



PRAKTIJKONDERZOEK  
VEEHOUDERIJ



IMAG

# Mestverwerking varkenshouderij

Manura<sup>®</sup> 2000, Hollvoet te Reusel

R.W. Melse (Praktijkonderzoek Veehouderij/IMAG)

D.A.J. Starmans (IMAG)

N. Verdoes (Praktijkonderzoek Veehouderij)

**VARKENS**



APRIL 2002

WAGENINGEN UR

# Colofon

## PraktijkBoek nr. 4

### 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
<b>1 Inleiding .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Beschrijving Manura® 2000 ..</b>	<b>6</b>
<b>3 Onderzoek: materialen en methoden .....</b>	<b>10</b>
3.1 Monstername en analyse ..	10
3.2 Debietmeting .....	10
3.3 Gasvormige emissies .....	11
3.4 Energiegebruik .....	14
3.5 Economische evaluatie ...	14
<b>4 Onderzoek: resultaten en discussie .....</b>	<b>15</b>
4.1 Capaciteit systeem .....	15
4.2 Samenstelling stromen ...	15
4.3 Massabalans .....	16
4.4 Gasvormige emissies .....	18
4.5 Energiegebruik .....	23
<b>5 Economische evaluatie .....</b>	<b>24</b>
<b>6 Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>27</b>
<b>7 Manura® 2000 in breder perspectief .....</b>	<b>28</b>
Literatuur .....	30
Bijlagen .....	33
<b>Overige publicaties over mestverwerking .....</b>	<b>36</b>

# 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 het Manura<sup>®</sup> 2000 systeem op het varkenshouderijbedrijf Hollvoet bv (J. Lavrijsen) te Reusel. Voor u liggen de resultaten van dat onderzoek. We danken de familie Lavrijsen 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 Manura<sup>®</sup> 2000 systeem wordt varkensdrijfmest door een centrifuge geleid en gescheiden in een vaste en een vloeibare fractie. De dunne fractie wordt behandeld door een verdampings-, wassings- en condensatieproces. De vaste fractie wordt afgevoerd. Het systeem kent een continue procesvoering en heeft een verwerkingscapaciteit van 14.000 ton drijfmest per jaar. Er worden vier producten gemaakt:

- Water (67%): zeer laag gehalte stikstof, fosfaat en kalium.
- NPK-concentraat (23%) : hoog gehalte kalium; gemiddeld gehalte stikstof en fosfaat.
- N-concentraat (2,7%): zeer hoog stikstofgehalte (13 gewichtsprocenten N); zeer laag gehalte fosfaat en kalium.
- Dikke fractie (7,5%): hoog gehalte stikstof en fosfaat.

De bedoeling is om door optimalisatie van het systeem het huidige stikstofgehalte van het condenswater (340 mg/l) nog verder te verlagen. Wanneer het stikstofgehalte lager is dan 200 mg/l mag het water verspreid worden zonder emissiebeperkende maatregelen bij opslag en aanwending. Het NPK-concentraat kan aangewend worden als alternatief voor drijfmest wanneer een hogere fosfaatgift gewenst is en een hoge kaliumgift geen probleem vormt. Het

stikstofconcentraat kan gebruikt worden als stikstofmeststof. Door de hoge temperaturen in het systeem zijn het N-concentraat en het NPK-concentraat waarschijnlijk kiemvrij. De emissie van ammoniak uit het systeem (exclusief eventuele emissie uit centrifugeruimte, buffertank en productopslagen) bedraagt ongeveer 0,2% van de ammoniakemissie van het varkensbedrijf. Na installatie van een actief-koolfilter blijkt dat de emissie van geur uit het systeem (exclusief eventuele emissie uit centrifugeruimte, buffertank en productopslagen) verwaarloosbaar klein is in vergelijking met de geuremissie van het varkensbedrijf.

De kosten van het systeem bedragen € 17,- per ton drijfmest, exclusief afzet van de producten. Afhankelijk van de ontwikkeling van de afzetmarkt voor de producten moet men rekening houden met een extra kostenpost van ongeveer € 0,09 tot € 6,60 per ton behandelde drijfmest. Het Manura<sup>®</sup> 2000 systeem is technisch nog niet geheel ontwikkeld. Tijdens het onderzoek is een aantal storingen opgetreden. De toekomst moet uitwijzen of het beoogde rendement, de capaciteit en de kostprijs gehaald worden. Gezien de technische complexiteit van de Manura<sup>®</sup> 2000 installatie, is het noodzakelijk een goede servicedienst in het leven te roepen.

# 1 Inleiding

In 1998 is het Mineralen Aangifte Systeem (MINAS) (Anoniem, 1998) van kracht geworden. Dit 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 een heffing worden betaald. Daarnaast is er Europese wetgeving in ontwikkeling (Nitraat-richtlijn) die vastlegt welke hoeveelheid stikstof uit dierlijke mest men maximaal mag aanwenden per hectare bouw- of grasland.

Als gevolg van 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 hergebruik van mineralen een belangrijke plaats inneemt.

Mestbewerking of -verwerking is een manier om hergebruik van mineralen te stimuleren en vormt zo 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 is 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 een aantal is ontwikkeld door de toeleverende

**Tabel 1** Overzicht geselecteerde verwerkingssystemen voor varkensmest

Naam	Techniek	Producten	Capaciteit (m <sup>3</sup> /jaar)	Opmerking
<i>Mechanisch / Chemisch:</i>				
1 De Swart	Strobedfilter, verdamping met zonlicht, lucht-zuivering	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 afzet mogelijkheden
<i>Thermisch:</i>				
8 Bouwman	Compostering in droogtrommel, luchtreiniging	Compost, condens	10.000**	Gesteriliseerde producten
9 Manura <sup>®</sup> 2000 + 10	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

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 naar de verschillende systemen 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 betrouwbare meetresultaten te verkrijgen. De resultaten van de uitgevoerde metingen en analyses aan het

systeem Manura® 2000 op de locatie Hollvoet bv te Reusel zijn door de heer Lavrijsen aan het PV gerapporteerd (Lavrijsen, 2001).

2. Meting van gasvormige emissies. Het IMAG bv te Wageningen heeft de emissie van ammoniak, broeikasgassen en geur uit het Manura® 2000 systeem driemaal gemeten. Reeds eerder zijn deze metingen gerapporteerd als IMAG rapport (Gijssels et al., 2001). Na aanpassing van de installatie is de geuremissie nog eenmaal gemeten door PRA OdourNet bv te Amsterdam. Deze metingen zijn eveneens reeds eerder gerapporteerd (Vossen, 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 Manura® 2000

Het Manura® 2000 systeem is ontwikkeld door de Deense firma Funki Manura A/S en wordt gebruikt voor de behandeling van varkensdrijfmest. Het systeem is geïnstalleerd op een bedrijf van Houbensteyn Groep (Houbensteyn Milieu bv) te Ysselsteyn, Limburg en op het bedrijf Hollvoet bv te Reusel. Op beide bedrijven met vergelijkbare omstandigheden is de werking van het Manura® 2000 systeem onderzocht door het Praktijkonderzoek Veehouderij. De gasvormige emissies

uit het systeem (ammoniak, geur en broeikasgassen) zijn alleen op het bedrijf Hollvoet bv gemeten. In dit PraktijkBoek wordt het onderzoek beschreven dat is uitgevoerd op het bedrijf van Hollvoet bv.

### Mestproductie

Het bedrijf Hollvoet bv omvat stallen op vier locaties. De totale omvang van het bedrijf bestaat uit 6.700 vleesvarkens, 500 fokgelten, 650 guste en dragende zeugen en 130 kraamzeugen.



Figuur 1 Decanteercentrifuge voor scheiding varkensdrijfmest (Hollvoet bv, Reusel)





*Figuur 2 Manura® 2000 unit voor behandeling van dunne fractie van varkensdrijfmest*

De stallen op de locatie waar de Manura® 2000 is geplaatst, huisvesten 3.000 vleesvarkens, 100 fokgelten, 520 guste en dragende zeugen en 130 kraamzeugen.

Op het bedrijf Hollvoet bv wordt ongeveer 12.000 ton drijfmest per jaar geproduceerd.

### **Beschrijving systeem**

In het mestverwerkingsysteem wordt een mengsel van vleesvarkensmest en zeugenmest behandeld in een continu proces. De installatie bevindt zich in een afgesloten loods.

Vanuit de mestopslag of vanaf een tankwagen wordt de drijfmest naar de loods gepompt. Allereerst wordt de mest grof gefilterd met een vuilaf-

scheider om grote delen (oormerken, pipetten etc.) uit de drijfmest te verwijderen.

Vervolgens wordt de mest naar de decanteercentrifuge (merk: Peralisi; type: FP 600/M; capaciteit: 6 m<sup>3</sup>/uur, afgesteld op 2,7 m<sup>3</sup>/uur) gepompt. De centrifuge scheidt de drijfmest in een dikke en een dunne fractie (figuur 1).

De dikke, steekvaste fractie wordt via een vijzel en een opvoerband afgevoerd naar twee overkapte sleuf-silo's en niet verder behandeld. De totale opslagcapaciteit van deze sleuf-silo's bedraagt circa 100 ton. De dunne fractie wordt opgevangen in een tank van 55 m<sup>3</sup> en in batches

van 15 m<sup>3</sup> naar een buffertank van 1.000 m<sup>3</sup> gepompt. Vanuit de buffertank wordt de dunne fractie naar het Manura<sup>®</sup> 2000 systeem gepompt. De dunne fractie uit de centrifuge kan men eventueel voor een deel niet verder verwerken en als dunne fractie afzetten.

In het Manura<sup>®</sup> 2000 systeem vindt achtereenvolgens een verdampings-, wassings- en condensatieproces plaats. Het systeem is geplaatst in een gesloten behuizing (zie figuur 2).

Door het verwarmingsproces in de Manura<sup>®</sup> 2000 wordt het grootste gedeelte van het water samen met andere vluchtige verbindingen (o.a. ammoniak) verdampt. Er resteert een NPK-concentraat (ingedikte mest). De waterdamp wordt gecondenseerd en vervolgens in een stripper met behulp van zwavelzuur ontdaan van de laatste resten ammoniak; er resteert zo een mineraalarme waterstroom. De ammoniakdamp wordt gecondenseerd en samengevoegd met het waswater uit de stripper zodat een N-concentraat ontstaat.

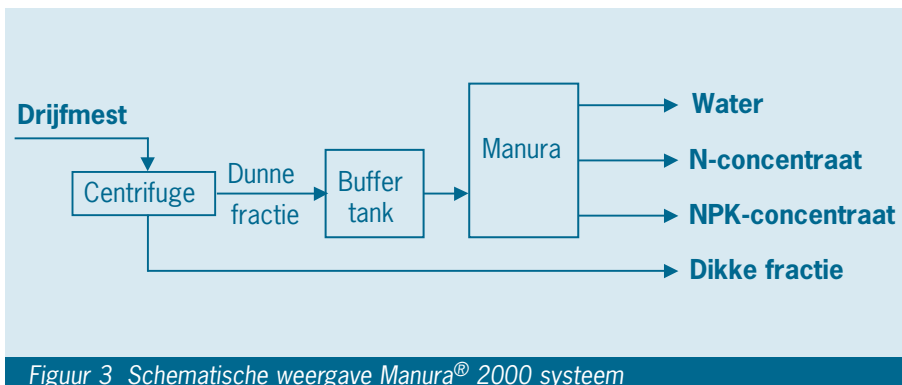
Behalve het continue gebruik van zwavelzuur wordt er periodiek een hoeveelheid salpeterzuur gebruikt om het systeem te reinigen.

Het resultaat van de processen is dat de dunne fractie (afkomstig uit de centrifuge) wordt gescheiden in water, N-concentraat en NPK-concentraat.

Het water wordt opgevangen in een foliebassintank van 4500 m<sup>3</sup> (niet overdekt), het N-concentraat wordt opgeslagen in een gesloten silo van 200 m<sup>3</sup> en het NPK-concentraat in een gesloten silo van 800 m<sup>3</sup>.

Het doel is om een groot volume water te produceren met een stikstofgehalte lager dan 200 mg/l. Het water behoeft dan niet emissiearm te worden aangewend, maar mag worden versproeid (Anoniem, 1997). Het N-concentraat dient een hoog stikstofgehalte te hebben en de hoeveelheid NPK-concentraat dient geminimaliseerd te worden.

In principe zijn de producten uit het proces (exclusief de vaste fractie uit de centrifuge) kiemvrij door de hoge temperaturen in het Manura<sup>®</sup> 2000



Figuur 3 Schematische weergave Manura<sup>®</sup> 2000 systeem

proces. Hierdoor zijn de producten in principe exportwaardig.

De installatie is uitgevoerd met een ontgassingsopening waarop een pijp is aangesloten. Gedurende het onderzoek kwam deze pijp uit in de buitenlucht. Na afronding van het onderzoek is op deze pijp een actief-koolfilter (volume: 20 l) aangesloten om de emissie van geur te reduceren.

In figuur 3 is het Manura<sup>®</sup> 2000 systeem schematisch weergegeven.

Zowel de centrifuge als de Manura<sup>®</sup> 2000 werken op krachtstroom. Er wordt geen andere vorm van energie of brandstof gebruikt in het proces. De Manura<sup>®</sup> 2000 is ontworpen voor de behandeling van 20.000 ton drijfmest/jaar ofwel circa 2 ton/uur.

## 3 Onderzoek: materiaal en methoden

De werking van het systeem is onderzocht in de periode van 1 september tot 1 oktober 2001 (circa 4 weken). Gedurende de onderzoeksperiode zijn metingen uitgevoerd, monsters genomen en alle voorkomende werkzaamheden en relevante ervaringen genoteerd.

### 3.1 Monsternamen en analyse

Eenmaal per dag werden monsters (1 liter) genomen van de ingaande drijfmest en van de producten. Iedere week werd een mengmonster gemaakt van de monsters van de 7 voorafgaande dagen. Op deze manier resteerden voor elke vloeistofstroom vier mengmonsters. Deze monsters werden in het laboratorium geanalyseerd volgens standaard methoden (NNI, 1988). De volgende analyses werden uitgevoerd:

- droge stof (DS)
- organische stof (OS)
- totaal-fosfor (P)
- totaal-stikstof (N-tot)
- ammonium ( $\text{N-NH}_3/\text{NH}_4^+$ )
- kalium (K)
- pH

Van een aantal monsters werden ook onderstaande gehalten bepaald:

- nitriet ( $\text{N-NO}_2^-$ )
- nitraat ( $\text{N-NO}_3^-$ )
- koper (Cu)
- zink (Zn)
- cadmium (Cd)

- vluchtige vetzuren
- elektrische geleidbaarheid (EC)
- chemisch zuurstofverbruik (CZV)

### 3.2 Debietmeting

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

#### Drijfmest

De hoeveelheid drijfmest die de decanteercentrifuge ingaat werd continu gemeten met een elektromagnetische debietmeter.

#### Dikke fractie

De dikke fractie uit de centrifuge werd iedere week gewogen en vervolgens afgevoerd.

#### Dunne fractie uit centrifuge

Het gewicht van de dunne fractie die door de centrifuge geproduceerd wordt, is niet gemeten maar berekend als het verschil tussen het gewicht van de drijfmest die de centrifuge ingaat en het gewicht van de dikke fractie die door de centrifuge geproduceerd wordt.

#### Dunne fractie naar Manura<sup>®</sup> 2000

De hoeveelheid dunne fractie die vanuit de buffertank naar de Manura<sup>®</sup> 2000 wordt gepompt werd continu gemeten met behulp van een elektromagnetische debietmeter.

Producten: NPK-concentraat, N-concentraat en water

De hoeveelheden NPK-concentraat, N-concentraat en water die door de Manura<sup>®</sup> 2000 worden geproduceerd werden (elk afzonderlijk) continu gemeten met een elektromagnetische debietmeter.

### 3.3 Gasvormige emissies

Hieronder wordt beschreven hoe de metingen van de gasvormige emissies van de Manura<sup>®</sup> 2000 zijn uitgevoerd. Het IMAG bv heeft drie metingen uitgevoerd op 7 juni, 25 september en 4 oktober 2001 en één meting is uitgevoerd door PRA Odournet bv op 1 november 2001. Er zijn twee emissiebronnen te onderscheiden bij het Manura<sup>®</sup> 2000 systeem:

- emissie uit de buffertank (meetpunt 1)
- emissie rechtstreeks uit de Manura<sup>®</sup> 2000 (meetpunt 2).

De emissie uit de buffertank is veroorzaakt door het vullen van de tank met dunne fractie afkomstig van de centrifuge en door eventuele gasproductie in de dunne fractie. De buffertank was uitgevoerd met een water-slot en hierop werd een monsterleiding aangesloten.

Uit de Manura<sup>®</sup> 2000 komt een gasstroom die via een ontgassingspijp wordt afgevoerd naar de buitenlucht, al dan niet na het doorlopen van een actief-koolfilter. De lucht die uit deze pijp komt is bemonsterd.

De eventuele emissie uit de ruimte waarin de centrifuge is geplaatst en uit de opslag van de dikke fractie en de producten is niet gemeten. De volgende parameters werden gemeten:

- temperatuur en relatieve luchtvochtigheid;
- ventilatiedebiet;
- ammoniakconcentratie (NH<sub>3</sub>);
- broeikasgasconcentraties: kooldioxide (CO<sub>2</sub>), methaan (CH<sub>4</sub>) en lachgas (N<sub>2</sub>O);
- geurconcentratie;
- concentratie vluchtige vetzuren.

### Klimaat

De temperatuur (°C) en de relatieve luchtvochtigheid (%) boven het vloei-stofoppervlak in de buffertank werden gemeten met een gecombineerde temperatuur- en vochtsensor (Rotronic Hygromer). De metingen zijn geregistreerd met een datalogger.

### Ventilatiedebiet

De grootte van het ventilatiedebiet van luchtstroom uit de Manura<sup>®</sup> 2000 (meetpunt 2) is als volgt bepaald: op verschillende plaatsen in het luchtkanaal, met telkens een andere afstand tot de wand, is met een anemometer de luchtsnelheid gemeten. Elke meting resulteert in een luchtsnelheid die het gemiddelde is van een periode van 22 seconden; deze meting is 40 maal uitgevoerd. Uit deze metingen is de gemiddelde luchtsnelheid in het kanaal berekend; samen met de leidingdiameter volgt

hieruit het ventilatiedebiet. De grootte van het ventilatiedebiet uit de buffertank (meetpunt 1) is niet gemeten.

### **Ammoniak**

De ammoniakconcentratie in de lucht werd bepaald door gedurende twee uur lucht door twee in serie geschakelde gaswasflessen met salpeterzuur (0,02 M HNO<sub>3</sub>) 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 l/min); de werkelijke hoeveelheid doorgeleide lucht werd bepaald met een zeepvliesmeter. Vervolgens is de concentratie van ammoniak in de gaswasflessen in het laboratorium nat-chemisch bepaald (NEN 6472, MSP-A014). Het leidingwerk voor monsternamen is gemaakt 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 toegepast moeten worden.

De achtergrondconcentratie van ammoniak, die gebruikt wordt om metingen te corrigeren werd eveneens gemeten met gasdetectie-

buisjes.

Uit het debiet van de lucht door de gaswasflessen, de monsternamen, de achtergrondconcentratie en de ammoniakconcentratie in de gaswasflessen kan vervolgens de ammoniakconcentratie in de bemonsterde lucht worden berekend (tijdgewogen gemiddelde) (Wintjens 1993). Uit het ventilatiedebiet (m<sup>3</sup>/uur) en de ammoniakconcentratie (mg/m<sup>3</sup>) kan de ammoniakemissie in massa per tijdseenheid worden berekend (g/uur).

### **Geur**

#### *Metingen IMAG bv*

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 μm). De monsters zijn binnen 24 uur geanalyseerd met een olfactometer.

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 de schone lucht. De geurconcentratie in dat verdunde monster is gedefinieerd als 1 European Odour Unit per kubieke 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 Nederlandse voornorm Olfactometrie (NVN 2820A) met wijzigingsblad A1 (NNI, 1995/1996). De achtergrondconcentratie van geur is niet bepaald.

#### *Meting PRA Odournet bv*

Op 24 oktober 2001 is een koolfilter gemonteerd op de ontgassingspijp van de Manura<sup>®</sup> 2000. Een week later, 1 november 2001, is de geuremissie vastgesteld van de luchtstroom na het doorlopen van het koolfilter.

De afgassen van het koolfilter zijn in drievoud bemonsterd conform de richtlijnen in het Document Meten en Rekenen Geur (Anoniem, 1994) en de Nederlandse Emissie Richtlijnen lucht (NeR) (Anoniem, 2001). De bemonsteringsduur bedroeg 30 minuten per monster.

De monsters zijn voorverdund met  $\text{N}_2$  om condensatie in de monsterzak te voorkomen.

Binnen 30 uur na bemonstering zijn de monsters geanalyseerd met een olfactometer en een panel. De geuranalyses zijn uitgevoerd volgens de

Nederlandse voornorm Olfactometrie (NVN 2820A) met wijzigingsblad A1 (NNI, 1995/1996).

De achtergrondconcentratie van geur is niet bepaald.

#### **Vluchtige vetzuren**

De concentratie van vluchtige vetzuren in de lucht werd bepaald door gedurende twee uur lucht door twee in serie geschakelde gaswasflessen met natronloog (0,1 M NaOH) te pompen. In de eerste gaswasfles werden de vetzuren afgevangen; 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 l/min); de werkelijke hoeveelheid doorgeleide lucht is bepaald met een zeepvliesmeter. Vervolgens wordt de concentratie van vluchtige vetzuren in de gaswasflessen gaschromatografisch bepaald. Het leidingwerk voor monsternamen is van Teflon om adsorptie aan de leidingen en verlies door diffusie te voorkomen.

Uit het debiet van de lucht door de gaswasflessen, de monsternameduur, en de concentratie van vluchtige vetzuren in de gaswasflessen kan de concentratie van vluchtige vetzuren in de bemonsterde lucht worden berekend (tijdgewogen gemiddelde) (Wintjens 1993).

Uit het ventilatiedebiet ( $\text{m}^3/\text{uur}$ ) en de concentratie vluchtige vetzuren ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) kan de emissie van vluchtige vetzuren in massa per tijdseen-

heid worden berekend (g/uur).  
De achtergrondconcentratie van vluchtige vetzuren is niet bepaald.

### **Broeikasgassen**

Gedurende 2 uur werden luchtmonsters genomen met behulp van vacuüm flessen van 6 liter. Na het openen van een klep vullen deze flessen zich in een aantal uren met omgevingslucht zodat een gemiddeld luchtmonster wordt verkregen (tijd-gewogen gemiddelde).

Aan de loefzijde van de mestverwerkingsinstallatie werden met injectiespuiten (20 ml) gasmonsters van de buitenlucht genomen ter bepaling van de achtergrondconcentratie van de verschillende gassen om de metingen hiervoor te corrigeren. In de gasmonsters werd de concentratie van CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> en N<sub>2</sub>O bepaald met behulp van een gaschromatograaf (Carbo Erba Instruments, GC 6000 Vega series 2; Poropax Q; CH<sub>4</sub>: FID/HWD; N<sub>2</sub>O: ECD/HWD; HWD).

Uit het ventilatiedebiet (m<sup>3</sup>/uur) en de concentratie van een broeikasgas (g/m<sup>3</sup>) kan de broeikasgasemissie in massa per tijdseenheid worden berekend (kg/uur).

### **3.4 Energiegebruik**

De hoeveelheid elektriciteit die gebruikt is door het systeem werd geregistreerd met een kWh-meter. Er wordt geen andere vorm van energie of brandstof gebruikt in het proces.

### **3.5 Economische evaluatie**

Om een objectieve vergelijking van kosten van verschillende systemen mogelijk te maken, hanteert het PV een aantal uitgangspunten voor het maken van een kostenberekening. Dit zijn:

- Afschrijvingsduur machines: 7,5 jaar (13%); restwaarde = 0
- Afschrijvingsduur mestverwerkingsgebouwen: 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
- Emissiearm aanwenden dunne fractie (door loonwerker): € 3,50 / ton
- Verregen water (incl. vaste kosten): € 0,50 / ton



## 4 Onderzoek: resultaten en discussie

### 4.1 Capaciteit systeem

Tijdens de onderzoeksperiode heeft de centrifuge zonder storingen gefunctioneerd en had gemiddeld een debiet van 2,4 ton drijfmest / uur. Uit de drijfmest werd per uur 0,18 ton dikke fractie en 2,2 ton dunne fractie geproduceerd (op basis van 8.000 draaiuren per jaar).

De Manura® 2000 heeft niet continu gedraaid gedurende de onderzoeksperiode. Als gevolg van storingen is het systeem circa 3 dagen buiten bedrijf geweest.

Wanneer de Manura® 2000 in bedrijf was, draaide hij op 90% van de maximale capaciteit. Door technische problemen in een frequentieregelaar kon de installatie niet op 100% draaien.

Tijdens het onderzoek heeft de stripper niet goed gefunctioneerd waardoor het stikstofgehalte in de waterstroom hoog was. Er is sprake van een aantal kinderziekten die over-

wonnen dienen te worden.

De capaciteit van de Manura® 2000 bedroeg 1,7 ton dunne fractie / uur (op basis van 8.000 draaiuren / jaar). De centrifuge heeft dus een overcapaciteit in verhouding tot de verwerkingscapaciteit van de Manura® 2000.

De verwerkingscapaciteit van de Manura® 2000 (1,7 ton dunne fractie / uur ) staat gelijk aan 1,8 ton drijfmest / uur ofwel 14.000 ton drijfmest / jaar (tabel 2).

### 4.2 Samenstelling stromen

Tabel 3 toont een overzicht van de verschillende componenten over de diverse producten, en de massaverdeling van de verschillende stromen. In bijlage 1 worden de samenstellingen van de verschillende stromen in meer detail gegeven voor de decanteercentrifuge en voor de Manura® 2000.

De waarden in tabel 3 en in bijlage 1 zijn het gemiddelde van vier meng-

**Tabel 2** Capaciteit Manura® 2000 systeem \*

	Capaciteit	Eenheid
Centrifuge Manura®-2000	2,4** 1,7 ton	ton drijfmest / uur dunne fractie / uur
Capaciteit Manura® 2000	1,8 14.000	ton drijfmest / uur ton drijfmest / jaar

\* Op basis van 8.000 draaiuren per jaar ofwel 91% van de tijd in bedrijf

\*\* Overcapaciteit t.o.v. capaciteit van Manura® 2000

**Tabel 3** Gemiddelde concentraties en massaverdeling over de verschillende producten.

	Eenheid	Drijfmest	Dikke fractie	Water	N-concentraat	NPK-concentraat
Massa	% totaal	100	7,5	67	2,7	23
Droge stof (DS)	kg/ton	49,7	356	0,25	46,6	103
Organische stof (OS)	kg/ton	28,3	218	0,20	44,9	51,2
Stikstof-totaal (N)	kg/ton	5,2	9,2	0,34	130	3,9
Ammonium-stikstof (N-NH <sub>3</sub> )	kg/ton	3,9	3,9	< 1	118	< 1
Fosfaat-totaal (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	kg/ton	2,5	26,9	< 0,07	< 0,07	2,0
Kalium (K <sub>2</sub> O)	kg/ton	6,1	5,3	0,08	< 0,03	24,4
PH	-	8,2	6,1	9,4	9,9	9,8

monsters die met een tussenpoos van een week zijn genomen. Uit tabel 3 blijkt dat in de centrifuge 7,5 gewichtsprocenten als dikke fractie wordt afgescheiden. Deze fractie heeft een hoog stikstof- en fosfaatgehalte. De resterende 92,5 gewichtsprocenten wordt verder gescheiden in water, N-concentraat waarna een NPK-concentraat resteert.

Het mineraalarme water dat geproduceerd wordt maakt 67 gewichtsprocenten uit van de ingaande mest en heeft een totaal-stikstofgehalte dat hoger is dan 200 mg/l is. Deze vloeistof mag dus niet emissiearm worden aangewend (Anoniem, 1997). Vanwege het relatief zeer lage gehalte aan stikstof, fosfaat en kalium kan deze vloeistof wel in grote hoeveelheden op het land worden aangewend.

Het N-concentraat maakt 2,7 gewichtsprocenten uit van de ingaande mest en heeft een stikstofgehalte

van 13 gewichtsprocenten. Er bevindt zich nauwelijks kalium of fosfaat in dit concentraat.

De resterende hoeveelheid NPK-concentraat maakt 23 gewichtsprocenten uit van de ingaande drijfmest en heeft vooral een hoog kaliumgehalte. De stikstof- en fosfaatgehalten van het concentraat zijn 20 tot 25% lager dan in onbehandelde mest.

### 4.3 Massabalans

Met de gegevens in tabel 3 en bijlage 1 en het salpeterzuurgebruik (tabel 4) kan een balans 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 een mestverwer-

kingsysteem als de Manura<sup>®</sup> 2000 verwachten we geen verwijdering van componenten. Met andere woorden: idealiter zal de gemeten hoeveelheid die het systeem ingaat gelijk zijn aan de gemeten hoeveelheid die het systeem verlaat.

In figuur 4 is voor de centrifuge en de Manura<sup>®</sup> 2000 installatie aangegeven in hoeverre de balans van de verschillende componenten in evenwicht is. De getallen in figuur 4 zijn niet gecorrigeerd voor het gemeten stikstofverlies naar de omgeving in de vorm van ammoniak en lachgas (tabellen 7 en 12).

Voor de centrifuge is de gevonden afwijking in de balans voor alle com-

ponenten klein. De afwijkingen (-6% tot +7%) vallen binnen de marge voor reproduceerbaarheid van de uitgevoerde metingen en analyses.

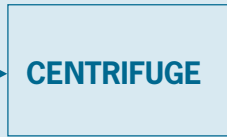
Voor de Manura<sup>®</sup> 2000 geldt dat de gevonden afwijking in de balans voor alle componenten eveneens beperkt is (+6% tot +10%).

Voor het totale mestverwerkingsysteem kunnen we op grond van de balansberekeningen concluderen dat de uitgevoerde metingen een goed beeld geven van zowel de werking van de centrifuge als van de Manura<sup>®</sup> 2000. De afwijking van de massabalans is voor beide onderdelen kleiner dan 10%.

*Toevoegmiddelen en chemicaliën*

DS: 100 %  
OS: 100 %  
N-tot: 100 %  
N-NH<sub>4</sub>: 100 %  
P: 100 %  
K: 100 %

IN



UIT

DS: 107 %  
OS: 105 %  
N-tot: 96 %  
N-NH<sub>4</sub>: 94 %  
P: 102 %  
K: 100 %

DS: 100 %  
OS: 100 %  
N-tot: 100 %  
N-NH<sub>4</sub>: 100 %  
P: 100 %  
K: 100 %

IN



UIT

DS: 106 %  
OS: 110 %  
N-tot: 108 %  
N-NH<sub>4</sub>: 100-128 % (\*)  
P: (\*) 109 %  
K: 106 %

(\*) Water en NPK-concentraat hebben N-NH<sub>4</sub> gehalte < 1 kg/ton.  
Wanneer gerekend wordt met N-NH<sub>4</sub> = 0 kg/ton is de uitkomst 100%;  
wanneer gerekend wordt met N-NH<sub>4</sub> = 1 kg/ton is de uitkomst 128%

**Figuur 4** Massabalans voor centrifuge en Manura<sup>®</sup> 2000 installatie

**Tabel 4** Toevoegmiddelen en chemicaliën Manura® 2000 systeem

	Verbruik (l/ton verwerkte mest)	Toelichting
Zwavelzuur (78% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	0,9 *	Binding ammoniak
Salpeterzuur (53% HNO <sub>3</sub> )	geen **	Reiniging
Kaliumhydroxide(50% KOH)	0,06 ***	Reiniging
Anti-schuimmiddel	geen ****	Voorkomen schuimvorming

\* Gemiddeld gebruik ligt op 1,5 liter H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 94-96% per ton mest (Lorenzen, 2001)

\*\* Gemiddeld gebruik ligt op 0,2 liter per ton mest (Lorenzen, 2001)

\*\*\* Wordt tegenwoordig niet meer gebruikt in Manura® 2000 systeem (Lorenzen, 2001)

\*\*\*\* Alleen gebruikt tijdens opstart. Gemiddeld gebruik ligt op 0,05 liter per ton mest (Lorenzen, 2001)

**Tabel 5** Gemiddelde temperatuur en relatieve luchtvochtigheid

Datum	Temperatuur (°C)		Relatieve luchtvochtigheid (%)
	buiten*	buffertank	Buffertank
7 juni 2001	13	15,7	70,0
25 september 2001	11	17,9	99,9
4 oktober 2001	14	-	-
1 november 2001	8	-	-

\* Gemiddelde temperatuur te De Bilt (KNMI, 2001)

De toevoegmiddelen en chemicaliën die in het systeem zijn gebruikt gedurende de onderzoeksperiode zijn in tabel 4 opgesomd.

#### 4.4 Gasvormige emissies

##### Klimaat

In tabel 5 zijn de klimaatgegevens weergegeven van de dagen waarop de metingen zijn uitgevoerd.

##### Ventilatie

Het ventilatiedebiet uit de buffertank

**Tabel 6** Ventilatie-debiet ontgassingspijp Manura® 2000

Datum	Debiet (m <sup>3</sup> /uur)
7 juni 2001	6,4
25 september 2001	-
4 oktober 2001	9,9
1 november 2001	9
Gemiddeld	8,4

(meetpunt 1) is niet gemeten.

Het debiet van de gasstroom uit de Manura® 2000 (meetpunt 2) is in

**Tabel 7** Ammoniakconcentratie en -emissie uit buffertank en Manura<sup>®</sup> 2000 (voor installatie koolfilter)

Datum	Ammoniakconcentratie (mg/m <sup>3</sup> )		Ammoniakemissie (g/uur)	
	buffertank	Manura <sup>®</sup> 2000	buffertank	Manura <sup>®</sup> 2000
7 juni 2001	68	85	-	0,56
25 september 2001	188	217	-	2,21
4 oktober 2001	-	664	-	6,77
Gemiddeld	128	322	-	3,18

tabel 6 weergegeven.

We moeten opmerken dat de anemometer door de hoge luchtvochtigheid in de gasstroom nat werd tijdens de meting. Hierdoor werd de debietmeting mogelijk beïnvloed.

Het gemiddelde debiet uit tabel 6 wordt gebruikt om de emissies van ammoniak, geur en broeikasgassen uit de Manura<sup>®</sup> 2000 te berekenen.

### Ammoniakemissie

In tabel 7 zijn de ammoniakconcentratie in de ventilatielucht uit de buffertank (meetpunt 1) en de ontgassing van de Manura<sup>®</sup> 2000 (meetpunt 2) weergegeven. Voor meetpunt 1 is de emissie berekend uit het ventilatiedebiet (tabel 6) en de gemeten ammoniakconcentratie. De ammoniakemissie uit meetpunt 2 konden we niet berekenen, omdat het ventilatiedebiet van de buffertank niet bekend is.

De gemeten ammoniakconcentratie in de relatief kleine luchtstroom uit de Manura<sup>®</sup> 2000 is zeer hoog zodat een klein lek een gevaarlijke

situatie kan veroorzaken. De ammoniakconcentratie waaraan volwassen langere tijd mogen worden blootgesteld bedraagt 18 mg/m<sup>3</sup> (TLV-TWA = Threshold Limit Value – Time-Weighted Average) (Anoniem, 1990); kortdurend mogen volwassen blootgesteld worden aan een concentratie van 27 mg/m<sup>3</sup> (TLV-STEL = Threshold Limit Value – Short-term Exposure Limit) (Anoniem, 1990). Het Manura<sup>®</sup> 2000 systeem wordt daarom in de toekomst uitgerust met een ammoniakdetectiesysteem met alarmmelding (Lorenzen, 2001) om gevaarlijke situaties te voorkomen.

Het is van belang om de ammoniakemissie van het mestverwerkingssysteem te kunnen relateren aan de totale ammoniakemissie van het bedrijf. Op deze manier kan men bepalen of het toepassen van het mestverwerkingsysteem een substantiële verhoging van de emissie veroorzaakt. Daarom wordt berekend wat de theoretische ammoniakemissie van het bedrijf is, gebaseerd op de emissiefactoren die worden

**Tabel 8** Berekening ammoniakemissie varkensbedrijf Hollvoet bv, Reusel volgens Wijziging uitvoeringsregeling ammoniak en veehouderij (Anoniem, 2000)

Diercategorie	Code	Emissiefactor NH <sub>3</sub> (kg/dpl/jaar)	Dierplaatsen	NH <sub>3</sub> emissie (kg/jaar)
Vleesvarkens	D3.1.2	4,0	1100	4400
Vleesvarkens	D3.2.10.2	2,0	1900	3800
Guste en dragende zeugen	D1.3.12	4,2	520	2184
Kraamzeugen	D1.2.16	8,3	130	1079
Fokgelten	D3.2.10.1	1,4	100	140
Totaal				11603

gehanteerd door de wetgever (Wijziging uitvoeringsregeling ammoniak en veehouderij (Anoniem, 2000)). Het aantal dieren op de locatie waar de Manura<sup>®</sup> 2000 zich bevindt (Hollvoet bv, Reusel) is kleiner dan het aantal dieren waarvan de mest wordt verwerkt. Een groot deel van de mest wordt aangevoerd van bedrijven op een andere locatie. In tabel 8 wordt de ammoniakemissie van het bedrijf Hollvoet bv te Reusel berekend.

Wanneer we aannemen dat de gemiddelde gemeten ammoniakemissie van de Manura<sup>®</sup> 2000 (tabel 7: 3,18 g/uur (= 27,9 kg/jaar)) representatief is voor de emissie die gedurende het gehele jaar optreedt, kan deze emissie vergeleken worden met de theoretische ammoniakemissie van het gehele bedrijf (tabel 8: 11603 kg/jaar). Dit betekent dat de ammoniakemissie 0,2% bedraagt van de emissie van het gehele bedrijf.

De gemeten ammoniakemissie uit de Manura<sup>®</sup> 2000 bedraagt 0,03% van

de hoeveelheid stikstof die het mestverwerkingsysteem ingaat als drijfmest.

Er is echter geen sprake van een representatieve meting van de ammoniakemissie. De gemiddelde ammoniakemissie in tabel 7 is gebaseerd op slechts drie momentopnamen die onderling ook nog eens zeer sterk verschillen. Bovendien is de ammoniakemissie uit de buffertank, uit de productopslag en uit de ruimte waarin de centrifuge is opgesteld niet gemeten.

### Geuremissie

In tabel 9 zijn de gemeten geurconcentraties en -emissies voor het Manura<sup>®</sup> 2000 mestverwerkingsysteem weergegeven. Aangezien de geurmetingen niet zijn gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie zijn de werkelijke geuremissies mogelijk lager. De geuremissie van de buffertank kan niet worden berekend, omdat het ventilatiedebiet van de buffertank niet bekend is.

De installatie van het koelfilter heeft

**Tabel 9** Geurconcentratie en -emissie Manura® 2000 systeem \*

Datum	Geurconcentratie (OU <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> )		Geuremissie (OU <sub>E</sub> /uur)	
	buffertank	Manura® 2000	buffertank	Manura® 2000***
<i>Zonder koolfilter:</i>				
7 juni 2001	-	>1,2 x 10 <sup>6</sup> **	-	>1,0 x 10 <sup>7</sup>
25 september 2001	307 x 10 <sup>3</sup>	>1,2 x 10 <sup>6</sup> **	-	>1,0 x 10 <sup>7</sup>
<i>Met koolfilter:</i>				
1 november 2001	-	7,5 x 10 <sup>2</sup>	-	6,7 x 10 <sup>3</sup>

\* Niet gecorrigeerd voor achtergrondconcentratie

\*\* Geurconcentratie hoger dan maximaal te bepalen concentratie met gebruikte olfactometer

\*\*\* Berekend met gemiddeld debiet van 8,4 m<sup>3</sup>/uur (tabel 6)

**Tabel 10** Berekening geuremissie varkensbedrijf Hollvoet bv, Reusel op basis van literatuurwaarden voor traditionele huisvesting (Ogink en Lens, 2001; Ogink en Groot Koerkamp, 2001)

Diercategorie	Geuremissie literatuurwaarde (OU <sub>E</sub> /dpl/s)	Dierplaatsen	Geuremissie (OU <sub>E</sub> /s)
Vleesvarkens	22,4	1100	24640
Vleesvarkens	22,4	1900	42560
Guste en dragende zeugen	19,0	520	9880
Kraamzeugen	17,8	130	2314
Fokgelten	22,4	100	2240
Totaal			81634

tot gevolg dat de geurconcentratie in de geëmitteerde lucht zeer sterk wordt verlaagd. De geurverwijdering van het filter bedraagt meer dan 99,9%.

Om de geuremissie van het mestverwerkingsysteem (zonder koolfilter en met koolfilter) te kunnen relateren aan de totale geuremissie van het bedrijf is de theoretische geuremis-

sie van het bedrijf berekend. De berekening is gebaseerd op literatuurwaarden voor geuremissie uit traditionele huisvesting (Ogink en Lens, 2001; Ogink en Groot Koerkamp, 2001). In tabel 10 wordt de geuremissie van het bedrijf Hollvoet bv op deze wijze berekend.

Wanneer we aannemen dat de geuremissie die gemeten is voor het kool-

**Tabel 11** Emissies van vluchtige vetzuren uit Manura<sup>®</sup> 2000 (4 oktober 2001)

Component	Formule	Concentratie (mg/m <sup>3</sup> )	Emissie** (mg/uur)	Geurdrempel* (mg/m <sup>3</sup> )
Azijnzuur	CH <sub>3</sub> -COOH	18,8	185	0,1 - 2,5
Propionzuur	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -COOH	1,93	19	0,0025
Iso-boterzuur	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -CH-COOH	0,25	2,5	0,00072
Boterzuur	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -COOH	1,02	10	0,00025

\* Zahn et al, 2001. In de literatuur wordt een grote spreiding gevonden in gemeten geurdrempels; de vermelde waarden hebben daarom alleen een indicatieve waarde

\*\* Berekend met debiet van 9,6 m<sup>3</sup>/uur (tabel 6)

filter (tabel 9:  $> 1 \cdot 10^7$  OU<sub>E</sub>/uur) representatief is voor de emissie die gedurende het gehele jaar optreedt, kan de gemeten emissie van de mestverwerkinginstallatie vergeleken worden met de theoretische geuremissie van het gehele bedrijf (tabel 10: 81634 OU<sub>E</sub>/s). Dit betekent dat de geuremissie van de Manura<sup>®</sup> 2000 (exclusief koolfilter) groter is dan 3% van de emissie van het gehele bedrijf (berekend volgens bijlage 2). De geuremissie na installatie van het koolfilter (tabel 9:  $6,7 \cdot 10^3$  OU<sub>E</sub>/uur = 1,9 OU<sub>E</sub>/s) bedraagt slechts 0,002% van de emissie van het gehele bedrijf (tabel 10: 81634 OU<sub>E</sub>/s) en is dus verwaarloosbaar klein.

Er is echter geen sprake van een representatieve meting van de geuremissie. Na installatie van het koolfilter is er slechts één meting uitgevoerd van anderhalf uur. Verder is de geuremissie uit de buffertank, uit de opslag van producten en uit de ruimte waarin de centrifuge staat opge-

steld niet gemeten. We merken op dat koolfilters na verloop van tijd verzadigd raken en dus vervangen of ververst dienen te worden.

### Vluchtige vetzuren

De emissie van vluchtige vetzuren uit de ontgassing van de Manura<sup>®</sup> 2000 (meetpunt 2) is eenmalig gemeten op 4 oktober 2001. Vluchtige vetzuren zijn componenten met een onaangename geur en een lage geurdrempel en dragen daarom bij aan de gemeten geuremissie.

De gemeten concentratie en hieruit berekende emissie is weergegeven in tabel 11. Ook is voor de verschillende vetzuren de geurdrempel vermeld. De emissies zijn niet gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie. Het is duidelijk dat de emissie van vluchtige vetzuren bijdraagt aan de geuremissie uit de Manura<sup>®</sup> 2000. Onduidelijk is echter in welke mate de totale geuremissie wordt bepaald door de emissie van vluchtige vetzuren.



**Tabel 12** Broeikasgasconcentraties in ventilatielucht van buffertank

Datum	CH <sub>4</sub> (g/m <sup>3</sup> )	N <sub>2</sub> O (g/m <sup>3</sup> )
7 juni 2001	4,0	0
25 september 2001	1,7	0
4 oktober 2001	-	-
Gemiddeld	2,8	0

### Broeikasgasemissie

De Global Warming Potential (GWP) van een gas geeft aan welke bijdrage dit gas levert aan het versterkte broeikas effect in verhouding tot kooldioxide, uitgaande van een tijdsduur van 100 jaar. Kooldioxide, methaan en lachgas zijn broeikasgassen met een GWP van resp. 1, 21 en 310 (IPCC, 1996). De emissies van broeikasgassen worden meestal uitgedrukt in CO<sub>2</sub>-equivalenten wat het product is van de emissie van het gas en de GWP. Het is daarbij gebruikelijk alleen die gassen mee te rekenen die daadwerkelijk een bijdrage leveren aan het broeikas effect. In dit geval betekent dit dat alleen de CH<sub>4</sub>- en N<sub>2</sub>O-emissie werd meegenomen, omdat de hoeveelheid geëmitteerde CO<sub>2</sub> deel uitmaakt van de korte (natuurlijke) kringloop. De resultaten van de concentratie-

metingen van methaan en lachgas in de ventilatielucht van de buffertank staan in tabel 12. De emissie van broeikasgassen uit de Manura<sup>®</sup> 2000 zelf is niet gemeten. De gemeten concentraties zijn gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie.

De emissie (kg/uur) van broeikasgassen uit de buffertank kan niet worden berekend, omdat het ventilatiedebiet van de buffertank niet bekend is.

### 4.5 Energiegebruik

Het totale energieverbruik van de installatie (centrifuge + Manura<sup>®</sup> 2000) bedroeg gemiddeld 54 kWh / ton verwerkte drijfmest. De centrifuge (incl. toevoerpompen) verbruikte hiervan 13% (7 kWh / ton) en de Manura<sup>®</sup> 2000 87% (47 kWh / ton).

## 5 Economische evaluatie

In tabel 13 worden de resultaten van de kostenberekening van het Manura<sup>®</sup> 2000 systeem weergegeven. De uitgangspunten van de berekening zijn reeds toegelicht. De kosten voor het ammoniakdetectiesysteem zijn opgenomen in de investeringskosten van de Manura<sup>®</sup> 2000.

De verwerkingskosten van het Manura<sup>®</sup> 2000 systeem bedragen dus € 17,22 / ton drijfmest, excl. afzet van de producten.

In tabel 14 worden twee verschillende scenario's gedefinieerd voor de ontwikkeling van de afzetkosten of opbrengsten van de producten uit het Manura<sup>®</sup> 2000 systeem. Een negatief bedrag betekent dat men moet betalen voor de afzet van het product, een positief bedrag betekent een opbrengst. Met behulp van deze scenario's is berekend wat de consequenties zijn voor het Manura<sup>®</sup> 2000 systeem. Dit is weergegeven in tabel 15.

**Tabel 13** Verwerkingskosten Manura® 2000 systeem (in €, excl. afzet producten)**Mestverwerkingsinstallatie**

Merknaam:	Manura®
Type:	2000
Capaciteit: (ton drijfmest/uur)	1,75
Draaiuren: (uur/jaar)	8000
Totaal: (ton drijfmest/jaar)	14000

**1. Investeringskosten**

	Afschrijvingsduur	
Manura® 2000	7,5 jaar *	490.000,00 **
Decanteercentrifuge – 2,5 m <sup>3</sup> /h	7,5 jaar *	114.000,00 **
Loods	10 jaar *	114.000,00 ***
Opslagtanks, foliebassin	10 jaar *	136.000,00 ***
Verharding, infrastructuur, leidingen etc.	10 jaar *	152.000,00 ***
Totaal investeringen:		1.006.000,00
	Per ton:	71,86

**2. Exploitatiekosten per jaar**

Vaste kosten:		
Afschrijving:	3%	120.733,33
Onderhoud:	2,75%	30.180,00
Rente:		27.665,00
Totaal vaste kosten:		178.578,33
	Per ton:	12,76
Variabele kosten:		
Vervanging koolfilter	4 maal per jaar **	400,00
Energie: elektriciteit	54 kWh/ton à 0,062 ****	46.872,00
Zwavelzuur (94-96%)	1,5 l/ton à 0,30 **	6.300,00
Salpeterzuur (53%)	0,2 l/ton à 0,30 **	840,00
Anti-schuimmiddel	0,05 l/ton à 4,50 **	3.150,00
Arbeid	0,75 uur/dag à 18,00 **	4.927,00
Totaal variabele kosten:		62.489,50
	Per ton:	4,46
Totaal exploitatiekosten:		241.067,83
(vaste + variabele kosten)	Per ton:	17,22

\* Uitgangspunt gehanteerd door PV

\*\* Volgens opgave door Funki Manura A/S (Lorenzen, 2001)

\*\*\* Volgens opgave door varkenshouder (Lavrijsen, 2001)

\*\*\*\* Verbruik zoals gemeten tijdens onderliggend onderzoek

**Tabel 14** Scenario's: afzetopbrengsten

Product	Scenario1 - negatief (€ / ton)	Scenario 2 - positief (€ / ton)
Product 1: dikke fractie	-18,00	0,00
Product 2: N-concentraat	-9,00	9,00
Product 3: NPK-concentraat	-18,00	0,00
Product 4: water	-1,33 *	-0,50 **

\* Lozing op riool berekend volgens vervuilingformule (bijlage 3).

Wanneer het systeem verder geoptimaliseerd wordt, dalen deze kosten.

\*\* Versproeien op eigen land (excl. grondkosten) ervan uitgaande dat door optimalisatie van het systeem N-totaal wordt verlaagd tot < 200 mg/l. N.B. Op dit moment is N-totaal < 200 mg/l

**Tabel 15** Afzetopbrengst producten (in €)

Product	Hoeveelheid (ton/jaar)	Scenario 1 (negatief)	Scenario 2 (positief)
Product 1: dikke fractie	1050	-18.900,00	0,00
Product 2: N-concentraat	380	-3.420,00	3.420,00
Product 3: NPK-concentraat	3200	-57.600,00	0,00
Product 4: water	9400	-12.502,00	-4.700,00
Opbrengst producten:		-92.422,00	-1.280,00
	Per ton:	-6,60	-0,09

In het positieve scenario is sprake van een extra kostenpost van € 0,09 per ton verwerkte drijfmest. De totale kosten van het Manura® 2000 systeem komen dan uit op € 17,22 + € 0,09 = € 17,31 per ton verwerkte drijfmest.

In het negatieve scenario is sprake van een extra kostenpost van € 6,60 per ton verwerkte drijfmest. De totale kosten van het Manura® 2000 systeem komen dan uit op € 17,22 + € 6,60 = € 23,82 per ton verwerkte drijfmest.

## 6 Conclusies en aanbevelingen

- 1 Wanneer de Manura<sup>®</sup>-2000 installatie het aantal beoogde draaiuren van 8.000 per jaar realiseert is het systeem in staat om 14.000 ton drijfmest / jaar te behandelen. Het Manura<sup>®</sup> 2000 systeem is echter nog niet geheel ontwikkeld. Tijdens het onderzoek trad een aantal storingen op waardoor het systeem enige dagen buiten bedrijf werd gesteld. De toekomst moet uitwijzen of de installatie inderdaad de beoogde capaciteit haalt.
- 2 De kosten van het mestverwerkingsproces bedragen € 17,- per ton ingaande drijfmest (excl. afzet van producten, uitgaande van een capaciteit van 14.000 ton drijfmest/jaar). Afhankelijk van de ontwikkeling van de afzetmarkt voor de producten moet men rekening houden met een extra kostenpost van ongeveer € 0,09 tot € 6,60 per ton behandelde drijfmest.
- 3 Circa 67% van het volume van de ingaande drijfmest wordt omgezet tot water met een stikstofgehalte van 250 - 600 mg/l. Aangezien het stikstofgehalte hoger is dan 200 mg/l moet het water emissiearm worden opgeslagen en aangewend. De bedoeling is de installatie verder te optimaliseren met als doel een stikstofgehalte lager dan 200 mg/l te realiseren. Het water kan dan eenvoudigweg versproeid worden.
- 4 We konden een goede balans over het Manura<sup>®</sup> 2000 systeem opstellen. In beide onderdelen (centrifuge en Manura<sup>®</sup> 2000) was de afwijking kleiner dan 10%.
- 5 In vergelijking met de veronderstelde ammoniakemissie van het gehele varkensbedrijf is de emissie van ammoniak uit de Manura<sup>®</sup> 2000 zeer laag (0,2%), exclusief eventuele ammoniakemissie uit centrifuge-ruimte, buffertank en productopslagen.
- 6 De emissie van geur uit de Manura<sup>®</sup> 2000 (zonder nageschakeld koalfilter) is hoger dan 3% van de veronderstelde geuremissie van het gehele varkensbedrijf. De emissie van vluchtige vetzuren is ruim 200 mg/uur. Wanneer een koalfilter aanwezig is, wordt de geuremissie uit de Manura<sup>®</sup> 2000 met meer dan 99,9% verlaagd en is verwaarloosbaar klein (exclusief eventuele geuremissie uit centrifuge-ruimte, buffertank en productopslagen).
- 7 Om de emissie van broeikasgassen (methaan en lachgas) vast te stellen zijn aanvullende metingen noodzakelijk.

# 7 Manura<sup>®</sup> 2000 in breder perspectief

## **Volumereductie**

Het Manura<sup>®</sup> 2000 systeem zorgt voor een volumereductie van ongeveer 67%. Dat wil zeggen: 67% van het oorspronkelijke drijfmestvolume wordt omgezet in water. Wanneer men dit bij het varkensbedrijf op het land kan sproeien, kunnen de transportkosten sterk verlaagd worden in vergelijking met drijfmesttransport. Op dit moment is dit echter niet mogelijk omdat het stikstofgehalte van het water hoger dan 200 mg/l is. Verdere optimalisatie van de installatie is daarom noodzakelijk. Een andere mogelijkheid is om het water op het riool te lozen wanneer hiervoor een vergunning wordt verkregen. De lozingskosten bedragen met de huidige gehalten ongeveer € 1,30 per m<sup>3</sup>.

## **Mineralenboekhouding**

Als het goed is gaan in het Manura<sup>®</sup> 2000 systeem geen mineralen verloren: al het fosfaat, kalium en stikstof dat het systeem ingaat, moet het systeem weer verlaten. Balansberekeningen wijzen er echter op dat een grote hoeveelheid fosfaat en kalium niet wordt teruggevonden in de producten. Nader onderzoek is noodzakelijk om de consequenties voor de mineralenboekhouding vast te stellen.

## **Vervanging kunstmest**

Een groot deel van de stikstof komt

terecht in een vloeibaar stikstofconcentraat. Dit concentraat kan gebruikt worden als stikstofmeststof en het gebruik van kunstmest deels vervangen. Het gevormde NPK-concentraat kan aangewend worden in plaats van drijfmest, op plaatsen waar een iets hoger fosfaatgift gewenst is en een hoge gift van kalium geen probleem vormt.

## **Afzetcontract en export**

Per 1 januari 2002 is de wetgeving voor de mestafzetcontracten van kracht geworden. Voor zowel stikstof als fosfaat moeten afzetcontracten en/of exportcontracten afgesloten worden.

Op dit moment is het niet mogelijk een mestafzetcontract te sluiten met een glastuinbouwer omdat de glastuinbouw niet onder MINAS valt. De minister van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij heeft kortgeleden aangegeven een regeling te zullen treffen om de afzet van verwerkte varkensmest in de substraatteelt in de glastuinbouw een plaats te geven (Brinkhorst, 2001). Mogelijk zullen de afzetmogelijkheden van het N-concentraat en NPK-concentraat hierdoor toenemen.

Door de hoge temperaturen in het systeem zijn het N-concentraat en het NPK-concentraat waarschijnlijk kiemvrij. Daarom kan in principe een erkenning van de Rijksdienst voor de

keuring van Vee en Vlees (RVV) verkregen worden voor deze concentraten. Hierdoor wordt export van deze fracties naar EG-landen mogelijk. Hollvoet bv heeft eind 2001 een vijzel geïnstalleerd die de dikke fractie na centrifuge niet alleen transporteert, maar ook verhit. Door de dubbelwandige bak van de vijzel stroomt thermische olie van circa 200°C, waardoor de dikke mest tot 75-85°C wordt verhit (Janssens, 2002). Hiermee wordt gepoogd ook de dikke fractie geschikt te maken voor export. Deze vijzel is niet in het onderzoek betrokken en dus zijn ook de additionele kosten niet berekend.

### **Kosten versus opbrengst**

Algemeen kunnen we stellen dat een mestverwerkingsysteem alleen rendabel

is wanneer de producten een betere marktpositie hebben dan het uitgangspanduct, onbehandelde varkensdrijfmest. De verwerkingskosten van het Manura® 2000 systeem bedragen € 17,- / ton verwerkte drijfmest. Om deze kosten te kunnen dragen moet de afzet van de producten uit de mestverwerking minimaal € 17,- / ton goedkoper zijn dan de afzet van onbehandelde drijfmest. Dit is alleen mogelijk wanneer een markt wordt gecreëerd voor deze producten. Op dit moment is niet te zeggen of dit haalbaar is.

### **Service en onderhoud**

Gezien de technische complexiteit van de Manura® 2000 installatie, is het noodzakelijk een goede servicedienst in het leven te roepen.

# Literatuur

- Anoniem. 1990. Ammonia: Health and safety guide. Health and safety guide no. 37. WHO, Geneva.
- Anoniem. 1994. Document Meten en Rekenen Geur. Publikatiereeks Lucht en Energie, nr. 115, december 1994. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag.
- Anoniem. 1996. Werkgroep Emissiefactoren. Meetprotocol voor geuremissies uit stallen. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag.
- Anoniem. 1997. Vrijstellingsregeling waterige fracties en reinigingswater. Staatscourant 1997, 33, p. 8, Den Haag.
- Anoniem. 1998. Meststoffenwet. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag.
- Anoniem. 2000. Wijziging Uitvoeringsregeling Ammoniak en Veehouderij. Interimwet Ammoniak en Veehouderij, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Staatscourant 139, Den Haag, Bijlage 4 van de 7de wijziging UAV.
- Anoniem. 2001. Nederlandse Emissie Richtlijn lucht (NeR). InfoMil, Den Haag.
- 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.
- Gijsel, de, P.; Hol, J.M.G.; Starmans, D.A.J. 2001. Gasvormige emissies bij mestverwerkingsinstallaties. Manura® - Systeem Lavrijsen. IMAG-nota P 2001-111. 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.



- IPPC. 1996. Climate Change 1995. The Science of Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change; J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg and K. Maskell, eds. Cambridge University Press. Cambridge, U.K.
- Janssens, J. 2002. Dikke fractie exportwaardig door verhitting. Boerderij 87, nr. 23 (5 maart 2002), pag. 14-15
- KNMI. 2001. <http://www.knmi.nl/voorl/kd/lijsten/daggem/etmgeg.cgi>
- Lavrijsen, J.M.T. 2001. Eindrapportage project "Hollvoet BV - Mineralen in beweging". Toepassingsmogelijkheden mestverwerking op varkenshouderij-bedrijven.
- Lorenzen, H. 2001. Persoonlijke mededeling. Funki Manura A/S, Denemarken.
- 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.
- Ogink, N.W.M.; Groot Koerkamp, P.W.G. 2001. Comparison of odour emissions from animal housing systems with low ammonia emissions. Proceedings: 1st IWA International Conference on Odour and VOC's: Measurement, Regulation and Control Techniques. The University of NSW, Sydney, Australia, March 25-28 2001.
- Ogink, N.W.M.; Lens, P.N. 2001. Geuremissie uit de veehouderij. Overzichtsrapportage 1996-1999. Rapport 2001-14. IMAG, Wageningen, 40 pp.
- Vossen, F.J.H. 2001. Geuronderzoek Funki Manura® 2000 mestverwerkingsinstallatie te Reusel. Rapportnummer Fuma01A1.doc. PRA Odournet BV, Amsterdam.
- Wintjens, Y., 1993. Gaswasfles. In: E.N.J. van Ouwkerk (ED.): Meetmethoden NH<sub>3</sub>-emissie uit stallen. Onderzoek inzake de mest- en ammoniak-problematiek in de veehouderij 16, DLO, Wageningen, p. 38-40.

Zahn, J.A.; DiSpirito, A.A.; Do, Y.S.; Brooks, B.E.; Cooper, E.E.; Hatfield, J.L.  
2001. Correlation of human olfactory responses to airborne concentrations of  
malodorous volatile compounds emitted from swine effluent. *J. Environ.  
Qual.*, 30: p. 624-634.

# Bijlagen

## Bijlage 1

Centrifuge: Gemiddelde samenstelling en debiet van de verschillende stromen

Component	Eenheid	Drijfmest (ingaaand)	Dikke fractie (uitgaand)	Dunne fractie (uitgaand)
Droge stof	g/kg	49,7	356	28,3
Organische stof	g/kg	28,3	218	14,6
Stikstof-totaal	g N/kg	5,2	9,2	4,7
Ammonium-stikstof	g N/kg	3,9	3,9	3,6
Fosfaat-totaal	g P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /kg	2,5	26,9	0,6
Kalium	g K <sub>2</sub> O/kg	6,1	5,3	6,2
pH	-	8,2	6,1	8,3
Debiet	ton/uur	2,4	0,18	2,2
Massa	% totaal	100	7,5	92,5

Manura® 2000: Gemiddelde samenstelling en debiet van de verschillende stromen

Component	Eenheid	Dunne fractie (ingaaand)	Water (uitgaand)	N-concentraat (uitgaand)	NPK-concentraat (uitgaand)
Droge stof	G/kg	25,9	0,25	46,6	103,1
Organische stof	G/kg	13,1	0,20	44,9	51,2
Stikstof-totaal	G N/kg	4,7	0,34	130	3,9
Ammonium	G N/kg	3,5	< 1	118	< 1
Nitraat	G N/kg	-	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nitriet	G N/kg	-	< 0,01	< 0,01	0,03
Fosfaat-totaal	G P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /kg	0,5	< 0,07	< 0,07	2,0
Kalium	G K <sub>2</sub> O/kg	5,9	0,08	< 0,03	24,4
pH	-	8,4	9,4	9,9	9,8
CZV *	Mg/l	-	92	-	-
EC **	MS/cm	-	-	552	68
Koper	mg/kg	-	-	< 13	66
Zink	mg/kg	-	-	2,5	133
Cadmium	mg/kg	-	-	< 0,001	< 0,001
Vluchtige vetzuren***	mg/kg	-	< 18	< 18	-
Debiet	ton/uur	1,7	1,2	0,050	0,42
Massa ****	% totaal	92,5	67	2,7	23

\* Chemisch Zuurstof Verbruik

\*\* Electrical Conductivity (elektrische geleidbaarheid)

\*\*\* Optelsom van azijnzuur, propionzuur, iso-boterzuur, boterzuur, iso-valeriaanzuur en valeriaanzuur

\*\*\*\* De hoeveelheid dunne fractie die de Manura® 2000 ingaat wordt gesteld op 92,5 % van het totaal

## Bijlage 2

De geometrisch gemiddelde geuremissie van  $i$  meetdagen wordt als volgt berekend:

$$M = \exp \left( (\ln G_1 + \dots + \ln G_i) / i \right) \quad (\text{OU}_{\text{E}}/\text{s})$$

$M$  = geometrisch gemiddelde geuremissie van  $i$  meetdagen ( $\text{OU}_{\text{E}}/\text{s}$ )

$G_i$  =  $E_{\text{stal}} + E_{\text{mb},i}$  ( $\text{OU}_{\text{E}}/\text{s}$ )

$E_{\text{stal}}$  = geuremissie varkensbedrijf berekend op grond van literatuurwaarden ( $\text{OU}_{\text{E}}/\text{s}$ )

$E_{\text{mb},i}$  = gemeten geuremissie uit mestverwerkingsinstallatie op meetdag  $i$  ( $\text{OU}_{\text{E}}/\text{s}$ )

Vervolgens wordt de toename van de geuremissie van het bedrijf als gevolg van de mestverwerkingsinstallatie als volgt berekend:

$$P = \left( M / E_{\text{stal}} - 1 \right) \times 100 \quad (\%)$$

$P$  = toename geuremissie als gevolg van mestverwerking (%)

$M$  = geometrisch gemiddelde geuremissie van  $i$  meetdagen ( $\text{OU}_{\text{E}}/\text{s}$ )

$E_{\text{stal}}$  = geuremissie varkensbedrijf berekend op grond van literatuurwaarden ( $\text{OU}_{\text{E}}/\text{s}$ )

### Bijlage 3

Wanneer men water loost op het riool, moeten er lozingskosten worden betaald die afhangen van de vervuilingslast. De vervuilingslast wordt uitgedrukt in vervuiling-equivalent (V.E.) of inwonerequivalenten (I.E.) en als volgt uitgerekend:

$$\text{aantal I.E.} = Q / 136 \times (\text{CZV} + 4,57 \times \text{N-Kj})$$

Q	=	lozingsdebiet (m <sup>3</sup> /dag)
CZV	=	chemisch zuurstoferbruik (g/m <sup>3</sup> )
N-Kj	=	concentratie N-Kjeldahl (g/m <sup>3</sup> )

Per I.E. moet een bepaald bedrag betaald worden. Afhankelijk van het betreffende waterschap bedraagt de heffing € 27,- tot € 55,- per I.E. per jaar.

Voor de lozing van het effluent van de Manura<sup>®</sup> 2000 kan de volgende berekening worden gemaakt:

Q	=	14.000 x 0,67 / 365 = 26,7 m <sup>3</sup> /dag (tabel 2 en 3)
CZV	=	92 g/m <sup>3</sup>
N-Kj	=	340 g/m <sup>3</sup>

Het aantal I.E.'s bedraagt dan:

$$\text{aantal I.E.} = 26,7 / 136 \times (92 + 4,57 \times 340) = 311$$

Uitgaand van een lozingstarief van € 40,- per I.E. (tarief 2002, Waterschap Veluwe) bedragen de kosten dus 311 x € 40 = € 12.068,-.

De lozingskosten per ton verwerkte drijfmest bedragen:

$$€ 12.440 / 14.000 = € 0,89.$$

De lozingskosten per ton geloosd effluent bedragen:

$$€ 12.440 / (14.000 \times 0,67) = € 1,33.$$

## 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.

