	DK	TANK	geen	geen	geen	geen	laag	nee	nee
M07	DK	TANK	geen	geen	geen	geen	laag	nee	nee
M08	DK	TANK	geen	geen	geen	geen	laag	nee	nee
M13	MK_DK_JV	STAL	rood zaagsel	MIW/MSW	geen	geen	middel	nee	nee
M14	MK	STAL	wit zaagsel	MIW/MSW	geen	FORM	middel	ja	nee
M15	MK	STAL	wit zaagsel	MSW	geen	FORM	middel	nee	ja
M16	MK_DK_JV	SILO	tarwe stro	MIW/MSW	geen	geen	laag	nee	ja
M17	MK	STAL	tarwe stro	MSW	geen	HOMEO	hoog	ja	nee
M18	MK_DK_JV	STAL	tarwe stro	geen	geen	geen	hoog	nee	nee
M19	MK_DK_JV	STAL	tarwe stro	geen	geen	geen	hoog	nee	nee
M20	MK	STAL	wit zaagsel	MIW/MSW	geen	FORM	laag	nee	nee

1. Diersoort: door welke dieren is de mest geproduceerd?
DK = Droogstaande melkkoeien; MK = lacterende melkkoeien; JV = Jongvee
2. Opslag: uit welk type opslag is het mestmonster genomen?
TANK = kuubstank; STAL = mestpunt onder stal/roostervloer; SILO = mestsilo
3. Strooisel: werd er strooisel gebruikt op de ligplaatsen van de dieren en welk type?
4. Spoelwater: of en welk type spoelwater er op de mestopslag werd "geloosd"?
MIW = water van reinigen melkinstallatie (waarbij reinigingsmiddelen worden gebruikt); MSW = water van schoonspuiten melkstal
5. Mesttoevoegmiddel: of en welk mesttoevoegmiddel toegepast werd?
6. Klauwontsmettingmiddel: of en welk type klauwontsmettingmiddel toegepast werd?
FORM = formaldehyde; HOMEO = homeopatisch middel
7. Mixfrequentie: met welke frequentie werd de mest gemixt gedurende de winterperiode voorafgaand aan monsternamen?
laag = maximaal 1 keer per winter; middel = meer dan 1 keer per winter en minder dan 1 keer per 6 weken;
hoog = vaker dan 1 keer per 6 weken
8. Mest van weidende melkkoeien: bevatte de bemonsterde partij mest ook mest van weidende melkkoeien (vroeg weiden)?
9. Gier: bevatte de bemonsterde partij ook een substantiële hoeveelheid gier (percolaat van een mestvaalt in open lucht)?