

# Transportbrandstof uit biogas geeft hoger rendement en verduurzaam

Bij vergisting van mest ontstaat biogas dat met een WKK kan worden omgezet in elektriciteit en warmte. Probleem is vaak dat de warmte onvoldoende benut wordt. Het opwerken van biogas tot transportbrandstof kan een oplossing hiervoor zijn, waarbij gelet moet worden op schaalgrootte van vergisting, type opwerkings-techniek en afzetmarkt.

Gerrit Kasper  
Wageningen UR Livestock Research

**V**eehouders die mest vergisten kunnen het geproduceerde biogas omzetten met een gasmotor (WKK) in elektriciteit en warmte. Nog te vaak wordt de warmte van WKK's bij vergisters maar deels of in het geheel niet benut. Dit betekent een lage efficiency van het geproduceerde

biogas. Die efficiency kan worden verhoogd door de warmte te benutten of door opwaardering (of opwerking) van biogas tot groen gas. Er is in Nederland nog maar weinig ervaring met opwerking van biogas vanuit particuliere mestvergisters. Het opwaarderen van biogas naar groen gas voor het invoeden in het aardgasnet is te duur voor

Tabel 1

Overzicht van opwerkingstechnieken bij opwerking van een biogasflow van 50 m<sup>3</sup>/uur (Bron: grotendeels Agentschap.nl).

Techniek	Waterwassing	Membraan	PSA	Aminewas	Cryogeen	Nieuw te ontwikkelen
Werkingsprincipe	water neemt CO <sub>2</sub> op	afscheiding CO <sub>2</sub> door membraan	actieve kool adsorbeert CO <sub>2</sub>	amines binden en uitwassen van CO <sub>2</sub>	afscheiding vloeibare CO <sub>2</sub>	?
Leverancier	DMT, Biosling (Zweden)	DMT, Cirmac, Vd Wiel Stortgas	Cirmac	Cirmac	GTS	CCS/Hadotec/Vd Wiel/TNO
Investeringskosten (miljoen euro)*	0,5; 0,35-0,45	0,4; 0,7; onbekend	1,0	1,0	0,5	0,15
Kostprijs bio-methaan (€/Nm <sup>3</sup> )*	?:?	0,43; ?;?	?	?	?	?
Bedrijfsklaar	ja	ja	ja	ja	ja	2014/2015
CH <sub>4</sub> -gehalte (%)	98	98	98	99,5	99,5	99,5
Elektriciteitsverbruik (kWe/Nm <sup>3</sup> biogas)	0,20-0,25	0,20	0,25	0,20-0,25	0,20-0,28	?
CH <sub>4</sub> -verlies (%)	<1	<0,5	1-3	<0,1	<0,5	<0,1
Vooraf verwijderen van H <sub>2</sub> S en vocht en overige verontreinigingen	nee, niet vereist bij H <sub>2</sub> S-conc. < 500 ppm	ja	ja	nee	nee	nee
Chemische toevoegingen vereist	nee	actief kool	actief kool	amines	nee	nee
Opmerkingen		installatie compact en eenvoudig			zuiver CO <sub>2</sub> (vloeibaar) als bijproduct	installatie licht, compact en eenvoudig

\* De investeringskosten en kostprijs zijn opgevraagd bij de contactpersonen van de desbetreffende bedrijven.

een individueel agrarisch bedrijf vanwege te kleine schaalgrootte van de installaties en omdat het invoeden aan strenge eisen moet voldoen. Zo moeten de verbrandingseigenschappen overeenkomen met aardgas, met als maatstaf de Wobbe-index, en verder zijn ook de kosten van reiniging en kwaliteitsbewaking fors. Daarom wordt gekeken naar andere mogelijkheden, zoals het opwerken naar transportbrandstof, dat in Nederland nog niet wordt toegepast op boerderijschaal.

## Opwerkingstechnieken biogas

De volgende opwerkingstechnieken van biogas met circa 60 procent methaan (en 38 procent CO<sub>2</sub>) tot groen gas of transportbrandstof (ruim 80 procent methaan of meer) zijn momenteel beschikbaar of in ontwikkeling:

- Waterwastechneik
- Aminewastechneik
- Pressure Swing Absorption techniek (PSA)
- Membraanscheidingstechniek
- Cryogeentechniek
- CCS-techniek

Alle technieken scheiden CO<sub>2</sub> van CH<sub>4</sub> met het doel om zo veel mogelijk CH<sub>4</sub> in de transportbrandstof over te houden. Bij de waterwastechneik wordt water in contact gebracht met het biogas onder bepaalde voorwaarden van temperatuur en druk. De aminewastechneik is vergelijkbaar met de waterwastechneik, maar met toevoeging van amines. De PSA werkt met actief kool voor CO<sub>2</sub>-verwijdering. De membraanscheidingstechniek maakt gebruik van het verschil in diffusiesnelheid tussen CO<sub>2</sub> en CH<sub>4</sub> middels een membraan. De cryogeentechniek koelt het biogas zodanig (-600 graden Celsius) dat CO<sub>2</sub> en CH<sub>4</sub> vloeibaar worden. Voordeel van deze techniek is dat door de hoge dichtheden van de vloeibare gassen het transport per vrachtauto over grote afstanden efficiënt is. De CCS-techniek is ontwikkeld voor het op kleine schaal (18-100 Nm<sup>3</sup> biogas/uur) produceren van biogas, voor ongeveer 170 melkkoeien die circa 5.000 m<sup>3</sup> mest per jaar produceren. In tabel 1 staat een overzicht van de opwer-



## GROEN TANKSTATION

Groen gas is een duurzame variant van aardgas en kan al op verschillende plaatsen worden getankt.

Foto: WUR Livestock Research

kingstechnieken met enkele technische en financiële details en leveranciers. De technieken zijn niet goedkoop. De nog te ontwikkelen techniek van CCS is het minst duur en wordt geschat op € 150.000. De duurste technieken zijn de PSA-techniek en de aminewastechneik. Wat betreft de technische aspecten kan gezegd worden dat het methaangehalte in de transportbrandstof minimaal 98 procent is, het elektriciteitsverbruik voor vijf van de zes technieken tussen 0,20 en 0,28 kWe/Nm<sup>3</sup> gas varieert en het methaanverlies – met uitzondering van de PSA-techniek – laag en kleiner dan 1 procent is. Bepaalde technieken vereisen toevoegmiddelen.

## Haalbaarheid op bedrijfsniveau

Bij de huidige technieken voor opwerking van biogas wordt uitgegaan van 30 Nm<sup>3</sup> biogas per uur en 22 m<sup>3</sup> biogas per ingaande m<sup>3</sup> verse mest. Bij een eigen energieverbruik van 15 procent voor de vergister en andere bijbehorende installaties wordt dit minimaal 828 Nm<sup>3</sup> biogas per dag. Voor een varkensbedrijf met alleen vleesvarkens zou dan 13.737 Nm<sup>3</sup> mest per jaar moeten worden geproduceerd ofwel het varkensbedrijf zou 10.567 vleesvarkensplaatsen moeten hebben. Dit zijn erg grote bedrijven. Oud-staatssecretaris Bleker van Landbouw wilde de grens van een vleesvarkensbedrijf stellen bij 7.500 dieren. Bij deze hoeveelheid mest zou een melkveebedrijf de grootte hebben van 458 stuks melkvee zonder jongvee. De technieken aminewas en PSA vallen dan

af omdat die momenteel werken bij 400 Nm<sup>3</sup> biogas per uur. De waterwastechneik zou op grote agrarische bedrijven kunnen worden toegepast. De techniek gaat uit van een productie vanaf 36 Nm<sup>3</sup> biogas per uur. De leverancier is Biosling in Zweden ([www.biosling.se](http://www.biosling.se)). Maar de investering is hoog: ongeveer € 425.000 per installatie. De membraantechniek (van DMT Milieutechnologie) kan toegepast worden bij een biogasflow van 50 Nm<sup>3</sup> biogas/uur. Ook deze techniek is duur: € 400.000. Eind 2012 wordt deze techniek (50 Nm<sup>3</sup> biogas/uur), gecombineerd met een tankstation, geplaatst en gedemonstreerd bij ACRRES in Lelystad. De cryogene techniek opent perspectieven, vooral bij het produceren van meerdere exemplaren kan de techniek aanzienlijk goedkoper worden, ongeveer € 250.000 per installatie. De CCS-techniek lijkt wat betreft eenvoud, investeringskosten (€ 150.000) en toepasbaarheid (vanaf 18 m<sup>3</sup> biogas per uur) het meest geschikt en is naar verwachting eind 2014 beschikbaar. Voor de meeste beschikbare technieken is nog niet duidelijk hoe hoog de kostprijs per m<sup>3</sup> opgewerkte biogas is voor het traject 20-100 m<sup>3</sup> biogas/uur.

Ook is er geen inzicht in hoeveel energie een techniek gebruikt (bijvoorbeeld voor de productie van stoom en afkoeling) en hoeveel energie er geleverd wordt in het groene gas. Hiermee kan de energie-efficiency per techniek worden berekend. Per vergistingsinstallatie zal een businesscase moeten worden gemaakt om erachter te komen of de techniek rendabel is.

### Afzetmogelijkheden

Voor de toekomst lijkt het interessant om het geproduceerde biogas van een aantal bedrijven af te voeren in een gemeenschappelijke (ring)leiding voor biogas. Het biogas kan onbewerkt direct toegepast worden in een zuivelfabriek (bijvoorbeeld van Friesland-Campina in Workum en Borculo) of kan opgewerkt worden naar groen gas. Voor het opwerken naar groen gas zijn er de volgende mogelijkheden:

- *Het maken van aardgas*

Dit kent een aantal nadelen. Het Nederlandse Slochteren-gas heeft een lagere verbrandingswaarde dan het hoogcalorische gas in de meeste EU-landen. Daarom is het distributienet in Nederland ingericht op laagcalorisch gas. Het Nederlandse Slochteren-aardgas bestaat voor iets meer dan 80 procent uit methaan en voor 14 procent uit stikstof, met 6 procent andere bestanddelen waaronder zware koolwaterstoffen en koolstof. Wanneer opgewerkt gas met circa 98 procent methaan van de eerder genoemde opwerkingstechnieken zal worden ingevoerd in een aardgasleiding, zal het methaangehalte van het opgewerkte gas weer teruggebracht moeten worden van 98 naar 80 procent. Dit betekent dat er eerst energie nodig is voor het opwerken van biogas naar groen gas en vervolgens weer energie voor het terugbrengen van het methaangehalte naar 80 procent. Transport van vloeibaar methaan is nogal wat goedkoper. Een tankauto met vloeibaar methaan transporteert meer energie dan een tankauto met benzine.

- *Het maken van transportbrandstof*

Het vloeibaar maken van groen gas tot LBG lijkt vanuit transportoogpunt aannemelijk. Deze techniek zou toegepast kunnen worden door een groep boeren met een buurt- of regiovergister op basis van mono-vergisting of co-vergisting met een vezelrijk co-product. Zo'n co-product kan een aanzienlijke bijdrage leveren aan de biogasproductie en daarmee de businesscase positief beïnvloeden.

Bij cryogene gasscheiding kan naast de afzet voor LBG ook het uit biogas gewonnen vloeibare CO<sub>2</sub> vermarkt worden.

Het transport wordt dan goedkoper over grotere afstanden en bovendien kan de CO<sub>2</sub> bij verdamping koude opleveren. Toepassingen voor CO<sub>2</sub> zijn de koeltechniek (in bijvoorbeeld vrachtauto's), de frisdrankindustrie en de glastuinbouw. Het maken van vloeibare CO<sub>2</sub> is commercieel nog niet interessant, omdat ten eerste nog te grote afstanden moeten worden afgelegd tot de eindbestemming en in de tweede plaats er nog hoge eisen aan de zuiverheid van het gas worden gesteld.

### Markt in ontwikkeling

De markt voor transportbrandstof is in ontwikkeling. Aardgas (methaan) komt voor als drie brandstoffen:

1. Compressed Natural Gas (CNG) of samengeperst aardgas.
2. Liquefied Natural Gas (LNG) of vloeibaar aardgas.
3. Groen gas. Dit is biogas gezuiverd tot aardgaskwaliteit.

De rij-eigenschappen van deze brandstoffen zijn gelijk. Groen gas is de duurzame variant van aardgas en kan al op veel plaatsen in Nederland worden getankt (zie [www.fuel-switch.nl](http://www.fuel-switch.nl)). LNG of de variant van biologische oorsprong (LBG) heeft een hogere energie-inhoud dan CNG doordat het vloeibaar is. Hierdoor wordt de actieradius van (vracht) auto's en tractoren vergroot. LNG wordt al gebruikt door grote transportbedrijven (bijvoorbeeld Vos Logistics in Oss). Bepaalde merken trucks (Iveco, Volvo, Mercedes, Scania) kunnen al op LNG rijden. Verder is vloeibaar methaan interessant voor het busvervoer (vooral in steden) en de binnenvaart. LNG bevat bijna geen zwavel en stikstof waardoor bij verbranding minder schadelijke emissies ontstaan dan bij diesel. Bovendien stoot een LNG-vrachtwagen ten opzichte van een dieselvrachtwagen nauwelijks tot geen fijnstof uit en is de geluidsemissie meer dan de helft lager. LNG voldoet daarmee aan de toekomstige wetgeving van nieuwe emissienormen. Bij de binnenscheepvaart is een eerste schip de Argonon in gebruik genomen met 80 procent LNG en 20 procent diesel als brandstof. Behalve het voldoen aan de nieuwe normen is LNG ook goedkoper dan diesel. Momenteel (oktober 2013) kan LNG 30 tot 40 procent onder de dieselprijs worden aangeboden (gecorrigeerd voor de energie-inhoud). Het havenbedrijf Rotterdam wil in de komende jaren de schonere brandstof LNG gaan gebruiken.

### CONCLUSIE

Deze studie laat zien dat op een varkensbedrijf bij monovergisting met een productie van ca. 50 m<sup>3</sup> biogas /uur:

- De keten mestvergisting tot groen gas momenteel voor een individuele veehouder nog niet voldoende transparant is. Dit wordt vooral veroorzaakt door de onzekerheid van afname van groen gas door het bedrijf zelf en/of andere afnemers. Wanneer die zekerheid er wel is, kan een business case worden doorgerekend.
- De hoge investeringskosten van de opwerkingstechnieken waterwas, aminewas, membraan, PSA en cryogeen belemmerend werken op een positieve business case. In dit verband wekt de nog te ontwikkelen opwerkingstechniek van CCS/Hadotec/Van der Wiel Stortgas/TNO met een geschatte investering van € 150.000,- hoge verwachtingen.
- De kostprijs per m<sup>3</sup> opgewerkte biogas bij een biogasflow van 20-100 m<sup>3</sup>/uur voor de meeste beschikbare technieken niet bekend is.
- Bij het maken van een business case per opwerkingstechniek het belangrijk is om te weten of het zuiveren van het biogas, zoals verwijdering van H<sub>2</sub>S en vocht en andere verontreinigingen vóóraf vereist is of niet.
- Het methaanverlies bij de meeste technieken laag is, < 1%, en daardoor acceptabel.
- De energie-efficiency per opwerkingsstechniek niet bekend is, maar wel belangrijk is.
- Milieuvordelen van CNG en LBG zijn de lagere uitstoot van CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> en de bijna volledige reductie van fijnstof tot nul en een aanzienlijke geluidsreductie ten opzichte van benzine en diesel. Het probleem is dat de reducties nog niet in geld zijn uit te drukken.