

## **SenterNovem**

**“Bundeling van de resultaten  
van de mestvergistingprojecten  
van de ROB-subsidieregeling”**

**onderdeel van:**

**Programma reductie overige broeikasgassen  
SenterNovem**

DLV Bouw Milieu en Techniek  
Postbus 511  
5400 AM Uden

Telefoon: 0413-336800

J. Schellekens  
Projectleider  
Tel. 06-53339247

22 augustus 2008

**Programma:**

Reductie Overige Broeikasgassen (ROB)

Projecttitel	Bundeling van de resultaten van de mestvergistingsprojecten van de ROB-subsidieregeling
SenterNovem-projectnummer	ROBP07037
Verslagperiode	17 projecten periode 2001 t/m 2007
Contactpersonen	Dhr. J. Schellekens, DLV Bouw, Milieu en Techniek B.V.
	Dhr. J. van Bergen, SenterNovem

Aan de onderzochte projecten is in het kader van het Besluit milieusubsidies, Subsidieregeling milieugerichte technologie een subsidie verleend uit het programma Reductie Overige Broeikasgassen dat gefinancierd wordt door het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke ordening en Milieubeheer. Senter Novem beheert deze regeling.

## Trefwoorden:

Duurzame energie, mestvergisting, drijfmest, digestaat, methaanreductie, economische haalbaarheid

## Samenvatting

ROB landbouw wil de opgedane ervaringen van de ROB subsidieprojecten verzamelen en analyseren. Deze praktijkervaringen kunnen bijdragen aan een beter begrip van de mogelijkheden van mestvergisting. Hiermee kunnen zowel beleidsmakers als ook ondernemers en adviseurs de mogelijkheden optimaliseren om te komen tot het vergisten van mest en op deze wijze reduceren van de methaangasemissie en zo mogelijk de reductie van ook lachgas, gebruik van kunstmest en gebruik van fossiele brandstof.

In dit rapport zijn de ervaringen en gegevens samengebundeld van 14 praktijkbedrijven en drie praktijkonderzoekcentra met een biogasinstallatie. De bedrijven zijn voornamelijk gelegen in de provincies Groningen en Friesland. Het zijn 10 melkveehouderijbedrijven, twee akkerbouwbedrijven met als neventak vleeskuikens en twee gespecialiseerde biogasinstallaties eigendom van een groep ondernemers. Voor de afzet van het digestaat beschikken de bedrijven over gemiddeld ca. 180 hectare landbouwgrond. Dit varieert echter sterk van geen grond (voor de gespecialiseerde biogasinstallaties) 80 à 600 hectare bij de installaties op de veehouderij- en akkerbouwbedrijven.

Gemiddeld is de installatiegrootte 640 kWe. De verblijftijd in de (na)vergisters is in totaal ruim 90 dagen. Op bijna alle bedrijven worden ronde silo's gebruikt. De installaties zijn geleverd door hoofdzakelijk twee leveranciers. Alle leveranciers maken gebruik van expertise en ervaring van Duitse bouwers van biogasinstallaties.

Per installatie wordt gemiddeld 10.400 ton mest vergist en ca. 7250 ton co-substraten. In de beginperiode bestonden deze voor ruim 60% uit vooral maïs en gras. De overige co-substraten zijn afkomstig uit de voeding- en genotmiddelenindustrie (VGI). Door de gestegen prijzen voor landbouwproducten in de afgelopen 1,5 jaar, wordt er meer overgeschakeld op het vergisten van VGI-producten.

De milieueffecten zijn te verdelen in directe en indirecte CO<sub>2</sub>-reductie. De berekeningen hiervoor zijn uitgevoerd aan de hand van een door SenterNovem gehanteerde TEWI-rekenmethode. De directe reductie door een lagere methaangasemissie vanuit de mest wordt gerealiseerd door een verlaging van de mestopslagduur van gemiddeld 170 dagen naar ruim 30 dagen. Op enkele bedrijven daalt de opslagduur naar ca. zeven dagen. Gemiddeld levert dit een jaarlijkse reductie op van ca. 513 ton CO<sub>2</sub>-equivalent per biogasinstallatie. Het verschil in biogasopbrengst tussen verse mest en mest van een half jaar is ca. 15 m<sup>3</sup> per ton. Dit komt overeen met bruto ca. € 4,50 extra elektriciteitsopbrengst per ton mest. De lagere biogasopbrengst met oude mest is te compenseren met bijvoorbeeld het vergisten van maïs. Bij een gebruik van gemiddeld 10.400 ton mest per biogasinstallatie kunnen de extra kosten voor co-substraten oplopen tot ca. € 27.000,- per jaar.

De indirecte reductie komt tot stand door de productie van duurzame elektriciteit en het vervangen van fossiele brandstof voor verwarming door de restwarmte uit de WKK-installatie(s). Op jaarbasis levert dit een reductie op, bij volledige capaciteit van de WKK-installatie, van ca. 2911 ton CO<sub>2</sub>-equivalenten per biogasinstallatie per jaar.

Ca. 0,5 miljoen m<sup>3</sup> aardgas-equivalenten restwarmte blijft (nog) onbenut per biogasinstallatie. Een vijftal bedrijven zijn concreet aan het onderzoeken om deze warmte wel nuttig te gebruiken voor droging van producten of transport naar derden.

Het digestaat wordt op veel bedrijven gebruikt voor besparing van kunstmeststikstof. Deze besparing is mogelijk als er meer stikstof uit het digestaat ook effectief is te gebruiken omdat digestaat meer ammoniumstikstof bevat. De werkingsgraad van de stikstof is naar verwachting hoger dan 65% procent, waarmee in de aanwendingsnormen gerekend moet worden (wat de effecten op lange termijn zijn, is nog niet aan te geven omdat digestaat pas enkele jaren wordt gebruikt).

Gemiddeld is dit op de bedrijven 50 kg N per hectare per jaar met een variatie van nagenoeg niets (op een biologisch veehouderijbedrijf) tot bijna 170 kg. Door de besparing op het energieverbruik voor de productie van kunstmest, is per bedrijf jaarlijks ca. 14,6 ton CO<sub>2</sub>-equivalenten te besparen. Hierin is de stikstofbesparing die met digestaatgebruik op andere bedrijven mogelijk is, niet meegenomen. In totaal is de besparing door de drie vermelde onderdelen 3438 ton CO<sub>2</sub>-equivalenten per installatie per jaar. Voor de 14 praktijkinstallaties is dit ruim 48.000 ton per jaar. Bij een betere benutting van de restwarmte kan deze nog hoger worden.

Wat de besparingsmogelijkheden op sectorniveau zijn, is moeilijk in te schatten.

Hoe de ontwikkeling van het toepassen van biogasinstallaties er in de toekomst uit zal zien hangt namelijk enerzijds af van technisch potentieel (ontwikkeling van goedkopere vormen van omzetting van biogas in elektriciteit en warmte, productie van groen gas) en anderzijds van economische potentieel hetgeen mede afhankelijk is van stimuleringsbeleid door bijvoorbeeld de SDE.

De gemiddelde investering in een biogasinstallatie was ruim 1,6 miljoen euro. De berekende terugverdientijd was daarbij (zonder ROB-subsidie en arbeidsvergoeding) ruim acht jaar. De gemiddelde kostprijs voor de productie van elektriciteit was daarbij 14,6 cent per kWh. De spreiding in kostprijs was van 11 tot 21 cent per kWh elektriciteitsproductie. Een lage kostprijs wordt vooral gerealiseerd bij een installatiegrootte van minimaal 0,5 mWe, weinig storingsen en een hoge biogasproductie per gemiddelde ton invoer (vergisten van producten met weinig water en relatief veel energie). De hoge kostprijs wordt veroorzaakt door een relatief dure installatie (onder andere dure industriegrond), hoge afzetkosten voor digestaat en extra transportkosten voor aanvoer van co-substraten. Voor biogasinstallaties bij geplaatst bij agrarische bedrijven was de gemiddelde kostprijs 14 cent per kWh elektriciteit. Door de gestegen grondstofprijzen, meer onderhoud- en vervangingskosten dan verwacht en aanpassingen in de biogasinstallaties, is de kostprijs momenteel hoger. Door het relatief beperkte aanbod aan aantal toegestane co-substraten en aantal biogasinstallaties is de verhouding in vraag en aanbod in producten snel te verstoren. Dit is ongunstig voor een stabiele marktontwikkeling.

Het verkrijgen van de benodigde milieu- en bouwvergunning is over het algemeen redelijk goed verlopen. Op een aantal bedrijven heeft dit meer dan normale tijd gevraagd doordat de kennis over biogasinstallaties bij het bevoegde gezag op dat moment nog beperkt was en/of er bezwaar was aangetekend. Momenteel is vooral een knelpunt of een biogasinstallatie wel past binnen een bestemmingsplan (al of niet als agrarische activiteit kan worden gezien).

Door toename van de grootte van biogasinstallaties vormen transportbewegingen ook eerder een belemmerende factor.

De praktijkervaringen met het gebruik van een biogasinstallatie variëren van redelijk naar verwachting tot tegenvallend. Vooral de duurzaamheid van onderdelen is minder en het aantal storingen is meer dan verwacht. Ook is de hoeveelheid benodigde tijd meer dan verwacht. Dit wordt veroorzaakt door enerzijds meer storingen, administratie/organisatie, maar ook voor het leren beheersen van het biologisch proces. De besturing van een biogasinstallatie vraagt meer vakmanschap en tijd naarmate meer VGI-producten van wisselende samenstelling worden gebruikt. Vooral het beheersbaar houden van schuimvorming is een belangrijk aandachtspunt.

Voor het operationeel houden van een biogasinstallatie dient een ondernemer voldoende tijd te hebben. Bij grotere installaties komt dit overeen met nagenoeg een fulltime activiteit. Het merendeel van de bedrijven hebben aanpassingen in de installatie laten maken om deze beter te kunnen gebruiken. De extra investeringen waren gericht op een grotere opslagcapaciteit voor co-substraten, betere pompen en/of mixers, een andere invoer van producten en/of nabehandelen van het digestaat. Dit vergde extra investeringen van duizenden euro's tot ca. honderdduizend euro per biogasinstallatie.

Bij een drietal biogasinstallaties wordt het biogas na gezuiverd met een actief koolstoffilter om zoveel mogelijk zwavelwaterstof ( $H_2S$ ) te verwijderen. Op één bedrijf wordt het biogas extra mechanisch gekoeld voor een betere ontwatering en tevens het  $H_2S$  beter te verwijderen. Beide onderdelen kunnen gewenst zijn om biogas eventueel op te waarderen naar aardgaskwaliteit. De ervaringen met deze technieken zijn goed op de bedrijven.

De gebruikers van biogasinstallaties ervaren het beste op welke wijze de regelgeving van invloed is op het realiseren en gebruiken van deze vorm van duurzame energieproductie. De gewenste aanpassingen in de regelgeving hebben betrekking: op verruiming aantal VGI-producten op de positieve lijst, gebruik van (delen) van digestaat als kunstmestvervanger, een hogere vergoeding bij nieuwe installaties of bij uitbreiding van een bestaande biogasinstallatie en een stimulering van het gebruik van restwarmte bij meer innovatieve of risicovollere nieuwe toepassingen. Wat betreft uitvoering zijn de aanbevelingen gericht op vlot verlopende uitbetaling van MEP-subsidie en een goede structuur voor verantwoording van het gebruik van mest en co-substraten (nu moeten de gebruikers zelf uitzoeken hoe dit het beste kan gebeuren).

Voor de toekomst zijn er wellicht mogelijkheden voor goedkopere biogasinstallaties. Op dit moment wordt er namelijk onderzoek gedaan naar het toepassen van een gasturbine in combinatie met een eenvoudige vergister. Hierbij wordt alleen of hoofdzakelijk mest vergist. Doel is om voor vooral het eigen bedrijf elektriciteit en warmte duurzaam op te wekken tegen een lage kostprijs. Daarna wordt gestreefd naar het verwerken van het digestaat tot producten welke onder andere kunstmest deels kunnen vervangen.

Als dergelijke installaties op zowel 100 grote rundveebedrijven als 100 grote varkensbedrijven kunnen worden toegepast, is hiermee jaarlijks ca. 2,5 miljoen ton mest te vergisten. Daaruit kan netto ca. 115 miljoen kWh elektriciteit worden opgewekt en kan er ca. 2,5 miljoen  $m^3$  aardgas worden vervangen voor verwarming. Het totale milieuvoordeel is daarbij ca. 208.000 ton  $CO_2$ -equivalenten per jaar. Deze variant van vergisten kan op meer bedrijven

worden toegepast als dit door subsidie wordt gestimuleerd. Hierdoor kan in principe het milieuvoordeel een veelvoud hiervan worden.

Samenvatting resultaten monitoringsperiode 14 praktijkbedrijven (nadien kunnen/zijn de resultaten gewijzigd door ander inzicht, uitbreiding, volle capaciteit draaien, wijzigingen rantsoen e.d.)

Onderwerp	gemiddelde	hoogste	laagste
totaal kWe opgesteld elektrisch vermogen	644	1250	191
totale vergistingcapaciteit vergister+navergister: in m <sup>3</sup>	5160	14.950	1900
dagen verblijftijd biomassa vergister	39	75	11
dagen verblijftijd navergister	53,5	90	28
dagen totale verblijftijd	92,5	125	56
M <sup>3</sup> biogas per gemiddelde ton invoer *	115,1	189	81
gemiddeld voerrantsoen, ton per jaar:			
mest	10.416	27.000	1825
maïs	3929	10.000	0
gras	578	2600	0
landbouwgewassen	794	3100	0
VGI-producten, glycerine, supermarktproducten e.d.	1957	3950	0
aantal vollast draaiuren WKK-installaties *	7231	8000	5580
percentage eigen elektriciteit installatie *	7,7	13,7	3,3
M <sup>3</sup> aardgasbesparing/jaar door gebruik restwarmte	29.500	250.000**	0
M <sup>3</sup> niet benutte restwarmte per jaar	517.000	1.117.500	50.000***
<b>CO<sub>2</sub>-reductie in ton per jaar</b>	<b>2782</b>	<b>6699</b>	<b>823</b>
CH <sub>4</sub> -emissie uit mest	513	1738	62
elektriciteitsproductie	2201	4697	85
besparing verwarming	53	447	0
besparing kunstmeststikstof	15	46	0
Investering in euro per kWe	2544	3885	1890
kosten in centen per kWh elektriciteitproductie *	14,6	21,6	10,8
terugverdientijd in aantal jaren *	7,9	12,0	6,3

\* exclusief biogasinstallatie (nummer 6) met veel technische problemen in de monitoringsperiode (één van de eerste biogasinstallaties in Nederland)

\*\* gebruik van restwarmte voor hygiënisatie van digestaat voor export (zonder deze toepassing is de besparing gemiddeld 11.600 m<sup>3</sup> per bedrijf per jaar)

\*\*\* door slecht functionerende biogasinstallatie veel warmte nodig voor op temperatuur houden biomassa in vergisters

## Inhoudsopgave

<b>Samenvatting .....</b>	<b>3</b>
<b>Inhoudsopgave .....</b>	<b>7</b>
<b>1 Inleiding.....</b>	<b>8</b>
1.1 Aanleiding .....	8
1.2 Doelstelling .....	8
1.3 Indeling van het rapport .....	9
<b>2 Technische beschrijving.....</b>	<b>10</b>
2.1 Algemene beschrijving onderzochte bedrijven .....	10
2.2 Algemene Beschrijving vergistingproces .....	10
2.3 Beschrijving technische uitvoering co-vergistinginstallaties .....	11
<b>3 Werking van de co-vergistinginstallaties .....</b>	<b>14</b>
3.1 Procesvoering.....	14
3.2 Gebruik te vergisten producten .....	14
3.3 Ervaringen gebruik installatie .....	15
<b>4 Milieuresultaten gebruik co-vergistinginstallaties .....</b>	<b>17</b>
4.1 Te behalen milieuvoordelen .....	17
4.1.1 Directe reductie van methaan: kortere mestopslagduur.....	17
4.1.2 Indirecte reductie.....	18
4.1.3 Overige milieuresultaten.....	19
4.1.4 Totale reductie per biogasinstallatie .....	20
4.2 Mogelijke bijdrage landbouw reductie overige broeikasgassen in Nederland .....	20
4.2.1 Binnen het bedrijf .....	20
4.2.2 Binnen agrarische sector.....	20
<b>5 Financiële resultaten bedrijven .....</b>	<b>21</b>
5.1 Investerings .....	21
5.2 Overzicht kosten en opbrengsten.....	21
5.3 Terugverdientijd .....	23
5.4 Regelgeving.....	24
5.4.1 Gemeentelijke regelgeving .....	24
5.4.2 Nationale regelgeving.....	24
5.4.3 Elektriciteitsaansluiting en netbemetering.....	25
5.5 MEP en opvolging SDE-subsidie .....	25
<b>6 Praktijkervaringen bedrijven .....</b>	<b>27</b>
6.1 Knelpunten bij vergunningaanvragen .....	27
6.2 Gebruikservaringen.....	27
6.2.1 Algemeen.....	27
6.2.2 Technische werking biogasinstallatie .....	28
6.2.3 Biologische werking en gebruik mest en co-substraten .....	28
6.2.4 Gebruik digestaat .....	29
6.2.5 Aanbevelingen voor bouw en gebruik biogasinstallaties.....	29
6.3 Bijzondere aspecten en toekomstontwikkelingen .....	31
6.4 Aanbevelingen voor de overheid.....	34
<b>Bijlage 1: Verzamelde gegevens 17 gebruikers biogasinstallatie .....</b>	<b>36</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

### **Reductieplan niet-CO<sub>2</sub> broeikasgassen**

De huidige Nederlandse klimaatambities vragen om een terugdringing van niet-CO<sub>2</sub> broeikasgassen tot een niveau van 25 tot 27 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten in 2020. Tussentijds dienen de Kyoto-doelstellingen gehaald te worden. Dit betekent een gewenst niveau van maximaal 35 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten aan niet-CO<sub>2</sub> broeikasgassen in de periode 2008-2012. Het Reductieplan niet-CO<sub>2</sub>- Broeikasgassen (hierna: ROB genoemd) is één van de instrumenten om deze doelstelling te realiseren. Het ROB richt zich op het verminderen van de uitstoot van de overige broeikasgassen – methaan (CH<sub>4</sub>), lachgas (N<sub>2</sub>O) en een aantal fluorverbindingen (HFK's, PFK's en SF<sub>6</sub>) – via subsidies en onderzoek.

Het ROB is een meerjarig programma dat loopt van 1999 tot 2012. Het ROB wordt in opdracht van het Ministerie van VROM uitgevoerd door SenterNovem. Het ROB is onderverdeeld in een aantal sectoren. Dit zijn de sectoren waar de uitstoot van één of meerdere overige broeikasgassen plaatsvindt. Eén van deze sectoren is de landbouw.

### **Landbouw**

In Nederland draagt de landbouw voor ongeveer 50% bij aan de uitstoot van de niet-CO<sub>2</sub> broeikasgassen. Het gaat hier vooral om lachgas en methaan. Lachgas komt vooral vrij uit de bodem. Methaan komt vooral vrij via pensfermentatie en uit dierlijke mest.

De landbouw heeft geen kwantitatieve doelstelling gekregen bij de start van het ROB, maar een kwalitatieve. Deze doelstelling luidt: het implementeren van kosteneffectieve maatregelen in de praktijk.

### **Stand van zaken**

In de periode 1999 tot 2005 heeft het accent gelegen op het verminderen van de onzekerheden in de niveaus van de uitstoot en op het inventariseren van kosteneffectieve maatregelen om de uitstoot van lachgas en methaan uit de landbouw te verminderen. Na veel onderzoek naar de mogelijkheden voor mestvergisting, heeft dit onder meer geleid tot het subsidiëren van mestvergisters (co-vergisting) door ROB binnen de subsidieregeling. Het betreft circa 20 demonstratie-, marktintroductie- en toepassingsprojecten. Sinds 2007 zijn investeringsprojecten gericht op mestvergisting niet meer subsidiabel binnen ROB.

## 1.2 Doelstelling

ROB landbouw wil de opgedane ervaringen van de ROB subsidieprojecten verzamelen en analyseren. Deze praktijkervaringen kunnen bijdragen aan een beter begrip van de mogelijkheden van mestvergisting. Daarmee wil ROB een bijdrage leveren aan het optimaal benutten van de mogelijkheden van mestvergisting om de emissie van methaan te reduceren. Daarvoor zijn de resultaten van 17 subsidieprojecten van ROB verzameld, geanalyseerd in weergegeven in dit rapport. Het betreft 14 praktijkbedrijven en drie praktijkonderzoekcentra voor de veehouderij.



### **1.3 Indeling van het rapport**

Hieronder wordt beschreven hoe dit rapport is ingedeeld. Allereerst wordt in hoofdstuk twee ingegaan op de technische specificaties van de installaties.

- In hoofdstuk drie wordt ingegaan op de procesvoering, welke producten worden vergist en wat de ervaringen hiermee zijn.
- In hoofdstuk vier zijn de mogelijkheden voor methaanemissiereductie, CO<sub>2</sub>-reductie en andere milieuwinst (mineralen) weergegeven. Tevens wordt ingegaan op de bijdrage van co-vergisting op de reductie van overige broeikasgassen in Nederland.
- In hoofdstuk vijf wordt ingegaan op de technische en financiële resultaten van de projecten en waarvan deze afhankelijk zijn.
- In hoofdstuk zes zijn de ervaringen van de bedrijven, knelpunten en bijzondere aspecten en toekomstontwikkelingen bij de co-vergistingprojecten weergegeven.
- Afsluitend worden aanbevelingen gedaan voor verbetering en van regelgeving voor het toepassen van biogasinstallaties op agrarische bedrijven.

## 2 Technische beschrijving

### 2.1 Algemene beschrijving onderzochte bedrijven

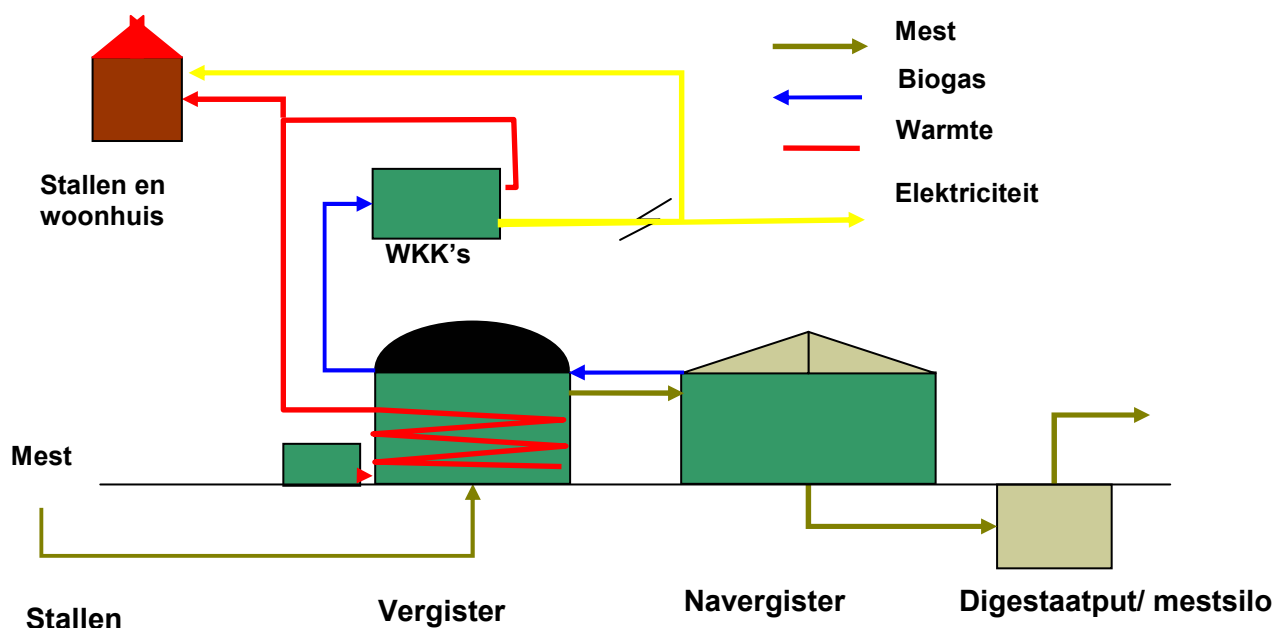
De 17 onderzochte bedrijven zijn voornamelijk (15) gelegen in het noorden van Nederland en dan vooral in de provincies Friesland en Groningen. De reden is dat de beslissing voor de bouw van een biogasinstallatie mede tot stand kwamen door initiatief van adviesbureaus en leveranciers in deze regio en ervaringen in andere projecten. Op deze wijze ontstaat een soort 'olievlekwerking' vanuit de eerst gebouwde biogasinstallaties. 12 bedrijven zijn gespecialiseerde melkveehouderijbedrijven met 110 à 300 melkkoeien. Daarnaast zijn er twee bedrijven met naast akkerbouw ook een vleeskuikenhouderijtak met 50.000 à 65.000 vleeskuikens. Er zijn twee biogasinstallaties gebouwd in samenwerking met meerdere (veehouderij)bedrijven. De hoeveelheid beschikbare grond voor de afzet van het digestaat varieert van 80 tot 600 hectare per biogasinstallatie met gemiddeld bijna 180 hectare per bedrijf. De gespecialiseerde biogasinstallaties beschikken zelf niet over grond, maar wel indirect via de deelnemende veehouderijbedrijven.

Één praktijkonderzoekcentrum heeft zich gespecialiseerd in de varkenshouderij, beide andere centra in de rundveehouderij. De biogasinstallaties op de praktijkbedrijven zijn gebouwd in de periode 2005 tot eind 2006. De onderzoeksperiode (van veelal een half jaar tot een jaar na bouw) loopt tot de eerste helft van 2007. De biogasinstallaties op de praktijkcentra zijn in gebruik genomen in de periode half 1999 tot begin 2003.

### 2.2 Algemene Beschrijving vergistingproces

Een vergistinginstallatie bestaat uit één of meerdere verwarmde (voor- en na)vergisters voor de productie van biogas. In een vergister wordt bij een temperatuur van 37 à 55 graden Celsius de procescondities bereikt waar onder anaerobe omstandigheden bacteriën organische stof omzetten in methaangas en CO<sub>2</sub>. De mest wordt vanuit de stallen zo snel mogelijk in de vergisters gebracht, om een zo hoog mogelijke biogasopbrengst te garanderen en een zo laag mogelijke emissie van methaangas. De vaste co-producten worden met een vaste stof toevoersysteem in de vergister(s) gebracht. De inhoud van de vergister(s) wordt met roerwerken geroerd om de inhoud te homogeniseren, het ontstaan van drijf- en of zinklagen te voorkomen en biogas af te voeren. Het ontstane biogas uit de vergister(s) wordt opgevangen onder een gasdicht membraandak. Het in het biogas aanwezige zwavelwaterstof (H<sub>2</sub>S) wordt zoveel mogelijk verwijderd door het zoveel mogelijk biologisch om te zetten in zwavel, welke terugvalt in het digestaat. Het digestaat wordt na vergisting afgevoerd naar een (eventueel gasdichte) opslag, waar de restproductie van biogas eventueel wordt opgevangen, terwijl de mest afkoelt.

Één of meerdere warmtekrachtinstallaties (WKK) zetten het gecomprimeerde biogas om in elektriciteit en warmte. De elektriciteit wordt aan het net geleverd en deels voor eigen gebruik ingezet. De warmte wordt benut voor de verwarming van de vergister(s), navergister(s), gebouwen op het bedrijf. Een flowschema van dit proces is in figuur één weergegeven.



Figuur 1 Flowschema vergistingsproces

### 2.3 Beschrijving technische uitvoering co-vergistinginstallaties

15 bedrijven maken gebruik van alleen ronde silo's uitgevoerd als zowel vergister of als navergister. Twee bedrijven gebruiken als hoofdvergister of voorvergister propstroomvergisters. Hierbij wordt aan één zijde de te vergisten producten ingevoerd om in een periode van 10 à 14 dagen naar de andere zijde te worden gedrukt door nieuwe invoer. Vanuit hier wordt het gedeeltelijk vergiste product over gepompt naar één of meerdere navergisters. Alle bedrijven maken gebruik van navergisting. Daarbij zijn op eenderde deel van de bedrijven de navergister(s) geïsoleerd en voorzien van verwarming. Op deze wijze kan hiermee ook actief biogas worden geproduceerd. De navergister(s) worden gedeeltelijk ook gebruikt als naopslag van het digestaat.

Als de mest afkomstig is van het eigen bedrijf, dan wordt deze over gepompt vanuit de bestaande mestkelders. Op een aantal bedrijven zijn er aanpassingen in de stal(len) aangebracht voor een snellere mestafvoer. Voor een goede menging van de kelders bij ook lage mestniveau's zijn daarvoor de mixers veelal verlaagd opgesteld. Enkele bedrijven hebben de roosters afgedekt en zijn over gegaan tot het afstorten van de verse mest in de onderliggende dan afgesloten mestkelders.

De invoer van vaste co-substraten vindt op 16 bedrijven plaats met vaste stof invoerunits, veelal voorzien van een weeginrichting. Op deze wijze is vast te leggen hoeveel grondstoffen per keer en in totaal worden ingevoerd. Één bedrijf voert de vaste co-substraten in met een mixapparaat waarbij vaste co-substraten direct worden gemengd met mest of vloeibare co-substraten. Op de onderzochte bedrijven wordt geen gebruik gemaakt van de mogelijkheid om alle te vergisten producten vooraf te mengen tot een verpompbaar voermengsel (als dit mengsel enkele dagen in een gesloten ruimten wordt gebracht vindt de eerste fase van het vergistingproces, hydrolyse, al plaats). Acht bedrijven maken gebruik van een vorm van

voormengen van de vaste stoffen vooraf tot een soort voermengsel. Dit met als doel om de voeding zo constant mogelijk te laten zijn.

Voor een goede biogasproductie is het noodzakelijk dat de biomassa in de (na)vergister(s) goed wordt gemengd. Op alle praktijkbedrijven worden daarvoor in de vergister(s) gebruik gemaakt van een paddelroerwerken. Hiermee wordt zowel horizontaal als verticaal de massa gemengd. In de navergisters wordt gebruik gemaakt van elektrisch aangedreven dompelmixers of (veelal) met een aftakas aangedreven dompelmixers welke door de wand heen zijn opgesteld.

De biogasopvang vindt plaats in op de (na)vergister(s) vast gemonteerde speciale gaskappen in de vorm van kunststof folie. 11 van de 14 praktijkbedrijven maken gebruik van enkele membraamafdekkingen. Deze afdekking heeft de eigenschap dat het materiaal enigszins rekbaar is, waardoor de capaciteit in biogasopslag enigszins kan variëren. Ter bescherming tegen te grote windbelasting, hebben de meeste bedrijven kunststof netten over deze foliekappen aangebracht. Drie bedrijven gebruiken dubbele foliekappen. Hierbij wordt tussen de twee folielagen continu lucht geblazen, zodat de buitenste laag continu bol staat en dus een vaste vorm heeft.

Het opgestelde WKK-vermogen varieert van 191 kWe tot 1250 kWe. Negen bedrijven hebben ca. 550 kWe in de vorm van twee of meer WKK-units. Op één praktijkbedrijf is één WKK-installatie aanwezig. Dit bedrijf beschikt daarbij wel over een vast opgestelde noodfakkelinstallatie. Het gemiddeld opgestelde elektrische vermogen is ca. 640 kWe. Op de praktijkproefbedrijven was in de proefperiode het opgestelde elektrische vermogen 30 à 37 kWe.

Tot ca. 350 kWe hebben de motoren een elektrisch rendement van ruim 35%. Motoren van meer dan 600 kWe hebben een elektrisch rendement van 38 à 40%. WKK-motoren van meer dan één MWe kunnen een rendement halen van meer van 40% onder optimale omstandigheden. De WKK-motoren zijn op geen enkel bedrijf uitgerust met rookgaskoelers om extra warmte aan de rookgassen te onttrekken. Dit wordt niet gedaan omdat deze warmte toch niet op de bedrijven nuttig is te gebruiken.

Het biogas bevat een relatief hoog gehalte van zwavelwaterstof ( $H_2S$ ), welke kan oplopen tot meer dan 2000 ppm. Dit wordt op alle bedrijven verlaagd door enkele volumeprocenten van het biogas aan lucht in de biogasbuffer boven de (na)vergisters te pompen. Op deze wijze wordt biologisch het  $H_2S$  omgezet in vaste zwavel en valt in het onderliggende digestaat. Voor een optimale ontzwaveling maken nagenoeg alle bedrijven gebruik van een houten dakconstructie bovenin de (na)vergister(s) voor meer contactoppervlak voor de ontzwavelende bacteriën. Voor een nagenoeg volledige ontzwaveling maken drie bedrijven gebruik van aanvullend een actief koolstoffilter. Op deze wijze is het zwavelgehalte tot nagenoeg nul te reduceren. Één bedrijf is er nadien mee gestopt, maar gebruikt het koolstoffilter als een soort beveiliging tegen te hoge  $H_2S$ -gehalten in het biogas.

Op 13 bedrijven wordt het biogas gekoeld door alleen het plaatsen van de biogasleidingen in de bodem (bij voorkeur in het grondwater). Hierdoor koelt het warme biogas af en condenseert de hierin aanwezige waterdamp. Op één bedrijf (met één WKK van ruim één mWe)

wordt daarnaast het biogas extra mechanisch gekoeld. Hierdoor daalt niet alleen het vochtgehalte, maar ook het H<sub>2</sub>S-gehalte extra. Een lager vochtgehalte verhoogt het elektrische rendement van de WKK-installatie.

### 3 Werking van de co-vergistinginstallaties

#### 3.1 Procesvoering

Voor een maximaal rendement is het belangrijk dat de biogasproductie optimaal is afgestemd op de WKK-capaciteit. Omdat vergisten een continu biologisch proces is, is het belangrijk dat de voeding en omstandigheden zo constant mogelijk zijn.

Alle bedrijven op twee na maken gebruik van het mesofiele vergistingsproces. Deze vorm van vergisten is minder gevoelig voor wijzingen in temperatuur en samenstelling van de biomassa. De vergistingtemperatuur varieert op de bedrijven van 35 tot 44°C. De meeste installaties functioneren bij 38 à 40°C.

De invoer van producten vindt 6 à 12 keer per dag plaats. Voor een constante voeding wordt op veel bedrijven gewerkt met het wegen van de co-substraten en meten van de volumestroom van vloeibare producten. Zeven bedrijven gebruiken een voedingsrantsoen om de invoer te sturen. Een aantal gebruikers geeft aan dat de dosering wordt verminderd als de WKK-installatie richting 95% continu vol vermogen draait. Dit om te streven naar een zo constant en hoog mogelijk productieniveau.

De verblijftijd van de biomassa in de hoofdvergister is bij ronde silo's 25 à 60 dagen. De verblijftijd in de navergister is 20 à 90 dagen. De totale verblijftijd is 55 à ruim 130 dagen met een gemiddelde van 92 dagen. Dit is veel hoger dan het veelal geadviseerde ca. 50 dagen. Daarbij dient opgemerkt te worden dat een deel van de digestaatopslag in de navergisters plaats vindt. Daarnaast zijn een aantal installaties gebouwd op vergroting van de WKK-capaciteit. Bij een groter vermogen is over het algemeen meer biomassa nodig, waardoor de verblijftijd daalt.

De installaties zijn wel uitgevoerd om producten zoals maïs met een langere vergistingtijd goed te kunnen vergisten, met minimaal verlies aan biogaspotentieel.

Om een goed beeld van het verloop van het vergistingsproces te hebben, is het mogelijk om periodiek (veelal wekelijks) de vetzuren samenstelling van de biomassa in de vergisters te laten bepalen. Op basis hiervan wordt het voedingsrantsoen afgestemd.

Het gemiddelde H<sub>2</sub>S-gehalte is ca. 160 ppm. Dit is ver beneden de bovengrens van 500 ppm. Echter hoe lager het zwavelgehalte, des te minder verzuring van de smeerolie. Hierdoor neemt de interval voor olieversing toe. Tevens is er minder kans op aantasting van de motor (wat vooral geldt als de motor gedurende een langere tijd stil staat).

#### 3.2 Gebruik te vergisten producten

Alle praktijkbedrijven maken naast mest ook gebruik van co-substraten voor een hogere biogasproductie. Er wordt nauwelijks gebruik gemaakt van pluimveemest. De opgegeven reden is dat hierdoor de aanvoer van mineralen (stikstof en fosfaat) relatief groot is. Hierdoor nemen de afzetmogelijkheden af omdat digestaat als dierlijke mest moet worden afgezet. Daarnaast geeft het hoge stikstofgehalte eerder problemen met teveel stikstof in de biomassa, wat de biogasproductie remt door teveel ammonium in de vloeistof.

De gebruikte drijfmest is afkomstig van het eigen bedrijf en bij sommige biogasinstallaties ook van andere bedrijven. Wat betreft de hoeveelheid organische stof in de mest is te stellen

dat veehouders streven naar een optimale voeding. Hierdoor zal drijfmest in principe ook zo weinig mogelijk organische stof bevatten. De hoeveelheid methaangas die vrij kan komen uit drijfmest zal daarom in principe zo laag mogelijk zijn. Daarnaast bestaat drijfmest voor ca. 90% uit water. Het effect van variatie in voersamenstelling is naar verwachting relatief gering op het methaangaspotentieel uit mest. De hoeveelheid biogas die vrij komt uit drijfmest is ca. 10 à 25% van de totale biogasproductie. Door deze combinatie van factoren, is te verwachten dat de invloed van variatie in voeding en voersamenstelling een beperkte invloed hebben op de totale biogasproductie.

De co-substraten die worden gebruikt moeten vermeld zijn op de zogenoemde positieve lijst. Alleen deze producten mogen samen met mest worden vergist om het eindproduct ook nog als dierlijke mest te mogen afzetten. Anders valt het digestaat onder afvalstoffen en is dan niet afzetbaar op landbouwgrond. In totaal werd op de 14 bedrijven ca. 102.000 ton co-substraten per jaar vergist. Dit is gemiddeld ca. 7250 ton per bedrijf.

De meest gebruikte co-substraten zijn:

- |   |          |
|---|----------|
| • (energie)maïs                                       | : 54,1%; |
| • gras  | : 8,0%;  |
| • aardappelen/uien e.a. landbouwproducten             | : 10,9%; |
| • graan- aardappel-, groenteresten e.a. VGI-producten | : 25,4%; |
| • Glycerine e.d.                                      | : 1,3%;  |
| • Supermarktresten                                    | : 0,3%   |

Uit het overzicht blijkt dat ruim 60% van de co-substraten (nog) landbouwproducten zijn die worden vergist. Maïs wordt het meest gebruikt omdat het een optimaal product is voor een stabiel vergistingsproces. Het bevat ruwe celstof, en is langzaam afbreekbaar.

Gemiddeld wordt er ruim 40% co-substraten vergist. Het merendeel (gemiddeld ruim 10.400 ton per installatie) van de invoer is dus dierlijke mest. Wettelijk mag maximaal 50% co-substraten zijn wat geen dierlijke mest is. Per bedrijf is de verhouding variërend van gemiddeld 45% (tijdelijk in de monitoringsperiode, maar op jaarbasis minimaal 50%) mest tot bijna 90% mest. De totale hoeveelheid biogas per ton invoer varieert van ca. 35 m<sup>3</sup> (matig functionerende installatie met veel natte producten) tot bijna 190 m<sup>3</sup>. De hoge biogasopbrengst is afkomstig van hoogwaardige co-substraten zoals glycerine en graanresten met een hoog droge stofgehalte. Gemiddeld is de biogasopbrengst ca. 109 m<sup>3</sup> per ton invoer van mest en co-substraten op de praktijkbedrijven.

Van de 14 bedrijven zijn er drie die meer dan drie verschillende co-substraten gebruiken. Dit betekent dat het voerrantsoen over het algemeen stabiel is en minder bijsturing zal vragen. De drie bedrijven gebruiken vooral veel afvalstromen uit de voeding- in genotmiddelen-industrie (VGI).

### **3.3 Ervaringen gebruik installatie**

Vooraf dient opgemerkt te worden dat de periode waarover het monitoren heeft plaatsgevonden de eerste periode na opstart was. Dit betekent dat er dan in verhouding veel opstartaspecten in de ervaringen zitten in minder aspecten die samen hangen met langer gebruik van een biogasinstallatie. Duurzaamheidsaspecten zijn daarom in de verslagen nog niet mee genomen.

Het opstarten van een biogasinstallatie vindt bij de recenter in gebruik genomen installaties plaats door een vergister te vullen met warm digestaat uit een andere biogasinstallatie. Het voordeel is dat zowel vergistende bacteriemassa als ook warmte wordt aangevoerd. De ervaring is dat hierdoor het vergistingsproces sneller op gang komt en er minder tot geen fossiele brandstof nodig is voor verwarming van de biomassa in de vergisters. Opstarten in de zomerperiode is daarbij gunstig omdat dan minder warmte nodig is voor het opwarmen en op temperatuur houden van de biomassa door de hogere buitentemperatuur. Het gebruik van maïs wordt algemeen als een stabiele factor ervaren in het functioneren van de biologie.

In de onderzoekperiode zijn er in bijna alle biogasinstallaties wel problemen en storingen geweest van technische en/of biologische aard. Technisch heeft betrekking op snelle slijtage van onderdelen die toch minder bestand waren tegen het agressieve milieu van biogas, lekkage in biogasopslag, onvoldoende mengbaarheid, ontstaan van drijfslagen door te weinig mengcapaciteit. Biologisch door ontstaan schuim (vooral bij snel afbreekbare en energierijke vethoudende producten), teveel stikstof in de te vergisten producten.

In hoofdstuk zes wordt uitgebreider ingegaan op de praktijkervaringen.



## 4 Milieuresultaten gebruik co-vergistinginstallaties

### 4.1 Te behalen milieuvoordelen

De milieuresultaten zijn op te delen in een directe reductie van broeikasgassen als gevolg van een verkorte duur van de mestopslag en een indirecte reductie als gevolg van de duurzaam geproduceerde energie en besparing op kunstmestgebruik.

In dit hoofdstuk worden de behaalde milieuresultaten volgens de TEWI methode beschreven. De resultaten hebben betrekking op de in de rapporten weergegeven productiecijfers. Voor een aantal biogasinstallaties was al tijdens de proefperiode bekend dat de capaciteit van de biogasinstallatie zou worden uitgebreid. Daar waar de WKK-installatie ook daadwerkelijk al was opgesteld, is de productie ervan zoveel mogelijk al meegenomen.

#### 4.1.1 Directe reductie van methaan: kortere mestopslagduur

De directe emissiereductie van methaan is een gevolg van de verkorte duur van de mestopslag. In de normale bedrijfssituatie zonder vergisten wordt mest gemiddeld al gauw zes maanden opgeslagen. Meestal worden de mestkelders twee keer per jaar volledig leeggereken. Daarnaast vindt in de normale landbouwpraktijk, tijdens het uitrijden nog emissie plaats. De opgegeven opslagperiode voordat de mest werd vergist was gemiddeld bijna 170 dagen. De opslag bij vergisten is verkort naar gemiddeld bijna 30 dagen.

Op een aantal bedrijven is deze opslagduur verkort tot gemiddeld ca. zeven dagen.

Dit is alleen mogelijk als de mest goed verzameld kan worden en frequent afgevoerd.

In rundveestallen kan dit het beste als er gebruik wordt gemaakt van dichte vloeren met een schuifstelsel. De verse mest wordt dan meerdere keren per dag afgevoerd naar centrale afstortpunten met een kleine inhoud. Vanuit hier kan de verse mest met een mestpomp snel worden over gepompt naar de biogasinstallatie. Door mixers in rundveemestkelders laag op te stellen is mixen bij lage mestniveaus ook beter mogelijk. Hierdoor kan de opslagduur ook lager blijven. Als het bouwkundig verantwoord is, kunnen afgesloten ruimten gebruikt worden voor de opslag van digestaat. Op deze wijze is een deel van het verlies aan mestopslagcapaciteit dan te compenseren. Door frequente mestafvoer zijn de mestkelders namelijk het gehele jaar anders nagenoeg leeg.

In varkensstallen is een korte opslagduur mogelijk als drijfmest met een rioleringsstelsel frequent wordt afgevoerd. Naast verse mest is de mest dan ook meer constant van samenstelling omdat ontmenging in de kelders nagenoeg niet voor kan komen.

Dit is ook positief voor een zo stabiel mogelijk biologisch proces.

Bij mestaanvoer van derden via distributeurs is het gewenst om ook mest te laten aanvoeren van bedrijven welke stallen hebben met frequente mestafvoer. Tevens is het dan aan te bevelen mest met een zo hoog mogelijk droge stofgehalte te gebruiken. Als er minder spontane koude vergisting vooraf heeft plaats gevonden, zal de mest ook meer biogas bevatten. Het verschil tussen oude en verse mest kan wel 15 m<sup>3</sup> biogas per ton drijfmest bedragen. Omgekeerd komt dit overeen met bruto ca. € 4,50 per ton mest aan elektriciteit.

Het verschil in verse en oude mest van zes maanden oud kan dan per biogasinstallatie (met 10.400 ton mest invoer per jaar) oplopen tot ca. € 27.000,-.

Omgerekend naar bijvoorbeeld maïs met 180 m<sup>3</sup> biogas per ton en een prijs van € 31,- per ton (exclusief extra opslag- en afvoerkosten) is voor deze biogasproductie anders ca. 870 ton maïs nodig.

Methaangas heeft een 21 keer zo sterke broeikaswerking als CO<sub>2</sub>. Om aan te geven hoe groot de reductiebesparing is, wordt deze uitgedrukt in een CO<sub>2</sub> emissie - reductiefactor.

Deze zijn voor mest als volgt (uitgedrukt in kg CO<sub>2</sub>-equivalent per ton mest):

- Rundvee (melkvee) : 34
- Vleeskalveren (witvlees): : 66
- Vleesvarkens : 87
- Zeugen : 50
- Pluimvee : 80 (schatting)

Per biogasinstallatie wordt gemiddeld ruim 10.400 ton mest vergist.

Uit tabel één blijkt dat door het snel vergisten van de mest gemiddeld ruim 500.000 kg CO<sub>2</sub>-equivalenten reductie plaats vindt per biogasinstallatie per jaar.

Type drijfmest	Capaciteit Ton/jaar	Emissie-reductiefactor kg CO <sub>2</sub> equiv/ton mest	Totale reductie Kg CO <sub>2</sub> equiv/jaar
Melkvee	6.552	34	222.768
Varkens	3.814	75	286.050
Pluimvee	50	80	4.000
<b>Totaal</b>	<b>10.400</b>		<b>512.818</b>

Tabel 1: gemiddelde hoeveelheid mest vergisten per biogasinstallatie

#### 4.1.2 Indirecte reductie

De indirecte reductie wordt behaald door het duurzaam produceren van elektriciteit en warmte uitgedrukt in kg CO<sub>2</sub> equivalenten per jaar. In tabel twee wordt een overzicht gegeven van de berekende indirecte reductie van CO<sub>2</sub>. Zoals blijkt uit tabel twee wordt voor iedere duurzaam geproduceerde kWh elektriciteit een besparing van 0,61 ton CO<sub>2</sub> gerekend. Daarnaast wordt voor iedere kWh die bespaard wordt op de huidige verwarmingskosten een besparing van 0,22 ton CO<sub>2</sub> equivalenten gerekend (op basis van 8 kWh nuttige warmte per m<sup>3</sup> aardgas en 1,79 kg CO<sub>2</sub>-emissie per m<sup>3</sup> bij verbranding).

De gemiddelde bruto elektriciteitproductie per biogasinstallatie was ca. 3,9 miljoen kWh per jaar. Bij de berekening van de CO<sub>2</sub>-reductie is rekening gehouden met een gemiddeld eigen elektriciteitverbruik voor de biogasinstallatie van ca. 300.000 kWh per jaar (gemiddeld 7,7% van de bruto productie). Het eigen elektriciteitverbruik door het bedrijf is buiten beschouwing gelaten. Voor de berekening van de CO<sub>2</sub>-reductie is het namelijk niet relevant waar de vervanging plaats vindt.

Omdat het merendeel van de bedrijven gespecialiseerde melkveehouderijbedrijven zijn, is de besparing op energie voor verwarming beperkt. Gemiddeld is de besparing 29.500 m<sup>3</sup> aardgas per jaar. Dit is inclusief het aandeel van de warmte wat gebruikt wordt voor het hygiëniseren van het digestaat. De werkelijke vervanging van fossiele brandstof was gemiddeld 11.500 m<sup>3</sup> aardgas per jaar per bedrijf. Het potentieel aan netto warmtebenutting is op jaarbasis bijna 0,5 miljoen m<sup>3</sup> aardgasequivalenten. Dit betekent dat effectief ruim 2% van de warmte daadwerkelijk effectief wordt gebruikt. Om dit te realiseren moeten de WKK-motoren

wel worden uitgevoerd met rookgaskoelers. Dit is echter nergens toegepast omdat de rest-warmte toch niet volledig te gebruiken was op de bedrijven.

	<b>Netto energieproductie kWh/jaar</b>	<b>Indirecte reductie kg CO<sub>2</sub> equiv/jaar</b>
Hoeveelheid netto elektriciteitproductie	3.609.000	* 0.61 = 2.201.490
hoeveelheid in te zetten warmte afkomstig van de installatie (1 m <sup>3</sup> aardgas=8 kWh nuttige warmte=1,79 kg CO <sub>2</sub> )	236.000	* 0.22 = 51.920
<b>Totaal</b>		<b>2.253.410</b>

Tabel 2: berekende gemiddelde indirecte reductie per biogasinstallatie

Bij een gemiddeld geïnstalleerd vermogen van 644 kWe per installatie zou bij een bruto productie van 3.901.000 kWh per jaar het aantal vollast draaiuren ca. 6060 uur bedragen. De lagere productie wordt vooral veroorzaakt doordat een aantal biogasinstallaties gedeeltelijk nog aan het uitbreiden waren en/of nog niet volledig op volle capaciteit waren. Een benutting van gemiddeld 90% vollast is mogelijk (enkele bedrijven realiseerden ca. 94% benutting van de capaciteit). Op basis van dit gegeven zou, bij gelijkblijvend eigen elektriciteitsverbruik een gemiddeld netto elektriciteitproductie mogelijk zijn van 4.686.000 kWh per jaar. Dit komt overeen met gemiddeld 2858,5 ton CO<sub>2</sub>-equivalenten per jaar, wat 657 ton meer is dan vermeld in tabel twee.

#### 4.1.3 Overige milieuresultaten

Door het vergisten van dierlijke mest en co-substraten verandert het stikstofgehalte niet in het digestaat. Wel stijgt de hoeveelheid ammoniumstikstof en daalt het aandeel organisch gebonden stikstof. Dit betekent dat de hoeveelheid snel opneembare stikstof stijgt. Voor gewassen welke in het begin van het groeiseizoen behoefte hebben aan veel stikstof, heeft het gebruik van digestaat dan voordelen. 11 van de 14 bedrijven hebben aangegeven in meer of mindere mate nu minder kunstmeststikstof te gebruiken. Dit varieert van geen besparing tot bijna 170 kg per hectare per jaar besparen.

Uit onderzoek op praktijkcentrum voor de rundveehouderij de Marke blijkt dat digestaat geen hogere bemestende waarde zou hebben, maar vergisten alleen de stikstof eerder beschikbaar maakt. Op grasland zou het voordeel dan in het begin groter zijn, maar later in het seizoen minder dan bij gebruik van dierlijke mest. Wat de mogelijke voordelen zijn van digestaatgebruik over jaren heen, is dan volgens de Marke naar verwachting beperkt. Bij gebruik op bouwland met een hoge stikstofbehoefte in aanvang, biedt digestaat dan wel voordelen.

De gebruikperiode is te kort om hier verdere conclusies aan te verbinden, aangezien de seizoensinvloeden groter zijn dan de bemestingsinvloeden. Ook kan vermeld worden dat digestaat reukloos is en goed verpompbaar en mengbaar. Dit kan een voordeel bieden bij het uitrijden bij percelen die dicht tegen bebouwing aanliggen. De goede verpompbaarheid verbetert ook de aanwendingsnelheid bij het uitrijden. Dit is een belangrijk punt voor akkerbouwers en tuinders die het digestaat afnemen.

Als de ervaringen en reductie blijven zoals vast gesteld in de monitoringsperiode, dan is de besparing gemiddeld ruim 50 kg stikstofbesparing per hectare per jaar.

Uit literatuurwaarden (rapport energieverbruik in de veevoerketen, inventarisatie t.b.v. MJA2) blijkt dat er 30,5 MJ (0,91 m<sup>3</sup> aardgas) nodig is voor de productie van 1 kg N uit kunstmest.

De verlaging van de kunstmestgift door toediening van digestaat heeft bij de 14 biogasinstallaties gemiddeld (bij een gemiddelde oppervlakte per bedrijven 179 ha en 1,79 kg CO<sub>2</sub> per m<sup>3</sup> aardgas) dus een besparing van ca. 14.600 kg CO<sub>2</sub>-equivalenten per jaar.

#### **4.1.4 Totale reductie per biogasinstallatie**

De totale reductie per biogasinstallatie is uitgedrukt in ton CO<sub>2</sub> equivalenten per jaar. Op basis van voorgaande informatie is de totale reductie ruim 2781 ton CO<sub>2</sub> equivalenten per bedrijf per jaar. Op dit moment zal dit bij volledig operationeel zijn van de aanwezige WKK-capaciteit de reductie ca. 657 ton per jaar meer zijn. Het totaal per installatie is dan een reductie van 3438 ton per jaar.

## **4.2 *Mogelijke bijdrage landbouw reductie overige broeikasgassen in Nederland***

### **4.2.1 Binnen het bedrijf**

Op de bedrijven is de reductie van overige broeikasgassen verder te verhogen als de biogasproductie nog verder is te maximaliseren. Om dit mogelijk te maken is meer expertise nodig voor verlaging van aantal uitgevallen uren en maximaliseren van de biogasproductie.

De CO<sub>2</sub>-reductie is verder te verhogen als de restwarmte optimaal is in te zetten ter vervanging van fossiele brandstoffen. Omdat de risico's in investeringen hierin relatief groot zijn en aanzienlijke investeringen vergen, wordt dit nagenoeg niet gedaan.

De terugverdientijden zijn hiervoor te lang. Echter op dit moment wordt het benutten van de inzet van restwarmte onvoldoende gestimuleerd.

Door verwerking van het digestaat tot mogelijk kunstmestvervangers is verder te besparen op kunstmest. Gezien de ligging van de meest bedrijven in mesttekortgebieden, kan dit alleen economisch haalbaar zijn als de eindproducten ook een positieve waarde hebben als kunstmestvervangers. Door stijging van de olieprijs, stijgen namelijk ook de kosten van kunstmest.

De CO<sub>2</sub>-reductie voor het totaal van de onderzochte 14 praktijkbedrijven is bijna 39.000 ton per jaar. Bij volledig operationeel zijn van alle biogasinstallaties is dit naar verwachting gestegen naar minimaal ruim 48.000 ton per jaar.

### **4.2.2 Binnen agrarische sector**

Het toepassen van co-vergistinginstallaties op grotere schaal op agrarische bedrijven is biedt ook extra milieuvordelen, als dit plaats vindt in samenwerking tussen verschillende bedrijven. Op de onderzochte bedrijven wordt de restwarmte nog beperkt benut. Door een combinatie met bijvoorbeeld glastuinbouwbedrijven of bedrijven die warmte en/of andere producten uit een co-vergistinginstallatie kunnen gebruiken, zijn grotere milieuvordelen te behalen dan nu plaats vindt op de onderzochte bedrijven.

## 5 Financiële resultaten bedrijven

### 5.1 Investerings

In hoofdstuk twee is een globaal overzicht gegeven van de technische specificaties met toebehoren zoals sleufsilos etc. De investeringen variëren sterk per project door verschillen in omvang, al of niet aanwezig zijn van bruikbare voorzieningen, en de eigen wensen omtrent de uitvoering van een biogasinstallatie.

De biogasinstallaties zijn door zes verschillende leveranciers gebouwd. Echter twee leveranciers leveren veel vergelijkbare installaties. Zij hebben in totaal 13 installaties gebouwd. De overige leveranciers dus allen één installatie.

De gemiddelde totale investering in een biogasinstallatie was ruim € 1,6 miljoen, variërend van € 0,75 miljoen (191 kWe) tot € 3,5 miljoen (1064 kWe). Om de investeringen globaal te kunnen vergelijken worden investeringen veelal per kWe uitgedrukt. Op basis hiervan varieerde de investeringen van € 1.890,- per kWe (1250 kWe) à € 3.885,- (191 kWe). Over het algemeen is te stellen dat vooral de omvang van een installatie van invloed is op de investering per kWe WKK-vermogen.

In de totale investering was gemiddeld een investering van ca. € 147.000,- opgenomen voor opslag van co-substraten. Dit is vooral in de vorm van sleufsilos. Voor de opslag van digestaat, intern transportmaterieel e.d. was de gemiddelde investering ca. € 110.000,-

Na de monitoringsperiode hebben veel bedrijven nog extra investeringen gedaan voor verlaging van de onderhoudskosten, stabiliseren van het biologisch proces of de mogelijkheid om producten te kunnen hygiëniseren. De extra investeringen variëren daarbij van ca. €10.000,- tot meer dan € 100.000,- per biogasinstallatie. Deze extra investeringen zijn niet meegenomen in de weergegeven investeringen.

### 5.2 Overzicht kosten en opbrengsten

De jaarkosten bestaan uit vooral de vaste kosten voor rente, afschrijving, verzekering-, accountant en meter/trafokosten.

De variabele kosten bestaan vooral uit de kosten voor aankoop van co-substraten, onderhoud WKK-installatie en afvoer van digestaat. In tabel vier is een overzicht gegeven van de gemiddelde vaste en variabele kosten per jaar. Accountantskosten zijn nodig om te voldoen aan de voorwaarden van de MEP regeling. De bemetering- en trafokosten zijn vaste bedragen die betaald worden voor het huren van de transformator en het uitvoeren van de bemetering van de installatie. In totaal bedragen de kosten per biogasinstallatie gemiddeld €539.000,- per jaar. Hierin is geen rekening gehouden met een vergoeding voor de eigen geleverde arbeid.

De kostprijzen zijn per kostensoort gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

- Onderhoudskosten: zijn gebaseerd op veelal een onderhoudscontract van de WKK's en installatie;
- Afvoer olie: Hiermee wordt bedoeld het verversen en afvoeren van olie. Dit is een inschatting op basis van informatie van leveranciers;
- Aanvoer maïs: Aangezien de maïs grotendeels door de bedrijven wordt geoogst zijn kosten ervan daarom op basis van ingeschatte kostprijzen, bij de 2006 gerealiseerde opbrengsten:
  - Pacht/financiering gronden: € 600/ha
  - Bewerkingskosten (zaaien en oogsten): € 900/ha
  - Opbrengst: ca. 50 ton/ha
  - Inkuilen: ca € 1,-/ton

De kosten komen hierbij op €31,- per ton op basis van bovenstaande tarieven;

- Aanvoer graskuil: De graskuil wordt grotendeels door de bedrijven zelf geteeld en geoogst. De prijs is gebaseerd op gemiddelde toenmalige marktprijzen van €20,- per ton;
- Aanvoer overige co-substraten op basis prijspeil 2006 van aangegeven kosten.

Vaste kosten	Aantal	Prijs per eenheid	Totale kosten
Rente: 5,5% over 50% investering	€ 1.637.400	5,5%	€ 45.030,-
Afschrijving: 10%	€ 1.637.400	10,0%	€ 163.740,-
Onderhoud installatie exclusief WKK	€ 1.637.400	2,75%	€ 45.030,-
Verzekeringskosten			€ 2.500,-
Accountantskosten			€ 3.000,-
Bemetering- en trafokosten			€ 2.500,-
<b>Variabele kosten</b>			
Onderhoudskosten WKK	3.909.000	€ 0.015/kWh	€ 58.635,-
Afvoer olie	4.000	€ 1,50 / liter	€ 6.000,-
Extra kosten mestuit rijden / mest afzetkosten	5.225	€ 6,- / ton	€ 31.350,-
Graskuil	575	€ 20,- / ton	€ 11.500,-
Maïs	4.225	€ 31,-/ ton	€ 131.975,-
Overige landbouwproducten	800	€ 15,-/ ton	€ 12.000,-
VGI-producten	1800	€ 10,-/ton	€ 18.000,-
Plantaardig vet/glycerine e.d.	100	€ 80,- /ton	€ 8.000,-
<b>Totaal</b>			<b>€ 539.260,-</b>

Tabel 3: Overzicht vaste en variabele jaarkosten per gemiddelde biogasinstallatie

De totale opbrengsten zijn vooral afkomstig uit de verkoop van de geproduceerde elektriciteit, MEP-subsidie en besparing op inkoop elektriciteit, energie voor verwarming en kunstmest. Per installatie waren deze zoals weergegeven in tabel vier. De totale opbrengsten en besparingen bedroegen gemiddeld per installatie ca. € 582.000,-.

Opbrengstsoort	Aantal	Prijs per eenheid	Totale opbrengsten
MEP per kWh	3.909.000	€ 0,097	€ 379.175,-
Verkoop elektriciteit (uitgaande van gemiddeld 5.0 €ct/kWh)	3.609.000	€ 0,05	€ 180.450,-
Besparing inkoop elektriciteit	60.000	€ 0,060	€ 3.600,-
Besparing kunstmestgift	9.125 kg N	€ 0,66*	€ 6.025,-
Besparing verwarming	29.500 m <sup>3</sup>	€ 0,42	€ 12.390,-
<b>Totaal</b>			<b>€ 581.640,-</b>

Tabel 4: Overzicht gemiddelde opbrengsten per gemiddelde biogasinstallatie

\* Bron KWIN 2005-2006

### 5.3 Terugverdiëntijd

De netto besparing bedraagt op basis van opbrengsten min totale kosten gemiddeld ca. € 42.000,- per jaar. De totale bruto investering in een biogasinstallatie bedraagt gemiddeld €1.637.400,-. Of van deze investeringskosten ook volledig de energie investeringsaftrek (E.I.A) via de belastingdienst is te ontvangen hangt van andere bedrijfsfactoren af. Gerekend met een E.I.A. percentage van 44% en een belastingtarief van 30 % kan de aftrek maximaal netto ca. € 216.000,- bedragen. Hierin is dan nog geen rekening gehouden met renteverlies e.d. omdat de terugvordering over meer jaren verdeeld kan zijn.

De terugverdiëntijd is berekend op basis van het gemiddelde netto resultaat per jaar verhoogd met de afschrijvingen. Door de bruto investering te delen op dit totale bedrag van netto resultaat + afschrijvingen is de terugverdiëntijd berekend.

Op basis van de resultaten van de biogasinstallatie en uitgaande van de bruto investering was de gemiddelde terugverdiëntijd berekend 8,2 jaar. Deze varieerde echter van ruim zes jaar tot 12 jaar.

De kosten uitgedrukt in centen per netto geproduceerde kWh elektriciteit bedroegen gemiddeld 14,6 cent. Deze varieerde van bijna 11 cent tot ruim 21 cent.

Een hoge kostprijs per kWh wordt vooral veroorzaakt door hoge investeringskosten (onder andere in industriegrond), een lage biogasproductie (onder andere door technische storingen) en hoge afvoerkosten voor het digestaat. Een lage kostprijs werd gehaald bij grotere installaties en vooral intensief vergisten met een hoge biogasopbrengst per ton invoer (de vaste kosten worden dan verdeeld over meer kWh elektriciteit).

In de kostprijs is geen rekening gehouden met een vergoeding voor arbeid en de extra investeringen die zijn gedaan na de monitoringsperiode.

Daarnaast zijn de kosten voor co-substraten en afvoer digestaat gestegen in de afgelopen twee jaar. Dit betekent dat de kostprijs voor de productie van elektriciteit momenteel gemiddeld nog hoger is dan de berekende bijna 15 cent per kWh elektriciteit.

Als de prijs voor een grondstof waarmee 200 m<sup>3</sup> biogas is te produceren per ton met bijvoorbeeld € 10,- stijgt, dan stijgt de kostprijs per kWh elektriciteit met ca. 2,5 cent. De prijs van maïs is in de afgelopen periode twee jaar met € 5,- à € 10,- per ton gestegen.

## **5.4 Regelgeving**

### **5.4.1 Gemeentelijke regelgeving**

Het bouwblok van grotere agrarische bedrijven is vaak onvoldoende voor de bijplaatsing van een biogasinstallatie. Voor een biogasinstallatie is inclusief opslag van co-substraten en digestaat ca. 4000 à 8000 m<sup>2</sup> nodig voor een installatie van 500 à 1000 kWe. Een aantal bedrijven heeft uitbreiding van het bouwblok nodig gehad voor de realisatie van de biogasinstallatie. Om het bouwblok te vergroten kon in dit geval een gemeentelijke vrijstelling worden verleend (art 19.1 of 19.2 procedure).

### **5.4.2 Nationale regelgeving**

Om co-substraten samen met mest te mogen vergisten, moeten deze producten geplaatst zijn op de zogenaamde positieve of witte lijst. Dit geldt voor zowel landbouwproducten als ook voor wettelijk als afvalstof bestempelde producten. Als aan deze voorwaarde is voldaan, mag het digestaat ook als erkende dierlijke meststof worden afgezet op landbouwgrond. Wel geldt dat bij onvoldoende eigen grond voor aanwending van de dierlijke mest alleen, de stikstof en fosfaat uit de co-substraten ook als dierlijke mest worden gezien. Dit betekent dat dan op papier de hoeveelheid dierlijke mest toeneemt. Voor de afzet van het digestaat naar derden gelden dezelfde eisen en regels als voor dierlijke mestafvoer. Administratief betekent dit extra werk. Ook moeten alle vrachten afvoer worden gewogen, bemonsterd en geanalyseerd op de afvoer van stikstof en fosfaat.

Producenten of afnemers van nieuwe organische producten kunnen bij het ministerie van LNV een aanvraag indienen om deze producten op de positieve lijst te krijgen. Bij de toetsing wordt vooral gelet op de aanwezigheid van zware metalen en of het product ook een bijdrage levert aan de biogasproductie.

Het aantal producten op deze positieve lijst en de beschikbaarheid bepalen in combinatie met de vraag wat de marktwaarde is in de praktijk.

Op dit moment wordt er door de overheid gewerkt aan de voorbereidingen om delen van dierlijke mest onder andere meststoffen te laten vallen. Als dit mogelijk wordt, is het mogelijk dierlijke mest als kunstmestvervanger in te zetten. Deze mest moet dan wel dezelfde werking hebben als kunstmest. Dit zal vooral van toepassing zijn voor de ammoniumstikstof uit de mest. Organische gebonden stikstof is minder snel opneembaar omdat deze eerst in de bodem nog moet mineraliseren. Alleen een fractie met (nagenoeg) geen organische stof zal als kunstmestvervanger dan kunnen worden gebruikt. Dit vergt verdere scheiding dan nu gebruikelijk met mechanische mestscheiders zoals filterpersen en centrifuges. Dunne fracties welke ontstaan bij ultrafiltratie of scheiders die in staat zijn nagenoeg alle organische stof af te scheiden, komen naar verwachting in aanmerking als mogelijke kunstmestvervangers. Omdat dit op Europees niveau geregeld moet worden, vergt de besluitvorming een langere periode. Op korte termijn is daarom niet te verwachten dat delen van ook digestaat met dierlijke mest als kunstmestvervanger zijn te gebruiken.



#### **5.4.3 Elektriciteitsaansluiting en netbemetering**

De aansluiting van de biogasinstallatie op het elektriciteitsnetwerk wordt altijd verzorgd door het netwerkbedrijf. Daarbij kan de transformator worden gehuurd of gekocht. Economische gezien heeft kopen veelal de voorkeur.

Daarnaast moet de biogasinstallatie bemeterd worden. De zogenaamde MEP-meter wordt daarbij door het meetbedrijf op afstand uitgelezen. Veelal maandelijks worden de werkelijke geproduceerde kWh elektriciteit doorgegeven aan Certi-Q. Zij stellen voor deze hoeveelheid duurzaam geproduceerde elektriciteit 'groencertificaten' op. De hoeveelheid certificaten worden doorgegeven aan Ener-Q die zorgt voor de uitbetaling van de MEP-subsidie van 9,7 cent per kWh geproduceerde elektriciteit uit biogas.

#### **5.5 *MEP en opvolging SDE-subsidie***

Op 18 augustus 2006 is de MEP regeling stopgezet. Dit heeft geen gevolgen gehad voor de MEP aanvragen die voor deze datum zijn aangevraagd. Alle projecten vallen daarom nog onder de oude MEP-regeling. In de oude MEP-regeling was de vaste vergoeding 9,7 cent per kWh geproduceerde elektriciteit door de WKK-installatie gedurende een vaste periode van 10 jaar. De overproductie aan elektriciteit kan worden verkocht op de vrije markt en heeft geen invloed meer op de vaste subsidievergoeding (bij stijgende energieprijzen in de toekomst zal ook de vrije verkoopprijs blijven stijgen). Ook het eigen verbruik valt onder de MEP-subsidie en voor de meeste bedrijven is er geen maximum aan het aantal vollast draaiuren waarvoor MEP kan worden ontvangen.

Per 1 april 2008 is er een nieuwe regeling onder de naam SDE-subsidie (Stimulering Duurzame Energie).

Wezenlijke verschillen ten opzichte van de MEP-regeling zijn:

- Er is sprake van een totale vergoeding die bestaat uit een basisbedrag opgebouwd uit een correctiebedrag en subsidiebedrag. Het basisbedrag voor co-vergistinginstallaties tot 2 mWe is vastgesteld op 12 cent per kWh elektriciteit;
- Het correctiebedrag is een verrekening voor de productiekosten van elektriciteit met verwachte energieprijzen op langere termijn. Op dit moment is dit bedrag vastgesteld op 6,7 cent per kWh elektriciteit. Dit betekent dat de subsidie dan netto 5,3 cent per kWh bedraagt;
- De vergoeding geldt voor het aantal kWh wat daadwerkelijk op het openbare net wordt afgezet. Het eigen verbruik van de biogasinstallatie en het bedrijf vallen dus niet onder de regeling;
- Als de energieprijzen stijgen behoudt de overheid zich het recht voor om het correctiebedrag aan te passen;
- De subsidietoekenning geldt voor een periode van 15 jaar met een maximum van 8000 vollast-uren per jaar.

Naar verwachting wordt het binnenkort mogelijk om ook met agrarische biogasinstallaties groen gas te maken met SDE-subsidie. De vergoeding wordt waarschijnlijk 44 cent per m<sup>3</sup> aardgasequivalent groen gas. Op deze wijze kan het benuttingpercentage van biogas worden verhoogd. De anders vrijkomende warmte uit een biogasmotor die niet gebruikt wordt, kan dan als groen gas worden afgezet. Belangrijk is dan wel dat er aan aansluitmogelijkheid is op het aardgasnet in de directe omgeving. Op dit moment worden de voorwaarden

voor aansluiting nader uitgewerkt. Echter dit is nog niet zover uitgewerkt als voor het maken van een aansluiting op het openbare elektriciteitsnet.

De investeringen in een installatie die biogas kan opwaarderen naar groen gas zijn relatief hoog. Om deze reden is dit alleen rendabel bij grotere biogasinstallatie met een uurproductie vanaf ca. 500 m<sup>3</sup> biogas per uur. Dit komt overeen met een elektrisch vermogen van ca. één MWe. Van de onderzochte 17 bedrijven zijn er drie welke voldoen aan deze voorwaarde van minimale installatiegrootte.

## 6 Praktijkervaringen bedrijven

### 6.1 *Knelpunten bij vergunningaanvragen*

Alle bedrijven hebben voor de bouw van hun biogasinstallatie een milieu- en bouwvergunning aan moeten vragen. Enkele bedrijven hebben voor de bouwvergunning ook vergroting van het bouwblok nodig gehad.

De ervaringen met de vergunningaanvragen verliepen van heel soepel en vlot tot moeizaam en langdurig.

Bij enkele bedrijven had de langere proceduretijd te maken met bezwaren die ingediend zijn tegen de milieuvergunning. Echter in de meeste gevallen lag de oorzaak meer bij onbekendheid met het opstellen van de voorschriften voor een biogasinstallatie. Met ondersteuning van informatie van Infomil ging dit bij een aantal gemeenten beter. Ook bij recentere vergunningaanvragen kon gebruik worden gemaakt van ervaringen met dergelijke projecten in andere gemeenten.

Algemeen is wel te stellen dat naarmate een biogasinstallatie groter is, de vergunningverlening minder vlot lijkt te verlopen (recente Raad van State uitspraken maken nieuwe aanvragen vooral moeilijk op het gebied van ruimtelijke ordening en het toetsen of een biogasinstallatie al of niet als een agrarische activiteit moet worden gezien. Bijna alle bestemmingsplannen hebben nog geen biogasinstallatie als agrarische activiteit opgenomen).

Op het gebied van milieuvergunning zijn vooral het aantal vervoersbewegingen en geuremissie bij gebruik van meer geurende producten een aandachtspunt. Knelpunten bij de bouwvergunning waren vooral gericht op ruimtelijke ordening. Het benodigde oppervlakte voor de biogasinstallatie en de digestaatopslagen past niet altijd op het bestaande bouwblok. Door recente Raad van State uitspraken is een knelpunt voor grotere biogasinstallaties of dit nog wel als een agrarische activiteit gezien kan worden en of het valt binnen het bestemmingsplan.

### 6.2 *Gebruikservaringen*

#### 6.2.1 Algemeen

Naast de informatie opgenomen in de rapporten is er met de meeste bedrijven contact geweest om meer inzicht te krijgen in de gebruikservaringen in de periode na de monitoringsperiode tot heden. Deze informatie is hierna weergegeven in een beschrijvende vorm. De aantallen bedrijven is te gering om op basis hiervan meer statische analyses te maken.

In zijn algemeenheid is te stellen dat de ervaringen varieerde van naar verwachting functioneren van de biogasinstallaties tot beneden verwachting functioneren. Dit heeft dan zowel betrekking op techniek, biologie als ook de economische en administratieve kanten van het gebruik van een biogasinstallatie. Hierna wordt per onderdeel nader ingegaan op deze ervaringen. Afsluitend worden aandachtspunten en aanbevelingen genoemd, zoals deze zijn aangegeven door de gebruikers van biogasinstallaties.

### **6.2.2 Technische werking biogasinstallatie**

Nagenoeg alle biogasinstallaties zijn gebouwd met gebruikmaking van ervaring en expertise van bedrijven die al diverse (enkele tot ruim 100) biogasinstallatie met vooral Duitsland hebben gebouwd. Ondanks dit hebben alle bedrijven te maken gehad met niet voorziene of meer dan voorziene vormen van slijtage of storingen.

De meest voorkomende storingen hadden betrekking op:

- Onvoldoende mixcapaciteit, waardoor mengen onvoldoende plaatsvond.
- Kapotte roerwerk-lagers tot breuk in roerwerken.
- WKK-motoren gevuld met verkeerde koelvloeistof waardoor er meer storingen ontstonden.
- Pompen met meer dan verwachte defecten aan draaiende delen of de behuizingen;
- Kapotte afsluiters of lekkende afsluiters.
- Sensoren die niet goed werkten of te snel kapot gingen door het biogas.
- Meer dan verwachte slijtage aan mengonderdelen voor de vaste stofinvoer-units.

Het gevolg is wel dat ondernemers voor het gebruik van hun biogasinstallaties (vele) duizenden euro's extra jaarkosten hebben. Om dit zo goed mogelijk te ondervangen hebben sommige ondernemers tienduizenden euro's extra moeten investeren in meer duurzame onderdelen.

### **6.2.3 Biologische werking en gebruik mest en co-substraten**

De ervaringen met het biologisch functioneren van de biogasinstallaties is wisselend. Dit varieert van een stabiel proces met een constante biogasproductie met weinig tot geen problemen tot wisselende productie en regelmatig problemen. Een constant proces is er vooral met gebruik van drijfmest in combinatie met veel maïs en één of twee andere constant van samenstelling zijnde producten. In de beginfase maakte veel bedrijven gebruik van maïs als hoofdbestanddeel in het voerantsoen, waardoor er minder biologische schommelingen zijn/waren. Echter door de gestegen kosten ervan (van ca. € 30,- per ton enkele jaren geleden naar ca. € 50,- per ton op dit moment) is het economisch niet meer aantrekkelijk om (veel) maïs te gebruiken. Er worden momenteel meer producten uit de voedings- en genotmiddelenindustrie (VGI) gebruikt. Om de hoeveelheid invoer van biomassa zo laag mogelijk te houden, worden ook meer hoogwaardige producten zoals glycerine (restproduct uit de biodieselproductie), graanresten, hoogwaardige groente- en fruitmixen en zetmeel- en suikerproducten gebruikt. Door het gebruik van deze VGI-producten zijn er wel meer problemen (geweest) met schuimvorming, verzuring, wisselende biogasproductie en/of storingen. Vooral schuimvorming kan in korte tijd ontstaan en geeft problemen als dit teveel wordt. Dit leidt tot verstoppingen of zelfs lekkages in de biogasopslag als de schuimvorming niet voldoende wordt geremd. De precieze oorzaak van schuimvorming is vaak niet precies aan te geven. Het is echter wel een belangrijk aandachtspunt om problemen te voorkomen. De ervaring van nagenoeg alle bedrijven is dat de samenstelling van VGI-producten nogal eens kan variëren. Dit maakt een constante voeding veel lastiger. Dit geldt zeker als vooraf de samenstelling en energie-inhoud niet bekend is of afwijkt van wat wordt aangegeven.

Een aantal bedrijven heeft geleidelijk de vergistingtemperatuur verhoogd richting thermofiel vergisten. Er ontstaat niet meer biogas, maar kan het wel de vergistingtijd worden verkort. Alle bedrijven maken gebruik van drijfmest van vooral rundvee en een aantal ook van vooral vleesvarkens. Één bedrijf is onlangs begonnen met het vergisten van pluimveemest van legkippen. Tot op heden lijkt dit goed te gaan. Aandachtspunt is wel of er al of niet problemen kunnen ontstaan met grid op langere termijn. Dit zakt namelijk naar de bodem en verkleint de vergistinginhoud. Ook wordt soms de dikke fractie van drijfmest gebruikt. Het voordeel hiervan is dat er veel minder water in aanwezig is (ca. 30% droge stof in plaats van ca. 9%), waardoor er meer biogas per ton invoer wordt geproduceerd.

#### **6.2.4 Gebruik digestaat**

Op de veehouderijbedrijven wordt het merendeel van het geproduceerde digestaat afgezet op eigen grond. Hierdoor zijn de afzetkosten beperkt tot de opslag- en uitrijdkosten. De ervaringen met het gebruik van digestaat zijn positief doordat het beter mengbaar is, waardoor het homogener aanwenden verbeterd. Wat betreft de besparing op het gebruik van kunstmeststikstof varieert dit van ca. 10 kg minder kunstmeststikstof per hectare per jaar tot meer dan 150 kg. Vooral bij gebruik op grasland is de vervanging groot. Enerzijds omdat grasland een hoge stikstofbehoefte heeft en anderzijds dat er meerdere keren in het groeiseizoen digestaat is aan te wenden. De indrukken van ondernemers zijn dat de voordelen van het gebruik van digestaat meer zijn dan alleen het vervangen van kunstmeststikstof. Ook moet de snelwerkende stikstof uit digestaat passen bij de stikstofbehoefte in het begin van het groeitraject van een gewas. Ervaringen bij derden geven aan dat gebruikers de voorkeur geven aan digestaat als alternatief voor drijfmest, bij gelijkblijvende leveringsvoorwaarden. Op bouwland is het veel moeilijker om tijdens het groeiseizoen nog vloeibare digestaat aan te wenden. Het verwerken van digestaat tot meer concentraten kan dit verbeteren. Zeker als concentraten ook wettelijk als kunstmestvervangers zijn toe te passen.

#### **6.2.5 Aanbevelingen voor bouw en gebruik biogasinstallaties**

Op basis van vooral de contacten met de gebruikers van de biogasinstallaties zijn er verschillende aanbevelingen gedaan om biogasinstallaties beter te kunnen laten functioneren. Aandachtspunten die ondernemers noemden om problemen te verminderen of zo mogelijk te voorkomen zijn:

##### **Biologisch:**

- Voor een maximale biogasproductie is een zo constant mogelijke voeding essentieel. Het gebruik van dezelfde grondstoffen en/of geleidelijke wisseling van samenstelling zorgt ervoor dat bacteriën hierop in kunnen spelen;
- een goede verhouding tussen vetzuren bepaald de biogasproductie. Zeker bij gebruik van VGI-producten kan deze nogal snel wisselen. Wekelijkse analyse van (na)vergisters geeft hier inzicht in. Tevens kan op basis hiervan de voeding zo nodig worden aangepast;
- voor een optimale vergisting is een totale verblijftijd van 80 à 90 dagen voor producten zoals maïs, gras e.d. een voordeel om voldoende buffer te hebben. De biologische belasting kan het beste niet continu maximaal zijn;

- uitwisselen van praktijkervaringen. Dit om problemen die anderen al hebben ervaren zoveel mogelijk in een eigen biogasinstallatie te voorkomen. Omdat de ervaringen wisselend zijn, kan een ieder voordelen halen uit ervaringsuitwisseling.

### **Bouwkundig:**

- Houdt er rekening mee dat vergisten een continu proces is met dus veel draaiuren per jaar. Als bij een andere toepassing een installatieonderdeel bijvoorbeeld twee uur per dag draait en bij een biogasinstallatie 10 uur per dag, is te stellen dat de levensduur van bijvoorbeeld vijf jaar daalt naar één jaar. Dit betekent dat degelijkheid voor een langere levensduur een hogere investering verantwoord maakt. Hierop bezuinigen kost over het algemeen meer onderhoud en betekent hogere jaarkosten.
- Gebruik degelijke materialen die bestand zijn tegen biogas. Beton wat in contact kan komen met biogas, beschermen tegen aantasting. Gebruik RVS van een juiste legering en gebruik geen messing.
- Kunststof leidingen zo uitvoeren dat deze eenvoudig te reinigen zijn. Gebruik zo nodig flensen e.d. die uitwisseling van pompen, afsluiters e.d. eenvoudig mogelijk maken.
- Zorg ervoor dat essentiële onderdelen of zeer snel leverbaar zijn of dubbel zijn uitgevoerd. Dit geldt vooral voor pompen als deze moeten zorgen voor een constante voeding van de vergisters. Als de voeding niet door kan gaan, betekent dit al snel daling van de biogasproductie voor een langere periode.
- Bij gebruik van co-substraten ervan uitgaan dat zowel vaste als vloeibare producten in grote mate gebruikt kunnen worden. Voldoende vooropslag ervan, om tevens wisselingen in samenstelling op te vangen, is daarvoor nodig.
- Indosseren op gewicht heeft de voorkeur voor zowel vaste als vloeibare producten. Bij indosseren op tijd kan vooral bij wisselend soortelijk gewicht of viscositeit de voeding teveel variëren.
- Energierijke producten met kleine hoeveelheden kunnen doseren van bijvoorbeeld maximaal ca. 2,5 kg per seconde.
- Gebruik roerwerken e.d. die hebben bewezen voldoende duurzaam te zijn. Aanpassingen aan systemen zijn niet altijd verbeteringen.
- Voor meting van essentiële parameters zoals vergistingtemperatuur, voeding, menging, ontzwaveling e.d. ervoor zorgen dat er dubbele sensoren worden geplaatst of via een andere vorm van toetsing controle wordt uitgevoerd.
- Overdrukventielen zodanig plaatsen dat kans op verstopping zo gering mogelijk is.
- Plaats eenvoudig reinigbare stenenvangers in leidingen voor pompen en versnijders.
- Als gebruik wordt gemaakt van bassins voor de opslag van digestaat, verdient het sterk de voorkeur het digestaat eerst te scheiden en alleen de dunne fractie erin op te slaan. Drijfslagen zijn in bassins moeilijk weer te mengen.
- Bestaande bassins gasdicht maken is moeilijk en daarom niet aan te bevelen.
- Geïsoleerde navergisters bij voorkeur voorzien van een gasdichte afdekking. Door de langzame afkoeling van het digestaat blijft ook de biologische activiteit doorgaan, waardoor er toch biogas vrij komt. Tevens is dit een extra biogasbuffer.
- Gebruik bij voorkeur minimaal twee WKK-installaties. Bij storing aan één installatie, valt niet de gehele installatie stil voor wat betreft elektriciteit- en warmteproductie.

- Ondanks dat de emissie van geur beperkt is bij biogasinstallaties, is het af te raden om dergelijke installaties te bouwen op industrieterreinen. Het is een afwijkende activiteit die al snel tot weerstand leidt. Dit geldt vooral als er ook bedrijfswoningen in de directe omgeving staan.
- Door het gebruik van actief koolstoffilters en mechanische koeling van het biogas, is de kwaliteit van het biogas te verhogen. Dit zijn onderdelen die van belang zijn voor zowel een hogere levensduur van een WKK-installatie als ook voor de productie van groen gas uit biogas.

#### **Gebruik biogasinstallatie:**

- Start een installatie op met digestaat uit een andere biogasinstallatie. Hiermee wordt zowel goede biomassa als ook warmte aangevoerd. Dit verkort de opstarttijd.
- Maak goede afspraken voor service van zowel WKK-motoren, als ook pompen e.d. Korte aanrijdtijden zijn gewenst. Als bijvoorbeeld een WKK van 500 kWe één uur stil staat is dit al een inkomstendering van ca. € 75,- per uur of ca. € 1.800,- per dag;
- Ervaring met biogasinstallaties voor service is een pre.
- Plan onderhoud aan zowel motoren, pompen, roerwerken e.d. zo strak mogelijk en gericht op preventie. Storingen zoveel mogelijk zien te voorkomen.
- Laat wekelijks de inhoud van (na)vergisters onderzoeken op vetzuursamenstelling. Dit is een goede indicatie voor het functioneren van de biomassa. Vooral bij veel wisselingen in grondstoffen is dit zeer gewenst.
- Bij ontvangst van nieuwe producten of producten van nieuwe leveranciers extra kritisch zijn op (constante) samenstelling en kwaliteit (schoon zijn) van de producten. Bij productieprocessen kunnen verontreinigingen in producten voorkomen, die niet altijd op voorhand te voorzien zijn. Bij vaste leveranciers is het eenvoudiger hier afspraken over te maken of processen aan te passen.
- Het goed operationeel houden van een biogasinstallatie vergt relatief veel tijd, discipline en organisatie en het leren kennen van het gehele proces op zowel techniek als biologie.
- Bedrijven met de minste biologieproblemen en storingen hebben een strakke planning van zowel preventief onderhoud als aan- en afvoer van producten, als de gehele administratie. Dit vergt echter wel de nodige tijd, zeker in het eerste en tweede jaar na opstarten.

### **6.3 Bijzondere aspecten en toekomstontwikkelingen**

Op praktijkcentrum voor de Varkenshouderij in Sterksel wordt momenteel onderzoek gedaan naar het toepassen van een gasturbine voor de omzetting van biogas in elektriciteit en warmte. Het elektrische vermogen is nu met ca. 50 kWe nog beperkt. Het voordeel van een gasturbine is dat er veel minder bewegende delen in de installatie aanwezig zijn. Dit moet vooral leiden tot minder onderhoudskosten en meer draaiuren. Het elektrische rendement is wel lager dan van een WKK-installatie met een gasmotor. Het doel is om ook te kijken of met een kleinere biogasinstallatie op deze wijze alleen mest vergist kan worden voor eigen energievoorziening op veehouderijbedrijven.

Als de bedrijfsomvang toe blijft nemen, zoals de verwachting is, komen er steeds meer bedrijven met een mestproductie op locatieniveau van ca. 12.500 ton per jaar. Dit komt over-

een met een melkveebedrijf van 400 melkkoeien met jongvee of een gesloten varkensbedrijf met 1000 zeugen en 7500 vleesvarkens. Met alleen deze mest is een kleine gasturbine van ca. 80 kWe continu te laten draaien. Op jaarbasis is hiermee netto ca. 575.000 kWh elektriciteit op te wekken. Dit is ruim voldoende voor voorziening in het eigen elektriciteitsverbruik. De restwarmte is te gebruiken voor verwarmen van gebouwen en zo mogelijk digestaatverwerking. Ongeveer 50% van de warmtebehoefte op een varkensbedrijf kan worden gedekt met de restwarmte. Op een bedrijf met 1000 zeugen en 7500 vleesvarkens en goede stalisolatie komt dit overeen met 25.000 m<sup>3</sup> aardgas per jaar.

Als op termijn van elke sector 100 bedrijven een kleine biogasinstallatie gaan toepassen is een totale CO<sub>2</sub>-reductie mogelijk van 208.600 ton per jaar (zie tabel vijf). Ruim 136.000 ton hiervan is afkomstig uit een lagere methaangasemissie uit de mest.

Afhankelijk van de hiervoor genoemde factoren kunnen een aantal van deze bedrijven ook een grotere biogasinstallatie bouwen met gebruik van co-substraten.

Daarnaast zullen bij stijgende energiekosten en een goede doorontwikkeling van goedkope biogasinstallaties ook een veel groter aantal bedrijven over gaan tot het toepassen van een biogasinstallatie

Op dit moment is een goede inschatting van de toepassing op grote schaal hiervan nog niet te maken.

Dit kan pas goed als de technische en economische haalbaarheid beter zijn in te schatten.

Type drijfmest	Capaciteit Ton/jaar	Emissie-reductiefactor kg CO <sub>2</sub> equiv/ton mest	Totale reductie Kg CO <sub>2</sub> equiv/jaar
Melkvee*	1.250.000	34	42.500.000
Varkens*	1.250.000	75	93.750.000
<b>Subtotaal</b>	<b>2.500.000</b>		<b>136.250.000</b>
		Netto energieproductie kWh/jaar	Indirecte reductie kg CO <sub>2</sub> equiv/jaar
Hoeveelheid netto elektriciteitproductie 200 bedrijven à 575.000 kWh/bedrijf**		115.000.000	* 0,61 = 70.150.000
Vervanging 50% aardgas door restwarmte WKK varkensbedrijven à 25.000 m <sup>3</sup> /bedrijf en 8 kWh/m <sup>3</sup>		10.000.000	* 0,22 = 2.200.000
<b>Subtotaal</b>			<b>72.350.000</b>
<b>Totaal</b>			<b>208.600.000</b>

\* 100 bedrijven met elk 12.500 ton mestproductie per jaar

\*\* Resultaat bij gemiddeld 25 m<sup>3</sup> biogas per ton mest, bruto 2 kWh elektriciteit per m<sup>3</sup> biogas en een eigen elektriciteitsverbruik van 50.000 kWh per installatie per jaar.

Tabel 5: Schatting van mogelijke CO<sub>2</sub>-reductie bij toepassing kleine biogasinstallaties op veehouderijbedrijven

Één van de ondernemers is samen met een toeleverancier aan het onderzoeken of door het verhitten van te vergisten producten er een vorm van ontsluiting kan plaatsvinden. Dit met als doel een hogere biogasproductie per ton invoer. Dit is vooral van belang voor producten met meer ruwe celstof die van nature niet vergistbaar is.

Vijf bedrijven zijn concreter aan het onderzoeken op welke wijze de grote hoeveelheid restwarmte nuttig is te gebruiken. Dit is gericht op het drogen van producten zoals houtsnip-



pers e.d. tot het verwarmen van gebouwen op afstand. Vooral voor rundveehouderijbedrijven met weinig warmtebehoefte is dit relevant.

Zes ondernemers hebben aangegeven hun biogasinstallatie uit te willen breiden met gemiddeld bijna 500 kWe. Dit komt gemiddeld neer op een verdubbeling van de huidige capaciteit. Echter een economisch aandachtspunt is de vergoeding die er momenteel tegenover staat vanuit de nieuwe SDE-regeling. Alle ondernemers hebben aangegeven onder de huidige voorwaarden niet economisch haalbaar te kunnen uitbreiden. Daarbij speelt ook een rol dat alleen op een nieuwe WKK-installatie nieuwe subsidie is te verkrijgen. Enkele ondernemers willen graag een kleinere bestaande WKK-installatie vervangen door een groter vermogen. De huidige regeling staat dit echter niet toe.

Het toepassen van co-vergistingsinstallaties op grotere schaal op agrarische bedrijven is alleen haalbaar als van meerdere zijden de voordelen voldoende groot zijn. Hierbij is te denken aan:

- Mogelijkheden voor realisatie van kleinere biogasinstallatie voor voornamelijk eigen energievoorziening. Dit is alleen mogelijk als de investerings- en jaarkosten van kleinere installaties voldoende laag zijn.
- Er voldoende aanbod is van co-substraten van ook zo mogelijk deels dierlijke oorsprong. Het op eigen bedrijf of centraal hygiëniseren van co-substraten zal daarvoor wel noodzakelijk zijn. Op dit moment stijgen ook de kosten van co-substraten door de verhouding in vraag en aanbod.
- Digestaatverwerking ook de afzetkosten ervan verlaagd door volumeverkleining in combinatie met zo mogelijk de productie van kunstmestvervangers. Akkerbouwers willen handzame producten die in dezelfde werkgang met andere bewerkingen zijn aan te wenden. Producten moeten daarvoor geconcentreerder worden en de samenstelling moet aansluiten bij de behoeften van de gewassen.
- een vergoeding voor de productie van duurzame elektriciteit of duurzame warmte die voldoende hoog is.

Gezien de bedrijfstoename, is er meer potentieel om op grotere schaal co-vergistinginstallaties in combinatie met digestaatverwerking mogelijk te maken.

Het voordeel van biogasinstallaties is dat de productie van elektriciteit kan plaatsvinden op momenten dat er een grote vraag is. Door de plaatsing van meer installaties verspreid over het land, nemen ook de transportverliezen voor elektriciteit af in vergelijking met enkele grote centrales en het gebruik van hoogspanningsmasten.

Op korte termijn is niet te verwachten dat er veel co-vergistingsinstallaties op agrarische bedrijven zullen worden bijgebouwd.

Dit zal alleen gaan plaatsvinden als één of meerdere hiervoor genoemde factoren van toepassing zijn.

Het is daarom niet mogelijk om op dit moment een voldoende betrouwbare schatting te maken van het aantal biogasinstallaties wat de komende jaren in Nederland gebouwd zal worden.

#### 6.4 Aanbevelingen voor de overheid

De gebruikers van biogasinstallaties ervaren het beste op welke wijze de regelgeving van invloed is op het realiseren en gebruiken van deze vorm van duurzame energieproductie. Voor zowel de huidige als toekomstige gebruikers van biogasinstallaties is het gewenst dat de regelgeving zo optimaal gebruikt kan worden met zo weinig mogelijk bijkomende lasten.

Op basis van de ervaringen worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- Door de gestegen prijzen van landbouwproducten worden er steeds meer VGI-producten gebruikt. Naast de huidige toegestane producten zijn er nog veel producten die niet op de positieve lijst staan. Hierdoor zal zeker bij toename van het aantal biogasinstallaties in Nederland de verhouding in vraag en aanbod gaan wijzigen. Er is daarom behoefte aan uitbreiding van het aantal producten op de positieve lijst.
- De uitbetaling van de MEP-subsidie verloopt/verliep niet altijd even snel en continu. Door het systeem dat er nu meerdere instanties bij betrokken zijn (per 1 januari 2009 gaat het onderdeel Ener-Q over naar SenterNovem, wat het aantal loketten vermindert en daarmee een vereenvoudiging). Het is gewenst dat maandelijks de MEP-uitbetaling plaats vindt. Voor de gebruiker van een biogasinstallatie is niet inzichtelijk waar de oorzaak ligt van een latere uitbetaling. Dit uitzoeken vergt veel belen naar de diverse instanties. Het is gewenst dat hier een goede stroomlijning in aanwezig is.
- In een biogasinstallatie wordt alleen biogas gebruikt als brandstof. Toch vallen biogasinstallaties onder dezelfde regeling als bijvoorbeeld grote elektriciteitscentrales die biomassa bijstoken. De jaarlijkse accountantskosten voor het opstellen van de vereiste verklaring worden als minder zinvol gezien en leiden tot hogere kosten. Vereenvoudiging van deze regeling voor biogasinstallaties is gewenst.
- De ervaringen van gebruikers van digestaat zijn dat deze een zeker zo goede werking heeft als kunstmest. Omdat co-substraten zorgen voor extra dierlijke mest, is het gewenst dat (delen) van digestaat zo snel mogelijk als kunstmestvervanger zijn te gebruiken.
- Bij het gebruik van meerdere VGI co-substraten neemt de administratie relatief meer tijd in beslag. Dit geldt ook als er digestaat afgevoerd moet worden naar derden. Dit vergt extra kosten of meer eigen tijd, die niet elders in het bedrijf inzetbaar is. Bij het maken van kostprijberekeningen moet dit niet onderschat worden. Tevens is het gewenst als er meer standaardisatie in registratie komt. Dit is zowel praktisch voor de gebruikers als ook de overheid voor controlewerkzaamheden;
- Het stimuleren van projecten voor een betere benutting van restwarmte bij nieuwe meer risicovollere toepassingen met een aanvullende subsidie;
- Het vergisten van VGI-producten en andere schone organische bijproducten zijn een goede vorm van duurzame energieproductie. Echter voor een prijs van 12 cent per kWh elektriciteit is het voor agrarische biogasinstallaties niet mogelijk om voldoende rendement te realiseren. Verhoging van de SDE-subsidie is noodzakelijk om het potentieel aan organische stoffen te kunnen vergisten en de mineralen weer in de landbouw in te kunnen zetten voor de teelt van landbouwproducten;

- Het aantal biogasinstallaties in Nederland is momenteel nog beperkt. Hierdoor is de kennis en ervaring van toeleverende bedrijven en ondersteunende diensten ook beperkt. Uitbreiding van het aantal installaties is voor meer praktijkervaring en – expertise gewenst. Wel dient dan in gelijke mate het aanbod van producten toe te nemen om marktverstoring in voldoende aanbod van te vergisten producten te voorkomen.

### Bijlage 1: Verzamelde gegevens 17 gebruikers biogasinstallatie

Technische uitvoering biogasinstallatie														vaste stofinvoer										
bedrijf	melkkoeien	jongvee	vleeskuijken	grasland	mais/akkerbouw	totaal areaal	m3 vergister	aantal vergisters	type vergister	totaal m3 vergisters	m3 navergister	aantal	totaal m3 (na)vergist	isolatie navergister	hydrolyse vooraf	mengen vooraf	indoseren met digestaat	merk WKK	kWte WKK	aantal	kWte WKK	aantal	Totaal kWte WKK	totaal aantal WKK
								R=rond						N=nee	N=nee	N=nee	N=nee	J=jenbacher						
								P=propstroom						N=nee	N=nee	N=nee	N=nee	D=Deutz						
								N=netwerk						J=ja	J=ja	J=ja	J=ja	M=MAN						
1	300			100	500	600	1250	2	R+N	2500	4150	3	14950	N	N	J	N	M	345	3			1035	3
2	150	100		50	200	250	1500	2	R	3000	1500	1	4500	N	N	J	N	J	625	2			1250	2
3	155			100		100	1500	1	R	1500	1500	1	3000	N	N	N	N	M	100	2	191	1	391	3
4	80	60		80	20	100	800	1	R	800	1100	1	1900	N	N	N	N	M	191	1			191	1
5	150	100		62	60	122	1500	1	R	1500	4500	1	6000	J	N	J	J	M	191	3			573	3
6						0	750	2	R	1500	650	1	2150	N	N	N	N	J	600	1			600	1
7	110	50		60	20	80	1650	1	R	1650	2000	1	3650	N	N	J	N	M	191	1	345	1	536	2
8						0	400	2	P	800	2000	4	8800	J	N	J	N	J	1064	1			1064	1
9	280	200		100	185	285	1400	1	R	1400	4500	1	5900	N	N	N	N	M	191	1	345	1	536	2
10	130	80		55	105	160	1400	1	R	1400	2500	1	3900	N	N	N	N	M	191	1	345	1	536	2
11			65000	70	280	350	1500	1	R	1500	1500	1	3000	J	N	N	N	M	191	1	345	1	536	2
12	140	70		68	30	98	1500	1	R	1500	4500	1	6000	N	N	N	N	M	191	1	345	1	536	2
13			50000		250	250	1400	1	R	1400	1400	1	2800	J	N	N	N	M	345	2			690	2
14	190	150		70	35	105	1200	1	R	1200	4500	1	5700	N	N	N	N	M	191	1	345	1	536	2
<b>totaal</b>	<b>1685</b>	<b>810</b>	<b>115000</b>	<b>815</b>	<b>1685</b>	<b>2500</b>	<b>17750</b>	<b>18</b>		<b>21650</b>	<b>36300</b>	<b>19</b>	<b>72250</b>						<b>4607</b>	<b>21</b>	<b>2261</b>	<b>7</b>	<b>9010</b>	<b>28</b>
<b>gemidd.</b>	<b>169</b>	<b>101</b>	<b>57500</b>	<b>74</b>	<b>153</b>	<b>179</b>	<b>1268</b>	<b>1</b>		<b>1546</b>	<b>2593</b>	<b>1</b>	<b>5161</b>						<b>329</b>	<b>2</b>	<b>323</b>	<b>1</b>	<b>644</b>	<b>2,0</b>
<b>gemidd.*</b>	<b>130</b>	<b>62</b>	<b>8846</b>	<b>63</b>	<b>130</b>	<b>192</b>	<b>1308</b>	<b>1</b>		<b>1550</b>	<b>2742</b>	<b>1</b>	<b>5392</b>						<b>308</b>	<b>2</b>	<b>174</b>	<b>1</b>	<b>647</b>	<b>2</b>
14						0	80	1	P	80	200	1	280	N	N	J	N	M	37	1			37	1
16						0	615	1	R	615	0		615	N	N	J	N	M	37	1			37	1
17						0		1	R	0	1000	1	1000	N	N	J	N	M	30	1			30	1

\* gemiddelde exclusief bedrijf nummer 6

Technische uitvoering biogasinstallatie

bedrijf	m3 vergister per kWe	type roerwerk vergister						aantal/vergister	dompelroerder	roerwerk navergister	m3 biogasopslag	uren gasvoorraad	uitvoering gasklep	fakkelt	ontzwalling	actief koolfilter	datum besluit bouw	start bouw	gebruik installatie	Leverancier
		biogaskoeler	elektr. Rendement %	roogaskoeler	Paddel	P=paddel	V=vast													
		G=grondpakket	J=ja	D=dompel	D=verstelbaar							E= enkel	J=Ja	H=houten dak	J=ja				H=Host Oostehof Holman	
		M=mechanische koel	N=nee	=schuin roerwerk	M=mixer aftakas							D=dubbel	N=nee	F=folie dak	N=nee				P= Planet	
					S= schuine mixer									E=externe ontzwalling					T= Thecogas	
																			C= Cetified Energy	
																			S= Schucking	
																			B=Biogas Net b.v.	
1	14,4	G	35,4	N	P	1	M	M	3000	5,8	E	N	H	J	1-12-2004	15-9-2005	7-2-2006	H		
2	3,6	G	38,0	N	P	1	M	P	1800	2,9	D	J	H	N	1-6-2003	1-4-2005	1-10-2005	P		
3	7,7	G	35,4	N	P	1	D	M	900	4,6	E	N	H	N		20-1-2005	1-8-2005	T		
4	9,9	G	35,4	N	P	1		M	900	9,4	E	N	H	J			1-7-2005	H		
5	10,5	G	35,4	N	P	1	D	M	900	3,1	E	N	H	N	1-2-2005	1-6-2005	1-12-2005	H		
6	3,6	G	37,0	N	D	3	D	D	600	2,0	D	J	E	N	1-2-2002		1-9-2003	S		
7	6,8	G	35,4	N	P	1	D	D	1800	6,7	E	N	H	J	1-4-2005	1-1-2006	1-5-2006	H		
8	8,3	G+M	40,8	N	P	1		2xS	2000	3,8	D	J	F	N				C		
9	11,0	G	35,4	N	P	1	M	2xM	1200	4,5	E	N	H	N	1-2-2006	1-3-2006	1-10-2006	H		
10	7,3	G	35,4	N	P	1	M	2xM	900	3,4	E	N	H	N	1-6-2005	1-5-2006	1-11-2006	H		
11	5,6	G	35,4	N	P	1	M	2xM	1600	6,0	E	N	H	N	1-12-2004	1-9-2006	1-4-2007	T		
12	11,2	G	35,4	N	P	1	M	2xM	900	3,4	E	N	H	N	1-2-2005	1-6-2006	1-12-2006	H		
13	4,1	G	35,40	N	P	1	M	2xM	900	2,6	E	N	H	N	1-12-2004	1-5-2006	15-11-2006	T		
14	10,6	G	35,00	N	P	1	M	2xM	1300	4,9	E	N	H	J	1-6-2004	1-6-2006	1-9-2006	H		
<b>totaal</b>									<b>18700</b>	<b>62,9</b>										
<b>gemidd.</b>	<b>8,2</b>		<b>36</b>						<b>1336</b>	<b>4,5</b>										
<b>gemidd*</b>	<b>8,5</b>		<b>36</b>			<b>1</b>			<b>1392</b>	<b>5</b>										
14	7,6	G	30,80	N	P	1			100	5,4	E	N	H	N	1-1-1998		1-6-1999	B		
16	16,6	G	30,80	N	D	1		D	400	21,6	E	N	F	N	1-1-2000	1-7-2001	1-12-2001	T		
17	33,3	G	30	N	D	1	D		500	33,3	E	N	F	N	1-1-2001	1-12-2002	1-3-2003	T		

\* gemiddelde exclusief bedrijf nummer 6

**Functioneren biogasinstallatie**

bedrijf	ton totaal invoer/jaar	gistemperatuur	keren indoseren/dag	dagen in vergister	dagen navergister	totaal dagen vergisten	m3 vergister per kWe	m3 biogas/jaar x 1000	m3 biogas / ton invoer	% biogas uit navergister/ropslag	gem. CH4-gehalte %	gem. PPM H2S lager	prod kWh elek/jaar x 1000	max. kWh warmte/jaar x 1000	kWh/m3 CH4-gas	kWh elek eigen verbruik x 1000	kWh warmte eigen verbruik x 1000	% eigen elektrverbr. Vergister	% eigen warmteverbr. Vergister
1	29300	38	6	35	90	125	14,4	2735	<b>93,3</b>	25	52,5	5	7860	8367	<b>2,87</b>	296	2240	<b>3,8%</b>	<b>26,8%</b>
2	27000	37	12	40	20	60	3,6	3400	<b>125,9</b>		57	200	8000	12000	<b>2,35</b>	300	3000	<b>3,8%</b>	<b>25,0%</b>
3	15940	39	12	35	35	70	7,7	1350	<b>84,7</b>		60	215	2670	3110	<b>1,98</b>	218	804	<b>8,2%</b>	<b>25,9%</b>
4	5110	39	6	45	45	90	9,9	602	<b>117,8</b>		57	20	1310	1500	<b>2,18</b>	100	400	<b>7,6%</b>	<b>26,7%</b>
5	9000	40	6	60	60	120	10,5	1700	<b>188,9</b>	37	53	200	3255	4868	<b>1,91</b>	205	876	<b>6,3%</b>	<b>18,0%</b>
6	18000	55	6	32	32	64	3,6	627	<b>34,8</b>		55	500	570	800	<b>0,91</b>	430	400	<b>75,4%</b>	<b>50,0%</b>
7	8040	40	11	75	75	150	6,8	800	<b>99,5</b>	20	53	5	1500	2250	<b>1,88</b>	130	400	<b>8,7%</b>	<b>17,8%</b>
8	36000	39	6	11	60	71	8,3	3900	<b>108,3</b>	50			8000	9600	<b>2,05</b>	600	1200	<b>7,5%</b>	<b>12,5%</b>
9	19050	41	6	26	85	111	11,0	1600	<b>84,0</b>	20	51,5	150	3490	5192	<b>2,18</b>	384	590	<b>11,0%</b>	<b>11,4%</b>
10	17100	51	6	28	40	68	7,3	2100	<b>122,8</b>		53,5	100	4090	5872	<b>1,95</b>	265	550	<b>6,5%</b>	<b>9,4%</b>
11	18800	40	12	28	28	56	5,6	2030	<b>108,0</b>		60	200	3970	5925	<b>1,96</b>	540	845	<b>13,6%</b>	<b>14,3%</b>
12	12050	40	12	45	45	90	11,2	1500	<b>124,5</b>		55	150	2990	4547	<b>1,99</b>	200	510	<b>6,7%</b>	<b>11,2%</b>
13	18000	43	6	44	44	88	4,1	1463	<b>81,3</b>		48,5	100	2780	4110	<b>1,90</b>	380	879	<b>13,7%</b>	<b>21,4%</b>
14	14050	40	6	42	90	132	10,6	2216	<b>157,7</b>		49	250	4234	6200	<b>1,91</b>	140	420	<b>3,3%</b>	<b>6,8%</b>
<b>Totaal</b>	<b>247440</b>	<b>582</b>	<b>113</b>	<b>546</b>	<b>749</b>	<b>1295</b>	<b>114,6</b>	<b>26023</b>	<b>1531,6</b>	<b>152</b>	<b>705</b>	<b>2095</b>	<b>54719</b>	<b>74341</b>	<b>28,0</b>	<b>4188</b>	<b>13114</b>	<b>176,0%</b>	<b>276,9%</b>
gemiddeld	<b>17674</b>	<b>41,6</b>	<b>8</b>	<b>39</b>	<b>53,5</b>	<b>92,5</b>	<b>8,2</b>	<b>1859</b>	<b>109,4</b>	<b>30,4</b>	<b>54,2</b>	<b>161,2</b>	<b>3909</b>	<b>5310</b>	<b>2,00</b>	<b>299,1</b>	<b>936,7</b>	<b>12,6%</b>	<b>19,8%</b>
gemidd.*	<b>17649</b>	<b>40,5</b>	<b>8</b>	<b>40</b>	<b>55,2</b>	<b>94,7</b>	<b>8,5</b>	<b>1954</b>	<b>115,1</b>	<b>11,7</b>	<b>50,0</b>	<b>122,7</b>	<b>4165</b>	<b>5657</b>	<b>2,09</b>	<b>289,1</b>	<b>978,0</b>	<b>7,7%</b>	<b>17,5%</b>
15	1000	38		10	60	70	7,6	20	<b>20,0</b>		54	<100	64	68		3,2	45		
16	3900	35	6	50	0	50	16,6	75	<b>19,2</b>		56	300	123	345		6,2	142		
17	3265	38	6	30	100	130	33,3	85	<b>26,0</b>		63	50	108	300		5	140		

\* gemiddelde exclusief bedrijf nummer 6

**Functioneren biogasinstallatie**

**Investerings e.d. x 1000 euro**

bedrijf	draaiuren WKK/jaar	voedingsrekenmodel	ondersteuning	Vergister	opslag co-substraten	transport+dlg. Opslag	Totaal	euro investering / kWe	omzet/jaar	kosten/jaar	netto resultaat	kosten in centen/kWh elektr.	Terugverdientijd in jaar	kWe uitbreiding naar bouw
		J=ja N=nee	bij wisselen rantsoen /=wekelijks											
			M=maandelijks											
			N=niet/zelf											
			G=zelf met studiegroep											
1	7800			2500	205	176	2881	2784	1142,5	1050	92,5	13,9	7,6	0
2	6800	J	W	2363			2363	1890	918	834	84	10,8	7,4	0
3	6850			900		50	950	2430	393	337	56	13,7	6,3	191
4	6860			691	6	45	742	3885	181	155	26	12,8	7,4	0
5	5680	J		1325	80	225	1630	2845	481	466	15	15,3	9,2	345
6	960	N	N	1500	200	100	1800	3000	120	150	-30	107,1	12,0	0
7	7800			641	100	57	1098	2049	209	197	12	14,4	9,0	0
8	7900	J	W	2850	600	50	3500	3289	1712	1598	114	21,6	7,5	1000
9	7800			1181	140	140	1461	2726	514	512	2	16,5	9,9	690
10	7630			996	217	135	1348	2515	595	524	71	13,7	6,6	0
11	7400			972	35	260	1267	2364	577	516	61	15,0	6,8	0
12	5580	J?		1081	95		1176	2194	434	361	73	12,9	6,2	0
13	8000	J		1115	30	82	1527	2213	408	425	-17	17,7	11,3	346
14	7900	J		820	60	0	1180	2201	485	450	35	11,0	7,7	0
<b>Totaal</b>	<b>94960</b>			<b>18935</b>	<b>1768</b>	<b>1320</b>	<b>22923</b>	<b>36384</b>	<b>8169,5</b>	<b>7575</b>	<b>594,5</b>	<b>296,5</b>	<b>114,7</b>	<b>2572</b>
gemiddeld	6783			1353	147,3	110,0	1637,4	2544	583,5	541,1	42,5	21,2	8,2	184
gemidd*	7231			1341	120,6	93,8	1625	2568	619,2	571,2	48,0	14,6	7,9	198
15			w					0			0			350
16			w	151	5		156	4216	13,6	13,7	-0,1		10,1	
17	7900							0			0			
<b>* gemiddelde exclusief bedrijf nummer 6</b>											<b>GEMIDDELDE excl bedrijf 6 en 8</b>		<b>14,0</b>	<b>7,9</b>

Bundeling resultaten mestvergistingsprojecten ROB-subsidieregeling

Gebruik co-substraten ton/jaar

bedrijf	totaal ton mest/jaar	tot. ton co-substraten/jaar	% mest	m3 biogas / ton invoer	maïs: ton/jaar	% d.s.	kg N/ton	gras ton/jaar	% d.s.	kg N/ton	landbouwafval: ton/jaar	% d.s.	kg N/ton	landbouwafval: ton/jaar	% d.s.	kg N/ton	V.G.I., ton/jaar	% d.s.	kg N/ton	V.G.I., ton/jaar	% d.s.	kg N/ton	glycerine: ton/jaar	% d.s.	kg N/ton
											AR=aardappelen						E=ecofrit								
																	A=aardappelzetmeel						A=aardappelzetmeel		
																	Gr=groenteafval						Gr=groenteafval		
																	Gra=Graan(brok)						Gra=Graan(brok)		
																	Mw=maïsweekwater						Mw=maïsweekwater		
																	Gz=Grijs zetmeel						Gz=Grijs zetmeel		
1	13000	16300	44,4%	93,3	9000	33	12,5				7300	BB18,6	13,8												
2	14500	12500	53,7%	125,9	10000	36											2500	Gr85							
3	10000	5940	62,7%	84,7	1320	24	2,6	2600	30	5,3	720	ui10	2,2	800	BP22	3,4	500	Mw50	34,4						
4	1825	3285	35,7%	117,8	365	30											1095	Gz18		730	Gra45				
5	4500	4500	50,0%	188,9	1000	39	4,3	500	40	8,1							2000	Gr7,2	2,2				1000	90	1
6	16000	2000	88,9%	34,8				2000	50	8															
7	4000	4040	49,8%	99,5	3500	32	4	500	40	10										40	Gra40				
8	27000	9000	75,0%	108,3	4000	32	4	2000	40	0							3000	gr80							
9	12000	7050	63,0%	84,0	6500	34	10,2										550	A20	5,6						
10	7300	9800	42,7%	122,8	4000	33,5	4	500	50	9,8	3100	20	5,1				2200	A20	5,7						
11	9800	9000	52,1%	108,0	7000	33	3,75										2000	gr16	7						
12	6600	5450	54,8%	124,5	1500	30	3,6										750	A20	3,4	2500	Gr27	3	350	90	1
13	12000	6000	66,7%	81,3	6000	32	4,1																		
14	7300	6750	52,0%	157,7	750	38	3,7										6000	E20	2						
<b>totaal</b>	<b>145825</b>	<b>101615</b>	<b>791,4%</b>	<b>1531,6</b>	<b>54935</b>	<b>427</b>	<b>56,8</b>	<b>8100</b>	<b>250</b>	<b>41,2</b>	<b>11120</b>	<b>20</b>	<b>21,1</b>	<b>800</b>		<b>3,4</b>	<b>20595</b>		<b>60,3</b>	<b>3270</b>		<b>3</b>	<b>1350</b>	<b>180</b>	<b>2</b>
<b>gemiddeld</b>	<b>10416</b>	<b>7258</b>	<b>56,5%</b>	<b>109,4</b>	<b>4226</b>	<b>32,8</b>	<b>5,2</b>	<b>1350</b>	<b>41,7</b>	<b>6,9</b>	<b>3707</b>	<b>20,0</b>	<b>7,0</b>	<b>800</b>		<b>3,4</b>	<b>2060</b>		<b>8,6</b>	<b>1090</b>		<b>3,0</b>	<b>675</b>	<b>90,0</b>	<b>1,0</b>
<b>gem 14 bedr</b>	<b>10416</b>	<b>7258</b>	<b>56,5%</b>	<b>109,4</b>	<b>3923,9</b>			<b>578,6</b>			<b>794,3</b>			<b>57,1</b>			<b>1471</b>			<b>234</b>			<b>96</b>		
<b>%-co-substr</b>					<b>54,1%</b>			<b>8,0%</b>			<b>10,9%</b>			<b>0,8%</b>			<b>20,3%</b>			<b>3,2%</b>			<b>1,3%</b>		
<b>gemidd.*</b>	<b>9987</b>	<b>7663</b>	<b>54,0%</b>	<b>115,1</b>	<b>4226</b>	<b>32,8</b>	<b>4,4</b>	<b>469,2</b>	<b>15,4</b>	<b>2,6</b>	<b>855</b>			<b>61,5</b>			<b>1584</b>		<b>4,6</b>	<b>252</b>			<b>104</b>		
15	900	100			100	30																			
16	3900	0																							
17	2900	365			365	35																			

\* gemiddelde exclusief bedrijf nummer 6



Bundeling resultaten mestvergistingsprojecten ROB-subsidieregeling

Gebruik co-substraten ton/jaar

bedrijf	supermarkt: ton/jaar	% d.s.	Kg N/ton	zuivelprod. ton/jaar	% d.s.	Kg N/ton	verwerken digestaat	ton opslag co-substraten	ton opslag vloeibaar	ton digestaat/jaar	% d.s. digestaat	Kg N/ton digestaat	kg P2O5/ton digestaat
							S=scheiden						
							H=hygiëniseren						
							V=volledig verwerken						
							M=mengen						
1							M	14000		26300	8	5,5	3,1
2							S	7000		23300			
3							S	3000		14500			
4				1095	25		S	1500		4400			
5							M	6000		7100			
6								2000		17300			
7							M	2000		7200	6,5?	3,2?	
8							H	400		31700			
9							H	6000		17300			
10							M	6000		14800			
11										16600			
12	350	Z50					M	4000		10400		4,7	2,2
13							M	4000		16400		5,2	2,9
14							M	3000		11600			
<b>totaal</b>	<b>350</b>			<b>1095</b>	<b>25</b>			<b>58900</b>		<b>218900</b>	<b>8</b>	<b>15,4</b>	<b>8,2</b>
<b>gemiddeld</b>	<b>350</b>			<b>1095</b>	<b>25,0</b>			<b>4531</b>		<b>15636</b>	<b>8,0</b>	<b>5,1</b>	<b>2,7</b>
<b>%-co-substr</b>	<b>0,3%</b>			<b>1,1%</b>									
	<b>27</b>			<b>84</b>				<b>4377</b>		<b>15508</b>			
15							M	100		900	3,1		
16							M	0		3800	5,3		
17							M	200	1000	3300			

\* gemiddelde exclusief bedrijf nummer 6

Bundeling resultaten mestvergistingsprojecten ROB-subsidieregeling

Reductie overige broeikasgassen

bedrijf	ton rundveemest	% droge stof	kg N/m3	kg OS/m3	ton varkensdrijfmest	% droge stof	kg N/m3	kg OS/m3	ton pluimveemest vast	% droge stof	kg N/m3	kg OS/m3	wijze mestopslag	temp. In opslag	dgn opslag voor vergisten	dgn opslag bij vergisten	wijze mestafvoer	netto kWh elek/jaar x 1000	vervangings m3 aardgas/jaar	niet benutte warmte: m3 aardgas/jaar
													K=kelder				R=riolering			
													S=silo				P=afpompen			
													B=bassin							
1	13000	9	4,5										S	16	180	28	P	7564	10000	755.875
2	10000	9			4500	9							K+S		180	42	P	7700	7500	1.117.500
3	10000	9	4,5	70									S	12	200	21	P+M	2452	10000	278.250
4	1825	9	4,5	75									S		160	14	P	1210	5000	132.500
5	4500	8	4,4	58									S+K	15	160	14	P	3050	5000	494.000
6	0				16000	9	6	70					S	15	160	70	P	140	0	50.000
7	4000	9	3,5	70									K	12	120	7	P	1370	7000	224.250
8	7000	7,5	4	50	20000	9	6	70					K+S	10	160	7	P	7400	250000	800.000
9	12000	7	3,1	55									K+S	10	160	7	P	3106	13000	562.250
10	7300	7	4	40									K+S	12	160	30	P	3825	6000	659.250
11	6400	9	4	50	2700	9	6	70	700	55				11	180	50	P	3430	45000	590.000
12	6600	12	4,5	100									K	9	180	20	P	2790	7500	497.125
13	1800	6	4,5	45	10200	7	6	53					k	11	180	40	P	2400	39000	364.875
14	7300	7,5	4,1	60									k	12	180	20	P	4094	7500	715.000
<b>Totaal</b>	<b>91.725</b>	<b>109</b>	<b>49,6</b>	<b>673</b>	<b>53.400</b>	<b>43</b>	<b>24</b>	<b>263</b>	<b>700</b>	<b>55</b>				<b>145</b>	<b>2360</b>	<b>370</b>		<b>50.531</b>	<b>412.500</b>	<b>7.240.875</b>
<b>gemiddelde</b>	<b>6.552</b>	<b>8,4</b>	<b>4,1</b>	<b>61,2</b>	<b>10.680</b>	<b>8,6</b>	<b>6,0</b>	<b>65,8</b>	<b>700,0</b>	<b>55,0</b>				<b>12,1</b>	<b>168,6</b>	<b>26,4</b>		<b>3.609</b>	<b>29.464</b>	<b>517.205</b>
<b>gemidd.*</b>	<b>7.056</b>	<b>8,4</b>	<b>3,8</b>	<b>51,8</b>	<b>2.877</b>	<b>2,6</b>	<b>1,4</b>	<b>14,8</b>	<b>53,8</b>	<b>4,2</b>				<b>10,0</b>	<b>169,2</b>	<b>23,1</b>		<b>3.876</b>	<b>31.731</b>	<b>553.144</b>
15	900	4,2	2,8	33									k	11	80	7	P	60,8	200	2.675
16					3900	7,5	6	58					k	11	90	7	R	116,8	4000	21.375
17	2900	9	3,5	72										11			P	103	200	19.800

\* gemiddelde exclusief bedrijf nummer 6

Bundeling resultaten mestvergistingsprojecten ROB-subsidieregeling

Reductie overige broeikasgassen

uitbreiding installatie

bedrijf	minder kg N-kunstmest/jaar	minder kg N-stikstofha/jaar	minder kg lachgas/jaar	minder CH4-emis mestaanw	stalaanpassingen	m3 mest vergisten	WKK-vermogen	kg CO2 reductie methaangas	% van totaal	kg CO2-reductie elektriciteitprod.	% van totaal	kg CO2-reductie besparing verwarmt	% van totaal	kg CO2-reductie kunstmestbesparing	% van totaal	totaal kg CO2-reductie
				m= extra mixers mestafvoer												
				A=afdekken roosters+schuif												
1	25000	41,7			m	13000	1035	442.000	8,64%	4.614.040	90,21%	17.900	0,35%	40.621	0,79%	5.114.561
2	60%	0,0				14500	1250	677.500	12,57%	4.697.000	87,18%	13.425	0,25%	1	0,00%	5.387.926
3	5400	54,0				10000	391	340.000	18,26%	1.495.720	80,31%	17.900	0,96%	8.774	0,47%	1.862.394
4	8400	84,0			M+A	1825	191	62.050	7,54%	738.100	89,71%	8.950	1,09%	13.649	1,66%	822.749
5	20160	165,2			M	4500	573	153.000	7,44%	1.860.500	90,53%	8.950	0,44%	32.757	1,59%	2.055.207
6	0	0,0				16000	600	1.200.000	93,36%	85.400	6,64%	0	0,00%	0	0,00%	1.285.400
7	0	0,0			M+A?	4000	536	136.000	13,82%	835.700	84,91%	12.530	1,27%	0	0,00%	984.230
8	0	0,0			M+A?	27000	1064	1.738.000	25,94%	4.514.000	67,38%	447.500	6,68%	0	0,00%	6.699.500
9	28500	100,0			M+A?	12000	536	408.000	17,20%	1.894.660	79,87%	23.270	0,98%	46.308	1,95%	2.372.238
10	13900	86,9			0	7300	536	248.200	9,49%	2.333.250	89,23%	10.740	0,41%	22.585	0,86%	2.614.775
11	4725	13,5			M	9800	536	476.100	17,92%	2.092.300	78,76%	80.550	3,03%	7.677	0,29%	2.656.627
12	6060	61,8			M	6600	536	224.400	11,51%	1.701.900	87,30%	13.425	0,69%	9.847	0,51%	1.949.572
13	1600	6,4				12000	690	826.200	34,97%	1.464.000	61,97%	69.810	2,95%	2.600	0,11%	2.362.610
14	14000	133,3				7300	536	248.200	8,92%	2.497.340	89,78%	13.425	0,48%	22.748	0,82%	2.781.713
<b>Totaal</b>	<b>127.746</b>	<b>747</b>				<b>145.825</b>	<b>9010</b>	<b>7.179.650</b>	<b>287,6%</b>	<b>30.823.910</b>	<b>1083,8%</b>	<b>738.375</b>	<b>19,6%</b>	<b>207.568</b>	<b>9,1%</b>	<b>38.949.503</b>
gemiddelde	9.125	51,1				10.416	644	512.832	20,5%	2.201.708	77,4%	52.741	1,4%	14.826	0,6%	2.782.107
gemidd*	9.827	57,5				9.987	647	459.973	14,9%	2.364.501	82,9%	56.798	1,5%	15.967	0,7%	2.897.239
15								30.600	44,97%	37.088	54,50%	358	0,53%	0	0,00%	68.046
16								292.500	78,86%	71.248	19,21%	7.160	1,93%	0	0,00%	370.908
17								98.600	60,94%	62.830	38,83%	358	0,22%	0	0,00%	161.788

\* gemiddelde exclusief bedrijf nummer 6