



Energy research Centre of the Netherlands

Technisch-economische parameters van groengasproductie 2008-2009

**Eindadvies basisbedragen
voor de SDE-regeling**

X. van Tilburg (ECN)

H.M. Londo (ECN)

M. Mozaffarian (ECN)

E.A. Pfeiffer (KEMA)



ECN-E--08-004

Januari 2008

Verantwoording

Dit rapport is geschreven door ECN in samenwerking met KEMA en in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken. Het onderzoek is onderdeel van het vaststellen van de SDE-subsidie voor duurzame elektriciteit voor 2008 en 2009. Dit rapport is geschreven onder het ECN raamwerkcontract SDE 2008, ECN projectnummer 7.7929. Contactpersoon bij ECN voor het onderzoek en dit rapport is Xander van Tilburg, telefoon 0224-564863, email vantilburg@ecn.nl.

De auteurs bedanken Sander Lensink en André Wakker (ECN), Ton van Wingerden (KEMA) en Frank van Erp, Mathieu Dumont, Kees Kwant en Jan Bouke Agterhuis (SenterNovem) voor hun medewerking aan het onderzoek, aanwijzingen en correcties. Mario Ragwitz (Fraunhofer ISI) en Gustav Resch (TU Wien) hebben waardevolle bijdragen en aanvullingen geleverd tijdens een review van de resultaten van het vooronderzoek. Ten slotte is dank verschuldigd aan de marktpartijen en andere stakeholders die tijdens het vooronderzoek informatie hebben verstrekt.

Inhoud

1.	Inleiding	6
2.	Uitgangspunten, opdracht en werkwijze	7
	2.1 Uitgangspunten	7
	2.2 Opdracht	7
	2.3 Werkwijze	8
3.	SDE subsidie voor groen gas	9
	3.1 Terminologie	9
	3.2 Innovatie	9
	3.3 Ervaring in andere Europese landen	9
4.	Systemen voor groengasproductie	11
	4.1 Systeemafbakening	11
	4.2 Biogasproductie	12
	4.3 Gaszuivering	12
	4.4 Invoeding	13
5.	Technisch-economische berekeningsaannames	15
	5.1 Grondstofprijzen	15
	5.2 Stortgas en afval- en rioolwaterzuiveringsinstallaties	15
	5.3 Covergisting van mest en co-substraat	17
	5.4 Vergisting overige biomassa	19
6.	Financieel-economische berekeningsaannames	21
7.	Basisbedragen voor groengasinvloeding	22
8.	Conclusies	23
Bijlage A	Vergelijking met resultaten uit eerdere studies	25
	A.1 SenterNovem-studie uit 2007	25
	A.2 Duitse studie over groengasproductie uit 2006	27

Lijst van tabellen

Tabel S.1	<i>Basisbedragen voor groen gas 2008-2009</i>	5
Tabel 5.1	<i>Prijsprojecties biomassa 2008-2012</i>	15
Tabel 5.2	<i>Technisch-economische parameters stortgas.</i>	17
Tabel 5.3	<i>Parameters RWZI en AWZI.</i>	17
Tabel 5.4	<i>Parameters vergisting van mest.</i>	19
Tabel 5.5	<i>Technisch-economische parameters vergisting overige biomassa</i>	20
Tabel 6.1	<i>Financieel-economische berekeningsaannames</i>	21
Tabel 7.1	<i>Opbouw basisbedragen voor groen gas 2008-2009</i>	22
Tabel 8.1	<i>Basisbedragen voor groen gas</i>	23

Samenvatting

Het Ministerie van Economische Zaken heeft ECN en KEMA gevraagd advies te geven over de hoogte van de kosten voor de productie van groen gas, voor projecten die gericht zijn op realisatie in 2008 en 2009. Dit advies wordt gebruikt bij de uitwerking van de SDE-regeling.

In de SDE-regeling wordt per categorie een *basisbedrag* vastgesteld op basis van de gemiddelde productiekosten. Het subsidiebedrag dat een producent per Nm³ ontvangt, varieert jaarlijks door het basisbedrag te verminderen met een *correctiebedrag*. Dit jaarlijks te bepalen correctiebedrag wordt gebaseerd op opbrengsten per eenheid productie. Conform de methode die in de MEP-regeling voor hernieuwbare elektriciteit werd toegepast, is de subsidiebasis de onrendabele top. Een belangrijk verschil tussen beide regelingen is dat bij de MEP de *vooraf* verwachte onrendabele top als subsidiebasis geldt, terwijl bij de SDE de subsidiebasis bestaat uit de *achteraf* gerealiseerde onrendabele top.

Het Ministerie van Economische Zaken heeft ECN en KEMA gevraagd om binnen gestelde randvoorwaarden te komen tot een advies met betrekking tot een aantal specifieke categorieën. Dit rapport gaat niet in op een onderbouwing van de jaarlijkse correctiebedragen, of de hoogte van de jaarlijks beschikbaar te stellen budgetten per categorie. De basisbedragen voor de productie van hernieuwbare elektriciteit zijn in een separaat rapport gepubliceerd.

Tabel S.1 geeft een overzicht van de basisbedragen en de bijbehorende subsidieduur.

Tabel S.1 *Basisbedragen voor groen gas 2008-2009*

	Subsidieduur [jaren]	Productiekosten [ct/Nm ³]	Contractkosten [ct/Nm ³]	Basisbedrag [ct/Nm³]	Correctie: p rofiel factor	Correctie: onbalansfactor	Correctie: marktindex
Stortgas	12	34,7	1,0	35,7	1,00	1,00	TTF
RWZI en AWZI	12	26,7	1,0	27,7	1,00	1,00	TTF
Covergisting van dierlijke mest	12	82,2	1,8	84,0	1,00	1,00	TTF
Vergisting overige biomassa	12	70,3	1,8	72,1	1,00	1,00	TTF

1. Inleiding

In dit rapport wordt advies uitgebracht over de gemiddelde kosten voor productie en invoeding in het aardgasnet van hernieuwbaar gas, ook wel groen gas genoemd.

Dit rapport is het resultaat van de werkzaamheden die door het Ministerie van Economische Zaken (EZ) in opdracht zijn gegeven in augustus 2007. De vraag die aan het rapport ten grondslag ligt is een inschatting te maken van de gemiddelde kosten van het opwekken van gas uit hernieuwbare bronnen (hierna: groen gas) teneinde het in te voeden in het aardgasnet. Toepassing van groen gas als biobrandstof (CNG) voor transport is uitgesloten van deze regeling. De kostenschatting wordt gebruikt ter ondersteuning van het bepalen van de basisbedragen voor de Stimuleringsregeling Duurzame Energie (SDE) door EZ.

In tegenstelling tot de MEP regeling, die alleen gericht was op stimulering van hernieuwbare elektriciteitsproductie, voorziet de SDE ook in een hoofdcategorie voor de subsidiëring van groen gas. Dit geeft de overheid de mogelijkheid om in de toekomst ook projecten voor de invoeding van groen gas te stimuleren en de subsidiemogelijkheden niet te beperken tot elektriciteitsopties. Een belangrijk voordeel van het direct stimuleren van hernieuwbaar gas in plaats van het uitsluitend stimuleren van de elektriciteit die met dit gas kan worden opgewekt is dat het een efficiëntere inzet van deze vorm van duurzame energie bevordert (AMvB p.22).

Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van de uitgangspunten, de opdracht en de werkwijze. Hoofdstuk 3 gaat in op de aspecten in de SDE, voor zover die relevant zijn voor de inschatting van de technisch economische parameters. Hoofdstuk 4 geeft een systeemafbakening en een functionele beschrijving van de verschillende mogelijkheden om vergistingsinstallaties in te zetten voor het produceren en invoeden van groen gas. In Hoofdstuk 5 worden de gebruikte technisch-economische aannames toegelicht. Hoofdstuk 6 gaat in op de financieel-economische berekeningsaannames. De uitkomsten voor de berekening van kosten worden gepresenteerd in Hoofdstuk 7. Ten slotte staan de conclusies en aanbevelingen in Hoofdstuk 8. Bijlage A geeft vergelijking van de hier gevonden uitkomsten met twee recente andere studies op het gebied van groen gas.

2. Uitgangspunten, opdracht en werkwijze

Het Ministerie van Economische Zaken heeft ECN en KEMA gevraagd advies te geven over de hoogte van de kosten voor de opwekking en invoeding van groen gas. De aannames voor de berekeningen van de kosten dienen wat betreft technologie, brandstof, schaalgrootte, kosten en opbrengsten representatief te zijn voor initiatieven in de markt die gericht zijn op realisatie in 2008 en 2009. De SDE is de opvolger van de MEP en biedt behalve aan hernieuwbare elektriciteit ondersteuning aan warmtekrachtkoppeling (WKK) en groen gas. Het invoeden van groen gas uit biomassa in het aardgasnetwerk is voor Nederland een nieuw concept waar nog weinig praktijkervaring mee is opgedaan en waarvan het aantal systeemaanbieders klein is. De kosten van het invoeden van groen gas in Nederland zijn separaat door ECN en KEMA onderzocht en aan een beperkt aantal partijen ter consultatie voorgelegd. De reacties daarop zijn verwerkt in dit eindadvies.

2.1 Uitgangspunten

Voor de berekening van de kosten ten behoeve van de SDE-subsidie heeft het Ministerie een aantal uitgangspunten en randvoorwaarden gesteld, zoals ook gebruikt in eerdere (concept)adviezen voor de MEP-regeling voor elektriciteit in de periode van 2003 tot en met 2006¹. Voor het onderzoek naar de technisch economische parameters zijn de volgende algemene beleidsmatige uitgangspunten gehanteerd²:

- *Efficiëntie van besteding van middelen*: Het risico van overstimulering dient te worden minimaliseerd. Dit wordt onder andere bewerkstelligd door de categorieën en referentie-installatie(s) juist zo te kiezen dat de bandbreedte van de gemiddelde kosten (basisbedragen) binnen de categorie beperkt blijft. Als grote kostenvariëaties binnen een categorie leiden tot overstimulering of ongewenste uitsluiting van een deel van de projecten, kan worden geadviseerd om de categorie te splitsen of om de definitie aan te passen.
- *Doelmatigheid van de stimulans*: Het ondersteuningsniveau dient voldoende hoog te zijn om binnen een categorie daadwerkelijk investeringen van de grond te krijgen.
- *Aansluiting bij internationale markt-, technologie- en beleidsontwikkelingen*: De categorie-indeling is juist zo gekozen dat deze voor kleinschalige installaties aansluit bij de schaalgrootte die als referentie is gebruikt bij de SDE basisbedragen voor elektriciteit. Het ondersteuningsniveau op de langere termijn dient ook rekening te houden met internationale ontwikkelingen in technologie en de invloed hiervan op investering- en operationele kosten.

Voor de berekening van de SDE-basisbedragen is uitgegaan van een aangepaste versie van het model dat in eerdere adviezen voor de onrendabele toppen voor duurzame elektriciteit is gebruikt. Het uitgangspunt van het kasstroommodel is dat financiering op projectbasis plaatsvindt en dat flankerend stimuleringsbeleid zoals EIA en groenfinanciering wordt verwerkt. Wanneer voor de technisch-economische modelparameters een range aan waarden voorkomt, is een referentie gekozen op basis van bovenstaande uitgangspunten. Bijlage B geeft een beknopte toelichting op het gebruikte model.

2.2 Opdracht

De opdracht die aan dit rapport ten grondslag ligt, is voor de opwekking en invoeding van hernieuwbaar gas uit vergistingsinstallaties de kosten te bepalen op basis van een of meer referen-

¹ Adviezen betreffen idealiter de inschatting voor twee jaar vooruit. Het conceptadvies uit 2006 had betrekking op de kosten en opbrengsten voor projecten die starten in 2008.

² Zie voor een uitgebreide beschrijving van de uitgangspunten Van Sambeek et al. (2004b).

tie-installaties. De keuze voor de referenties dient zodanig te zijn dat het merendeel van projecten met vergelijkbare schaalgrootte en techniek (i.e. projecten in een categorie) op financieel rendabele wijze doorgang kan vinden.

Het subsidiebedrag voor groen gas wordt jaarlijks bepaald door een per categorie vooraf vastgesteld basisbedrag voor productiekosten te corrigeren met de relevante energieprijs op de markt. In het geval van groen gas wordt de 'relevante energieprijs' bepaald op basis van een gemiddelde terugleververgoeding voor gas. De correctiebedragen, de te hanteren systematiek, als ook additionele kosten die door de producent gedragen worden, zijn geen onderdeel van het onderzoek, maar worden in dit rapport voor de volledigheid vermeld.

Ook de keuze voor het beschikbare budget per optie is geen onderdeel van de opdracht. Voor de SDE is alleen nog een ontwerpbesluit (AMvB) gepubliceerd en daarin zijn nog geen criteria gesteld aan de te subsidiëren categorieën. Het feit dat ECN en KEMA gevraagd is te adviseren over de basisbedragen voor een categorie, wil niet zeggen dat deze categorie nu of in de toekomst daadwerkelijk in aanmerking zal komen voor SDE-subsidie.

2.3 Werkwijze

De werkwijze van het adviestraject voor de basisbedragen groen gas volgt ruwweg hetzelfde stamien als in eerdere jaren is gebruikt bij het onderzoek naar de onrendabele toppen voor elektriciteitsopties in de MEP-regeling. In eerste instantie hebben ECN en KEMA informatie verzameld bij leveranciers en onderzoekers en buitenlandse literatuurbronnen gezocht. Dit onderzoek heeft geresulteerd in een conceptadvies dat vertrouwelijk ter consultatie is aangeboden aan geselecteerde deskundigen en marktpartijen. Deze hebben schriftelijk gereageerd op de inschattingen van de financieel-economische en technisch-economische parameters. Waar nodig zijn partijen uitgenodigd voor een toelichtingsgesprek, of is er schriftelijke interactie geweest over de onderbouwing. De reacties uit de consultatie zijn meegewogen in dit eindadvies.

De kosteninschatting voor dit advies is gericht op projecten die in 2008 en 2009 zullen worden gestart.

Het Ministerie van Economische Zaken heeft ECN en KEMA gevraagd bij de bepaling van de basisbedragen gebruik te maken van de volgende categorie-indeling.

- Stortgas, riool- en afvalwaterzuiveringsinstallaties
- Covergisting van mest en cosubstraat
- Vergisting van overige biomassa, inclusief GFT-vergisting.

Productie van groen gas uit vergassing van biomassa (ook wel Synthetic Natural Gas, of SNG genoemd) is niet meegenomen in dit advies. De technologie voor SNG-productie bevindt zich echter ruwweg tussen R&D- en demofase en is nog niet commercieel beschikbaar. Daarom heeft het Ministerie in de SDE nog geen categorie opgenomen voor de productie van SNG.

3. SDE subsidie voor groen gas

3.1 Terminologie

De SDE-specifieke termen in dit document zijn gebaseerd op de AMvB van de SDE (Besluit Stimulering Duurzame Energieproductie: Staatsblad 2007 - 410, november 2007).

Onder *hernieuwbaar gas* of *groen gas* wordt verstaan: gas geproduceerd in een productie-installatie die uitsluitend gebruik maakt van hernieuwbare energiebronnen, alsmede gas, geproduceerd met hernieuwbare energiebronnen in een hybride productie-installatie die ook fossiele energiebronnen gebruikt. De eenheid waarin de productie van groen gas wordt uitgedrukt is Nm^3 (normaalkuub). Eén Nm^3 aardgasequivalent is een hoeveelheid gas met specificaties die overeenkomen met één Nm^3 aardgas van standaardkwaliteit onder normaalcondities.

Het *subsidiebedrag* wordt jaarlijks vastgesteld door het *basisbedrag* per categorie te verminderen met een *correctiebedrag*. In het geval van verdeling op basis van rangschikking, wordt het *tenderbedrag* (dat maximaal gelijk is aan het basisbedrag voor de categorie) verminderd met een correctiebedrag. Dit correctiebedrag wordt jaarlijks vastgesteld op basis van werkelijke inkomsten, waarbij voor gasinkomsten minimaal een bedrag ter grootte van de *basisgasprijs* wordt opgenomen. Het basisbedrag is een maat voor de gemiddelde productiekosten van een installatie en het correctiebedrag is een maat voor de opbrengsten per eenheid productie. Het subsidiebedrag in de SDE is dus uiteindelijk gebaseerd op de onrendabele top (i.e. het verschil tussen de kosten en de opbrengsten), waarbij wordt gecorrigeerd voor fluctuaties in de opbrengsten onder invloed van de gasprijs.

Subsidieplafond is een term die gebruikt wordt voor de beschikbare totale subsidiesom in een jaar voor nieuwe projecten. Per categorie wordt een apart subsidieplafond vastgesteld. Subsidieverdeling *op volgorde van binnenkomst* is ook bekend als ‘wie het eerst komt, het eerst maalt’. Verdeling *op volgorde van rangschikking* wordt ook wel ‘tender’ genoemd.

3.2 Innovatie

In het Besluit stimulering duurzame energieproductie is de mogelijkheid opgenomen om een innovatieve categorie op te nemen in de SDE-regeling. Verder wordt innovatie genoemd als een van de kenmerken die worden gehanteerd bij het bepalen van de rangorde bij het tenderen van projecten. Het invoeden van groen gas is voor Nederland op zich al vernieuwend, niet zozeer omdat de gebruikte technologieën innovatief zijn, maar omdat er de afgelopen jaren een sterke nadruk is geweest op stimulering van hernieuwbare elektriciteitsproductie en weinig projecten rond groen gas zijn gerealiseerd. Voor de selectie van een referentietechniek wordt echter slechts gekeken naar de uitgangspunten zoals die in Paragraaf 2.1 genoemd zijn: effectiviteit en efficiency. Er wordt binnen de categorie groen gas dus geen ‘bonus’ toegekend aan het innovatieve karakter van de technologieën bij de keuze voor een referentie-installatie.

3.3 Ervaring in andere Europese landen

Historie en stand van zaken rond groengasproductie in Nederland zijn beschreven in Welink et al. (2007). In aanvulling hierop worden hier de ontwikkelingen in enkele andere EU-landen kort beschreven.

Biogas heeft een relatief sterke positie in *Zweden*. In 2005 werd in 233 installaties 4,7 PJ biogas geproduceerd, voornamelijk in rioolwaterzuiveringsinstallaties en stortplaatsen (Persson, 2007). Diverse nieuwe installaties zijn in aanbouw. Meer dan 10% van de groengasproductie wordt gebruikt als brandstof voor voertuigen; circa 30% van de tankstations leveren ook aardgas, al dan niet groen. De toepassing in de transportsector is vooral ontstaan doordat de elektriciteitsprijzen zodanig waren dat WKK niet aantrekkelijk was, en de installaties meer biogas produceerden dat lokaal inzetbaar was in het net (Jönsson, 2004).

Zwitserland kent al biogasproductie sinds de jaren '70, oorspronkelijk vooral gebaseerd op agrarische afval(water)behandeling. Dalende olieprijs beletten verdere ontwikkelingen in de jaren '80, maar met het nieuwe Energie2000-programma zijn nieuwe installaties ontwikkeld voor vergisting van mest en andere afvalstromen (Hagen et al., 2001, Seifert, 2006). Aan het eind van 2007 waren er 12 invoedingsstations, met elk capaciteiten tussen de 35 en 150 Nm³/h (Persson et al., 2007). Er worden twee kwaliteiten onderscheiden: gas voor beperkte invoeding (meer dan 50% methaan) en gas voor onbeperkte invoeding (meer dan 96% methaan, Persson en Wellinger, 2006). Rijden op groen gas staat er nog in de kinderschoenen.

In *Duitsland* is de groei van biogasproductie vooral te vinden bij kleine agrarische vergisters van mest en reststromen, die het biogas omzetten in elektriciteit en warmte. Het Duitse systeem van terugleververgoedingen (EEG) heeft deze ontwikkeling sterk gestimuleerd: het aantal agrarische vergisters is gegroeid van 850 in 1999 tot 2700 in 2005 (EurObserver, 2006). De eerste installaties voor levering van groen gas startten in 2007. Al deze vergistingprojecten worden echter geconfronteerd met sterke prijsstijgingen van co-substraat, waardoor als gevolg bestaande vergisters worden stilgezet en projecten in voorbereiding stagneren.

4. Systemen voor groengasproductie

Groen gas kan in principe overal worden geproduceerd waar een gas met een zeker gehalte aan methaan vrij komt. De meest bekende voorbeelden zijn:

- Stortgas gas dat vrijkomt bij stortplaatsen
- Riool- en afvalwaterzuiveringsinstallaties (R/AWZI's)
- Vergisting van mest en co-substraten
- Vergisting van andere biomassastromen

In deze studie verstaan we onder biogas, of ruw biogas het mengsel van methaan, kooldioxide en andere gassen, dat vrijkomt bij het vergistingsproces. Onder groen gas wordt het gezuiverde en op specificatie gebrachte aardgas, geproduceerd uit biogas, bedoeld. Groen gas kan direct ingevoerd worden in het net.

4.1 Systemafbakening

In een groengassysteem worden drie processtappen onderscheiden, te weten biogasproductie, gaszuivering en -conditionering, en gasinvoeding. Installaties voor zuivering van biogas en conditionering tot aardgaskwaliteit zijn tot op heden vooral toegepast voor het opwerken van stortgas. De mestvergistingsinstallaties die de laatste jaren zijn ontwikkeld bestaan doorgaans uit een (co)vergistingsunit en een gasmotor voor elektriciteits- en warmteopwekking (WKK). Ook bij R/AWZI's en andere vergistingsprocessen is momenteel al veel ervaring in combinaties met WKK. Bij groengasproductie wordt een gaszuiveringsstap toegepast in plaats van een WKK.

Een belangrijk punt bij productie van groen gas uit ruw biogas is dat veel systemen voor biogasproductie elektriciteit en warmte verbruiken. Ook de gaszuivering zelf en de invoeding vragen de nodige elektriciteit. Bij combinaties van covergisting met WKK levert de gasmotor de vereiste elektriciteit en warmte voor de vergister; bij groengasproductie is dat niet het geval. Elke inschatting van kosten voor groengasproductie uit covergisting dient dan ook rekening te houden met de manier waarop warmte- en elektriciteitsbehoefte worden gedekt, en de effecten daarvan op kosten en netto gasopbrengsten mee te nemen in de berekeningen. Extra investeringskosten, bijvoorbeeld in een gasketel voor warmteopwekking of een kleinschalige WKK dienen te worden meegerekend.

Efficiëncies en rendementen

Bij productiesystemen voor groen gas worden verschillende soorten efficiëncies gehanteerd.

- Onder het *methaanrendement* verstaan we in deze studie het rendement waarmee methaan uit het ruwe biogas in het gezuiverde gas terechtkomt. Een methaanrendement van 97% betekent bijvoorbeeld dat 3% van het geproduceerde methaan in het restgas achterblijft.
- Onder de *groengasopbrengst* of de *zuiveringsefficiëntie* wordt vaak verstaan het aantal Nm³ groen gas dat kan worden geproduceerd per Nm³ ruw biogas. Dit type rendement kan dan nog bruto worden uitgedrukt (zonder rekening te houden met biogas dat nodig is voor de warmtevoorziening van de vergister) en netto, waarbij wel rekening wordt gehouden met deze aftrek. Bruto rendementen van ruw biogas naar groen gas liggen voor de meeste opties rond de 60%, netto rendementen liggen daar onder.
- Uiteindelijk kan ook een *energetisch rendement* voor de gehele vergister worden berekend. Dat is de verhouding tussen de netto energieoutput in de vorm van groen gas en de energie-inhoud van de vergiste biomassa die daarvoor verbruikt is.

4.2 Biogasproductie

Het opvangen en afvoeren van stortgas bij storten is noodzakelijk om emissie van methaan te voorkomen. Het biogas ontstaat door gistingprocessen in de organische fractie van het huishoudelijk of daarmee vergelijkbaar afval. Bij deze vorm van ruwbiogasproductie is geen warmte- of elektriciteitstoevoer vereist.

De techniek voor vergisting van riool- en afvalwater, mest en andere organische materialen is de laatste jaren sterk ontwikkeld, vooral gerelateerd aan de groei van mest-covergistinginstallaties met een gasmotor (WKK). Deze installaties kunnen op relatief kleine schaal worden gerealiseerd, vanaf enkele tientallen of honderd kW_e. Het elektrische energieverbruik van een vergister is relatief beperkt. De warmtevraag van een vergister is echter niet verwaarloosbaar, ook omdat het vergistingsproces, afhankelijk van het type, zelf een endotherm proces kan zijn. In de combinatie met WKK levert de gasmotor meer dan voldoende warmte voor de vergister. Bij koppeling met groengasproductie moet op een andere manier in de warmtebehoefte worden voorzien, bijvoorbeeld door een deel van het biogas in een ketel te verstoken.

4.3 Gaszuivering

Opwerking, het reinigen en opwaarderen van biogas tot groen gas van aardgaskwaliteit gebeurt in verschillende stappen. In de reinigingsstap worden zwavelverbindingen (H₂S), water, verontreinigingen (o.a. hogere koolwaterstoffen en ammonia) verwijderd. In de opwerkingsstap wordt het methaangehalte verhoogd door methaan (CH₄) en kooldioxide (CO₂) zo veel mogelijk te scheiden. Het verhogen van het methaangehalte is de meest kostenbepalende stap.

Er zijn vier technologieën beschikbaar voor gasopwerking:

- Gaswassing
- Membraanscheiding
- Adsorptie (VPSA)
- Cryogene scheiding.

Gaswassing

Gaswassingsystemen zijn zeer algemeen in diverse takken van de industrie. Bij gaswassing met waterige oplossingen lost het CO₂ onder druk uit het biogas op in een waternevel waar het gas doorheen wordt geleid. Deze scheidingstechniek wordt naast gaswassing ook wel absorptie genoemd. De techniek heeft ook een variant onder atmosferische druk: door chemicaliën aan de wasvloeistof toe te voegen waarmee geabsorbeerde componenten chemisch worden gebonden, kan de opname van de af te scheiden verbinding worden vergroot. Het methaanrendement van gaswassers onder druk met water als wasvloeistof ligt rond 97-98%. Het rendement van de variant met chemische wasvloeistoffen ligt hoger, tot 99,9%. De regeneratie van wassystemen gebeurt door het water terug te brengen naar atmosferische druk en te strippen met lucht (bij wassing onder druk) of door de speciale absorptievloeistof te regenereren met warmte. Bij de laatste variant is dus ook warmte nodig, die voor het grootste deel weer vrijkomt op een temperatuur die bruikbaar is voor het verwarmen van een vergister.

Membraanfiltratie

Het gebruik van membranen voor gasreiniging is vrij algemeen in de (petrochemische) industrie. Methaan en kooldioxide worden gescheiden, doordat het membraan de moleculen van de ene stof iets gemakkelijker doorlaat dan de andere. Omdat het verschil in doorlaatbaarheid klein is, is de scheiding niet absoluut; een deel van het methaan in het ruwe biogas komt niet in het groene gas terecht. Het methaanrendement ligt daardoor gemiddeld rond de 80%. Door te werken met dubbele membranen kan dit worden verhoogd, echter wel tegen toenemende kosten en energieverbruik. Het vrijkomende laagcalorische restgas kan echter ook worden gebruikt in een aangepaste ketel om de vergister van warmte te voorzien. Veelal moet daarvoor de calorische

waarde van het gas daarvoor licht opgehoogd worden, bijvoorbeeld door bijmenging van ruw biogas. Wanneer dit niet het geval is moet het afgefakkeld worden.

Adsorptie (VPSA)

Bij Vacuüm Pressure Swing Adsorption (VPSA) wordt gebruik gemaakt van het verschil in adsorptievermogen van een vaste stof (zoals moleculaire zeven) voor methaan en kooldioxide. Onder druk wordt het ruwe biogas door een adsorber geleid waaraan het kooldioxide hecht, terwijl het methaangas doorgelaten wordt. Er zijn bij continue bedrijfsvoering meerdere adsorbers nodig, zodat bij verzadiging het biogas door een volgende eenheid kan worden geleid. De verzadigde adsorptie-eenheid wordt vervolgens vacuüm gezogen zodat het kooldioxide vrijkomt en afgevoerd kan worden. VPSA heeft het kenmerk dat het zuiveringsrendement en gassamenstelling over de tijd niet precies constant is. Door naschakeling van een mengvat is dit echter goed te ondervangen. Ook deze techniek is vrij gangbaar in industriële toepassingen en een methaanrendement van circa 97% is gebruikelijk.

Cryogene scheiding

Bij cryogene scheiding wordt gebruik gemaakt van de verschillen in condensatie- en stollings-temperatuur van methaan en kooldioxide. Door sterke koeling wordt kooldioxide vast of vloeibaar gemaakt zodat het goed te scheiden is. Het methaanrendement kan bij deze techniek boven de 99% liggen. Het bijproduct van cryogene scheiding is het kooldioxide in een zuivere en hanteerbare vorm, dat kan worden verkocht aan bijvoorbeeld de glastuinbouw. Cryogene scheiding is de meest innovatieve techniek van de vier. De eerste systemen zijn commercieel beschikbaar maar er zijn nog geen systemen operationeel in Nederland.

Methaanrendement en het restgas

De methaanrendementen zijn niet alleen van belang voor de totale groengasproductie van het systeem, maar hebben ook invloed op de bruikbaarheid van het restgas. Bij een laag methaanrendement tot circa 90%, kan het restgas worden afgefakkeld of gebruikt voor verwarming van de vergister. Bij rendementen hoger dan 99% kan het restgas zonder beperkingen in de lucht worden geloosd. Bij methaanrendementen tussen de 90% en 99% is de emissie van methaan (een krachtig broeikasgas) een potentieel knelpunt. Direct affakkelen van het restgas is vanwege de lage energie-inhoud niet mogelijk, maar het restgas kan ook niet zonder meer worden geëmitteerd. Voor restgas dat ontstaat bij een methaanrendement tussen 90% en 99% is katalytische verbranding nodig of bijgemengd affakkelen, beide opties leiden tot extra kosten of lagere gasopbrengsten.

4.4 Invoeding

Voor invoeding van het methaangas in het aardgasnet zijn nog enkele stappen nodig. Het gas wordt op druk gebracht, de gassamenstelling wordt op specificatie gebracht en de bekende geurstof voor aardgas wordt toegevoegd. De vereiste druk is afhankelijk van het net waarop het gas wordt ingevoerd. Het lokale net in Nederland heeft een druk vanaf 100 mbar, op dit net kunnen groengasstromen tot circa 150 Nm³/h worden ingevoerd. Grotere stromen moeten worden ingevoerd in het regionale net, met een druk van maximaal 8 bar. De keuze voor het net heeft ook gevolgen voor eerdere processtappen. Sommige zuiveringstechnieken, zoals membraan en cryogeen, werken bij drukken rond of boven de 8 bar, waardoor het gas zonder problemen ook op het regionale net kan worden ingevoerd. Wassystemen met chemicaliën werken onder atmosferische druk, en VPSA werkt onder drukken lager dan 8 bar; bij deze technieken moet voor het regionale net dus veelal een extra compressor worden geplaatst. Dit leidt ook tot extra elektriciteitsverbruik.

In de aansluit- en transportvoorwaarden onder de gaswet, zoals deze zijn gepubliceerd door DTE op 22 november 2006, staan kwaliteitscriteria voor gasinvoeding in het lokale (lage-druk) distributienet opgenomen. Er is echter nog discussie gaande over de risico's van verspreiding van

bacteriën uit groen gas via het gasnet. Mogelijk leidt deze discussie tot aanvullende eisen voor het in te voeden gas, waardoor bijvoorbeeld een pasteuriseringsstap nodig is. Evnetuele meerkosten die hieruit voortkomen zijn niet meegenomen in deze studie.

Voor invoeding in het hoge-druknet zijn ook de basisspecificaties nog niet duidelijk; netbeheerders werken hier aan in het BONGO-project (Burgel *et al.*, 2006). Hierdoor is invoeding van grotere installaties (groengasproductie groter dan circa 150 Nm³/h) op dit moment niet mogelijk.

5. Technisch-economische berekeningsaannames

5.1 Grondstofprijzen

Voor de grondstoffen die relevant zijn voor groengasproductie zijn de prijsprojecties samengevat in Tabel 5.1. Het eindadvies SDE voor de categorieën waarbij elektriciteit wordt geproduceerd (Tilburg *et al.*, 2008) geeft een gedetailleerde verantwoording van deze aannames.

Tabel 5.1 *Prijsprojecties biomassa 2008-2012*

	Energie-inhoud [GJ/ton]	Prijsrange [€/ton]	Referentieprij [€/ton]	Referentieprij ³ [€/GJ]
Dierlijke mest ⁴	1	(-30) - (-5)	-15	-15,0
Co-substraat	4,8	5-35	25	5,2
Covergistinginput	2,9	-	18,5	6,4

5.2 Stortgas en afval- en rioolwaterzuiveringsinstallaties

De ruwbiogasproductie bij stortgas en R/AWZI's hebben met elkaar gemeen dat het ruwe biogas dat vrijkomt in feite een restproduct is; in het geval van stortgas van de functie stort, in het geval van R/AWZI's van de zuivering van water. Daarom komt het biogas in feite kosteloos beschikbaar voor verdere bewerking. In eerdere studies (Tilburg *et al.*, 2006; Welink *et al.*, 2007) lagen de onrendabele toppen voor groen gas uit stortgas en uit R/AWZI's dan ook dicht bij elkaar.

Voor beide groepen is het potentieel aan nieuwe installaties in Nederland beperkt. In Nederland worden naar verwachting geen nieuwe afvalstortplaatsen aangelegd. Ook het storten van brandbaar organisch afval wordt tot een minimum beperkt en ontmoedigt door het heffen van een stortbelasting die hergebruik en afvalverbranding financieel aantrekkelijker maken. Nagenoeg alle mogelijkheden voor het rendabel toepassen ruw biogas uit storten zijn dan ook benut; hooguit zijn projecten te verwachten door vervanging van bestaande installaties waarbij ingespeeld wordt op de afnemende productie van stortgas bij eenmaal gesloten stortplaatsen.

Het aantal projecten dat op het gebied van afval- en rioolwaterzuiveringsinstallaties wordt ontwikkeld is beperkt omdat bij de bedrijfsvoering niet het opwekken en gebruiken van bio-energie, maar de noodzaak tot afvalwaterzuivering de drijfveer is. De markt is op dit punt nagenoeg verzadigd. Daar komt bij dat de lozingsnormen voor fosfaat en nitraat strenger worden met als gevolg dat de installaties worden aangepast. De aangepaste techniek levert slib dat minder rijk is aan organisch materiaal en daarmee voor de winning van biogas minder aantrekkelijk.

Referentie-installaties

Het referentiesysteem voor deze categorie heeft een ruwbiogasproductie van 154 Nm³/h. Dat is vergelijkbaar met een WKK van 300 kW_e, daarmee is de referentie consistent met de referentie in het advies voor duurzame elektriciteit voor deze categorieën.

Wat betreft de keuze voor de gaszuiveringstechnologie van de referentie-installatie hebben we kostenindicaties gemaakt van systemen op basis van alle vier gaszuiveringstechnologieën. Naast

³ De prijzen die in dit rapport zijn gehanteerd zijn gebaseerd op het gehele product en niet alleen op het gehalte droge stof. Het gaat altijd om het poorttarief, dus levering aan de installatie.

⁴ Deze prijs is aangenomen voor zowel mest als digestaat.

criteria als laagste kosten en commerciële beschikbaar zijn de volgende overwegingen in beschouwing genomen:

- VPSA heeft de beperking dat 3% van het geproduceerde methaan in het restgas terecht komt. Aangezien methaan een sterk broeikasgas is (twintig keer sterker dan kooldioxide) bestaat het risico dat deze emissie niet geaccepteerd wordt door vergunningverleners, waardoor additionele kosten moeten worden gemaakt. Deze zijn niet in deze studie opgenomen en maken de huidige kostenschatting tot een optimistische.
- Cryogene scheiding heeft als potentieel voordeel dat een vaste of vloeibare stroom zuiver CO₂ vrijkomt, die wellicht commercieel verhandelbaar is. Nadeel is echter dat de technologie in deze context vrij nieuw is; er zijn nog geen bestaande installaties met gasnetinvoeding die zich al in enkele jaren bewezen hebben, al zijn er al wel enkele stand-alone installaties.
- Stortgas bevat zuurstof en stikstof in concentraties waarbij gaswassing technisch niet mogelijk.

Op basis van kostenindicaties en bovenstaande overwegingen is voor stortgas membraanscheiding de referentietechnologie. Ook dit is bewezen technologie. Bij deze installatie is er geen warmtebehoefte, de vereiste elektriciteit wordt betrokken van het net.

Voor R/AWZI's is op basis van de kostenindicaties van de diverse technologieën en bovenstaande overwegingen ervoor gekozen om de referentie-installatie te baseren op gaswassings-technologie. Deze optie heeft zich commercieel en technisch in diverse toepassingen bewezen en lijkt geen doorslaggevende nadelen te hebben. De warmte die nodig is voor deze techniek wordt opgewekt door een deel van het ruwe biogas in een ketel te stoken. De restwarmte die hierbij vrijkomt kan worden gebruikt voor het dekken van een deel van de warmtevraag van de vergister. De vereiste elektriciteit wordt betrokken van het net.

Berekeningsaannames

In Tabel 5.2 en Tabel 5.3 staan de technisch-economische parameters voor respectievelijk stortgas en R/AWZI's.

Toelichting:

- Het aantal vollasturen bij stortgas is beperkt tot 6.500 uur als gevolg van de afname van het stortgasaanbod over de levensduur van de installatie- de investeringskosten tussen 1 en 2 lijnen verschillen nauwelijks.
- Alle kosten die gemoeid zijn met energiebenutting worden ten laste gebracht van het project in de vorm van investerings- en operationele kosten, dit ten opzichte van de referentiesituatie: het affakkelen van stortgas c.q. biogas.

Tabel 5.2 *Technisch-economische parameters stortgas.*

		Advies
Referentie grootte	[Nm ³ /h biogas]	154
Bedrijfstijd	[Uren/jr]	6.500
<i>Vergistingsdeel:</i>		
Investeringskosten	[€Nm ³ /h biogas]	0
Vaste O&M-kosten	[€Nm ³ /h biogas]	0
Energetisch rendement vergister	[%]	-
Energie-inhoud substraatmix	[GJ/ton]	n.v.t.
Substraatkosten	[€ton]	0
<i>Groengasproductie:</i>		
Investeringskosten	[€Nm ³ /h biogas]	5240
Vaste O&M-kosten	[€Nm ³ /h biogas]	350
Methaanrendement gaszuivering	[%]	80
<i>Elektriciteits- en warmteopwekking:</i>		
Warmtevraag	[MJ/Nm ³ biogas]	n.v.t.
Elektriciteitsvraag	[kWh/Nm ³ biogas]	0,15

Tabel 5.3 *Parameters RWZI en AWZI.*

		Advies
Referentie grootte	[Nm ³ /h biogas]	154
Bedrijfstijd	[Uren/jr]	8000
<i>Vergistingsdeel:</i>		
Investeringskosten	[€Nm ³ /h biogas]	-
Vaste O&M-kosten	[€Nm ³ /h biogas]	-
Energetisch rendement vergister	[%]	67%
Energie-inhoud substraatmix	[GJ/ton]	n.v.t.
Substraatkosten	[€ton]	0
<i>Groengasproductie:</i>		
Investeringskosten	[€Nm ³ /h biogas]	6260
Vaste O&M-kosten	[€Nm ³ /h biogas]	424
Methaanrendement gaszuivering	[%]	99,9
<i>Elektriciteits- en warmteopwekking:</i>		
Warmtevraag gaswaster	[MJ/Nm ³ biogas]	1,9 ¹
Elektriciteitsvraag	[kWh/Nm ³ biogas]	0,13

¹ Dit is de warmtevraag van de gaswaster. De restwarmte van dit proces is voldoende voor ca 70% van de warmtevraag van de vergister. Bij een methaanproductie van 56 Nm³/ton substraat en een rendement van de verwarmingsketel van 90% komt dit overeen met 10% van het geproduceerde biogas.

5.3 Covergisting van mest en co-substraat

Referentie-installatie

Voor dit advies is ervoor gekozen om basisbedragen te berekenen voor een systeem met een productiecapaciteit aan ruw biogas van 270 Nm³/h. De grootte van de vergister van een derge-

lijke installatie is vergelijkbaar met een bio-WKK van 600 kW_e. Deze schaal is opgenomen om een vergelijking te maken met elektriciteitsproductie via covergisting. Bovendien is dit ruwweg de maximale schaal waarop een installatie het geproduceerde groene gas nog kan invoeden in het lokale lagedruknet; de enige mogelijkheid op dit moment.

Wat betreft de keuze van de referentie-installatie hebben we kostenindicaties gemaakt van systemen op basis alle vier gaszuiveringstechnologieën. Bovendien zijn de volgende overwegingen in beschouwing genomen.

- Belangrijkste nadeel van VPSA is dat 3% van het geproduceerde methaan in het restgas terecht komt. Aangezien methaan een sterk broeikasgas is (twintig keer sterker dan kooldioxide) bestaat het risico dat deze emissie niet geaccepteerd wordt door vergunningverleners, waardoor additionele kosten moeten worden gemaakt. Deze zijn niet in deze studie opgenomen en maken de huidige kostenschatting tot een optimistische.
- Cryogene scheiding heeft als potentieel voordeel dat een vaste of vloeibare stroom zuiver CO₂ vrijkomt, die wellicht commercieel verhandelbaar is. Nadeel is echter dat de technologie in deze context vrij nieuw is; er zijn nog geen bestaande installaties met gasnetinvoeding die zich al in enkele jaren bewezen hebben, al zijn er al wel enkele stand-alone installaties.

Op basis van de kostenindicaties van de diverse technologieën en bovenstaande overwegingen is ervoor gekozen om de referentie-installatie te baseren op gaswassingstechnologie. Deze optie heeft zich commercieel en technisch in diverse toepassingen bewezen en lijkt geen doorslaggevende nadelen te hebben.

De warmte die nodig is voor deze techniek wordt opgewekt door een deel van het ruwe biogas in een ketel te stoken. De restwarmte die bij gaswassing vrijkomt is voldoende voor het verwarmen van de vergister. De vereiste elektriciteit wordt betrokken van het net. Specifiek voor vergisting is een analyse gemaakt van de kosten van een WKK die voorziet in de elektriciteits- en warmtebehoefte van de installatie. Bij een installatiegrootte van 270 Nm³/h blijkt een eigen WKK niet rendabel te zijn, rekenend met een elektriciteitsprijs van 14 ct/kWh (zie hoofdstuk 6). Pas bij installaties in de orde van grootte van 800 Nm³/h kan het renderend zijn om een eigen WKK te plaatsen.

Berekeningsaannames

De technisch-economische parameters voor de referentieoptie ter grootte van 270 Nm³/h (600 kW_e-eq) op basis van gaswastechnologie zijn opgenomen in Tabel 5.4.

Tabel 5.4 *Parameters covergisting van mest.*

		Advies
Referentiegruotte	[Nm ³ /h biogas]	270
Bedrijfstijd	[Uren/jr]	7.500
<i>Vergistingsdeel:</i>		
Investeringskosten	[€Nm ³ /h biogas]	4400
Vaste O&M-kosten	[€Nm ³ /h biogas]	290
Energetisch rendement vergister	[%]	67%
Energie-inhoud substraatmix	[GJ/ton]	2,9
Substraatkosten	[€ton]	18,5
<i>Groengasproductie:</i>		
Investeringskosten	[€Nm ³ /h biogas]	3800
Vaste O&M-kosten	[€Nm ³ /h biogas]	375
Methaanrendement gaszuivering	[%]	99,9%
<i>Elektriciteits- en warmteopwekking:</i>		
Warmtevraag (wasser bepalend)	[MJ/Nm ³ biogas]	1,9 ¹
Elektriciteitsvraag gasreiniging	[kWh/Nm ³ biogas]	0,15
Elektriciteitsvraag vergister	[Nm ³ /h biogas]	0,10

¹ Bepalend is de warmtevraag van de gaswasser. De restwarmte van dit proces is voldoende voor het verwarmen van de vergister. Bij een methaanproductie van 56 Nm³/ton substraat en een rendement van de verwarmingsketel van 90% komt dit overeen met 10% van het geproduceerde biogas.

5.4 Vergisting overige biomassa

Referentie-installatie

Onder vergisting van overige biomassa vallen installaties niet zijnde installaties voor de benutting van stortgas, de benutting van biogas uit RWZI en AWZI en installaties voor het covergisten van mest. Het is mogelijk dat in aanvulling hierop andere brandstof/techniek/schaalgroote combinaties waarbij vergisting plaatsvindt worden uitgesloten. De ministeriele regeling behorend bij de SDE 2008-2009 geeft hierover uitsluitel. Binnen de categorie vergisting overige biomassa kunnen onder andere de volgende vormen van vergisting vallen:

- Vergisting van groente, fruit en tuinafval (GFT).
- Covergisting met minder dan 50% mest of met co-substraat dat niet op de positieve lijst van LNV staat.
- Vergisting van oliën en vetten, restproducten uit de agro sector en voedings- en genotsmiddelen industrie.
- Vergisting geïntegreerd met de productie van bio-ethanol.
- Coverwerking in RWZI/AWZI van afvalwater en biomassa zoals bijvoorbeeld swill.

De categorie vergisting overige biomassa wordt gekenmerkt door een grote variëteit aan projecten. Bij het bepalen van de referentie installatie is de brandstof/techniek combinatie leidend geweest waarvan de verwachting is dat deze in de komende jaren op grote schaal kan worden toegepast en waarvan bekend is dat hierop betrekking hebben projecten niet rendabel zijn zonder subsidie. Als referentie dient de vergisting van GFT (groente, fruit en tuinafval). In de komende jaren doet zich de mogelijkheid voor om bij het verwerken van GFT over te gaan van composteren naar vergisten. Bestaande composteerinstallaties bereiken het einde van hun levensduur en kunnen vervangen worden door GFT vergisters. Bij de vergisting van GFT wordt uitgegaan van een installatie met een verwerkingscapaciteit van 21.000 ton per jaar en een opgesteld elektrisch vermogen van 500 kW_e.

Berekeningsaannames

In Tabel 5.5 staan de technisch-economische parameters voor vergisting van overige biomassa, gebaseerd op GFT-vergisting. Deze parameters zijn volgens een zelfde benadering als bij de verbranding van afval afgeleid. De Ausgangssituatie is dat het GFT wordt gecomposteerd. Alleen de meerinvesteringen en de jaarlijkse meerkosten ten opzichte van composteren om GFT vergisten mogelijk te maken worden meegenomen in de berekening van het basisbedrag. De brandstofkosten zijn daardoor per definitie 0.

Tabel 5.5 *Technisch-economische parameters vergisting overige biomassa*

		Advies
Referentie grootte	[Nm ³ /h biogas]	225
Bedrijfstijd	[Uren/jr]	8000
<i>Vergistingsdeel:</i>		
Investeringskosten	[€Nm ³ /h biogas]	7800 ¹
Vaste O&M-kosten	[€Nm ³ /h biogas]	890 ¹
Energetisch rendement vergister	[%]	67 ¹
Energie-inhoud substraatmix	[GJ/ton]	n.v.t.
Substraatkosten	[€ton]	0 ¹
<i>Groengasproductie:</i>		
Investeringskosten	[€Nm ³ /h biogas]	5200
Vaste O&M-kosten	[€Nm ³ /h biogas]	400
Methaanrendement gaszuivering	[%]	99,9
<i>Elektriciteits- en warmteopwekking:</i>		
Warmtevraag	[MJ/Nm ³ biogas]	1,9
Elektriciteitsvraag vergister	[kWh/Nm ³ biogas]	0,15
Elektriciteitsvraag	[Nm ³ /h biogas]	0,10

¹ Gelijk aan de aannames vergistingsdeel bij bio-WKK (Van Tilburg et al., 2007).

6. Financieel-economische berekeningsaannames

Bij de bepaling van de kosten en opbrengsten wordt uitgegaan van projectfinanciering, dat wil zeggen dat alle uitgaven en risico's gedekt worden door inkomsten in het project. De financieel-economische parameters zijn samengevat in Tabel 6.1.

Tabel 6.1 *Financieel-economische berekeningsaannames*

	Equity share	Rente [%]	Return on equity [%]	Project return (WACC) [%]	Looptijd lening [jaar]	Economische levensduur [jaar]	Vennootschapbelasting [%]	Groenfinanciering	Bedrag voor EIA (% van investeringskosten)
Stortgas	20	5	15	6	12	12	25,5	•	100
RWZI en AWZI	20	5	15	6	12	12	25,5	•	100
Covergisting van dierlijke mest	25	5	15	6,4	12	12	25,5	•	46
Vergisting overige biomassa	20	5	15	6	12	12	25,5	•	40

De hier gekozen aannames zijn consistent met het advies voor de basisbedragen elektriciteitsproductie (Tilburg *et al.* 2008). Voor de aanvullende stimuleringsregelingen EIA en groenfinanciering zijn er echter verschillen tussen covergisting met WKK en groen gas:

- Groengasproductie valt binnen de regeling groenfinanciering;
- De investeringen voor de groengasproductie komen in aanmerking voor de EIA. Dit betekent dat voor de basisbedragen voor stortgas en RWZI's de volledige investering onder de EIA valt, voor covergisting van mest en vergisting overige biomassa iets minder dan de helft.

Daarnaast is er een aanname gemaakt voor de inkoopprijs voor elektriciteit, gebaseerd op schattingen voor de gemiddelde groothandelsprijs in het GEHP-scenario uit de WLO-studie (2006) met een CO₂-prijs van 20 €/ton. Dit levert een gemiddelde baseload groothandelsprijs op van 67 €/MWh tot 2020 en een eindverbruikersprijs van 143 €/MWh. Deze prijs is indicatief voor middelgrote verbruikers van elektriciteit; in de prijs is daarom geen BTW opgenomen.

7. Basisbedragen voor groengas invoeding

Tabel 7.1 geeft een overzicht van het advies voor de basisbedragen per categorie. De verschillende componenten van het correctiebedrag worden genoemd voor de volledigheid, maar de bijbehorende bedragen zijn geen onderdeel van deze studie.

Tabel 7.1 *Opbouw basisbedragen voor groen gas 2008-2009*

	Subsidieduur [jaren]	Productiekosten [ct/Nm ³]	Contractkosten [ct/Nm ³]	Basisbedrag [ct/Nm³]	Correctie: p rofielfactor	Correctie: onbalansfactor	Correctie: marktindex
Stortgas	12	34,7	1,0	35,7	1,00	1,00	TTF
RWZI en AWZI	12	26,7	1,0	27,7	1,00	1,00	TTF
Covergisting van dierlijke mest	12	82,2	1,8	84,0	1,00	1,00	TTF
Vergisting overige biomassa	12	70,3	1,8	72,1	1,00	1,00	TTF

8. Conclusies

Het Ministerie van Economische Zaken heeft ECN en KEMA gevraagd advies te geven over de hoogte van de kosten voor de productie van groen gas, voor projecten die gericht zijn op realisatie in 2008 en 2009. Dit advies wordt gebruikt bij de uitwerking van de SDE-regeling.

Tabel 8.1 *Basisbedragen voor groen gas*

	Subsidiëduur [jaren]	Maximum bedrijfstijd [uur]	Correctie: onbalansfactor	Correctie: profielactor	Correctie: index	Basisbedrag [ct/Nm ³]
Stortgas	12	6.500	1,0	1,0	TTF	35,7
RWZI en AWZI	12	8.000	1,0	1,0	TTF	27,7
Covergisting van dierlijke mest	12	7.500	1,0	1,0	TTF	84,0
Vergisting overige biomassa	12	8.000	1,0	1,0	TTF	72,1

Kanttekeningen

Bij deze basisbedragen voor groen gas kunnen de volgende kanttekeningen worden geplaatst.

Waar voor de elektriciteitsopties in de afgelopen jaren een ruime ervaring is opgedaan, zijn er nog nauwelijks installaties voor de productie van groen gas gerealiseerd. De aannames voor de technisch-economische parameters voor groen gas zijn vooral gebaseerd op prijsindicaties van leveranciers, en nauwelijks op praktijkdata. De basisbedragen voor groen gas hebben daardoor een meer indicatief karakter.

Omdat productie van groen gas nog relatief nieuw is, zijn er meer dan bij hernieuwbare elektriciteit kostendalingen te verwachten op basis van ervaringen in de eerste projecten (zogenaamd learning-by-doing).

Voor installaties met een grotere schaal van productie zijn de kostprijzen substantieel lager dan bij de installaties die voor dit advies zijn doorgerekend. Momenteel zijn grotere installaties echter niet realiseerbaar omdat de specificaties voor teruglevering op andere netten dan het laagedruk net nog niet zijn vastgelegd. Een indicatieve analyse geeft echter aan dat de kostendalingen bij schaalvergroting voor groen gas nog doorgaan waar de kosten voor elektriciteitsproductie niet meer afnemen.

Dit advies bevat geen vergelijking tussen de basisbedragen voor groen gas en die voor hernieuwbare elektriciteit. Een dergelijke vergelijking is niet zonder meer mogelijk: de bedragen moeten daarvoor eerst worden omgerekend tot een gemeenschappelijke noemer. De meest voor de hand liggende eenheden zijn daarvoor €per GJ vermeden primaire energie, en €per ton vermeden CO₂-emissie. De methode om deze omrekeningen te maken is echter niet getoetst. Voorlopige berekeningen geven echter aan dat omgerekende basisbedragen vooralsnog significant hoger zijn dan die voor elektriciteitsopties.

Referenties

- Burgel, M. van, O. Florisson en D. Pinchbeck (2006): *Biogas and Others in Natural Gas Operations: A project under development*. Paper to the 23rd World Gas Conference, Amsterdam.
- EurObserver (2006): *Biogas barometer*.
- Hagen, M., E. Polman, J.K. Jensen, A. Myken, O. Jönsson, en A. Dahl (2001): *Adding gas from biomass to the gas grid*. Report SGC 118 ISSN 1102-7371 ISRN SGC-R-118-SE, Swedish Gas Center.
- Jönsson, O. (2004): *Biogas upgrading and use as transport fuel*. SGC (Swedish Gas Centre).
- Klinski, S., K. Diesel, W. Urban and F. Burmeister (2006): *Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz*. Fachverband Nachwachsende Rohstoffe, Gülzow.
- Persson, M., O. Jönsson en M. Seifert (2007): *European experience of upgrading biogas to vehicle fuel and for gas grid injection*. Contribution to the “15th European Conference Biomass for Energy, Industry and Climate Protection”, Berlin, Germany, 7-11 May 2007.
- Persson, M., en A. Wellinger (2006): *Biogas upgrading and utilisation*. IEA Bioenergy.
- Persson, M. (2007): *Biogas-a renewable fuel for the transport sector for the present and the future*. Swedish Gas Center (SGC).
- PlatformNieuwGas (2007): *Vol gas vooruit! De rol van groen gas in de Nederlandse energiehuishouding*. Energietransitie, Utrecht.
- Seifert, M. (2006): *Biogas as fuel - biogas feed-in to the gas distribution system in Switzerland*. Gas- Wasserfach, Gas - Erdgas 147 (3) 171-183.
- Tilburg, X. van, E.A. Pfeiffer, J.W. Cleijne, G.J. Stienstra and S.M. Lensink (2006): *Technisch-economische parameters van duurzame elektriciteitsopties in 2008; Conceptadvies onrendabele topberekeningen*. ECN/KEMA, Petten/Arnhem.
- Tilburg, X. van, J.W. Cleijne, E.A. Pfeiffer, S.M. Lensink and M. Mozaffarian (2008): *Technisch-economische parameters van duurzame elektriciteitsopties in 2008-2009; Eindadvies basisbedragen voor de SDE-regeling*. ECN/KEMA, Petten.
- Welink, J.-H., M. Dumont and K. Kwant (2007): *Groen Gas Gas van aardgaskwaliteit uit biomassa; Update van de studie uit 2004*. Concept-rapport. SenterNovem, Utrecht.
- WLO (2006): *Bijlage Energie (MNP/CPB/RPB/ECN) in: Welvaart en Leefomgeving - een scenariostudie voor Nederland in 2040*, Achtergronddocument. CBP/MNP/RPB, Den Haag.

Bijlage A Vergelijking met resultaten uit eerdere studies

A.1 SenterNovem-studie uit 2007

Begin 2007 heeft SenterNovem een studie uitgebracht naar mogelijkheden en kosten van de productie van groen gas (Welink et al., 2007). De kostenberekeningen die in het rapport van SenterNovem zijn opgenomen zijn ontleend aan een vertrouwelijke ECN-notitie van 18 oktober 2006. De kostenschattingen in de notitie van 2006 wijken op een aantal punten af van de gegevens in het huidige SDE-advies. Deze bijlage gaat in op de factoren die deze verschillen veroorzaken. Tabel A.1 geeft een overzicht van de basisbedragen in de SenterNovem-studie (terugge-rekend uit de gepubliceerde onrendabele toppen en de aangenomen gasprijs van 16 ct/Nm³) en de basisbedragen in het huidige advies. Voor covergisting van mest is ook een kolom gecorrigeerde basisbedragen op basis van het MEP-advies 2008 opgenomen, voor een toelichting zie de tekst verderop.

Tabel A.1 Resultaten 'OT'-berekening mest covergisting

Categorie	SenterNovem-waarde		SenterNovem-waarde Gecorrigeerd op basis van MEP-advies 2008		SDE-advies 2008	
	'Basisbedrag' GG [ct/Nm ³]	schaalgrootte [Nm ³ /h ruw biogas]	'Basisbedrag' GG [ct/Nm ³]	schaalgrootte [Nm ³ /h ruw biogas]	Basisbedrag GG [ct/Nm ³]	schaalgrootte [Nm ³ /h ruw biogas]
R/AWZI	14,8 - 17,0	600			27,7	154
Stortgas	17,7 - 19,6	600			35,7	154
Covergisting van mest	34,8 - 35,4	100	69,5 - 77,9	100	84,0	270
Overige biomassa (GFT)	14,8 - 17,0	600	52,9 - 58,7	600	72,1	225

R/AWZI's en stortgas

Bij R/AWZI en Stortgas is er een groot verschil in schaalgrootte tussen de SenterNovem-studie en het huidige SDE-advies. Dat uit zich in een groot verschil in de specifieke investerings- en O&M-kosten. De kleinere schaalgroottes in dit advies zijn gebaseerd op de ontwikkelingen in stortgas en R/AWZI's:

- Nieuwe stortplaatsen worden in Nederland niet meer aangelegd; nieuwe projecten hebben betrekking op vervanging bij bestaande installaties waar de gasproductie al aan het afnemen is. Daarom lijkt circa 150 Nm³/h een logischer referentiegrootte dan 600 Nm³/h.
- Ook de markt voor R/AWZI's is nagenoeg verzadigd; het zijn vaak juist de betrekkelijk kleine installaties waar nog biogas wordt afgefakkeld. Op het niveau van enkele honderden Nm³/h ruw biogas zijn maar een paar installaties in Nederland.

Vergisting overige biomassa

Het basisbedrag voor vergisting overige biomassa in het SDE-advies ligt hoog in de range van de SenterNovem-studie. Ook hier is de schaalgrootte in het SDE-advies echter beduidend lager. Ook is de methode voor het berekenen van de basisbedragen veranderd:

- In de SenterNovem-studie werd met de totale kosten en baten voor de installatie gerekend. De achterliggende ECN-notitie meldt overigens dat het lastig is om hiermee een representatieve analyse te maken.
- In het SDE-advies wordt uitgegaan van de meerkosten die groengasproductie heeft ten opzichte van composteren. De investeringskosten worden hierdoor lager, maar er kan ook niet meer met de negatieve kosten van het GFT-afval worden gerekend.

Dit verschil in benadering heeft per saldo echter een beperkt effect op het basisbedrag; de belangrijkste oorzaak van het verschil ligt in de andere schaalgrootte.

Covergisting van mest

Bij covergisting van mest zit de referentiegrootte in de SDE-studie ruwweg tussen de twee schaalgroottes die zijn doorgerekend in de SenterNovem-studie. De verschillen tussen de aannames in de SenterNovem studie en die van deze studie hebben betrekking op twee onderdelen: een verschil in de allocatie van kosten voor de vergisting en nieuwe ontwikkelingen in de technisch-economische en financieel-economische parameters.

Verschillen in allocatie van kosten voor de vergisting

De kostenberekeningen van ECN die in het rapport van SenterNovem zijn opgenomen zijn ontleend aan een vertrouwelijke ECN-notitie van 18 oktober 2006. In het SN-rapport zijn deze getallen letterlijk overgenomen. Alleen de optie 'covergisting met maïssilage' in het SenterNovem-rapport is niet direct afkomstig uit de ECN-notitie. De conclusies van de ECN-notitie bevatten echter een opmerking over de interpretatie van de onrendabele toppen voor covergisting van mest, waarin gewaarschuwd wordt dat de kosten voor de vergister en het substraat niet worden toegerekend aan de productie van groen gas, hetgeen leidt tot een erg optimistische kosten-schatting. De notitie adviseert om voor deze categorie de berekeningen opnieuw te maken op basis van de aannames in het conceptadvies MEP 2008, dat op dat moment op punt van uitkomen stond. Wegens het op nul zetten van de subsidiebedragen in augustus 2006 heeft de publicatie van dat advies echter vertraging opgelopen; hoewel gedateerd september 2006 kwam het pas in februari 2007 uit.

Wanneer deze werkwijze voor kostenberekeningen wordt aangepast conform het conceptadvies MEP 2008 (Van Tilburg *et al.*, 2006) en de kosten van vergister en substraat correct worden meegenomen, worden de investeringskosten meer dan twee keer zo hoog, en ook de O&M-kosten stijgen aanzienlijk. Wanneer de andere aannames in de berekeningen worden gehandhaafd, komen de daaruit volgende basisbedragen voor (co)vergisting substantieel hoger uit dan de oorspronkelijke waarden. Deze gecorrigeerde waarden zijn opgenomen in Tabel 1 in de kolom 'SenterNovem-waarde gecorrigeerd op basis van MEP-advies 2008'. De gecorrigeerde OT's liggen ook beduidend hoger dan de inschatting voor groen gas uit maïssilage uit het SenterNovem-rapport. Dit verklaart ongeveer de helft van het kostenverschil tussen de oorspronkelijke inschatting voor het SenterNovem-rapport en het SDE-advies.

Nieuwe ontwikkelingen in de technisch-economische en financieel-economische parameters

De aannames over kosten en rendementen van groen-gassystemen die zijn gebruikt in de ECN-notitie van 2006 waren gedeeltelijk ontleend aan een studie van ECN uit 2004. De informatieverzameling voor het huidige advies heeft op een paar punten wat minder gunstige data opgeleverd omtrent kosten en rendementen van groengasproductie.

De investeringskosten van de groengasproductie zijn vergelijkbaar, gezien de verschillen in schaalgrootte tussen de systemen. Een belangrijk verschil tussen de 'gecorrigeerde' oude waarden en de nieuwe van deze studie ligt in de aannames voor energie-inhoud en kosten van de substraatmix: in dit advies zijn de substraatkosten netto 6,4 €/GJ, terwijl ze in de SenterNovem-studie op 2,4 €/GJ liggen. Dit wordt gedeeltelijk veroorzaakt door de recente ontwikkelingen in de mest- en maïsmarkten.

Bij de financieel-economische parameters is het belangrijkste verschil de elektriciteitsprijs. Aangezien groengasproductie elektriciteit verbruikt leidt een hogere inkoopprijs voor elektriciteit tot een hoger basisbedrag. Daarnaast zijn de subsidieperiode en de economische levensduur verlengd. Dit verlaagt het basisbedrag met enkele centen.

Deze veranderde aannames zijn verantwoordelijk voor de andere helft van het verschil in kosten tussen het huidige advies en de SenterNovem-studie.

A.2 Duitse studie over groengasproductie uit 2006

De uitkomsten van de berekeningen voor dit advies zijn ook vergeleken met een recente Duitse studie op het gebied van groengasproductie (Klinski *et al.*, 2006). De vergelijking richt zich alleen op de optie covergisting van mest.

De Duitse studie komt op een basisbedrag van 62,7 ct/Nm³ groen gas, of circa 20 cent lager dan de waarde voor covergisting van mest in dit advies. Uit een analyse van de aannames in de Duitse studie blijkt het volgende:

- Voor bijna de helft valt dit verschil te verklaren uit andere aannames rond de kosten en energie-inhoud van substraat: in de Duitse studie is de mest- en digestaatprijs 0 €/ton, en de maïsprijs 30 €/ton (in deze studie respectievelijk 15 en 25 €/ton). Aangezien de mestmarkten in Duitsland en Nederland fundamenteel van elkaar verschillen (het mestoverschot is door de relatief grote sector intensieve veehouderij in Nederland veel hoger dan in Duitsland) zijn zowel de Duitse als de Nederlandse aannames goed te verdedigen.
- Voor circa 30% valt het verschil te verklaren uit verschillen in financieel-economische parameters, met name de langere afschrijvingstermijn (16 jaar in plaats van 12 jaar) en de iets lagere projectrente (6% in plaats van 6,4%). Ook hier gaat het om uitgangspunten die in beide landen reëel zijn.
- Voor de resterende circa 20% valt het verschil te verklaren uit verschillen in technische parameters, waarbij opvalt dat de Duitse aannames voor het totale systeem hogere investeringskosten veronderstellen en lagere O&M-kosten; verschillen die elkaar deels weer opheffen. De hogere investeringskosten worden deels veroorzaakt door een langere aangenomen afstand tot het gasnet, wat gezien de verschillen in gasinfrastructuur tussen Nederland en Duitsland verdedigbaar is. De oorzaak van het verschil in O&M-kosten is niet geheel duidelijk, maar waarschijnlijk tweeledig. Ten eerste zijn relatief lage investeringskosten vaak gekoppeld aan hogere O&M-kosten en omgekeerd. Ten tweede heeft vergisting in Duitsland al een langere staat van dienst dan in Nederland, waardoor de O&M-kosten voor het vergistingsdeel van de installatie waarschijnlijk lager zijn. Al met al zijn de verschillen in investerings- en O&M-kosten ook redelijk verklaarbaar.