



# VAN BIOGAS NAAR GROEN GAS

## *Opwaarderingstechnieken en leveranciers*

**Biogas wordt geproduceerd door het vergisten van onder meer gewasresten, vloeibare reststromen en maïs, vaak in combinatie met dierlijke mest. Het wordt doorgaans gebruikt voor elektriciteitsproductie. Maar er is een duurzamer én rendabeler optie: opwaarderen en invoeden in het gasnet. Tot aardgas-kwaliteit opgewaarderd biogas noemen we 'groen gas'.**

Het kabinet-Balkenende IV heeft samen met andere EU-lidstaten ambitieuze doelen gesteld voor de verduurzaming van de energievoorziening. De Nederlandse ambitie is 20% duurzame energie in 2020. Verduurzaming van de gasvoorziening kan hieraan een belangrijke bijdrage leveren.

### **Rond 10% groen gas in 2020**

De randvoorwaarden zijn aanwezig: groen gas kan worden gecertificeerd (net zoals groene stroom) en er is financiële ondersteuning vanuit de SDE-regeling. De werkgroep Groen Gas geeft in het visiedocument 'Vol gas vooruit!' een doelstelling van 8-12% aardgasvervanging in 2020. Deze doelstelling is opgenomen in de Innovatieagenda Energie, als een van de onderwerpen waaraan het kabinet de komende jaren wil werken.

### **Groen gas op basis van vergisting**

Groen gas kan op twee manieren worden geproduceerd. Door biogas (uit vergisting van natte biomassa) op te waarderen tot aardgas-kwaliteit. En door vergassing van droge biomassa. Deze folder geeft informatie over groengasproductie op basis van vergisting: voorbeeldprojecten en leveranciers van installaties.

### **BIOGAS OPWAARDEREN**

#### **Methaangehalte verhogen...**

Bij opwaardering van biogas naar groen gas wordt de energie-inhoud verhoogd tot de Wobbe-index gelijk is aan die van aardgas. Aan het biogas wordt CO<sub>2</sub> onttrokken, zodat een hoger methaangehalte resulteert.

#### **...en reinigen**

Ook moeten in een voor- of nabehandeling siloxanen, organisch actief materiaal, chloor, zwavel etc. verwijderd worden. Reiniging is belangrijk om vervuiling van lucht en oppervlaktewater en van installaties 'stroomafwaarts' van de gasproductie te voorkomen.



**Creatieve Energie**  
EnergieTransitie

# OPWAARDERINGSTECHNIEKEN

Wat de beste, meest rendabele opwaarderingsstechniek is voor een bepaalde situatie, is van zo veel factoren afhankelijk dat dit per geval bekeken moet worden. Maar er zijn wel een paar eerste richtlijnen te geven.

Ligt de capaciteit van de installatie boven de 2000 Nm<sup>3</sup> per uur, dan is membraanfiltratie economisch minder geschikt. Is er rest-warmte beschikbaar op de locatie dan is dat een extra pluspunt voor amine-gaswassing (Cirmac LP Coaab), omdat dit zorgt voor een uitzonderlijk laag elektriciteitsverbruik. En alleen de cryogene techniek geeft vloeibare CO<sub>2</sub> van industriële kwaliteit. Zie verder de tabel.

## Het kostenplaatje

Voor een reële vergelijking van investerings- en operationele kosten moet ook de benodigde voor- en nabehandeling worden meegeteld en de besparing die het nuttig gebruik van rest-producten oplevert. Prijsvergelijking van de 'basisinstallatie' alleen kan een scheef beeld opleveren, omdat de ene leverancier alle processtappen in één installatie integreert en de andere niet. In een eind 2008 verschenen rapport vergelijkt het Duitse Fraunhofer UMSICHT gaswassing- en PSA-technieken van verschillende leveranciers, o.a. Cirmac. De investeringskosten van een installatie met een capaciteit van 500 Nm<sup>3</sup> liggen rond de € 1 miljoen. Met name van 250 naar 500 Nm<sup>3</sup> is het schaalvoordeel groot. Voor meer details kunt u dit rapport opvragen bij de secretaris van de werkgroep Groen Gas.

## PROJECT

### RWZI Mijdrecht

Opwaarderingsstechniek:

**gaswassing (LP Coaab-techniek)**

Leverancier installatie:

**BioGast met techniek van Cirmac**

Bij de rioolwaterzuiveringsinstallatie van Waternet wordt sinds eind 2008 groen gas geproduceerd. Jaarlijks wordt 280.000 Nm<sup>3</sup> biogas opgewarderd tot 205.000 Nm<sup>3</sup> groen gas. Dat is 30 Nm<sup>3</sup> groen gas per uur. Het groene gas wordt ingevoerd in het aardgasnet (Stedin) en gebruikt als transportbrandstof.



	VAN BIOGAS NAAR GROEN GAS: OPWAARDERINGSTECHNIEKEN			
	GASWASSING	CRYOGENE TECHNIEK	VPSA	MEMBRAANFILTRATIE
	Vloeistof neemt CO <sub>2</sub> op	Afscheiding vloeibare CO <sub>2</sub>	Actieve kool adsorbeert CO <sub>2</sub>	Afscheiding CO <sub>2</sub> door membraan
Nederlandse leveranciers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cirmac (LP Coaab-techniek)</li> <li>• DMT (TS-PWS-proces)</li> <li>• Zie ook project De Marke*</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GTS (GPP-techniek)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cirmac (VPSA = vacuum pressure swing adsorption)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cirmac</li> <li>• Van der Wiel Stortgas</li> </ul>
Methaanverlies (zonder gebruik restgas)	< 0,1% (Cirmac) < 1% (DMT)	< 0,5%	1-3%***	15-20%****
Methaangehalte productgas	max. 99,5% (Cirmac) max. 98% (DMT)	max. 99,5%	max. 98%	max. 90%
Werkdruk	atmosferisch (Cirmac) 8-10 bar (DMT)	10-18 bar	6-8 bar	6-8 bar
Elektriciteitsverbruik	0,05-0,12** kWe/Nm <sup>3</sup> ruw gas (Cirmac) 0,20-0,25 kWe/Nm <sup>3</sup> ruw gas (DMT)	0,20-0,28 kWe/Nm <sup>3</sup> ruw gas	0,25 kWe/Nm <sup>3</sup> ruw gas	0,20 kWe/Nm <sup>3</sup> ruw gas
Opmerkingen	CO <sub>2</sub> -afgas is nuttig te gebruiken.	Zuivere CO <sub>2</sub> (vloeibaar!) als nuttig bijproduct.		Installatie compact, eenvoudig en licht in gewicht.

De genoemde getallen zijn indicaties op basis van gegevens van de leveranciers.

\* Bij dit demoproject (zie achterpagina) wordt gebruikgemaakt van een derde gaswastechneik, ontwikkeld door TNO, Techno Invent en LTO Noord.

\*\* 0,05 kWe/Nm<sup>3</sup> geldt indien compressie niet nodig is (zoals bij invoeding in het 100 mbar lagedruknet). Het energieverbruik neemt toe bij compressie voor invoeding op hogere drukken. Verder is voor de regeneratie van het absorptiemiddel warmte nodig. Het voordeel van het beduidend lagere energieverbruik blijft dientengevolge alleen behouden als voordelige restwarmte voorhanden is.

\*\*\* Tot 3% van het sterke broeikasgas methaan komt in het restgas terecht. Mogelijk wordt deze methaanemissie niet geaccepteerd door vergunningverleners, waardoor aanvullende maatregelen nodig zijn.

\*\*\*\* Bij membraanstechnologie moet uit oogpunt van efficiency het restgas benut worden voor energieopwekking.

# LEVERANCIERS

**Cirmac International** Cirmac is al meer dan twintig jaar gespecialiseerd in biogasopwerkingsystemen. Hun LP Coaab-technologie (CO<sub>2</sub>-absorptie door een amine) heeft minder dan 0,1% methaanverlies, een zeer laag elektriciteitsverbruik en een hoge energie-efficiency. Zuiver CO<sub>2</sub>-gas komt vrij als nuttig bijproduct. Een afgangbehandeling is niet nodig. Het proces werkt bij atmosferische druk en is goed regelbaar: de leverdruk kan eenvoudig worden aangepast. Drukverhoging vraagt wel extra elektriciteit. In binnen- en buitenland zijn diverse Cirmac-systemen in bedrijf met capaciteiten tussen 160 en 1600 Nm<sup>3</sup> per uur. Systemen met capaciteiten van 60 tot 3450 Nm<sup>3</sup> per uur worden gebouwd. Daaruit blijkt dat de Cirmac-systemen rendabel zijn voor diverse schaalgroottes.



**DMT Milieutechnologie** DMT is lid van de Coalitie Rijden Op Biogas en al meer dan twintig jaar gespecialiseerd in onder meer ontzwavelings- en opwaarderingsprocessen voor biogas. Het TS-PWS-proces van DMT is een doorontwikkeling van de PWS-technologie (pressure water scrubber). Het proces is ontwikkeld om in drie eenvoudige kolommen CO<sub>2</sub>, waterstofsulfide, ammoniak, hogere koolwaterstoffen en siloxanen te verwijderen en afvalstromen te minimaliseren. Tevens wordt het gas gedroogd en op een druk van 8 tot 10 bar gebracht. Als reststroom komt alleen lucht vrij met een verhoogde concentratie aan CO<sub>2</sub>. Dit kan worden gebruikt in tuinbouwkassen. Capaciteiten van 100 tot 5000 Nm<sup>3</sup> per uur zijn mogelijk. De installaties worden compact en modulair samengebouwd in zeecontainers.

**Gastreatment Services (GTS)** Deze onderneming brengt een innovatieve cryogene techniek die biogas opwaardeert tot aardgaskwaliteit en tegelijkertijd vloeibaar CO<sub>2</sub> van industriële kwaliteit produceert. Dit kan worden gebruikt in kassen, bierbrouwerijen, etc. Het systeem bestaat uit vier stappen:

- (1) gascompressie,
- (2) gasdroging, verwijdering van vervuiling, gevolgd door koeling tot -25°C,
- (3) verdere gasreiniging met een katalytisch filter,
- (4) CO<sub>2</sub>-verwijdering en opwaardering tot de gewenste kwaliteit.

Omdat gasreiniging en CO<sub>2</sub>-onttrekking zijn gecombineerd, is zwavelverwijdering vooraf niet nodig. Het methaanverlies is laag: max. 0,5%. GTS levert standaardssystemen van 50 tot 2500 Nm<sup>3</sup> biogas per uur.

**Van der Wiel Stortgas** Dit bedrijf biedt een breed scala aan oplossingen en diensten op het gebied van milieutechniek. Om biogas op te waarden naar aardgaskwaliteit levert Van der Wiel installaties voor een input van 200-3000 Nm<sup>3</sup> per uur. CO<sub>2</sub> wordt bij lage druk verwijderd door membraanfiltratie, een droog proces waarbij geen chemicaliën worden gebruikt. Vervuiling als zwavel, fluoriden en chloor wordt uit het gas verwijderd met actieve kool. De complete installatie is gemonteerd op een gegalvaniseerde stalen skid. Het controle-systeem is ondergebracht in een geïsoleerde en geventileerde ruimte. Van der Wiel biedt drie standaard units met een maximale input van 400, 800 en 1200 Nm<sup>3</sup> per uur, voor biogas met minder dan 8% stikstof en minder dan 100 ppm zwavel.





## PROJECT

### RWZI Beverwijk

Opwaardingstechniek:

**membraanfiltratie**

Leverancier installatie:

**BioGast**

**met techniek van Cirmac**

Bij de rioolwaterzuiveringsinstallatie van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) wordt jaarlijks 1.400.000 Nm<sup>3</sup> biogas opgewaardeerd tot 650.000 Nm<sup>3</sup> groen gas. Dat is 80-100 Nm<sup>3</sup> groen gas per uur. Het methaangehalte is 62% bij het biogas en 89% bij het productgas. Het restgas wordt gebruikt om de vergister te verwarmen. Het groene gas wordt ingevoerd in het aardgasnet (Stedin) en gebruikt voor transport.



## PROJECT

### Glastuinbouwgebied Bergerden

Opwaardingstechniek:

**cryogeen**

Leverancier installatie:

**GTS**

In dit glastuinbouwgebied tussen Arnhem en Nijmegen hebben akkerbouwers zich verenigd in Bio Energie Bergerden (BEB). Dit bedrijf wil biogas produceren door vergisting van zo'n 36.000 ton biomassa per jaar, waarvan de helft mest. Het restproduct van de vergisting is bruikbaar als organische messtof.



### Groen gas

Het voornemen is om 5 miljoen Nm<sup>3</sup> groen gas per jaar in het aardgasnetwerk van het tuinderscollectief in te voeren. De productie van 600 Nm<sup>3</sup> per uur dekt 's winters een vijfde van de behoefte en kan ook in de zomer bij minimale warmtebehoefte worden afgezet.

### Vloeibare CO<sub>2</sub> van industriële kwaliteit

Het biogas, met 50-60% methaan, wordt opgewerkt tot groen gas. Bij de cryogene techniek komt vloeibare, schone CO<sub>2</sub> vrij die te gebruiken is in de levensmiddelen-industrie en als groeigas in het glastuinbouwgebied.

De benodigde proceswarmte en elektriciteit (wkk) komen in principe uit het gebied zelf.

### Plannen

BEB hoopt al in 2009 groen gas te produceren. De installatie is zodanig gedimensioneerd dat de productie aanzienlijk kan worden uitgebreid. Daarbij wordt ook gedacht aan andere groengasproducten zoals LBG (Liquid Bio Gas).

# PROJECT

## Natuurgas Overijssel

Opwaarderings techniek:

### gaswassing

Natuurgas Overijssel, een samenwerkingsverband van afvalorganisaties ROVA en HVC Groep, verwerkt 30.000 ton bij huishoudens ingezameld gft-afval in een vergistingsinstallatie tot 12.000 ton compost en ruim 3 miljoen Nm<sup>3</sup> biogas met een methaangehalte van 50-70%. De gasopwaarderingsinstallatie werkt dit met 400 Nm<sup>3</sup> per uur op tot aardgaskwaliteit.

### Project 'Rijden op GFT'

In het kader van dit project demonstreert een gevarieerd wagenpark het rijden op groen gas. Gekozen is voor voertuigen die af-fabriek zijn uitgerust met aardgasmotoren. Naast personenauto's, bestelwagens en bussen, kunnen ook de modernste huisvuilwagens en straatveegmachines op gas rijden. In Zwolle wordt een openbaar pompstation uitgerust met een tankeiland voor groen gas. Het project wordt gedragen door Natuurgas Overijssel, Salland Olie en de provincie Overijssel.

### Groen gas in aardgasnet

Natuurgas Overijssel, Gasunie en Enexis hebben begin 2009 een samenwerkingsovereenkomst gesloten voor een demonstratieproject. Via een nieuw aan te leggen leiding (8 bar) wordt groen gas getransporteerd naar een compressor, vanwaar het wordt ingevoerd in het hogedruknet (40 bar) van Gasunie. Door middel van een certificatenstelsel, zoals dat ook bestaat voor groene stroom, kunnen afnemers dan worden voorzien van groen gas. De provincie Overijssel en Gasterra leverden ook een bijdrage aan dit project.

## ONDERZOEK

### NAAR EFFICIENCY

In de installatie is een reeks voorzieningen ingebouwd die de aanwezigheid van micro-organismen en andere stoffen moet minimaliseren. Het gas gaat uiteindelijk zelfs door een HEPA-filter, een filter dat ook in ziekenhuizen wordt gebruikt. Het project heeft mede tot doel na te gaan in hoeverre deze extra maatregelen noodzakelijk zijn en hoe het in de toekomst efficiënter en economischer kan.



## PROJECT

### Proefboerderij De Marke

Opwaarderings­techniek:

gaswassing

Leverancier installatie:

TNO/Techno Invent/LTO Noord

Met een door TNO e.a. ontwikkelde technologie wordt op De Marke biogas opgewerkt tot meer dan 95% methaan, ideaal voor toepassing als motorbrandstof. Aardgaskwaliteit wordt bereikt door bijmengen met stikstof. De installatie is compact (2,5 x 2,5 x 4,5 m bij 500 Nm<sup>3</sup> per uur) en werkt geheel automatisch. Hij is al rendabel bij capaciteiten van 50-500 Nm<sup>3</sup> per uur. Het methaanverlies is minder dan 0,5%.

### TNO-ontzwavelingstechnologie

In een simpele was­stap worden alle verontreinigingen (CO<sub>2</sub>, waterstof­sul­fide, ammoniak en silanen) uit het biogas verwijderd. Als basis is een door TNO ontwikkelde ontzwavelings­technologie gekozen. De hierbij gevormde zwavelslurry wordt teruggevoerd naar het digestaat en dient dan als meststof voor op het land.

### Voor aardgasnet en tractor

Het productgas bevat minder dan 1 ppm waterstofsulfide, ruim onder het maximum van 3 ppm dat de Gasunie hanteert voor invoeding in het gasnet. Het groene gas wordt bij De Marke op het regionale gasnet gezet (Liander) en gebruikt als tractorbrandstof.



# BIOGASOPWAARDERING IN HET KORT

## Voor wie biedt het opwaarderen van biogas aantrekkelijke perspectieven?

- Boeren en tuinders
- Voedings- en genotmiddelenindustrie
- Afvalverwerkers
- Transportsector
- Projectontwikkelaars en investeerders
- Overheden, met name provincies

## Waar wordt biogas geproduceerd?

- Bij co-vergistingsinstallaties in de landbouw en veehouderij.
- Bij vergistingsinstallaties op basis van reststromen uit de voedings- en genotmiddelenindustrie.
- Bij waterzuiveringsinstallaties met slibvergisting.
- Bij de nog bestaande vuilstort wordt het stortgas al opge­waardeerd.

## Wat zijn de voordelen van opwaarder­ing tot groen gas?

- Er gaat geen energie verloren in de vorm van warmte zoals bij elektriciteitsproductie uit biogas bijna altijd het geval is.
- Groen gas kan worden getransporteerd via het aardgasnet en gebruikt in voertuigen met aardgas­motoren.

## Welke bedrijven in Nederland bieden de benodigde technologie?

- BioGast: [www.biogast.nl](http://www.biogast.nl)
- Certified Energy: [www.certified-energy.nl](http://www.certified-energy.nl)
- Cirmac International: [www.cirmac.com](http://www.cirmac.com)
- DMT Milieutechnologie: [www.dirkse-milieutechniek.com](http://www.dirkse-milieutechniek.com)
- Gastreatment Services: [www.gastreatmentservices.com](http://www.gastreatmentservices.com)
- Van der Wiel Stortgas: [www.vanderwiel.nl](http://www.vanderwiel.nl)

Deze opsomming is niet uitputtend.

## Meer informatie

Platform Nieuw Gas

Werkgroep Groen Gas

ir. M.H.M. (Mathieu) Dumont, secretaris

t 030 239 37 90

e [m.dumont@sinternovem.nl](mailto:m.dumont@sinternovem.nl)

e [nieuwgas@sinternovem.nl](mailto:nieuwgas@sinternovem.nl)

[www.creatieve-energie.nl](http://www.creatieve-energie.nl)

*EnergieTransitie – Creatieve Energie. Bedrijfsleven, overheid, kennisinstellingen en maatschappelijke organisaties zetten zich gezamenlijk in om ervoor te zorgen dat de energievoorziening in 2050 duurzaam is. Energie is dan schoon, voor iedereen betaalbaar en wordt continu geleverd. EnergieTransitie vraagt én geeft Creatieve Energie.*