



# Mestverwerking varkenshouderij

## Agro, Bouwmans te Bakel

Verdoes (Praktijkonderzoek Veehouderij)  
Timmerman (Praktijkonderzoek Veehouderij)  
A.J. Starmans (IMAG)

**VARKENS**



# Colofon

## PraktijkBoek nr. 12

### Uitgever/bestellen:

Praktijkonderzoek Veehouderij  
Postbus 2176  
8203 AD Lelystad  
Tel: 0320 - 293211  
Fax: 0320- 241584  
E-mail: [info@pv.agro.nl](mailto:info@pv.agro.nl)  
Internet: <http://www.pv.wageningen-ur.nl>

### Redactie:

Afdeling Kennisexploitatie en Marketing

### Fotografie:

Afdeling Voorlichting PV

### Drukker:

Drukkerij Cabri bv  
Lelystad

Eerste druk 2002/oplage 75

De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor gevolgen bij gebruik van in deze brochure vermelde gegevens.

# Inhoud

Voorwoord	1
Samenvatting	2
1 Inleiding	4
2 Beschrijving systeem OrgAgro	7
3 Onderzoek:	
<b>materialen en methoden</b>	9
3.1 Monsternamen en analyse	9
3.2 Bacteriën in mestkelder en volumemeting	9
3.3 Gasvormige emissies	10
3.4 Energiegebruik	12
3.5 Economische evaluatie	13
4 Onderzoek:	
<b>resultaten en discussie</b>	14
4.1 Capaciteit systeem	14
4.2 Samenstelling stromen	14
4.3 Massabalans	16
4.4 Gasvormige emissies	17
4.5 Energiegebruik	19
5 Economische evaluatie	20
6 Conclusies	22
7 OrgAgro in breder perspectief	23
Literatuur	26
Bijlagen	27
Overige publicaties over mestverwerking	32

# Voorwoord

In opdracht van het Productschap voor Vee, Vlees en Eieren is door het Praktijkonderzoek Veehouderij een onderzoeksprogramma uitgevoerd met de titel 'Toepassingsmogelijkheden mestverwerking op varkenshouderijbedrijven'. Het doel hiervan is het bevorderen van kansrijke technologieën voor de verwerking van varkensmest. Eind 1999/begin 2000 is een inventarisatie gemaakt van alle initiatieven in Nederland op het gebied van varkensmestverwerking. De initiatieven werden globaal getoetst op technische betrouwbaarheid, economische haalbaarheid, verwachte afzetmarkt voor producten, innovativiteit, mate van mineralenhergebruik, ontwikkelingsstadium en verwachte emissies naar lucht, water en bodem. Er werden tien mestverwerkingsystemen geselecteerd voor het onderzoeksprogramma. De resultaten van het onderzoek bestaan voor elk systeem uit een objectief overzicht van de werking van de technologie, samenstelling van de producten, optredende emissies, investeringskosten en operationele kosten.

Het onderzoeksprogramma is begeleid door een programmateam met de volgende samenstelling:  
Ir. J. Doornbos (tot juli 2000) (BMA)  
W. van Gemert (NVV)

Ir. P.J.W. ten Have (BMA)  
M. Jonkheid (PV, secretaresse)  
Dr.ir. C.E. van 't Klooster  
(tot december 2000) (IMAG)  
Ir. R.W. Melse  
(tot 1-1-2002 PV, daarna IMAG)  
G. Oosterlaken (LTO)  
Dr.ir. S.J. Oosting  
(december 2000 – juli 2001) (IMAG)  
E. Ordelman (NAJK)  
Dr.ir. D.A.J. Starmans  
(na juli 2001) (IMAG)  
Ir. N. Verdoes (PV, voorzitter)  
Ir. M.C. Vonk (PVV)

Een van de onderzochte systemen is OrgAgro dat opgesteld is op het varkenshouderijbedrijf Bouwmans in Bakel. Voor u liggen de resultaten van dat onderzoek. We danken de familie Bouwmans voor de medewerking aan het onderzoek.

Tot slot spreek ik de hoop uit dat varkenshouders door dit onderzoek meer helderheid krijgen over de toepassingsmogelijkheden van verschillende mestverwerkingstechnieken, waardoor de onzekerheid over de (meestal grote) investeringen verkleind wordt.

Ir. N. Verdoes  
Projectmanager Milieu  
Praktijkonderzoek Veehouderij

# Samenvatting

In het kader van het onderzoeksprogramma van het Praktijkonderzoek Veehouderij 'Toepassingsmogelijkheden mestbewerking op varkenshouderijbedrijven' is onderzoek uitgevoerd aan het OrgAgro

Mestverwerkingsstelsel, ontwikkeld door De Heus Brokking Koudijs B.V. te Ede in samenwerking met LVN Bio Producten te Maasbracht. Met dit stelsel kan varkensdrijfmest batchgewijs (duur 3-5 weken) worden omgezet in een vloeibare meststof (OrgAgro), geschikt voor toepassing in substraatteelt van glasgroente en sierteelt.

Eerst werden wekelijks anaërobe bacteriën aan de varkensdrijfmest in de mestput toegevoegd; een startgift en een onderhoudsgift. De anaërobe bacteriën moesten ervoor zorgen dat de vaste stof werd verteerd, waardoor de vloeistof een lagere viscositeit krijgt. Organisch gebonden stikstof moest worden omgezet in ammoniumstikstof. Vervolgens werd de mest uit de put over een zeefbocht gepompt. De vloeibare fractie ging naar een overkapte silo van 250 m<sup>3</sup> en de vaste fractie naar een container. Aan de vloeibare fractie werden daarna aërobe bacteriën toegevoegd. Door een deel (circa 10%) van de vloeibare fractie uit de silo dagelijks 2 uur over de zeefbocht te leiden, werd enig zuurstof inge-

bracht. Tevens scheidde zich een additionele vaste fractie af. Na een verblijftijd van 3 tot 5 weken in de silo is de vloeibare fractie verwijderd en gebruikt als meststof voor teeltproeven in de tuinbouw.

Getracht is door een meetprogramma inzicht te krijgen in de capaciteit van het proces, de samenstelling van de meststromen, de emissies die bij het proces optreden, de operationele kosten en het perspectief van de techniek. Het onderzoek heeft plaatsgevonden van december 2000 tot maart 2001. De monsternamen en metingen van de volumestromen (door De Heus Brokking Koudijs uitgevoerd) zijn niet volledig volgens het voorgeschreven protocol van het Praktijkonderzoek Veehouderij (PV) gebeurd. De resultaten dient men in dit licht te beoordelen.

De verwerkingscapaciteit van het biologische mestverwerkingsstelsel OrgAgro bedraagt 2.500 ton per jaar. Ongeveer 97% van het volume van de ingaande mest wordt omgezet tot een vloeibare fractie en 3% in een dikke fractie. Om een goede massabalans voor het OrgAgro stelsel te kunnen opstellen zijn aanvullende metingen noodzakelijk.

Vaststelling van de gasvormige emissies heeft niet kunnen plaatsvinden

omdat de luchtdebieten niet konden worden gemeten. Er hebben alleen concentratiemetingen plaatsgevonden. Omdat de concentraties op slechts twee momenten zijn gemeten en bovendien de wijze van mestverwerking op de beide meetmomenten verschilde, evenals de lokale weersomstandigheden, kunnen we geen conclusies verbinden aan de resultaten.

Als de volledige capaciteit van het OrgAgro systeem wordt benut, bedragen de kosten van het mestverwerkingsproces € 5,21 per ton ingaande drijfmest. Afhankelijk van de ontwikkeling van de afzetmarkt voor de producten moet men rekening houden met een extra kostenpost € 6,16 tot € 18,00 per ton ingaande drijfmest.

De werking van het bacteriepreparaat is in dit onderzoek niet op alle aspecten onderzocht. Uit een oriënterend onderzoek in vaten kon de werking niet worden aangetoond. De dunne mestvloeistof werd in teeltproeven ingezet in de substraatteelt. Van het totale volume vloeibare meststoffen in genoemde teelten was het aandeel van het product OrgAgro maximaal 5%. In de dunne fractie na mestscheiding komt veel ammoniumstikstof voor. Planten hebben vooral behoefte aan nitraatstikstof. Het OrgAgro systeem wordt daarom in de toekomst uitgevoerd met een beluchtingstap. Hierdoor zullen de bewerkingskosten met ongeveer € 6 per ton toenemen. Echter de afzetmogelijkheden in de substraatteelt nemen daardoor toe. Nader onderzoek hiernaar is gewenst.

# 1 Inleiding

In 1998 is het Mineralen Aangifte Systeem (MINAS) (Anoniem, 1998) van kracht geworden. Dit systeem heeft als doel de mineralenaanvoer en -afvoer per bedrijf met elkaar in evenwicht te brengen. Wanneer het verschil tussen aan- en afvoer groter is dan een vastgestelde verliesnorm moet men een heffing betalen. Daarnaast is Europese wetgeving in ontwikkeling (Nitraat-richtlijn) die vastlegt welke hoeveelheid stikstof uit dierlijke mest maximaal mag worden aangewend per hectare bouw- of grasland.

Door de geschetste wet- en regelgeving zijn de mogelijkheden voor mestafzet verminderd en de kosten toegenomen. Tevens wordt steeds vaker de wens geuit om een duurzame landbouw te ontwikkelen waarin efficiënter gebruik van mineralen uit dierlijke mest een belangrijke plaats inneemt. Mestbewerking of -verwerking is een manier om hergebruik van mineralen te stimuleren en vormt een mogelijke oplossing voor het mineralenoverschot. Het doel van mestverwerking is om producten te maken die een kleiner volume innemen en een hogere waarde vertegenwoordigen dan de mest zelf. Dit proces moet tegen acceptabele kosten uitgevoerd worden.

## Onderzoekskader

In opdracht van het Productschap voor Vee, Vlees en Eieren (PVV) werd in 2000 door het Praktijkonderzoek Veehouderij (PV) een onderzoeksprogramma gestart met als titel 'Toepassingsmogelijkheden mestverwerking op varkenshouderijbedrijven'. Er werd een inventarisatie gemaakt van alle initiatieven in Nederland op het gebied van varkensmestverwerking. Op deze manier werd informatie verzameld van circa 80 projecten op dit gebied. De verschillende technieken en ideeën voor mestverwerking in deze projecten werden vervolgens getoetst aan de hand van een aantal criteria. De belangrijkste toetsingscriteria waren technische betrouwbaarheid, economische haalbaarheid, verwachte afzetmarkt voor producten, innovativiteit en de marktintroductie dient binnen 2 jaar te geschieden. Ook dienen de systemen vervuiling van bodem en water, emissie van geur, ammoniak en broeikasgassen te voorkomen. De systemen dienen hergebruik van mineralen te stimuleren, waardoor het mineralenoverschot kan worden teruggebracht. Op grond van deze toetsing werden tien mestverwerkingsystemen geselecteerd (tabel 1). Een aantal systemen is ontwikkeld door individuele varkenshouders en

**Tabel 1** Overzicht geselecteerde verwerkingssystemen voor varkensmest

Naam	Techniek	Producten (m <sup>3</sup> /jaar)	Capaciteit	Opmerking
<i>Mechanisch / Chemisch:</i>				
1 De Swart	Strobedfilter, verdamping met zonlicht, luchtzuivering	Vloeibare fractie, N-rijk condens, vaste fractie	1.600 *	Eenvoudige technieken
2 Dirven	Vijzelpers, centrifuge, microfiltratie	Vloeibare fractie, concentraat, vaste fractie	3.600 *	
3 Agramaat	Flotatie, kamerfilterpers, microfiltratie, omgekeerde osmose	Vaste fractie, concentraat, filtraat (water)	8.000 **	Mobiel
4 Mest-op-maat	Toevoegen mineralen, menging van verschillende mestsoorten	Vloeibare meststof met constante kwaliteit	25.000 **	Regionaal
5 Mestec	Zeef, flotatie, ultrafiltratie, omgekeerde osmose	Schoon water, concentraat, vaste fractie	50.000 **	Mobiel
<i>Biologisch:</i>				
6 Biovink	Beluchting, toevoeging kalk en melasse	Slib, vloeibare fractie	3.000 *	Omzetting naar N <sub>2</sub>
7 OrgAgro	Toevoeging bacteriën, mengen, zeefbocht	Vloeibare meststof voor kaskweek, vaste fractie	2.500 **	Eenvoudig, goede afzetmogelijkheden
<i>Thermisch:</i>				
8 Bouwman	Compostering in droogtrommel, luchtreiniging	Compost, condens	10.000 **	Gesteriliseerde producten
9+ Manura® 10 2000	Centrifuge, verwarmen, strippen, condenseren	Schoon water, N-concentraat, NPK-concentraat, vaste fractie	16.000 *	Gesteriliseerde producten

\* Informatie gebaseerd op onderzoek uitgevoerd onder begeleiding van Praktijkonderzoek Veehouderij

\*\* Informatie aangeleverd door leverancier

een aantal is ontwikkeld door de toeleverende industrie. De systemen bevinden zich op

locatie bij een varkensbedrijf of bij een loonwerker met mestopslag.

Dit rapport is een verslag van het onderzoek naar een van de tien onderzochte systemen.

### **Onderzoeksdoel**

Het doel van het onderzoek is het testen en analyseren van de werking van de als kansrijk geachte mestverwerkingsystemen. Van ieder systeem moet een nutriëntenbalans worden gemaakt, informatie worden verzameld over de stabiliteit van de procesvoering, optreden van storingen, capaciteit, kosten en energiegebruik en van elk systeem moet de milieubelasting worden bepaald door het meten van optredende emissies van broeikasgassen, ammoniak en geur.

### **Onderzoekopzet**

Het onderzoek bestond uit:

1. Vastlegging van technische prestaties van het mestverwerkingsysteem gedurende 4 weken. Geregistreerd werden: hoeveelheid en samenstelling mest, hoeveelheden en samenstelling eindproducten, energieverbruik, storingen, stabiliteit proces etc. Deze metingen zijn grotendeels uitgevoerd door de varkenshouder of door de leverancier van het mestverwerkingsysteem. De metingen zijn uitgevoerd volgens een vooraf door het Praktijkonderzoek Veehouderij (PV) opgesteld monsternamen- en meetprotocol. Het personeel van het PV heeft regelmatig de diverse systemen bezocht, contact onderhouden en betrokkenen begeleid om betrouw-

bare meetresultaten te verkrijgen. De resultaten van de uitgevoerde metingen en analyses aan systeem OrgAgro zijn door de Heus Brokking Koudijs B.V. aan het PV gerapporteerd (De Neve, 2001).

2. Meting van gasvormige emissies. De emissie van ammoniak, broeikasgassen en geur werd tweemaal gemeten terwijl het systeem in bedrijf was. Het IMAG bv te Wageningen heeft de metingen uitgevoerd en besproken in onderliggend rapport. De metingen zijn reeds eerder gerapporteerd als IMAG rapport (Gijssels et al., 2001).

### **Relevantie van onderzoek**

Met behulp van de informatie uit het onderzoek kan een varkenshouder een systeem uitkiezen dat het beste past in zijn of haar situatie. Er is namelijk objectieve informatie beschikbaar over investeringen, operationele kosten, werking van het systeem, samenstelling van de producten etc. Ook de gevolgen voor de MINAS-boekhouding kunnen van tevoren worden vastgesteld. Omdat alle emissies van geur, ammoniak en broeikasgassen zijn gemeten, kunnen de resultaten ook een rol vervullen bij de aanvraag van de benodigde vergunningen voor een mestverwerkinginstallatie, omdat men tevoren kan inschatten wat de milieubelasting van een dergelijke installatie zal zijn.



## 2 Beschrijving systeem OrgAgro

Het OrgAgro mestverwerkingsysteem van De Heus Brokking Koudijs B.V. stond op het varkensbedrijf van de heer Bouwmans uit Bakel. Het varkensbedrijf bestaat uit gemiddeld 1600 vleesvarkens en produceert jaarlijks ongeveer 1760 ton drijfmest.

### **Beschrijving systeem OrgaAgro**

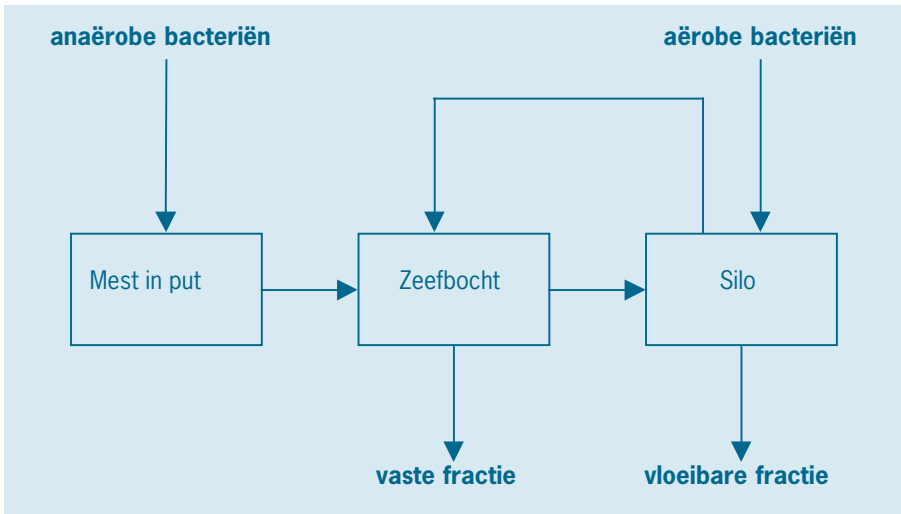
De Heus Brokking Koudijs B.V. te Ede heeft in samenwerking met LVN Bio Producten te Maasbracht het OrgAgro mestverwerkingsysteem ontwikkeld. Hiermee kan varkensdrijfmest batchgewijs worden omgezet in een vloeibare meststof (OrgAgro), geschikt voor toepassing in substraatteelt van glasgroente en sier-teelt. De grootte van een batch was circa 250 m<sup>3</sup> en de tijdsduur voor het verwerken van de batch 3 tot 5 weken. Het mestverwerkingsproces bestond uit twee fasen.

In fase 1 is wekelijks anaërobe bacteriën aan de varkensdrijfmest in de mestput toegevoegd, door een oplossing met anaërobe bacteriën op de mest te gieten. De anaërobe bacteriën moesten ervoor zorgen dat de vaste stof werd verteerd, waardoor de vloeistof een lagere viscositeit krijgt. Organisch gebonden stikstof moest worden omgezet in ammoniumstikstof. Bij de start moest eenmalig 30 gram van het bacteriepreparaat Degra-Mes) per aanwezige kuub mest

toegediend worden. Om het proces op gang te houden diende daarna aan iedere geproduceerde kuub mest 10 gram toegevoegd te worden.

In fase 2 is de mest uit de put over een zeefbocht (figuur 1) gepompt, waar de mest in een vaste en een vloeibare fractie werd gescheiden. De vloeibare fractie ging vervolgens naar een overkapte silo van 250 m<sup>3</sup>, de vaste fractie naar een container. De diameter van de opslagsilo bedroeg 11,5 meter en de hoogte 2,5 meter. Aan de vloeibare fractie werd vervolgens een preparaat met aërobe bacteriën toegevoegd. Door een deel (circa 10%) van de vloeibare fractie uit de silo dagelijks twee uur over de zeefbocht te leiden, werd enig zuurstof ingebracht. Hierbij werd een additionele hoeveelheid vaste fractie afgescheiden, die bij de eerder afgescheiden vaste fractie in de container werd gevoegd. Tijdens deze fase zou de viscositeit van de mest verder afnemen. Na een verblijftijd van 3 tot 5 weken in de silo werd de vloeibare fractie verwijderd en gebruikt als meststof voor teeltproeven in de tuinbouw.

In figuur 1 is het proces schematisch weergegeven.



*Figuur 1 Schematische weergave van het OrgAgro systeem*

# 3 Onderzoek: materiaal en methoden

De werking van het systeem is onderzocht en gevolgd in de periode van 15 december 2000 tot en met 15 maart 2001. Gedurende deze periode zijn metingen uitgevoerd, monsters genomen en alle voorkomende werkzaamheden en relevante ervaringen genoteerd.

## 3.1 Monstername en analyse

Van de ingaande mest en van de producten werden monsters genomen door een monsterbeker in de vloeistofstroom te houden. Deze monsters werden in het laboratorium geanalyseerd volgens standaard methoden (NNI, 1998). Volgens het monstername- en meetprotocol moesten de volgende analyses worden uitgevoerd voor alle vloeistof- en massastromen:

- droge stof
- as rest
- stikstof-totaal
- ammonium-stikstof
- fosfaat-totaal
- kalium
- pH
- elektrische geleidbaarheid

Volgens het monstername- en meetprotocol moesten ook de volgende analyses worden uitgevoerd voor de ingaande meststroom en de vloeibare fractie:

- vluchtige vetzuren

- nitraat
- nitriet
- koper
- zink
- cadmium

Volgens het monstername- en meetprotocol moesten ook de volgende analyses worden uitgevoerd voor de vloeibare fractie:

- natrium
- chloride
- chemisch zuurstofverbruik
- sulfaat
- bicarbonaat
- calcium
- magnesium
- ijzer
- mangaan
- borium

## 3.2 Bacteriën in mestkelder en volumemeting

Aan de mest in de mestkelder werd op regelmatige basis een mengsel van anaërobe bacteriën toegevoegd. Hierdoor zouden de viscositeit van de mest en het ammonium-stikstofgehalte verlaagd worden. Om te bepalen of de toediening van deze bacteriën inderdaad een verandering van de mest bewerkstelligde, werd de volgende proef uitgevoerd. Twee vaten (T1 en T2) van 200 liter werden gevuld met drijfmest en waren niet afgesloten. Alleen aan vat

T1 werden anaërobe bacteriën toegevoegd. De vaten waren in de stal geplaatst om het klimaat in de mestkelder zo goed mogelijk te benaderen. Vervolgens nam men tweewekelijks monsters van beide vaten en moesten volgens het monstername- en meetprotocol de volgende componenten worden geanalyseerd:

- droge stof
- as rest
- stikstof-totaal
- ammonium-stikstof
- nitraat
- nitriet
- fosfaat-totaal
- zuurtegraad
- elektrische geleidbaarheid
- vluchtige vetzuren
- bicarbonaat
- viscositeit

### **Volumemeting**

Hieronder wordt beschreven op welke wijze de verschillende debieten in het systeem zijn bepaald.

### **Ingaande mest**

De hoeveelheid ingaande meststroom is niet gemeten en daarom berekend uit de som van de hoeveelheid vloeibare fractie en de hoeveelheid vaste fractie.

### **Vaste fractie**

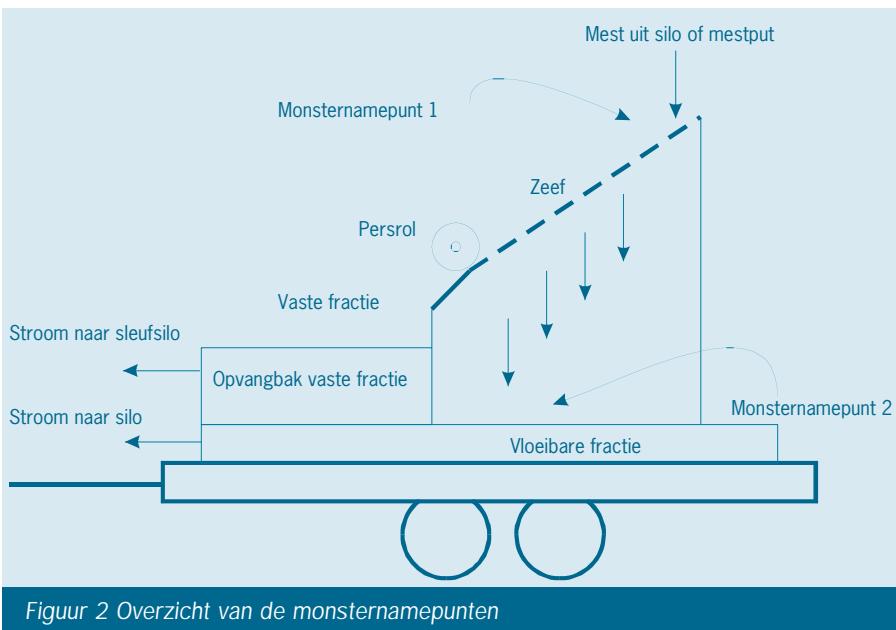
De hoeveelheid vaste fractie die gedurende een week werd geproduceerd is apart opgeslagen en vervolgens gewogen.

### **Vloeibare fractie**

Bij het begin van een batch is gestart met een lege opslagsilo met een inhoud van 250 m<sup>3</sup>, die geheel werd gevuld. Omdat de ingaande mest eerst over de zeefbocht gaat, is de inhoud van de opslagsilo gelijk aan de vloeibare fractie. De inhoud van de opslagsilo is bepaald aan de hand van de ringen van de silo, die als peilpunt dienden.

### **3.3 Gasvormige emissies**

Gedurende het onderzoek zijn de gasvormige concentraties bij het zeefgedeelte, waar de mest in aanraking kwam met de buitenlucht, tweemaal vastgesteld. De metingen zijn uitgevoerd op 16 januari 2001 en op 18 september 2001. De eerste meetdag was tijdens de tweede week van een batchperiode van 4 weken, tijdens het “beluchten” van de mest in de silo. De tweede meetdag was tijdens het vullen van de silo met mest waaraan anaërobe bacteriën waren toegevoegd, voordat de mest met aërobe bacteriën behandeld was. Doordat het zeefgedeelte van het systeem stond tussen de stallen, waar de lucht tussendoor wervelde, was een betrouwbare debietmeting niet mogelijk. Vanuit twee monsternamenpunten, die circa 10 cm van de mest verwijderd waren, werd lucht verzameld. Deze lucht werd in de leidingen samen gevoegd en daarna bemonsterd, zie figuur 2.



Figuur 2 Overzicht van de monsternamepunten

De volgende parameters werden gemeten:

- buitentemperatuur en relatieve luchtvochtigheid,
- ammoniakconcentratie ( $\text{NH}_3$ ),
- broeikasgasconcentraties: kooldioxide ( $\text{CO}_2$ ), methaan ( $\text{CH}_4$ ) en lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ),
- geurconcentraties.

### Klimaat

De temperatuur ( $^{\circ}\text{C}$ ) en de relatieve luchtvochtigheid (%) van de buitenlucht werden continu gemeten met een temperatuur- en vochtsensor (Rotronic Hygromer). De meetwaarden werden geregistreerd met een datalogger.

### Ammoniak

De ammoniakconcentratie in de lucht werd bepaald door gedurende twee

uur lucht door twee in serie geschakelde gaswasflessen met salpeterzuur ( $0,02 \text{ M HNO}_3$ ) te pompen. In de eerste gaswasfles werd het ammoniak opgevangen; de tweede fles diende ter controle van eventuele verzadiging en slechte opname door de eerste fles. Het debiet van de luchtstroom door de gaswasflessen werd geregeld met een kritisch capillair ( $2 \text{ l/min}$ ); de werkelijke hoeveelheid doorgeleide lucht is bepaald met een zeepvliesmeter. Vervolgens werd de concentratie van ammoniak in de gaswasflessen nat-chemisch bepaald (NEN 6472, MSP-A014). Het leidingwerk van de monsternameflessen is van Teflon om adsorptie aan de leidingen en verlies door diffusie te voorkomen.

Voorafgaand aan de meting werd de ammoniakconcentratie in de te

bemonsteren lucht oriënterend bepaald met gasdetectiebuisjes (Kitagawa); de gemeten concentratie werd gebruikt om te bepalen welke salpeterzuurconcentraties in de gaswasflessen we moesten toepassen. De achtergrondconcentratie van ammoniak, om de metingen te corrigeren, werd eveneens gemeten met gasdetectiebuisjes.

## **Geur**

De geurmetingen werden uitgevoerd volgens het meetprotocol voor geurremissies uit de veehouderij (Anoniem, 1996). Monsterzakken gemaakt van teflon werden in 2 uur gevuld met lucht door middel van de 'long-methode'. Hierbij werd een lege monsterzak, die zich in een gesloten vat bevond, via een teflonslang gevuld met de te bemonsteren lucht. Door de lucht uit het vat te zuigen (0,5 l/min) ontstond in het vat een onderdruk en werd lucht door de monsterleiding aangezogen. De lucht werd vóór het monstervat gefilterd met een stoffilter (poriediameter 1-2  $\mu\text{m}$ ). De monsters werden binnen 24 uur geanalyseerd via olfactometrie. Een olfactometer verdunt een monster met schone lucht en biedt het mengsel aan aan een panel met een aantal mensen. Het monster wordt steeds verder verdund totdat de helft van de mensen in het panel nog juist een onderscheid kan maken tussen het verdunde monster en schone lucht. De geurconcentratie in dat verdunde monster is gedefinieerd als 1 European Odour Unit per kubie-

ke meter (1  $\text{OU}_E/\text{m}^3$ ) (Hobbs et al., 1995, NNI, 1995/1996). De geurconcentratie van het oorspronkelijke monster is gelijk aan het aantal verdunningen dat uitgevoerd is. De geuranalyses zijn uitgevoerd volgens de de Nederlands voornorm Olfactometrie (NVN 2820A) met wijzingsblad A1 (NNI, 1995/1996). De achtergrondconcentratie van geur is niet bepaald.

## **Broeikasgassen**

De luchtmonsters waarin de broeikasgassen  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  en  $\text{N}_2\text{O}$  bepaald werden, zijn verzameld in canisters (monsternamepunt 1 en 2). Een canister is een monsternamevat waarmee, door middel van een vacuüm, een luchtmonster door een capillair (4 ml/min) wordt verzameld. Door middel van spuitjes (20 ml) werden bovenwinds monsters verzameld om de achtergrondconcentratie te bepalen. Per meetperiode werd tevens bij beide silo's een luchtmonster genomen. Met een gaschromatograaf zijn de concentraties bepaald van de broeikasgassen in de monsters.

## **3.4 Energiegebruik**

De hoeveelheid elektriciteit die verbruikt is door het systeem is berekend aan de hand van het vermogen van de apparaten en de berekende gebruiksduur.

### 3.5 Economische evaluatie

Om een objectieve vergelijking van kosten van verschillende systemen

mogelijk te maken, hanteren wij een aantal uitgangspunten voor het maken van een kostenberekening. Deze zijn als volgt:

- Afschrijvingsduur machines: 7,5 jaar (13%); restwaarde = 0
- Afschrijvingsduur mestverwerkings gebouwen: 10 jaar (10%); restwaarde = 0
- Onderhoud: 3% van totale investering
- Rentevoet: 2,75% effectief
- Elektriciteitskosten, uitgaande van grootverbruik: € 0,062 / kWh
- Arbeidskosten: € 18,- / uur
- Draaiuren: maximaal 8.000 / jaar
- Mestafzetkosten: € 18,-/ton

# 4 Onderzoek: resultaten en discussie

## 4.1 Capaciteit systeem

Het systeem heeft gedurende de onderzoeksperiode goed gewerkt zonder noemenswaardige storingen. De opslagcapaciteit voor een batch bedroeg 250 m<sup>3</sup>. Bij tien batches per jaar is de maximale capaciteit van het systeem 2.500 m<sup>3</sup> drijfmest. Dit is ruimschoots boven de jaarlijkse mestproductie van 1760 m<sup>3</sup> op het bedrijf van de heer Bouwmans.

## 4.2 Samenstelling stromen

Tabel 2 toont een overzicht van de verschillende componenten over de verschillende producten. Ook de massaverdeling van de verschillende stromen is weergegeven. In de bijlagen 1, 2 en 3 vindt u de samenstel-

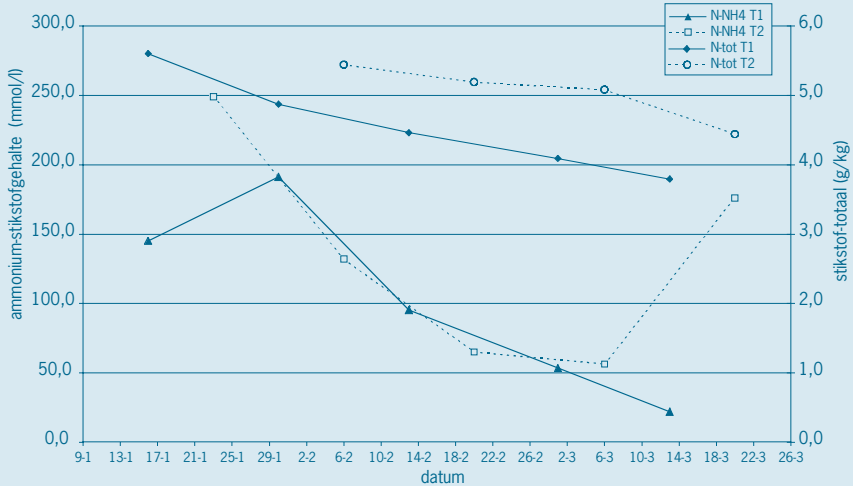
ling van de verschillende stromen in detail weergegeven. De waarden van de ingaande mest is gebaseerd op een mengmonster, dat was samengesteld uit twaalf monsters die om de anderhalf uur van de ingaande mest zijn genomen. Van de vloeibare en de vaste fractie is wekelijks een monster geanalyseerd voor 5 weken lang. De waarden van de vloeibare fractie in tabel 2 is het gemiddelde van deze analyses. De waarden van de vaste fractie in tabel 2 is het gewogen gemiddelde van deze analyses. Aangezien niet alle monsters volgens het monsternamen- en meetprotocol zijn geanalyseerd, ontbreken er getallen in tabel 2.

In totaal bedroeg de hoeveelheid vaste fractie 5097 kg. Het soortelijk gewicht is niet bepaald. Aangenomen

**Tabel 2** Gemiddelde concentraties en massaverdeling over de verschillende producten.

	Eenheid	Ingaande drijfmest	Vloeibare fractie	Vaste fractie
Hoeveelheid	% totaal	100	97	3
Droge stof	g/kg	87,0	58,4	248,3
Ruw as	g/kg	28,0	25,9	41,7
Stikstof-totaal	g/kg	6,5	6,1	7,9
Ammonium-stikstof	mmol/l	70,5	128,9	-
Fosfaat	mmol/l	10,3	7,3	-
Fosfaat-totaal	g/kg	-	1,8	-
Kalium	Mmol/l	175,0	161,9	-
PH	-	8,0	-	-





Figuur 3 De concentraties van ammonium-stikstof en stikstof-totaal in de vaten.

is dat de vaste fractie circa 600 kg/m<sup>3</sup> weegt, waardoor de hoeveelheid ongeveer 8,5 m<sup>3</sup> was. Het ammoniumgehalte is in zowel de ingaande mest als de vloeibare fractie veel lager dan verwacht, namelijk 0,987 g/l en 1,8 g/l. Bij de ingaande mest moest ongeveer 50% van de stikstof in de ammoniumvorm aanwezig zijn, dus ongeveer 3,25 g/l. Waardoor deze afwijking werd veroorzaakt, was niet meer te achterhalen. Het ammonium-stikstofgehalte is ten opzichte van de ingaande drijfmest bijna verdubbeld. Dit gehalte is een beperkende factor voor de inzet van de vloeibare fractie in de substraatteelt.

### Werking bacteriën in mestkelder

In de periode van 16 januari 2001 tot en met 20 maart 2001 is het onderzoek naar de werking van de

anaërobe bacteriën uitgevoerd. Op 16 januari zijn de vaten T1 en T2 gevuld met dezelfde mest. Aan vat T1 zijn vervolgens anaërobe bacteriën toegevoegd. In figuur 3 staan de concentraties weergegeven van het ammonium-stikstof en stikstof-totaal gehalte in de vaten T1 en T2.

De monsters van de twee vaten zijn niet op hetzelfde tijdstip genomen. Aangezien de monsters niet volgens het monsternamen- en meetprotocol zijn geanalyseerd, is de viscositeit niet bepaald. Door deze resultaten is het niet mogelijk om te bepalen of toevoeging van anaërobe bacteriën de viscositeit en het ammonium-stikstofgehalte van de mest verlaagt en dus het scheidingsrendement van de zeef beïnvloedt. Opvallend is de stijging van het ammonium-stikstofgehalte in het

onbehandelde vat T2. In T1 zijn anaërobe bacteriën toegevoegd. Die zouden organisch gebonden stikstof moeten omzetten in ammonium-stikstof. Hier werd juist een concentratieverhoging verwacht. Dit gebeurde wel in het niet-behandelde vat T2. Met de resultaten van deze proef kon de werking van het bacteriepreparaat ten aanzien van stikstof niet worden aangetoond. Om slijmstoffen af te breken en de stikstof meer in de minerale vorm te transformeren, kan mest ook vergist worden.

### 4.3 Massabalans

Met behulp van de gegevens uit tabel 2 en bijlage 1, 2 en 3 kunnen balansen worden gemaakt voor de verschillende componenten. Het doel van het opstellen van een massabalans is om de gemeten hoeveelheid die het systeem binnenkomt te vergelijken met de gemeten hoeveelheid die het systeem verlaat. Dit geeft informatie over de betrouwbaarheid van de metingen en over eventueel optredende verliezen.

In figuur 4 is voor het OrgAgro systeem aangegeven in hoeverre de

balansen van de verschillende componenten in evenwicht zijn. De getallen in figuur 3 zijn niet gecorrigeerd voor het gemeten stikstofverlies naar de omgeving in de vorm van ammoniak en lachgas (tabellen 4 en 8).

Van het mestverwerkingsysteem van OrgAgro verwachten we enig verlies van organische stof (door stimulering van koude vergisting) en stikstof (door de vervluchtiging tijdens de “beluchting”). Verwijdering van as, fosfaat en kalium wordt niet verwacht. Aangezien de monsters niet volgens het monsternamen- en meetprotocol zijn geanalyseerd kan voor fosfaat en kalium geen balans worden opgesteld.

De afwijkingen in de massabalans zijn groot. Dit wordt mogelijk veroorzaakt door het beperkte aantal monsters. Om een betrouwbare balans op te stellen zijn aanvullende metingen noodzakelijk.

Als de vaste fractie circa 2% van het ingaande massa bedraagt, is de samenstelling waarschijnlijk vooral haren en vliegenlarven. Er zal weinig organische stof meer in voorkomen. Het hoge asgehalte van 42 g/kg (bijlage 3) wijst hier ook op.



Figuur 4 Massabalans voor het OrgAgro systeem

## 4.4 Gasvormige emissies

### Klimaat

In tabel 3 staan de klimaatgegevens van de 2 meetdagen. De eerste meting vond plaats bij een lage buitentemperatuur en een harde zuidoostenwind, terwijl de tweede meting verricht werd bij een hogere buitentemperatuur en nagenoeg geen wind.

### Ammoniakemissie

In tabel 4 staan de ammoniakconcentraties tijdens de 2 meetdagen. De ammoniakconcentraties waren voor beide meetperioden sterk verschillend. Dit werd veroorzaakt door de sterk verschillende weersomstandigheden. De maximum geaccepteerde concentratie (MAC-waarde) waar mensen nog veilig aan blootgesteld mogen worden is 25 ppm (18 mg/m<sup>3</sup>).

De ammoniakemissie van het mestverwerkingsysteem kunnen we niet relateren aan de totale ammoniakemissie van het bedrijf, omdat het ventilatiedebiet niet kon worden bepaald. Voor het systeem OrgAgro kunnen we dus niet bepalen of het mestverwerkingsysteem een substantiële verhoging van de emissie veroorzaakt.

### Geur

In tabel 5 staan de geurconcentraties bij het zeefbocht tijdens de 2 meetdagen. Het is opvallend dat op 18 september een lagere geurconcentratie werd gemeten, terwijl de temperatuur hoger was en de windsnelheid lager ten opzichte van 16 januari. Echter op beide meetdagen zijn verschillende activiteiten gemeten, zodat de waarden tussen de dagen moeilijk te vergelijken zijn.

**Tabel 3** Gemiddelde temperatuur en relatieve luchtvochtigheid gedurende metingen.

	Buiten temperatuur (°c)	Relatieve luchtvochtigheid (%)
16 januari 2001	1,2	66,2
18 september 2001	13,0	-

**Tabel 4** Ammoniakconcentraat tijdens de meetdagen

	Ammoniakconcentratie (mg/m <sup>3</sup> )
16 januari 2001	1,7
18 september 2001	11,0
Gemiddeld	6,4

**Tabel 5** Geurconcentraties tijdens de meetdagen

	Geurconcentratie (OU <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> )
16 januari 2001	8792
18 september 2001	1656
Gemiddeld	5224

**Tabel 6** CO<sub>2</sub>-concentraties tijdens de meetdagen

	Achtergrond (g/m <sup>3</sup> )	Zeefinstallatie (g/m <sup>3</sup> )	Silo 1 (g/m <sup>3</sup> )	Silo 2 (g/m <sup>3</sup> )
16 januari 2001	1,4	-	44,5	6,4
18 september 2001	1,0	0,02	-	1,2

**Tabel 7** CH<sub>4</sub>-concentraties tijdens de meetdagen

	Achtergrond (g/m <sup>3</sup> )	Zeefinstallatie (g/m <sup>3</sup> )	Silo 1 (g/m <sup>3</sup> )	Silo 2 (g/m <sup>3</sup> )
16 januari 2001	0,002	-	8,3	4,8
18 september 2001	0,002	0,001	-	0,02

**Tabel 8** N<sub>2</sub>O-concentraties en –emissies tijdens de meetdagen

	Achtergrond (g/m <sup>3</sup> )	Zeefinstallatie (g/m <sup>3</sup> )	Silo 1 (g/m <sup>3</sup> )	Silo 2 (g/m <sup>3</sup> )
16 januari 2001	0	0	44,5	6,4
18 september 2001	3,9*10 <sup>-4</sup>	5,6*10 <sup>-5</sup>	-	5,6*10 <sup>-5</sup>

## Broeikasgassen

In de tabellen 6, 7 en 8 staan de concentraties broeikasgassen tijdens de 2 meetdagen. De achtergrondcon-

centratie is bij de gegeven waarden al verrekend. De waarden zijn erg onderhevig aan lokale weersomstandigheden tijdens de metingen.

## 4.5 Energiegebruik

Er werd gebruik gemaakt van een pomp met een capaciteit van 5,5 kWh om de mest vanuit de kelder naar de lege silo met een inhoud van 250 m<sup>3</sup> te pompen. De silo werd geheel gevuld met een

vulsnelheid van gemiddeld 12 m<sup>3</sup> per uur. Vanaf het moment van toevoegen van de aërobe bacteriën totdat de vloeibare fractie (OrgAgro) werd afgeleverd, is de silo dagelijks twee uur rondgepompt over de zeefbocht.

Energieverbruik van het totale systeem:

Vullen van de silo:	20 uur x 5,5 kW =	110 kWh
Rondpompen over de zeef:	2 uur x 7 dgn x 8 wkn x 5,5 kW =	<u>616 kWh</u>
Totaal energieverbruik:		726 kWh

## 5 Economische evaluatie

In tabel 9 worden de resultaten van de kostenberekening van het OrgAgro systeem weergegeven. De uitgangspunten van de berekening zijn reeds toegelicht.

De verwerkingskosten bedragen € 5,21 per ton drijfmest, excl. afzet van de producten.

In tabel 10 worden twee scenario's gedefinieerd voor de afzetkosten of -opbrengsten van de producten uit het mestverwerkingssysteem van OrgAgro. Een negatief bedrag betekent dat er betaald moet worden voor de afzet van het betreffende product, een positief bedrag betekent dat het betreffende product een opbrengst geeft.

Met behulp van deze scenario's is berekend wat de consequenties zijn voor het OrgAgro systeem. Dit is weergegeven in tabel 11.

In het positieve scenario is sprake van een extra kostenpost van € 6,16 per ton verwerkte drijfmest. De totale kosten van het OrgAgro systeem komen dan uit op € 11,37 per ton.

In het negatieve scenario is sprake van een extra kostenpost van € 18,00 per ton verwerkte drijfmest. De totale kosten van het OrgAgro systeem komen dan uit op € 23,21 per ton. Het economisch perspectief is dus sterk afhankelijk van de waardering van OrgAgro bij de substraatteleer.

**Tabel 10** Scenario's: opbrengsten voor eindproducten

Product	Scenario1 – negatief (€ / ton)	Scenario 2 - positief (€ / ton)
Product 1: vaste fractie	-18,00	0,00
Product 2: vloeibare fractie	-18,00	-6,29*

\*Volgens opgave door leverancier

**Tabel 11** Afzetopbrengst producten

Product	Hoeveelheid (ton/jaar)	Scenario 1 - negatief (€)	Scenario 2 - positief (€)
Product 1: vaste fractie	51	-918,00	0,00
Product 2: vloeibare fractie	2449	-44.082,00	-15.404,21
Opbrengst producten:		-45.000,00	-15.404,21
Per ton:		-18,00	-6,16

**Tabel 9** Verwerkingskosten **OrgAgro** systeem (in €, excl. afzet producten)**Mestverwerkingsinstallatie**

Mest per batch: (ton drijfmest)	250
Aantal ronden: (per jaar)	10
Totaal: (ton drijfmest/jaar)	2500

**1. Investeringskosten**

	Afschrijvingsduur		
Opslagtanks	10 jaar *	25.000,00	**
Mestpomp	7,5 jaar *	2.300,00	**
Zeefbocht	7,5 jaar *	3.200,00	**
Leidingwerk	7,5 jaar *	450,00	**
Grondverzet	10 jaar *	900,00	**
Verzwarend elektriciteitsaansluiting	10 jaar *	900,00	**
Erfharding	10 jaar *	450,00	**
Overige	7,5 jaar *	900,00	**
Totaal investeringen:		34.100,00	
	Per ton	13,64	

**2. Exploitatiekosten per jaar**

<i>Vaste kosten:</i>			
Afschrijvingen:		3.638,33	*
Onderhoud:	3%	1.023,00	*
Rente:	2,75%	937,75	*
Totaal vaste kosten:		5.599,08	
	Per ton	2,24	
<i>Variabele kosten:</i>			
Energie: elektriciteit	2,9 kWh/ton à € 0,062	449,50	**
Analysekosten	0,45/ton	1.125,00	**
Bacteriën	1,82/ton	4.550,00	**
Arbeid	72 uur/jaar à € 18,00	1.296,00	**
Totaal variabele kosten:		7.420,50	
	Per ton	2,97	
Totaal exploitatiekosten		13.019,58	
	Per ton	5,21	

\* Uitgangspunt gehanteerd door Praktijkonderzoek Veehouderij.

\*\* Volgens opgave door leverancier, bedragen afgerond

## 6 Conclusies

1. De verwerkingscapaciteit van het biologische mestverwerkingsysteem OrgAgro bedraagt 2.500 ton per jaar bij een silo van 250 m<sup>3</sup>.
2. Als de volledige capaciteit van het OrgAgro systeem wordt benut, bedragen de kosten van het mestverwerkingsproces € 5,21 per ton ingaande drijfmest. Afhankelijk van de ontwikkeling van de afzetmarkt voor de producten moet men rekening houden met een extra kostenpost € 6,16 tot € 18,00 per ton ingaande drijfmest. Bepalend hierbij is met name de afzet van het vloeibare product.
3. Ongeveer 97% van het volume van de ingaande mest wordt omgezet tot een vloeibare fractie en 3% in een dikke fractie.
4. Om een goede massabalans voor het OrgAgro systeem te kunnen opstellen zijn aanvullende metingen noodzakelijk.
5. De gemeten ammoniak-, geur- en broeikasgasconcentraties zijn indicatief, omdat ze zijn gebaseerd op slechts 2 meetdagen. Voor het vaststellen van de ammoniak-, geur- en broeikasgasemissie is een betrouwbare debietmeting noodzakelijk.
6. Er werd geen duidelijk verschil gemeten in de verlaging van het ammoniumgehalte in een monster behandeld met het bacteriepreparaat ten opzichte van de verlaging van de concentratie bij het blanco experiment. Het effect op de viscositeit ten opzichte van het niet behandelde monster is niet onderzocht.



## 7 OrgAgro in breder perspectief

### Producten en afzet

Het beschreven mestverwerkingsstelsel scheidt de mest in een vaste en een vloeibare fractie.

De vaste fractie wordt nabehandeld in een composteringsproces tot een grondstof voor potgrond. Gezien het kleine volume van de vaste fractie en de samenstelling daarvan (weinig organische stof) kan men aan het perspectief twijfelen.

De vloeibare fractie (OrgAgro) wordt geschikt gemaakt voor toepassing in de substraatteelt van glasgroente en sierteelt. De variatie in samenstelling is een van de problemen. Doordat OrgAgro een organische meststof is, is de samenstelling niet constant. Voor het realiseren van een goede gewasopbrengst is een evenwichtige bemesting van essentieel belang.

### Producteisen in tuinbouw

Het product zal bij de substraattellers aan de volgende eisen moeten voldoen:

- standaard kwaliteit(en)
- geen/weinig geur
- hoge hygiënische kwaliteit, met name voor producten die voor consumptie niet of nauwelijks verhit worden (tomaten, paprika's, 'saladegroenten')
- biologisch stabiel, waardoor beperking bio-fouling in leidingen
- N in nitraatvorm

Het is de vraag of de bereiding van

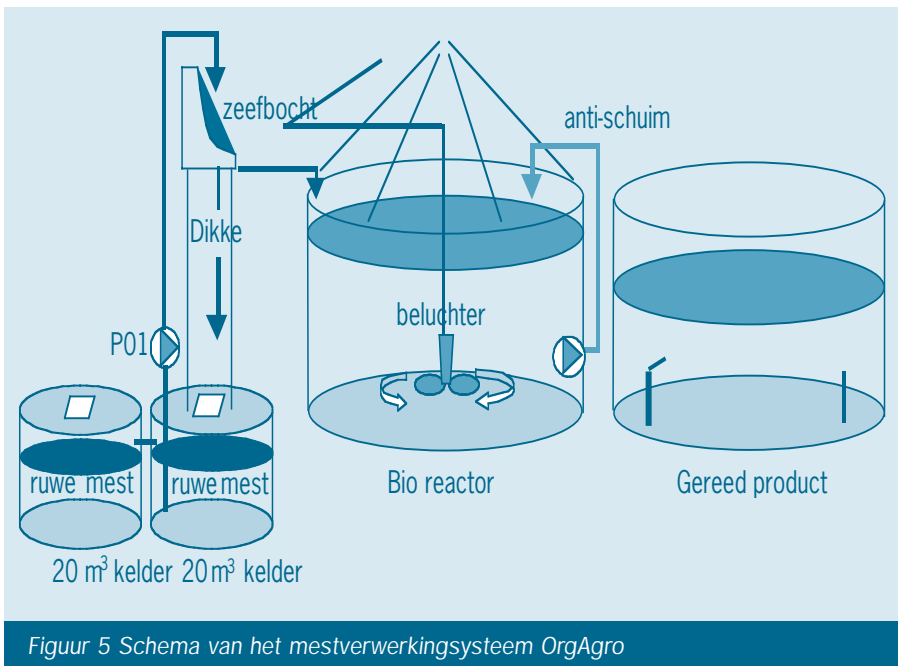
het standaard product op verschillende boerderijen gemaakt dient te worden. Waarschijnlijk is bij centralisering een betere processturing en kwaliteitscontrole mogelijk.

### Afzetcontracten in de tuinbouw

Het was niet mogelijk een mestafzetcontract te sluiten met een glastuinbouwer omdat de glastuinbouw niet onder MINAS valt. De minister van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij heeft aangegeven een regeling te treffen om de afzet van verwerkte varkensmest in de substraatteelt in de glastuinbouw een plaats te geven (Brinkhorst, 2001). Mogelijk nemen de afzetmogelijkheden van het permeaat hierdoor toe.

### Bemestingsproeven

Aan het vermarkten van OrgAgro is veel aandacht besteed. Er zijn bemestingsproeven uitgevoerd met de vloeibare fractie in de glastuinbouw. Het Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente heeft onderzoek gedaan naar het verschil tussen een voedingsoplossing met en zonder OrgAgro bij vlijtig liesje, sla, koolrabi, tuinkers en komkommers (Kreij et al., 2000). Op vijf glastuinbouwbedrijven zijn praktijkproeven uitgevoerd met OrgAgro bij gerbera, santini, chrysant en tomaten (Berden en Wijk, 2001). Deze proeven laten geen meeropbrengst



*Figuur 5 Schema van het mestverwerkingsysteem OrgAgro*

zien. Aanvullend onderzoek zal moeten uitwijzen wat de eventuele meerwaarde van OrgAgro is. Van het totale volume vloeibare meststoffen in genoemde teelten was het aandeel van het product OrgAgro maximaal 5%.

### **Samenstelling OrgAgro**

In de dunne fractie na mestscheiding komt veel ammoniumstikstof voor. Op het bedrijf van Bouwmans is de mest rondgepompt over een zeefbocht. Men mag niet verwachten dat er dan een goede beluchting (omzetting van ammonium naar nitraat) plaatsvindt. Om dit beter te laten verlopen is een echte beluchtingstap noodzakelijk. Dit wordt momenteel uitgetest. Hierdoor zullen de kosten van de behandeling toenemen,

echter de afzetmogelijkheden in de substraatteelt nemen daardoor toe. Indien OrgAgro belucht is geweest, mag worden verwacht dat het percentage OrgAgro in de totale hoeveelheid vloeibare meststoffen kan toeneemt.

### **Toekomstige opzet**

In de toekomstige opzet is echte beluchting noodzakelijk, zoals staat weergegeven in figuur 5. Voor deze installatie is in tabel 12 een indicatieve kostenberekening gemaakt. Daarbij is de vraag wat het voordeel is van de bio-preparaten ten opzichte van de biologische processen. Ook moet nog een pH-buffering worden toegevoegd om verzuring door nitraatvorming te voorkomen.

**Tabel 12** Indicatieve kostenberekening **OrgAgro-systeem** in de toekomst  
(in €, excl. afzet producten)

Mestverwerkingsinstallatie		
	Totaal: (ton drijfmest/jaar)	2200
<b>1. Investeringskosten</b>		
	Afschrijvingsduur	
Opslagsilo's 2x200 m <sup>3</sup>	10 jaar *	22.623,21 **
Mestkelders 2x20 m <sup>3</sup>	10 jaar *	7.859,47 **
Betonwerk tbv mestkelders	10 jaar *	2.712,47 **
Mestpomp	7,5 jaar *	3.466,88 **
Zeefbocht	7,5 jaar *	10.659,30 **
Mestbeluchter	7,5 jaar *	7.351,24 **
Antischiuiminstallatie	7,5 jaar *	3.085,71 **
Electra	7,5 jaar *	3.539,49 **
Overige	7,5 jaar *	1.396,51 **
Totaal investeringen:		62.694,27
	Per ton	28,50
<b>2. Exploitatiekosten per jaar</b>		
<i>Vaste kosten:</i>		
Afschrijvingen:		7.252,73 *
Onderhoud:	3%	1.880,83 *
Rente:	2,75%	1.724,09 *
Totaal vaste kosten:		10.857,65
	Per ton	4,94
<i>Variabele kosten:</i>		
Energie: elektriciteit	12 kWh/ton à € 0,062	1.636,80 **
Analysekosten	0,45/ton	1.000,00 **
Bacteriën	1,82/ton	4.004,00 **
Arbeid	400 uur/jaar à € 18,00	7.200,00 **
Totaal variabele kosten:		13.840,80
	Per ton	6,29
Totaal exploitatiekosten (vaste + variabele kosten)		25.097,65
	Per ton	11,22

\* Uitgangspunt gehanteerd door Praktijkonderzoek Veehouderij.

\*\* Volgens opgave door leverancier

# Literatuur

Anoniem, 1996. Werkgroep Emissiefactoren. Meetprotocol voor geuremissies uit stallen. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag.

Berden, S.J.P.W. en A.A.M. van Wijk, 2001. Praktijkproeven OrgAgro: Onderzoek naar het effect van OrgAgro bij verschillende teelten onder glas. HAS Kennis Transfer, 's-Hertogenbosch.

Brinkhorst, L.J. 2001. Brief van de minister van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij aan de voorzitter van de Tweede Kamer de Staten-Generaal, 14 november 2001, TRCDL/2001/4967.

De Neve, G., 2001. Toepassingsmogelijkheden mestbewerking op varkenshouderijbedrijven. Deelproject: Bewerking van varkensdrijfmest voor toepassing als meststof in glastuinbouw. De Heus Brokking Koudijs B.V.

Gijssel, P. de, J.M.G. Hol en D.A.J. Starmans. Gasvormige emissies bij mestverwerkingsinstallaties. OrgAgro – Syteem Bouwmans. IMAG-nota P 2001-109. IMAG, Wageningen.

Hobbs, P.J., T.H. Misselbrook; B.F. Pain. 1995. Assessment of odours from livestock wastes by a photoionization detector, an electronic nose, olfactometry and gas chromatography-mass spectrometry. J. of Agr. Eng. Res. 60:137-144.

Kreij, C. de., A. van Winkel en A. van der Burg, 2000. Testen OrgAgro: Groeitest, Opweekproef, Teelt met komkommer. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Naaldwijk.

NNI, 1995/1996. NVN 2880/A1 Luchtkwaliteit, sensorische geurmetingen met een olfactometer. Nederlands Normalisatie Instituut, Delft (1995) met wijzigingsblad A1, in brief aan geaccrediteerde instellingen (1996).

NNI, 1988. Overview of standards for analysis of water and sludges (NEN) (In Dutch), Netherlands Institute of Normalisation (Nederlands Normalisatie Instituut), Delft, The Netherlands, 31 pp.

# Bijlagen

## Bijlage 1 Samenstelling ingaande meststroom in het OrgAgro-systeem

Aangegeven is welk bestanddeel volgens het meetprotocol gemeten moest worden. Waar een waarde staat is dit geëffectueerd.

Component	Protocol	Eenheid	Ingaande drijfmest
Droge stof	x	g/kg	87,0
Ruw as	x	g/kg	28,0
Stikstof-totaal	x	g/kg	6,5
Ammonium-stikstof	x	mmol/l	70,5
Fosfaat		mmol/l	10,3
Fosfaat-totaal	x	g/kg	
Kalium	x	mmol/l	175,0
Natrium		mmol/l	64,4
Chloride		mmol/l	93,0
pH	x	-	8,0
Elektrische geleidbaarheid	x	mS/cm	
Nitraat	x	mmol/l	24,5
Nitriet	x	mg/l	
Sulfaat		mmol/l	8,0
Koper	x	umol/l	9,6
Zink	x	umol/l	15,4
Cadmium	x		
Bicarbonaat		mmol/l	125,0
Calcium		mmol/l	10,0
Magnesium		mmol/l	< 5,0
IJzer		umol/l	175,4
Mangaan		umol/l	16,2
Borium		umol/l	143,4
Azijnsuur	x	g/kg	
Propionzuur	x	g/kg	
Iso-boterzuur	x	g/kg	
Boterzuur	x	g/kg	
Iso-valeriaanzuur	x	g/kg	
Valeriaanzuur	x	g/kg	

Ingaande mest: 16 januari 2001 is uit de mestkelder een analyse genomen van de ruwe mest met daaraan toegevoegd de anaëroabe bacteriën.

**Bijlage 2** Samenstelling van de **vloeibare fractie** gedurende de batchperiode

Aangegeven is welk bestanddeel volgens het meetprotocol gemeten moest worden. Waar een waarde staat is dit geëffectueerd.

Component	Protocol	Eenheid	M2 Meng	M2A	M2B	M2C	M2D	M2E
Monsternamen datum			16-01-01	23-01-01	29-01-01	06-02-01	13-02-01	20-02-01
Droge stof	x	g/kg	77,0	57,0	57,3	65,6	61,2	32,2
Ruw as	x	g/kg	30,0	25,0	25,9	30,2	27,1	17,0
Stikstof totaal	x	g/kg			6,3	6,6	6,3	5,3
Ammonium-stikstof	x	mmol/l	61,5	211,0	126,0	133,0	128,0	114,0
Fosfaat		mmol/l	11,4	7,6	5,9	5,7	6,2	7,1
Fosfaat-totaal	x	g/kg			1,98	2,45	2,04	0,6
Kalium	x	mmol/l	199,0	167,5	143,0	160,0	138,0	164,0
Natrium	x	mmol/l	73,4	59,6	50,1	55,1	49,7	56,1
Chloride	x	mmol/l	108,0	85,0	88,8	105,0	109,0	108,0
PH	x	-	8,1	9,5	8,1	8,1	8,2	7,9
Elektrische geleidbaarheid	x	mS/cm		40,0	33,0	30,0	28,0	26,0
Chemische zuurstofverbruik	x	g/kg			44,8	50,5	48,1	20,2
Nitraat	x	mmol/l	< 5	6,0	7,5	0,2	0,1	< 0,1
Nitriet	x	mg/l			< 1	< 1	< 1	< 1
Sulfaat	x	mmol/l	11,8	5,7	4,9	3,8	4,7	6,9
Koper	x	umol/l	6,8	4,4	< 0,4	2,2	5,1	6,3
Zink	x	umol/l	7,0	6,1	< 0,4	2,5	5,4	7,8
Cadmium	x							
Bicarbonaat	x	mmol/l	133,0	186,5	191,0	140,0	141,0	129,0
Calcium	x	mmol/l	< 5	1,6	1,8	1,0	2,1	1,8
Magnesium	x	mmol/l	< 5	< 0,1	< 0,4	< 0,1	< 1	< 1
Ijzer	x	umol/l	156,4	101,4	6,9	60,3	82,9	177,1
Mangaan	x	umol/l	10,0	3,3	< 0,4	2,0	3,9	2,5

## Vervolg bijlage 2

Component	Protocol	Eenheid	M2 Meng	M2A	M2B	M2C	M2D	M2E
Borium	x	umol/l	134,3	144,0	< 0,4	104,0	108,5	114,8
Azijnzuur	x	g/kg			< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Propionzuur	x	g/kg			< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Iso-boterzuur	x	g/kg			< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Boterzuur	x	g/kg			< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Iso-valeriaanzuur	x	g/kg			< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Valeriaanzuur	x	g/kg			< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Vloeibare fractie: Tijdens het overpompen van de drijfmest naar de opslagsilo is een mengmonster genomen. Vervolgens is wekelijks een monsters uit de opslagsilo genomen, totdat de vloeibare fractie gereed was. Tijdens het overpompen worden de aërobe bacteriën toegevoegd en de vloeistof wordt nog 5 weken gezeefd.

## Bijlage 3 Samenstelling en grootte van de afgescheiden vaste fractie gedurende de batchperiode

Aangegeven is welk bestanddeel volgens het meetprotocol gemeten moest worden. Waar een waarde staat is dit geëffectueerd.

Component	Protocol	Eenheid	M3 Meng	M3A	M3B	M3C	M3D	M3E
Monsternamendatum			16-01-01	23-01-01	29-01-01	05-02-01	12-02-01	19-02-01
Hoeveelheid	x	kg	5000	25	25	21	17	9
Droge stof	x	g/kg	249,0	214,0	222,0	204,0	220,0	210,0
Ruw as	x	g/kg	42,0	25,0	27,7	24,9	32,4	22,7
Stikstof-totaal	x	g/kg	8,0		4,9	4,3	5,3	6,5
Ammonium-stikstof	x	mmol/l						
Fosfaat-totaal	x	g/kg			2,3	2,4	2,8	1,4
Kalium	x	mmol/l						
PH	x	-						
Elektrische geleidbaarheid	x	mS/cm						

Vaste fractie: De vaste fractie is door een zeefbocht van de vloeibare fractie afgescheiden. Tijdens het overpompen van de mest naar de opslagsilo is een mengmonster genomen. Vervolgens is wekelijks een monster geanalyseerd voor een periode van 5 weken.

**Bijlage 4** Samenstelling van de **drijfmeest** in vaten T1 en T2 gedurende de proefperiode

Aangegeven is welk bestanddeel volgens het meetprotocol gemeten moest worden. Waar een waarde staat is dit geëffectueerd.

Component in vat T1	Protocol	Eenheid	T1	T1A	T1B	T1C	T1D
Monstername datum			16-01-01	30-01-01	13-02-01	01-03-01	13-03-01
Droge stof	x	g/kg	60,0	39,9	38,9	37,5	32,9
Ruw as	x	g/kg	24,0	20,8	20,8	19,4	20,2
Stikstof-totaal	x	g/kg	5,60	4,87	4,46	4,09	3,79
Ammonium-stikstof	x	mmol/l	145,0	191,0	95,0	53,3	21,7
Fosfaat		mmol/l	12,7	5,9	6,1	8,9	5,6
Fosfaat-totaal	x	g/kg				0,696	0,546
PH	x	-	8,2	8,4	8,5	8,5	8,7
Elektrische geleidbaarheid	x	mS/cm	30,3	34,0	29,0	29,0	29,0
Viscositeit	x	-					
Nitraat	x	mmol/l	< 5	1,5	< 0,1	66,4	6
Nitriet	x	mg/l		< 1	< 1	< 1	
Bicarbonaat	x	mmol/l	165,0	244,0	126,0	123,0	123,0
Azijnzuur	x	g/kg		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Propionzuur	x	g/kg		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Iso-boterzuur	x	g/kg		< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Boterzuur	x	g/kg		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Iso-valeriaanzuur	x	g/kg		< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Valeriaanzuur	x	g/kg		< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Vat T1 is gevuld met drijfmeest uit de kelder, waaraan vervolgens anaëroobe bacteriën werden toegevoegd.



## Vervolg bijlage 4

Component in vat T2	Protocol	Eenheid	T2	T2A	T2B	T2C	T2D
Monstername datum			23-01-01	06-02-01	20-02-01	06-03-01	20-03-01
Droge stof	x	g/kg	58,0	54,3	57	55,9	42
Ruw as	x	g/kg	25,0	23,7	22,8	23,7	20,5
Stikstof-totaal	x	g/kg		5,44	5,19	5,08	4,44
Ammonium-stikstof	x	mmol/l	249,0	132,0	65,0	56,3	176,0
Fosfaat		mmol/l	6,7	7,9	7,2	6,1	6,0
Fosfaat-totaal	x	g/kg			1,3	1,3	0,9
PH	x	-	9,3	8,4	8,6	8,6	8,4
Elektrische geleidbaarheid	x	mS/cm	45,0	32,0	27,0	28,0	35,0
Viscositeit	x	-					
Nitraat	x	mmol/l	6	0,1	< 0,1	0,6	33
Nitriet	x	mg/l		< 1	< 1	< 1	< 1
Bicarbonaat	x	mmol/l	209,5	140,0	124,0	85,3	123,0
Azijnzuur	x	g/kg		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Propionzuur	x	g/kg		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Iso-boterzuur	x	g/kg		< 0,005	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Boterzuur	x	g/kg		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Iso-valeriaanzuur	x	g/kg		< 0,005	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Valeriaanzuur	x	g/kg		< 0,005	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Vat T2 is gevuld met drijfmest uit de kelder, waaraan vervolgens geen bacteriën werden toegevoegd.

## Overige publicaties

In de serie "Mestverwerking varkenshouderij" zijn tot nu toe verschenen:

- Praktijkboek nr. 4 Mestverwerking varkenshouderij  
Manura® 2000, Hollvoet te Reusel
- Praktijkboek nr. 5 Mestverwerking varkenshouderij  
Manura® 2000, Houbensteyn te Ysselsteyn
- Praktijkboek nr. 6 Mestverwerking varkenshouderij  
Systeem Biovink, Evink te Oosterwolde (Gld)
- Praktijkboek nr. 7 Mestverwerking varkenshouderij  
Mestscheiding en microfiltratie, Dirven te Someren
- Praktijkboek nr. 8 Mestverwerking varkenshouderij  
Strofilter in foliekas, De Swart te Alphen (NB)
- Praktijkboek nr. 9 Mestverwerking varkenshouderij  
Composteren in roterende trommel,  
Bouwman te Ysselsteyn
- Praktijkboek nr. 10 Mestverwerking varkenshouderij  
Mest op Maat, Mestac te Nuenen
- Praktijkboek nr. 11 Mestverwerking varkenshouderij  
Mobiele Mestontwatering, Mestec te Papendrecht
- Praktijkboek nr. 12 Mestverwerking varkenshouderij  
OrgAgro, Bouwman te Bakel
- Praktijkboek nr. 13 Mestverwerking varkenshouderij  
Agramaat, Den Hertog te Rotterdam

Deze rapporten zijn te bestellen bij de uitgever.

