

Groen Gas

Gas van aardgaskwaliteit uit biomassa
Update van de studie uit 2004

Colofon Dit rapport is opgesteld door
Jan-Henk Welink
Mathieu Dumont
Kees Kwant

Datum januari 2007

Status Concept

Samenvatting

Inleiding

Het ministerie van Economische Zaken heeft SenterNovem gevraagd om een update te maken van de studie van groen gas uit 2004. Groen gas wordt gedefinieerd als een gasvormige energiedrager uit hernieuwbare biomassa met een kwaliteit gelijk aan de aardgaskwaliteit in het openbare net. Groen gas kan uit biogas of gas uit vergassinginstallaties worden gemaakt. Door groen gas aan het aardgasnet te leveren, kan het duurzame gas op praktisch elke gewenste plek worden ingezet voor de productie van warmte dan wel elektriciteit.

In de geschetste startnotie “Vol Gas Vooruit!” van het Platform Nieuw Gas (PNG) wordt de ontwikkeling van groen gas uit biogasproductie en vergassing als een belangrijk onderdeel gezien van de vergroening van aardgas in de energietransitie. Bij deze update ligt de nadruk op het toekomstig potentieel, aspecten voor het mogelijk stimuleren van de productie van groen gas en de bedrijfstechnische aspecten van dergelijke projecten.

Verantwoording

De onrendabele topberekeningen voor de productie van groen gas zijn in deze studie verkennend van aard. De berekeningen kunnen op dit moment niet worden gebaseerd op werkelijke projecten, maar zijn afgeleid uit projecten voor de productie van elektriciteit (en warmte). Marktconsultaties hebben niet plaatsgevonden. Het betreft een indicatieve exercitie ten behoeve van de beleidsvorming.

Potentieel

Het potentieel aan groen gas op de lange termijn (na 2010) is bijna 10% van het huidige aardgasverbruik. Dit potentieel is opgebouwd uit groen gas uit co-vergisting (techniek nu toepasbaar) met 1.500 miljoen m³ per jaar en uit groen gas uit vergassing (techniek toepasbaar over minimaal 5 jaar) met 3.500 miljoen m³ per jaar. Als de productie van groen gas in net zo'n mate wordt gestimuleerd als voorheen groene elektriciteit door de MEP, dan is een potentieel van 300 miljoen m³ per jaar (9,6 PJ/jaar) in 2010 te verwachten. Wordt het niet gestimuleerd, dan zal de productie blijven steken op het huidige niveau van 13 miljoen m³ per jaar (0,4 PJ/Jaar). De 1.500 miljoen m³ is per 2020 – 2030 te realiseren op basis van co-vergisting en na 2015 ook met vergassing van biomassa.

Kosten

Biogas kan uit verschillende bronnen komen. De volgende bronnen zijn bekeken:

1. Stortgas
2. RWZI's/AWZI's
3. GFT-vergisting
4. Mest co-vergisting met:
 - a. Reststoffen
 - b. Maïssilage

In de toekomst kan vergassing als belangrijke bron dienen voor het produceren van groen gas. Momenteel is de groei van groen gas uit biogas alleen te verwachten uit nieuwe co-vergistingprojecten. De onrendabele top van groen gas uit co-vergisting hangt af van de schaalgrootte en het materiaal dat wordt co-vergist.

De onrendabele top voor kleinschalige projecten (ca. 100 m³/h) ligt significant hoger dan van grootschalige projecten (ca. 500 tot 600 m³/h). In de laatste drie jaren is een trend waargenomen van de groei in de schaal van vergistingsinstallaties. Momenteel is de gemiddelde grootte een installatie met een productievolume van 200 m³/h. Praktijkervaringen moeten nog leren welke trend in schaalgrootte door zal zetten. De schaalgrootte van een installatie wordt niet alleen bepaald door bedrijfseconomische aspecten, maar ook door de benodigde logistiek van het aan te voeren materiaal en het af te voeren digestaat. Hierdoor is de schaalgrootte van een installatie locatiegebonden.

De verschillen in onrendabele toppen in het rapport van 2004 en dit rapport zijn voornamelijk te verklaren door de schaalgrootte van de systemen die momenteel worden verkocht (initiatiefnemers durven grote systemen aan) en door de hogere gasprijzen.

Indien gekozen wordt voor ondersteuning van een onrendabele top van 9,5 cent/kWh (circa 32 cent/m³ groen gas), iets minder dan de MEP-subsidie die voor 18 augustus gold, is co-vergisting van maïssilage en reststromen ook op kleine schaal mogelijk. Indien gekozen wordt voor ondersteuning van een onrendabele top van circa 11 €cent/m³ groen gas (omgerekend naar elektriciteit is dit 3,3 €cent/kWh) is co-vergisting van maïssilage op een in 2006 grote schaal en het co-vergisten van reststromen op een middelgrote en grote schaal financieel mogelijk. In de gevallen van opwerken van biogas uit stortplaatsen, RWZI/AWZI's en co-vergisting (zowel bij kleine als bij grote schaal en zowel bij het co-vergisten van reststoffen als maïssilage) liggen de onrendabele toppen terugerekend naar elektriciteit, in de range van 0 tot 9,7 €cent/kWh (MEP vergoeding in 2006).

Techniek

Groen gas kan momenteel uit biogas worden gemaakt met drie verschillende soorten technieken: membraantechniek, Vacuüm Pressure Swing Adsorption (VPSA) en gaswassingstechniek. In de nabije toekomst is cryogene techniek (gaskoeling) een veelbelovende goedkopere techniek. De ervaringen tot nu toe met de bedrijfstechnische aspecten van het opwerken van biogas tot groen gas zijn positief. Groen gas wordt in Nederland momenteel door 5 installaties geleverd aan het lage en midden druk aardgasnet. Beide gasnetten vallen onder het beheer van EDB's (Energie Distributie Bedrijven). Groen gas wordt nog niet geleverd aan het hoge druk net dat onder het beheer van de GasUnie valt. Door levering van groen gas aan het aardgasnet is (virtuele) levering van groen gas overal mogelijk. Hierdoor is de productie van groene warmte in principe overal mogelijk, en is het mogelijk dat consumenten groen gas kunnen afnemen voor verwarming en om op te koken.

Efficiency

Biogas kan via 4 verschillende routes worden omgezet in bruikbare duurzame energie (elektriciteit, warmte of gas):

1. Elektriciteitsproductie uit biogas
2. Warmteproductie uit biogas
3. Elektriciteit en warmteproductie uit biogas (WKK)
4. Groen gas uit biogas

Indien er warmteafzet aanwezig is op de locatie of op redelijke afstand in de buurt van de locatie dan is afzet van warmte uit een WKK of een biogasgestookte ketel efficiënter dan het opwerken van het biogas tot groen gas of het biogas omzetten in alléén elektriciteit. Als de mogelijkheid niet aanwezig is om de warmte af te zetten, dan is het opwerken van biogas tot groen gas en het leveren aan het aardgasnet efficiënter dan het biogas alléén omzetten in elektriciteit.

Van de huidige gerealiseerde stortgas- en vergistingsprojecten (ongeveer 40) is bij het slechts één locatie mogelijk gebleken om de restwarmte op locatie te benutten.

Kennis in Nederland

In Nederland is er in de laatste drie jaar de vergistingstechniek op een professioneel en hoog niveau geklommen. In Nederland is veel kennis opgebouwd over het produceren van groen gas en biogas. Dit geeft een goede uitgangspositie om groen gas systemen verder in Nederland te ontwikkelen en een exportpositie op te bouwen. Door het behouden, bundelen en verder ontwikkelen kan Nederland als aardgasland haar koppositie op het gebied van kennis over aardgas ook in de toekomst behouden, met groen gas als de duurzame opvolger.

Huidige situatie in de EU

In Europa zijn in Zweden en Zwitserland systemen gebouwd die biogas opwerken tot groen gas. In Duitsland en Oostenrijk wordt gestart met het opzetten van opwerkingssystemen. In Zwitserland wordt de productie van groen gas gestimuleerd door vrijstelling van de energiebelasting. In Duitsland vindt de stimulering plaats door de gecertificeerde verkoop en virtuele levering van groen gas aan gasgestookte elektriciteitscentrales die er duurzame elektriciteit van maken, dat wel gesubsidieerd wordt.

Aanbevelingen voor ontwikkeling van groen gas

1. Om de ontwikkeling van groen gas uit biogas een plaats in de markt te geven dient er een certificeringssysteem opgezet te worden (analoog aan de garanties van oorsprong van duurzame elektriciteit). Deze certificering is een belangrijke stap om ook in de toekomst grotere volumes van verduurzaamd aardgas te kunnen realiseren.
2. Voor de realisatie van projecten dienen de condities in de markt dusdanig te zijn dat initiatiefnemers bereid zijn om te investeren. Om groen gas op korte termijn te ontwikkelen, zal met name co-vergisting moeten worden gestimuleerd door subsidie op het groen gas te geven. Deze subsidie dekt de onrendabele top van grootschalige systemen bij 11 €cent/m³ (omgerekend naar elektriciteit 3,3 €cent/kWh) en is aanmerkelijk lager dan de tot 18 augustus geldende MEP-subsidie van 9,7 €cent/kWh. Als aan deze voorwaarde niet wordt voldaan, zal de ontwikkeling van groen gas nauwelijks tot stand komen. Het alternatief voor financiële stimulering is het verplicht stellen van de hoeveelheid groen gas in het aardgasnet, zoals vanaf 1 januari 2007 het geval zal zijn voor transportbrandstoffen, of de consument te vragen meer voor het groene gas te betalen.

Organisatorische randvoorwaarden.

Het maken van afspraken over de kwaliteit van groen gas op nationaal niveau (ontwikkeling standaarden). De overheid zou verder een stimulerende rol moeten hebben in het maken van afspraken met en tussen de EDB's over de volumes van het leveren aan het lage druk aardgasnet in dalperioden ('s zomers).

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	2
1 Inleiding.....	6
1.1 Aanleiding.....	6
1.2 Vraagstelling.....	6
1.3 Doelstelling van deze studie.....	6
1.4 Werkwijze.....	6
1.5 Leeswijzer.....	7
2 Groen gas: opwerking, voeding aan het aardgasnet en ervaringen.....	8
2.1 Groen Gas.....	8
2.2 Beschrijving van de gasopwerkingssystemen.....	8
2.3 Leveren van groen gas aan bestaand aardgasnet.....	9
2.4 Bedrijfstechische aspecten: ervaringen.....	10
2.5 Europa.....	11
3 Efficiëntie van de inzet van biogas.....	12
3.1 Inleiding.....	12
3.2 Methaanrendement.....	12
3.3 Vergelijking.....	13
3.4 Conclusie.....	16
4 Onrendabele top van enkele groen gas opties.....	17
4.1 Inleiding.....	17
4.2 Cases.....	17
4.3 Berekeningsmethodiek.....	17
4.4 Effect schaalgrootte.....	18
4.5 Kosten voeding co-vergisting.....	18
4.6 Financiële parameters.....	19
4.7 Onrendabele top.....	19
4.8 Conclusies.....	20
5 Potentieel en verwachte productie groen gas.....	22
5.1 Huidige productie en gestopte projecten.....	22
5.2 Potentieel.....	22
5.3 Verwachte productie groen gas 2010.....	25
5.4 Vergroening van aardgas: energietransitie.....	27
6 Knelpunten en randvoorwaarden voor marktontwikkelingen.....	28
6.1 Bundeling van kennis.....	28
6.2 Technische randvoorwaarden.....	28
6.3 Organisatorische randvoorwaarden.....	29
6.4 Economische randvoorwaarden.....	30
7 Conclusies.....	31
8 Aanbevelingen.....	34

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De laatste jaren wordt er gewerkt aan initiatieven om groen gas te produceren. Een recent initiatief is het opwaarderen van biogas tot aardgaskwaliteit door Biogast, wat er toe zal leiden dat al deze zomer Eneco op kleinschalig niveau duurzaam gas levert aan eindverbruikers. Het potentieel aan groen gas dat mogelijk gemaakt zou kunnen worden, is de laatste jaren ook veranderd. Met name de voorspoedige ontwikkelingen op het gebied van co-vergisting met mest zorgen voor een toename van het potentieel.

1.2 Vraagstelling

In 2004 is een studie gemaakt over groen gas. Vanwege de voorspoedige ontwikkelingen op het gebied van co-vergisting is de situatie die gold voor het rapport uit 2004 veranderd. Het ministerie van Economische Zaken heeft SenterNovem gevraagd om een update te maken van de studie over groen gas uit 2004.

1.3 Doelstelling van deze studie

De doelstelling van de update van deze studie Groen Gas is het verkrijgen van inzicht op basis van de huidige ontwikkelingen, in:

- de bedrijfstechnische aspecten van dergelijke projecten, zoals betrouwbaarheid, rendement en onderhoudsaspecten;
- aspecten voor het mogelijk stimuleren van de productie van groen gas. Hierbij hoort:
 - het verschaffen van inzicht in de economie van groen gas projecten en in de onrendabele top van de productie van groen gas
 - inzicht en uitspraak over de meest efficiënte inzet van biogas (omzetten in elektriciteit of direct invoer in het gasnet)
 - randvoorwaarden die de markt nodig heeft om tot ontwikkeling te komen (omvang van de markt en tijdsspanne).
- het toekomstige potentieel van groen gas.

Op basis van de huidige ontwikkelingen van de boven beschreven punten worden de knelpunten aangegeven en adviezen verstrekt over de stimuleringswijze.

1.4 Werkwijze

Op basis van literatuur en gesprekken met leveranciers zijn beschrijvingen gegeven van verschillende systemen die biogas opwerken tot groen gas. Van de in het rapport van 2004 beschreven projecten die momenteel biogas opwerken tot groen gas, zijn de projectleiders geïnterviewd. Om inzicht te krijgen in het afzetten van groen gas op het gasnet zijn initiatiefnemers en verschillende EDB's geïnterviewd. Met behulp van gegevens die door leveranciers verstrekt zijn, heeft ECN - met dezelfde methode die is gehanteerd bij het bepalen van de MEP-tarieven - enkele cases voor groen gas doorgerekend. De onrendabele topberekeningen zijn verkennend van aard. De berekeningen kunnen op dit moment niet worden gebaseerd op werkelijke projecten, maar zijn afgeleid uit projecten voor de productie van elektriciteit (en warmte). Marktverkenningen zijn uitgevoerd, maar uitgebreide marktconsultaties hebben niet plaatsgevonden. Het betreft een indicatieve exercitie ten behoeve van de beleidsvorming.

1.5 Leeswijzer

In deze rapportage wordt in hoofdstuk 2 ingegaan op opwerkingssystemen voor biogas, technische aspecten bij het leveren van groen gas aan het aardgasnet en de bedrijfstechnische ervaringen die initiatiefnemers hebben in Nederland en Europa. In hoofdstuk 3 wordt de productie van groen gas vergeleken met andere duurzame energieopties. ECN heeft met de methodiek die ook voor de onderbouwing van de MEP-tarieven is gehanteerd de onrendabele top van enkele opties voor de productie van groen gas berekend. Hoofdstuk 4 is een samenvatting van de berekeningen. Hoofdstuk 5 geeft een overzicht de verwachte productie in 2010 van groen gas en het potentieel na 2010. In hoofdstuk 6 wordt ingegaan op de randvoorwaarden voor marktontwikkelingen. Hoofdstuk 7 bevat conclusies en aanbevelingen.

2 Groen gas: opwerking, voeding aan het aardgasnet en ervaringen

2.1 Groen Gas

In het vorig onderzoek werd de definitie van groen gas als “*een gasvormige energiedrager uit hernieuwbare biomassa met een kwaliteit gelijk aan de aardgaskwaliteit in het openbare net*” gehanteerd. Deze definitie wordt nu nog steeds veel gebruikt. Derhalve wordt voorgesteld om de definitie te blijven gebruiken. Bij beleidsvorming zou groen gas samen met biogas of duurzaam geproduceerde synthese gas in beschouwing moeten worden genomen. Als biogas, zonder het tot aardgaskwaliteit op te werken, wordt ingezet als een duurzame brandstof in, bijvoorbeeld een industriële ketel ter vervanging van fossiel aardgas, dan wordt het ook als een duurzaam aardgas vervangende brandstof ingezet.

Groen gas kan dus elk gas zijn dat dezelfde gebruikskwaliteit heeft als aardgas, maar in samenstelling verschilt. Momenteel is het technisch mogelijk groen gas 4 verschillende soorten vergistingsprocessen te maken of via het vergassingsproces. Groen gas wordt door vergisting gemaakt door de opwaardering van biogas afkomstig van:

1. riool- of Afval Water Zuiverings Installaties (RWZI's en AWZI's),
2. stortplaatsen (gisting van organisch materiaal in de afvalstortplaats) of
3. vergistingsinstallaties die worden gevoed met GFT,
4. vergistingsinstallaties die worden gevoed met mest en andere (co-)substraten (bijvoorbeeld maïssilage).

In de toekomst kan groen gas verkregen worden door het synthese gas¹ op te werken van vergassers die biomassa als voeding hebben. Ook dit groen gas kan aan het aardgasnet worden geleverd.

Op verschillende plaatsen in Nederland wordt al biogas opgewerkt tot groen gas en aan het aardgasnet geleverd. Er zijn nog geen projecten in Nederland of Noord-West Europa waarbij opgewerkt synthese gas als groen gas aan het aardgasnet wordt geleverd. In deze studie wordt het opwerken van biogas tot groen gas en het leveren aan het aardgasnet beschouwd.

2.2 Beschrijving van de gasopwerkingssystemen

Het meeste biogas bestaat voor ongeveer uit 50 tot 65% methaan, uit 35 tot 50% kooldioxide en een kleine hoeveelheid andere stoffen als waterstofsulfide (H₂S), koolwaterstoffen en ammonia. Gronings aardgas bestaat voor 83% uit methaan, 14% uit stikstof en andere stoffen als helium en ethaan.

De opwerking van ruw biogas tot groen gas gebeurt grofweg in twee stappen. De eerste stap is de reinigingsstap waarbij de verontreinigingen (o.a. waterstofsulfide, koolwaterstoffen en ammonia) worden verwijderd. De tweede stap is het verhogen van het methaangehalte door het kooldioxide te verwijderen tot een niveau waarbij het gas dezelfde verbrandingswaarde en Wobbe-index heeft als (Gronings) aardgas. Dit betekent dat het methaan en het kooldioxide moeten worden gescheiden.

¹ Synthese gas is het brandbare gas dat vrij komt bij een vergassingsproces. Als biomassa wordt vergast, komt er naast het synthese gas asresten vrij.

Op dit moment zijn vier technieken gangbaar voor de opwerking van biogas. Het zijn de

- Membraantechnologie. Het gebruik van membranen voor gasreiniging is vrij algemeen in de (petrochemische) industrie. Methaan en kooldioxide worden gescheiden, doordat het membraan het ene molecuul 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.
- Vacuüm Pressure Swing Adsorption (VPSA). Bij deze techniek wordt gebruik gemaakt van het verschil in adsorptievermogen van methaan en kooldioxide in een vloeistof. Onder druk wordt het ruwe biogas door een adsorber geleid die het kooldioxide aan zich hecht en het methaan doorlaat. Op het moment dat de adsorber is verzadigd, begint deze kooldioxide door te laten. Dan wordt de adsorber uitgeschakeld en vacuüm gezogen waarbij het kooldioxide weer vrijkomt. Als deze adsorptiestap is voltooid, is de adsorber weer gereed voor reiniging. Tijdens de regeneratie van de adsorber wordt de ruwe biogasstroom over een andere adsorber geleid. Bij VPSA wordt het methaan vrijwel geheel benut.
- Cryogene techniek. Bij cryogene techniek wordt gebruik gemaakt van de verschillende kookpunten van methaan en kooldioxide. Door de sterkte koeling komt het kooldioxide in vaste toestand (sublimatie) en wordt methaan van een hoge zuiverheid verkregen. Het bijproduct van cryogene scheiding is het kooldioxide in vaste toestand, ook wel “droogijs” genoemd. Droogijs wordt in de industrie veelvuldig toegepast en heeft als commodity een waarde op de markt. Deze techniek bevindt zich nog in een demonstratiefase.
- Gaswassingssystemen. Deze vorm van scheidingstechniek, wordt naast gaswassing ook wel absorptie genoemd. De mate waarin gasvormige componenten over kunnen gaan naar de vloeistoffase is afhankelijk van de oplosbaarheid van deze componenten in de vloeistof. Door chemicaliën aan de wasvloeistof toe te voegen waarmee geabsorbeerde componenten worden omgezet, kan de opname van het af te scheiden moleculen worden vergroot. Kooldioxide kan voornamelijk met water worden afgescheiden, methaan kan met behulp van methanol of monoethanolamin (MEA) worden afgescheiden.

2.3 Leveren van groen gas aan bestaand aardgasnet

Groen gas wordt momenteel al geleverd aan het aardgasnet bij vier verschillende initiatieven in Nederland. Bij het leveren van groen gas aan het aardgasnet moet het opgewerkte biogas aan kwaliteitseisen voldoen. Wat betreft leveringsvolumes moet het groene gas aansluiten op het lokale aardgasnet.

Het aardgas in Nederland wordt vanuit de winningsplek of de plek van import primair vervoerd via het hoge druk net (40 bar). Het hoge druk net wordt door de GasUnie beheerd. Het aardgas wordt bij een Gas Overslag Station (GOS) overgedragen op een midden druk net (meestal 8 bar). In bepaalde gevallen zijn industrieën direct op het midden druk aangesloten. Via een regelstation wordt het aardgas overgedragen op het lage druk net (ca. 100 tot 200 millibar). Het middendruk net en het lage druk net wordt door de Energie Distributie Bedrijven (EDB's) beheerd. Momenteel is levering aan het middendruk en zeker aan het lage druk net technisch geen probleem. Omdat het lage druk net een eindvertakking is van het midden druk net, zal het in vele gevallen voorkomen dat een initiatiefnemer voor de productie van groen gas eerder in de buurt van het lage druk net zal zitten als bij het midden druk net.

Bij levering aan het lage druk net die achter het regelstation zit, kan het zomers voorkomen dat er meer kan worden geleverd dan er op die vertakking van het lage druk net wordt afgenomen. De levering van het groene gas op de lokale vertakking van het lage druk net moet aansluiten met de afname van het aardgas. Odorisering (het toevoegen van de karakteristieke geur van aardgas in verband met veiligheid) zal vrijwel altijd een voorwaarde zijn.

Bij levering van het groen gas op het aardgasnet moet het groen gas aan bepaalde kwaliteitseisen voldoen. Momenteel worden er eisen gesteld aan de Wobbe-index, het zwavelgehalte en de verbrandingswaarde van het groene gas. Het groen gas moet hierop worden gemonitord voordat het aan het aardgasnet wordt geleverd.

Voor levering aan het hoge druk net is de GasUnie vanuit Nederland bezig met het Europese project BONGO: “Biogas and Others in Natural Gas Operations”. Dit project wordt gezien als het Europese project dat de Europese aardgasindustrie voorbereid voor het omgaan met groen gas. Dit project richt zich op de specificaties van het groen gas voor opname in het hoge druk net. Het BONGO project wordt momenteel opgezet als een Europees project om het in 2007 in te dienen onder het Framework Programme 7 (FP7). Dit traject is ingezet en duurt ca. 5 jaar als het project voor de FP7 wordt geaccepteerd. Volgens de Gaswet is de GasUnie verplicht om elke aanbieder van gas toe te laten op het net. De overheid kan met de GasUnie de mogelijkheden bespreken om op korte termijn de belemmeringen van het leveren van groen gas aan het hoge druk net weg te nemen.

Momenteel bestaat er nog geen systeem dat garandeert, dat het afgenomen gas ook groen gas is. Die garantie kan met behulp van een systeem van certificaten van oorsprong worden gegeven. De registratie van groen gas certificaten zal dan moeten worden bijgehouden door een officieel aangewezen “Issuing Body”. Momenteel bestaat er al een systeem voor “groene” elektriciteit. Dit systeem kan als voorbeeld dienen voor een groen gas certificatiesysteem.

2.4 Bedrijfstechnische aspecten: ervaringen

Momenteel wordt er in Noord-West Europa op kleine schaal groen gas gemaakt en in de meeste gevallen aan het lokale aardgasnet gevoed. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de verschillende initiatieven.

Locatie	eigenaar	mln. m ³ /jaar groen gas	Jaar in gebruikname	Techniek opwerking
Nederland				
Collendoorn	Cogas Energie	0,28	1990	Membraanfilter
Nuenen	NRE/Razob	5,94	1990	Kooladsorptie/PSA
Tilburg	Spinder	2,84	1987	Water scrubber
Wijster	Essent	4,03	1989	Kooladsorptie
Beverwijk	Eneco	1,28	2006	Membraanfilter

De meeste systemen zijn 15 jaar of ouder. Deze systemen werden financieel gestimuleerd door vrijstelling van REB. De ervaringen in Nederland met de verschillende gasopwerkingsystemen zijn over het algemeen positief. De verschillende systemen werken in de meeste gevallen geheel automatisch. Het onderhoud en bemensing vormen geen probleem. De meeste systemen in Nederland zijn zo'n 15 jaar of langer in bedrijf. Cogas Energie heeft een membraansysteem in Vasse in 2000 stilgelegd, omdat het debiet van de stortplaats terug liep. Het debiet van ca. 150 m³/uur was bedrijfseconomisch te laag geworden om bij vervanging van de verouderde membranen tot een economisch haalbaar project te komen.

2.5 Europa

In Europa hebben al in Zweden en Zwitserland ontwikkelingen plaatsgevonden. In Duitsland en Oostenrijk zijn ontwikkelingen in opkomst.

In Europa valt op dat in Zweden veel biogas opwerkingsinstallaties staan. Van de 30 gasopwerkingsinstallaties zijn er 4 die het groen gas aan het net leveren. In de rest van de gasopwerkingsinstallaties wordt het gas opgewerkt tot een transportbrandstof, zoals voor taxi's (Volvo, Opel) en bussen.

In Duitsland wordt in de komende twee maanden de eerste biogas opwerkingsinstallatie geopend. Er is nog opening van een tweede installatie gepland over drie tot vier maanden. Duitsland richt zich nu ook op biogas-opwerkingsinstallaties.

In Oostenrijk heeft de belangstelling in het opwerken van biogas tot groen gas geleid tot een proefinstallatie met een doorzet van 10 m³/h.

Zwitserland heeft 6 installaties operationeel die gas leveren aan het net. Twee installaties zijn in aanbouw. De installaties leveren via het gasnet het gas (virtueel) aan voertuigen via een tankstation. Het productievolume aan groen gas per installatie ligt tussen de 50 en 120 m³/h.

3 Efficiëntie van de inzet van biogas

3.1 Inleiding

Biogas kan via 4 verschillende routes worden omgezet in bruikbare duurzame energie (elektriciteit, warmte of gas):

1. Elektriciteitsproductie met biogas
2. Warmteproductie met biogas
3. Elektriciteit en warmteproductie met biogas (WKK)
4. Groen gas uit biogas

In figuur 1 op de volgende bladzijde worden de verschillende routes voor de benutting van ruw, niet opgewerkt biogas met elkaar wat betreft efficiency vergeleken. De efficiency wordt uitgedrukt in vermeden inzet van fossiele energie. Dat is berekend voor de productie van groen gas en de inzet van biogas voor warmte/kracht, elektriciteit en warmteproductie.

3.2 Methaanrendement

Om groen gas te maken uit biogas, wordt een gedeelte van het gas afgescheiden dat nog steeds methaan (dus energie) bevat. De verhouding aan hoeveelheid methaan die bij opwerking in het groen gas komt en de totale hoeveelheid methaan in het biogas, wordt het methaanrendement genoemd. Bij gebruik van bijvoorbeeld membranen wordt 20% van het methaan niet als groen gas afgezet. Het methaanrendement is dan 80%. Het methaan dat niet in als groen gas wordt afgezet, wordt vaak gebruikt voor de opwarming van de vergistingsreactoren. Als het methaangas daarvoor niet kan worden ingezet, moet het worden afgefakkeld. Het methaan kan niet direct worden uitgestoten, omdat methaan (óók van biologische herkomst) een gas is dat broeikas effect veroorzaakt.

Om groen gas uit biogas te maken, wordt elektriciteit geconsumeerd. De hoeveelheid elektrische energie die verbruikt wordt bij de opwerking, kan ook in de vorm van het methaanrendement worden uitgerekend. Hierbij wordt aangenomen, dat voor de productie van de verbruikte elektriciteit aardgas is ingezet met een netto elektrisch rendement van 55% (rendement van een aardgas gestookte elektriciteitsinstallatie). In het geval van de productie van biogas uit vergisting wordt een gedeelte van het biogas of restgas gebruikt om vergistingsreactoren op temperatuur te houden, als er niet genoeg restgas aanwezig is. Deze hoeveelheid is ca. 15% van het geproduceerde biogas. Het restgas bij membraansystemen bevat genoeg gas voor vergistingtanks, maar het restgas bij VPSA en cryogene systemen niet.

Het elektriciteitsverbruik (uitgedrukt in methaanrendement) en het gebruik aan extra biogas voor het op temperatuur houden van de vergistingtanks in het geval van vergisting wordt, samen met het methaanrendement in deze studie het *totale methaanrendement* genoemd. Het (totale) methaanrendement van de drie systemen is in onderstaande tabel gegeven. Het totale methaanrendement is dus afhankelijk van de manier van biogasproductie. Omdat op stortplaatsen geen vergistingtanks hoeven worden warm gehouden, is daar het methaanrendement gelijk of hoger. Bij deze berekening is verder geen rekening gehouden met de elektriciteitsuitsparing voor de productie van droogijs (CO₂), het bijproduct van cryogene scheiding.

Systeem	Methaan rendement	Elektriciteitsverbruik (MJe/MJ-gas)	Verbruik biogas in het geval van vergisting	Totale methaan rendement (bij vergisting)	Totale methaan rendement
Membraan	80%	5%	0%	75%	75%
VPSA	97%	8%	12%	80%	91%
Cryogeen	96%	7%	11%	82%	89%

Op dit moment is een rendement voor groen gas tussen de 75% en de 91% in de praktijk mogelijk. De systemen die momenteel in gebruik zijn, zijn de membraan en VPSA-systemen. Het cryogene systeem bevindt zich nog in een demonstratiefase. Gelet op de verschillende varianten om groen gas te produceren, is het noemen van één rendement niet mogelijk. De rendementen van de nu bestaande gasopwerkingsinstallaties, alleen stortgasinstallaties ouder dan 10 jaar, liggen aanmerkelijk lager. Deze zijn echter niet representatief voor de huidige technische mogelijkheden.

Het is mogelijk om met membranen ook een hoog CH₄-rendement te halen. Door het proces niet in één, maar in twee stappen uit te voeren, stijgt het rendement tot 98%. De kosten stijgen daarmee wel. Van leveranciers vernemen we dat een VPSA-systeem dan financieel aantrekkelijker is.

Het methaan dat in het restgas zit en niet in het groen gas terecht komt, hoeft nog niet verloren te zijn. Het afvalgas heeft voldoende methaan om het te verbranden en de warmte te gebruiken voor het op temperatuur houden van bijvoorbeeld een vergister. Bij grotere projecten kan het afvalgas (eventueel met bijmenging van ruw biogas) worden ingezet in een gasmotor voor de productie van warmte en elektriciteit. Als het methaanhoudende restgas niet kan worden benut, dan moet het worden afgefakkeld. Het lozen van methaan, ook een broeikasgas, is immers niet toegestaan.

3.3 Vergelijking

Groen aardgas dient vergeleken te worden met de inzet van het ruwe biogas ter plekke in een ketel of gasmotor. Bij de inzet in een gasmotor is het wel of niet benutten van de geproduceerde warmte een belangrijke factor in de energiebalans. In figuur 1 worden deze opties toegelicht via stroomschema's. Met behulp van referentierendementen wordt de vermeden inzet van fossiele energie berekend. In deze vergelijking is niet de mogelijke inzet van het methaan als warmtebron meegenomen dat in de opwerking van biogas tot groen gas niet in het groen gas terecht komt. De reden hiervoor is, dat de mogelijkheden voor de toepassing van het "overgebleven" methaan per project verschillen. Dit effect kan met name bij membraansystemen (met een laag methaanrendement) significant zijn.

Uit figuur 1 blijkt dat de elektriciteitsproductie op basis van een gasmotor per MJ biogas 0,69 MJ aardgas bespaart. De inzet van biogas voor verwarming vermijdt 1,0 MJ aardgas per MJ biogas. De inzet voor warmte/kracht is energetisch de beste optie, deze bespaart 1,24 MJ aardgas per MJ biogas.

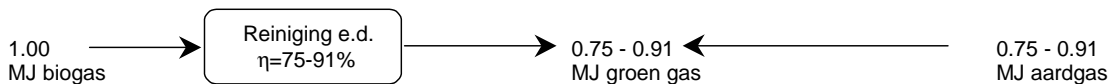
In deze vergelijking zijn de referentierendementen gebaseerd op de best beschikbare techniek. Het gaat om de vergelijking tussen nieuwe biomassa-projecten met nieuwe ketels en nieuwe elektriciteitscentrales. Indien wordt gekeken naar de huidige praktijk, dan zijn de verschillen kleiner. Met name het gemiddelde rendementen van het huidige elektriciteitspark is aanzienlijk lager dan 55%. Een lager referentierendement voor elektriciteit betekent dat de opties warmte/kracht en alleen elektriciteitsproductie beter scoren. Het gevolg is dat de optie alleen biogas voor elektriciteitsproductie ongeveer even effectief is als de productie van hernieuwbaar aardgas.

Het groen gas dat wordt ingevoerd in het gasnet, zal met praktisch dezelfde efficiency door ketels in warmte of stoom worden omgezet en door gasmotoren in elektrische energie worden omgezet. Omdat de stookwaarden en de verdere kwaliteit van groen gas en aardgas gelijk zijn, wordt in het gebruik praktisch geen verschil waargenomen.

Vergelijking groen gas met lokale benutting van het biogas

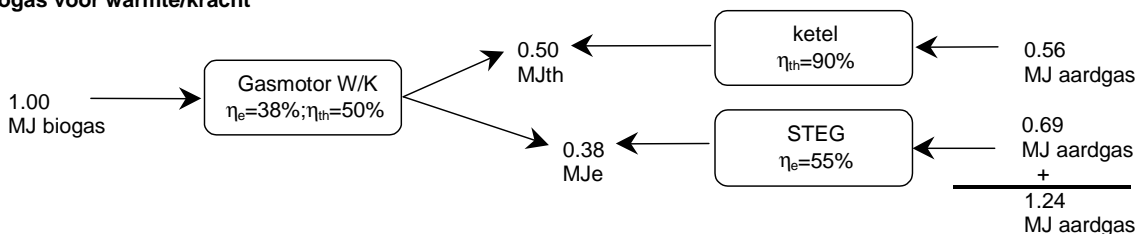
Biogas	Conversie	Groen gas productie	Vermeden fossiele energie
--------	-----------	---------------------	---------------------------

Biogas opwerken tot Groen Gas en injecteren in het gasnet

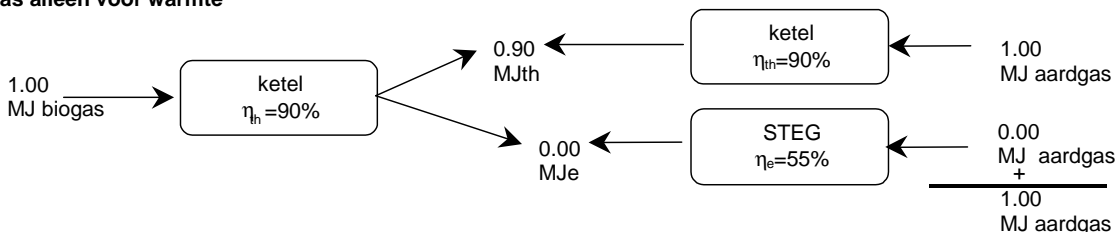


Biogas	Conversie	Finale vraag Warmte Elektriciteit	Referentie	Vermeden fossiele energie
--------	-----------	--------------------------------------	------------	---------------------------

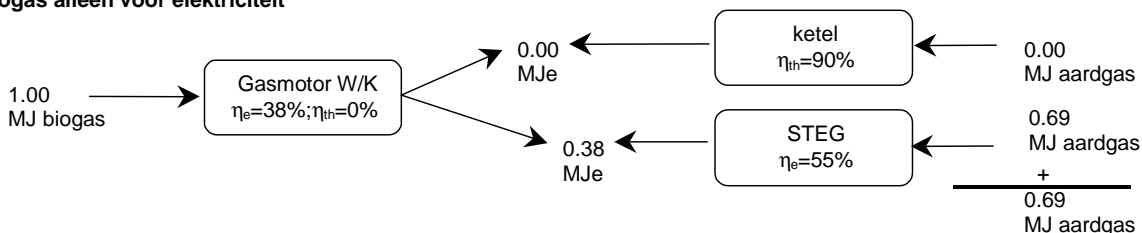
Biogas voor warmte/kracht



Biogas alleen voor warmte



Biogas alleen voor elektriciteit



η : Netto energetische efficiency: de verhouding tussen de hoeveelheid elektrische of thermische (warmte) energie en de hoeveelheid daarvoor gebruikte energie in de brandstof.

MJ: Mega-Joule. Algemene gebruikte energie-eenheid. De andere vroeger veel gebruikte energie-eenheid de calorie wordt nauwelijks nog gebruikt. 1 kiloCalorie = 4,184 MJ

MJe: Mega Joule elektrisch. Met de "e" wordt aangegeven dat het om elektrische energie gaat.

Figuur 1: De energetische effecten van groen gas in vergelijking tot andere opties voor de conversie van biomassa. Aan de linkerkant van de figuur staan de verschillende opties om biogas in elektriciteit, warmte of groen gas om te zetten. Aan de rechterkant staan de methodes om diezelfde hoeveelheid en soort energie te maken met aardgas. Op deze manier komt naar voren welke methode van omzetting het meeste aardgas uitspaart.

3.4 Conclusie

De 4 verschillende routes waarin biogas kan worden omgezet in bruikbare duurzame energie (elektriciteit, warmte of gas), kunnen qua effectiviteit als volgt worden gerangschikt:

1. Elektriciteit en warmteproductie met biogas (WKK)
2. Warmteproductie met biogas
3. Groen gas uit biogas
4. Elektriciteitsproductie met biogas

Indien warmte lokaal kan worden afgezet, is levering van warmte efficiënter dan het opwerken van groen gas voor levering aan het aardgasnet. De mogelijkheid om warmte van een vergistingsinstallatie af te zetten, is sterk afhankelijk van de locatie. Omdat warmte - voorheen in tegenstelling tot elektriciteit - niet financieel werd gestimuleerd, moeten de kosten om de warmte af te zetten beperkt blijven. De kosten voor de afzet van warmte worden het meest bepaald door de lengte van de warm water leidingen. In de praktijk mag de lengte, afhankelijk van de schaalgrootte van het project maximaal 300 tot 1000 meter zijn.

In de praktijk blijkt dat de gebieden waar stortplaatsen, RWZI/AWZI en vergistings-installaties zitten, vaak niet in de buurt (300 tot 1000 meter) liggen van locaties waar de warmte is af te zetten. Door duurzame warmte financieel te stimuleren, zou de efficiënte inzet van duurzame warmte op meerdere locaties mogelijk worden, omdat het aanleggen van langere leidingen dan wel financieel rendabel is. Vanwege de sterke afhankelijkheid van de locatie is momenteel een inschatting van het potentieel en de mogelijkheden moeilijk in te schatten.

Tot nu toe werd door alleen de stimulering van duurzame elektriciteit nauwelijks duurzame warmte afgezet. Van de 30 projecten zijn er twee te vinden waarbij de warmte ook wordt benut. Meestal gaat het om bedrijfsverwarming (stallen) of verwarming van eigen processen (bioethanolproductie), naast die van de mestvergistingsinstallatie.

Als op een locatie waar biogas vrij komt, er geen mogelijkheden zijn om de warmte af te zetten, is groen gas energetisch de beste optie. De levering van groen gas aan het gasnet is energetisch efficiënter dan de productie van elektriciteit uit biogas. Ook bij groen gas in het aardgasnet is dat (virtuele) levering van groen gas overal mogelijk. Hierdoor is de productie van duurzame elektriciteit en warmte in principe overal mogelijk, en is het mogelijk dat consumenten groen gas kunnen afnemen voor verwarming en om op te koken.

4 Onrendabele top van enkele groen gas opties.

4.1 Inleiding

Deze paragraaf geeft een samenvatting van berekeningen van ECN betreffende de onrendabele top met een doorrekening wat betreft een veel gebruikte casus. Deze berekeningen van de onrendabele top zijn een update van de berekeningen uit de studie van 2004. Er dient opgemerkt te worden dat de onrendabele topberekeningen voor de productie van groen gas verkennend van aard zijn. De berekeningen kunnen op dit moment niet worden gebaseerd op werkelijke projecten, maar zijn afgeleid uit projecten voor de productie van elektriciteit (en warmte). Marktconsultaties hebben niet plaatsgevonden. Het betreft een indicatieve exercitie ten behoeve van de beleidsvorming.

4.2 Cases

De berekeningen van de onrendabele toppen van de productie van groen gas zijn gebaseerd op een aantal referentiecasses. De volgende cases zijn bekeken:

1. Stortgas
2. RWZI's/AWZI's
3. GFT-vergisting
4. Mest co-vergisting
 - Reststoffen
 - Maïssilage
5. Vergassing (mogelijk in de toekomst)

Deze cases zijn gekozen in aansluiting op de referentiecasses van de MEP voor elektriciteit en omdat van een aantal cases daadwerkelijk projecten operationeel zijn. In deze projecten wordt biomassa omgezet in groen gas en in het gasnet geïnjecteerd.

Wat betreft de casus van het co-vergisten wordt in de ECN berekeningen ervan uitgegaan, dat de aanvoer van reststoffen om niet (€ 0 per ton) is. Voor het populair gebleken co-vergisten van maïssilage is de onrendabele top aangepast op de prijs van het maïssilage. De cases zijn op basis van gedetailleerde kostengegevens van drie leveranciers van apparatuur voor gasreiniging (Cirmac, GtS en BioGast) doorgerekend. De kosten van gasreiniging middels membranen, VPSA of cryogene techniek zijn verschillend opgebouwd. VPSA vraagt hogere investeringen en heeft hogere operationele kosten (onder andere het elektriciteitsgebruik). Membranen produceren minder groen gas, vanwege het lagere methaanrendement. De cryogene techniek lijkt kosteneffectief en heeft een hoog methaanrendement, maar verkeert nog in een demonstratiefase. De opbrengsten voor het nevenproduct koudijs (CO₂) is op nul gesteld, omdat niet kan worden aangetoond of het koudijs als nieuw product momenteel door de markt wordt geaccepteerd en binnen een redelijke afstand kan worden afgezet.

4.3 Berekeningsmethodiek

De berekeningsmethodiek voor de onrendabele toppen van groen gas projecten is gebaseerd op de berekeningsmethodiek voor de onrendabele toppen van de productie van elektriciteit. Het grootste verschil is, dat de onrendabele top van groen gasproductie uitgedrukt wordt in €/Nm³, tegen een onrendabele top in €/kWh in het geval van elektriciteitsproductie. Om de twee te vergelijken, zal er dus teruggerekend moeten worden naar een kWh prijs. Hiertoe wordt de energie-inhoud van 1 kubieke meter gas (8.8 kWh) teruggerekend naar elektriciteitsproductie. Daarvoor wordt de energie-inhoud vermenigvuldigd met een aangenomen rendement van een gasmotor van 38%. In de studie van 2004 was dit 35%. Uit huidige co-vergistingsprojecten blijkt dat de netto elektrische efficiency

van gasmotoren op dit moment hoger ligt. De hogere elektrische efficiency komt voort, naast de voortschrijdende techniek, uit het toepassen van grotere motoren in grotere vergistingsprojecten. Bij grotere motoren is de elektrische efficiency groter.

4.4 Effect schaalgrootte

Bij het bijhouden van de ontwikkelingen van co-vergistingsprojecten valt SenterNovem op dat er een schaalvergroting heeft opgetreden. Was voor een boerderijvergister in 2004 een productiecapaciteit van $100 \text{ Nm}^3/\text{h}^2$ biogas (voor elektrisch vermogen van ca. 200 kWe) de middenmaat, dan wordt dat nu als een kleine vergister gezien. Grote vergisters hebben nu (2006) een productiecapaciteit van 500 tot $600 \text{ Nm}^3/\text{h}$ biogas (voor elektrisch vermogen van ca. $1000 \text{ kWe} = 1 \text{ MWe}$). Er zijn natuurlijk nog grotere. Bij de berekening van de onrendabele toppen is de schaalgrootte van gasreiniging en van de vergistinginstallaties een belangrijk punt. De kosten voor vergistings- en gasreinigingsinstallaties zijn sterk afhankelijk van de schaalgrootte. Vergistings- en gasreinigingsinstallaties maken gebruik van een flink aantal reactoren en vaten. Een tweemaal zo groot volume betekent niet dat de kosten van een vat tweemaal zo groot worden. Bovendien is voor elke installatie allerlei hulpapparatuur, zoals compressoren, meet- en regeltechniek en dergelijke, nodig. De kosten voor deze apparatuur zijn voor kleine installaties niet veel lager.

Voor andere grote groen gas projecten zijn de kosten aanzienlijk lager dan bij kleine projecten. De referentiecases zijn afgeleid van werkelijke situaties, waarbij ook gekeken is naar bestaande schaalgroottes. Voor stortgas en RWZI's/AWZI's is uitgegaan van installaties die een grootte hebben die gelijk is aan de grote co-vergistingsinstallaties. GFT-vergisting vindt in Nederland in drie installaties plaats, elk met specifieke eigenschappen. Voor elk van deze installaties is de onrendabele top van de productie van groen gas berekend.

In Nederland bestaat momenteel één grootschalige vergassingsinstallatie die gebruikt kan worden voor de (gedeeltelijke) productie van groen gas. De voormalige Demcolec kolenvergasser in Buggenum vergast zowel kolen als biomassa. Hierdoor wordt een mengsel van duurzaam geproduceerd synthese gas en synthese gas uit kolen gemaakt. Biomassa vergassing is een optie die potentieel grootschalig toegepast zou kunnen worden voor de productie van groen gas. Daarom is gekozen voor een referentiecasse waarin aannames zijn gedaan over de grootte van de referentiecentrale, de productie van gas en de daaraan verbonden kosten.

4.5 Kosten voeding co-vergisting

Vergisting van alleen mest komt praktisch niet voor, omdat de gasopbrengst bij co-vergisting op volumebasis van de aanvoer significant hoger ligt. De casus van een mestvergistingsinstallatie met een productiecapaciteit van $30 \text{ Nm}^3/\text{h}$ biogas in 2004 is daarom in deze update niet meegenomen. In de studie van 2004 is uitgegaan van co-vergisting met bermgras. Momenteel wordt bermgras niet co-vergist, omdat de afzet van het digestaat onder een ander strenger regime valt in de mestwetgeving. De afzet is hierdoor zeer kostbaar. Er kan wel worden co-vergist met reststromen uit de VGI (Voedings- en Genotsmiddelen Industrie) die in vele gevallen tegen een poorttarief worden afgezet (de ontvanger die het materiaal vergist ontvangt dus geld voor het aannemen van het materiaal). In deze studie is uitgegaan van het ontvangen van reststromen om niet, omdat er steeds meer vraag naar reststromen is. Populair in 2005 en 2006 is het co-vergisten met maïssilage. Maïssilage wordt echter door de landbouwer geteeld en wordt dus met kosten aangeleverd. Dit beïnvloedt de onrendabele top van zulke projecten. In de aanvulling op de berekeningen van de onrendabele top is gesteld dat het

² Nm^3/h : Normaal kubieke meter per uur. Een normaal kubieke meter gas is een kubieke meter bij atmosferische druk (1 bar) en 18°C .

maïssilage € 25 per ton kost. In de onrendabele top berekeningen is uitgegaan van co-vergisting van reststroom voor € 0 per ton en maïssilage van € 25 per ton.

4.6 Financiële parameters

De financiële parameters zoals verhouding vreemd/eigen kapitaal, rente etc. zijn in lijn met de parameters zoals gebruikt ten behoeve van de onrendabele top berekeningen voor de MEP voor elektriciteit. De beleidsperiode en economische levensduur van de installaties is op tien jaar gezet. De financiële parameters vennootschapsbelasting, kostprijs elektriciteit en marktprijs gas voor 2006 verschillen met die van 2004 (zie ook onderstaande tabel).

Tabel: Financiële parameters

Parameter	Waarde 2004	Waarde 2006
Vennootschapsbelasting	34,5%	25,5%
Kostprijs elektriciteit	0,07 €ct/kWh	0,083 €ct/kWh
Marktprijs gas (commodity prijs)	0,11 €ct/m ³	0,16 €ct/m ³

De verschillen met de 2004 studie worden voornamelijk veroorzaakt door:

- De stijging van de gasprijs met 5 €ct/Nm³, waardoor de onrendabele top daalt voor alle opties.
- De onrendabele top van GFT-vergisting valt hoger uit, met name voor de Valorga case.
- Voor vergassing is een compleet nieuwe case door ECN doorgerekend. De eerste operationele installatie voor 2010 is aangenomen (onder voorwaarde van technische haalbaarheid), terwijl in de eerdere studie een “commerciële” installatie in de toekomst was beoogd.

4.7 Onrendabele top

De uitkomsten van de berekeningen zijn weergegeven in onderstaande tabel. Hierbij is uitgegaan van een bandbreedte van ongeveer 100 m³/h aan biogas voor kleine systemen en zo'n 500 à 600 m³/h voor grote systemen. De onrendabele top van groen gasproductie is uitgerekend in €/Nm³. Om te vergelijken met een onrendabele top uitgedrukt in €/kWh wordt er teruggerekend naar een kWh prijs, door voor de energie-inhoud van 1 kubieke meter gas op 8.8 kWh te stellen. Zo kan de onrendabele top vergeleken worden met de onrendabele toppen van opties om elektriciteit te produceren, zie ook paragraaf 4.3.

Tabel: De onrendabele top van groen gas opties

Onrendabele top groen gas	Onrendabele top Groen gas 2004 €/m ³	Onrendabele top Groen gas 2006 €/m ³	Onrendabele top, teruggerekend naar elektriciteit, 2006 €/kWh
1. Stortgas, groot systeem	3,5 ... 4,0	1,7 ... 3,6	0,5 ... 1,1
2. RWZI/AWZI, groot systeem	1,1 ... 1,8	-1,2 ... 1,0	-0,3 ... 0,3
3. GFT Vergisting:			
Biocel	30,9	30,2	9,0
Vagron	51,2	55,3	16,5
Valorga	28,6	37,8	11,3
4.a. Mest covergisting met gebruik van reststoffen met:			
Klein systeem	28,6	18,8 ... 19,4	5,6 ... 5,8
Groot systeem	-	-1,2 ... 1,0	-0,3 ... 0,3
4.b. Mest covergisting met gebruik van maïssilage met:			
Klein systeem	-	28,9 ... 31,7	8,6 ... 9,5
Groot systeem	-	11,1	3,3 ... 3,4
Onrendabele top elektriciteit 2006 (ter vergelijking, zoals berekend voor de MEP)	-	-	9,7

De onrendabele top voor cryogene systemen (gaskoeling) blijken lager dan de membraan- en VPSA-systemen, maar hier moet op worden aangemerkt, dat deze systemen nog in de demonstratiefase verkeren. De onrendabele top voor een vergassingsinstallatie zoals die gebouwd zou kunnen worden in 2010, is hoger dan alle ander opties.

4.8 Conclusies

Uit deze resultaten kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Bij de huidige berekeningsaannames geldt voor de productie van groen gas uit stortgas en slibvergisting (RWZI/AWZI) bij grootschalige systemen een lage of zelfs geen onrendabele top. De groei in groen gas projecten zal echter niet significant zijn.
- Groen gas productie uit GFT-vergisting is duidelijk minder aantrekkelijk. De cases zijn gebaseerd op drie in Nederland werkende projecten. De minst rendabele, de ONF-vergister Vagron, is waarschijnlijk niet representatief. De Biocel-installatie die al enkele jaren succesvol in bedrijf is, lijkt een beter voorbeeld. Deze installatie heeft een onrendabele top voor groen gas die, omgerekend naar elektriciteit, vergelijkbaar is met andere kleinschalige bio-energieopties.
- Kleinschalige productie van groen gas uit co-vergisting met kostenloze reststoffen heeft een relatief hoge onrendabele top, vanwege de relatief hoge kosten van vergisting en gasopwerking op kleine schaal. Op grotere schaal kennen vergistingsprojecten, die kostenloze reststoffen vergisten, een kleine of geen onrendabele top.

- Kleinschalige co-vergisting met maïssilage heeft een hoge onrendabele top, die echter vergelijkbaar is met die van andere kleinschalige bio-energie projecten die elektriciteit produceren. Op de grotere schaal hebben de vergistingsprojecten een lagere onrendabele top van 3 à 4 cent/kWh.
- Een mogelijke ontwikkeling van groen gas projecten is te verwachten bij co-vergisting, omdat daar groei in nieuwe projecten mogelijk is. Co-vergisting met reststof is aantrekkelijker dan maïssilage omdat maïssilage een grondstof is waarvoor (€ 25 per ton) moet worden betaald. De afzet van het digestaat van de reststof kan echter kostbaar zijn in verband met de mestwetgeving. Hierdoor is niet eenduidig aan te geven om hoeveel reststoffen het gaat. De afzet van het digestaat en de onzekerheden over de prijsontwikkelingen van verschillende reststromen maakt deze optie tot een onzekere voor het ontwikkelen van groen gas projecten.
- Indien wordt gekozen voor een onrendabele top van 11 cent/Nm³ (of terug gerekend naar elektriciteit: 3 à 4 cent/kWh) wordt grootschalige co-vergisting van maïssilage en co-vergisten van reststoffen een grote en midden grote schaal mogelijk. Indien wordt gekozen voor een onrendabele top van 9,7 cent/kWh (teruggerekend naar elektriciteit) wordt kleinschalige co-vergisting van maïssilage mogelijk.
- Opwerking met gaskoeling (cryogeen) is goedkoper dan membraan of VPSA opwerking, uitgaande van de huidige data. De gaskoelingsystemen bevinden zich echter qua technologische ontwikkeling in een demonstratiefase. Derhalve wordt in de eindconclusie niet van deze onrendabele top uitgegaan. Op korte termijn (2 tot 5 jaar) zal blijken of de kosten van de gaskoelingsystemen binnen de financiële prognoses vallen.
- De installatie voor groen gas productie via vergassing van hout is momenteel relatief duur. Het wordt algemeen aangenomen dat de kosten op termijn veel lager uitvallen door leereffecten en technologische ontwikkelingen.

5 Potentieel en verwachte productie groen gas

5.1 Huidige productie en gestopte projecten

In paragraaf 2.4 staan de vijf initiatieven genoemd die momenteel in totaal zo'n 13 miljoen m³ per jaar groen gas leveren. Vier initiatieven hebben betrekking op het opwerken van stortgas op het midden of lage druk net. Een nieuw initiatief werkt biogas van een slibvergister van een waterzuivering op tot groen gas voor het lage druk net. In Nederland zijn geen projecten die op het hoge druk net leveren. Een project in Vasse (Cogas energie) is gestopt. Men moest de membranen vervangen (regulier onderhoud). De stortplaats bevond zich echter in een eindfase waarbij minder stortgas wordt geproduceerd. Hierdoor was het project niet meer rendabel.

5.2 Potentieel

Maximum potentieel uit vergisting

Het maximum potentieel aan groen gas dat in de toekomst in het verschiet ligt (dus na 2010), wordt grotendeels bepaald door co-vergisting. Blijft het potentieel van groen gas uit stortgas door een veranderd nationaal afvalbeleid (storten liefst voorkomen) op ongeveer 15 miljoen m³ per jaar, zal die van AWZI's en RWZI's blijven steken op zo'n 4 tot 5 miljoen m³ per jaar. Op stortplaatsen en zuiveringsinstallaties is in motoren geïnvesteerd. Er zal alleen mogelijk in gasopwerkingsapparatuur worden geïnvesteerd als de motoren zijn afgeschreven.

Co-vergisting is momenteel in ontwikkeling. Co-vergisting heeft, naar onze inschatting, een realistisch maximum potentieel van 1.500 miljoen m³ groen gas per jaar³, op basis van vergistbare meststoffen die in Nederland aanwezig zijn. Dit is ca. 3% van het huidige totale aardgasverbruik in Nederland.

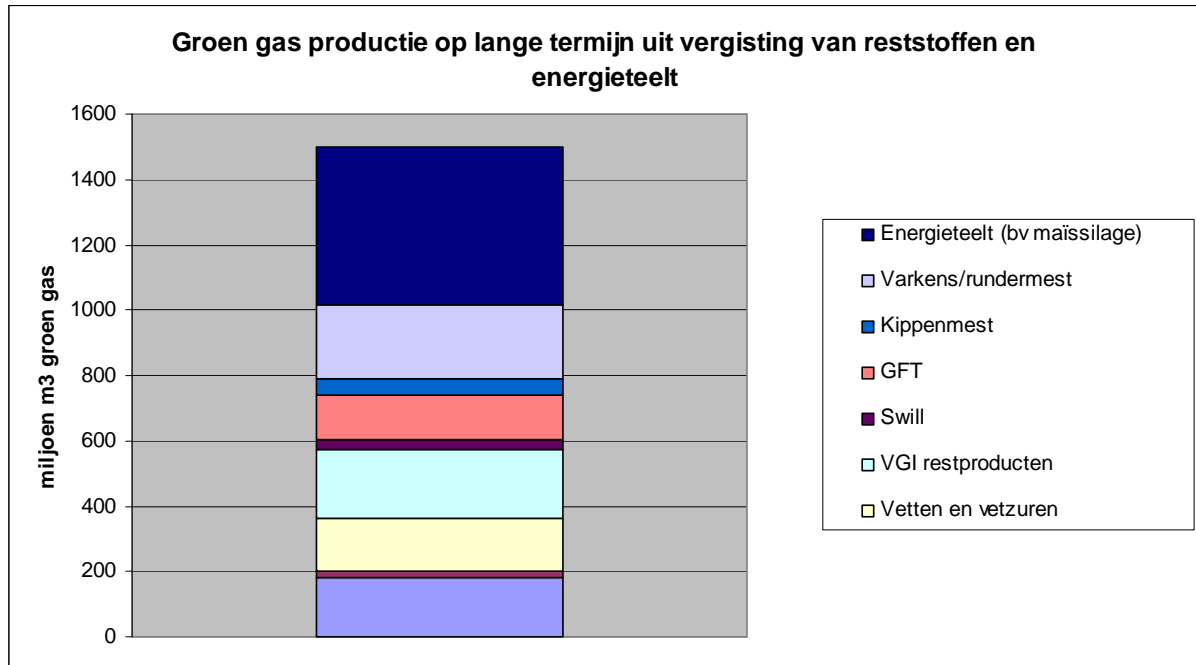
De vergistbare meststoffen kunnen dan met vergistbare reststoffen en geteelde energiegewassen worden co-vergist. Om zo efficiënt met de ruimte in Nederland om te gaan, zouden zo veel mogelijk reststoffen moeten worden vergist. Hierbij wordt dan op lange termijn gedacht aan reststoffen uit de Voedings- en Genotsmiddelen Industrie (VGI) plantaardige en dierlijke restvetten, swill (etenresten uit restaurants, kantines en de industrie), GFT, slootmaaisel en bermgras⁴. Momenteel worden GFT en bermgras gecomposteerd. Door het bermgras en GFT te vergisten wordt ongeveer dezelfde hoeveelheid compost geproduceerd. Reststoffen uit de VGI worden momenteel veel ingezet in veevoeder.

De rest van het maximale potentieel op basis van de aanwezige mest kan dan met vergistbare energiegewassen worden ingevuld. Onderstaande figuur geeft de verhouding aan van de productie van groen gas als praktisch alle reststoffen zijn ingezet. In deze schatting zal jaarlijks zo'n 3,2 miljoen ton energiegewas (bv. maïssilage) moeten worden geteeld. In hoeveelheden is dit bij een opbrengst van 35 ton maïssilage per hectare zo'n 90.000 hectare aan maïssilage.

³ Bron: "Vol Gas vooruit!", De rol van groen gas in de Nederlandse energiehuishouding", Startnotitie van de Werkgroep Groen gas i.o. en het Platform Nieuw Gas (juni 2006)

⁴ Bronnen: "De verwachte beschikbaarheid van biomassa in 2010", SenterNovem, november 2005
 "Beschikbaarheid van reststromen uit de VGI voor energieproductie", Novem, 2DEN-02.18, 2002
 website BVOR (www.bvor.nl)

In de figuur blijkt dan dat ongeveer 1/3 van de biogasproductie moet komen van energiegewas. In Duitsland wordt de het potentiaal aan biogas uit energiegewas ook geschat op 1/3 (33%)⁵, naast 2/3 uit de reststromen.



Maximum potentieel uit grootschalige vergassing

Voor de grootschalige vergassing geldt dat het Buggenum-project momenteel het enige project in de wereld is, dat in werking is. Buggenum kan ongeveer 120 miljoen m³ groen gas produceren. Er is substantiële technologische vooruitgang en ontwikkeling nodig om de groene gas productiecapaciteit van Buggenum te kunnen verhogen boven het huidige potentieel.

Er zijn momenteel plannen voor twee initiatieven:

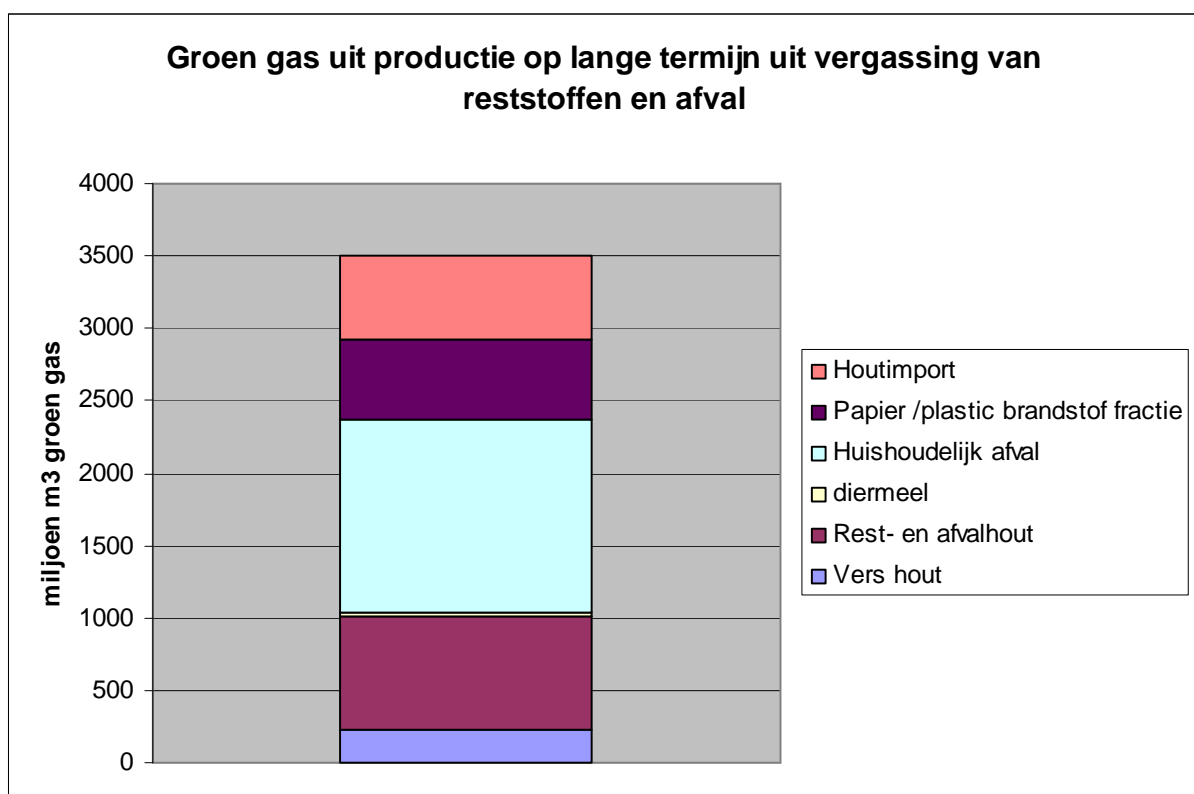
- NUON Magnum: een grootschalige vergassingsinstallatie met de techniek als toegepast in Buggenum. De geplande capaciteit van Nuon Magnum is 1200 MW multi-fuel. Deze centrale zal voor ongeveer 60% bestaan uit een kolenvergasser waarin ook biomassa vergast kan worden. Het streven voor 2010 is dat 50% biomassa meestook technisch haalbaar moet zijn. Met de huidige technologie lijkt een productievolume van 400 miljoen m³ groen gas per jaar technisch haalbaar. Als er significante technologische vooruitgang wordt geboekt, is het met substantiële investeringen theoretisch mogelijk om 1.200 miljoen m³ aan groen gas per jaar te produceren.
- Methanor. Er is een investeringsbeslissing genomen om 900.000 ton per jaar groene methanol te maken. Met zo'n fabriek kan ook synthetisch aardgas worden gemaakt. Naar verwachting zal de Delfzijlse fabriek volgend jaar beginnen te produceren op aardgas om vervolgens langzaam over te schakelen op synthesegas uit vergassers die met biomassa worden gevoed. Als de fabriek groen gas zou maken, dan zou ongeveer 750 miljoen m³ groen gas per jaar kunnen worden gemaakt.

⁵ "Studie, Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz", Klinski, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Leipzig 2006

Voor het bepalen van het potentieel na 2010 wordt van de meest gunstige situatie uitgegaan. Dit wordt geschat door het potentieel van deze drie grootschalige vergassers te nemen, uitgaande dat er een significante technologische ontwikkeling heeft plaatsgevonden op het gebied van de productie van groen gas uit vergaste biomassa. Deze ontwikkeling is te verwachten als in een eerste fase groen gas productie middels vergisting de technische en organisatorische infrastructuur voor groen gas heeft gereed gemaakt, en als er de financiële stimulans bestaat waardoor een goed en stabiel investeringsklimaat ontstaat. In dat geval mag men ervan uitgaan, dat er plaats zal zijn voor een tweede vergasser zoals de NUON Magnum. In dat geval zal er in totaal circa 3½ miljard m³ groen gas per jaar worden geproduceerd, ongeveer 7% van het totale aardgasverbruik in Nederland.

De ontwikkeling van kleinschalige vergassing maakt momenteel een belangrijke fase door. Het succes van de opstart van de vergasser in Tzum speelt een significante rol in de verdere ontwikkeling en het vertrouwen in de kleinschalige vergassingstechniek. Omdat er nog te veel onzekerheden zijn wat betreft de ontwikkeling van kleinschalige vergassing, wordt het niet meegenomen in de schatting van het maximale potentieel.

Om de 3.500 miljoen m³ groen gas per jaar te produceren, kunnen op langere termijn alle reststoffen moeten worden ingezet om kostbaardere import zo veel mogelijk te voorkomen. Als op lange termijn praktisch alle reststoffen worden ingezet, zoals vers hout, huishoudelijk afval en papier/plastic brandstof fractie dan zal de hoeveelheid te importeren hout relatief laag blijven (zie onderstaande figuur). In dit geval zal zo'n 1,7 miljoen ton hout moeten worden geïmporteerd.



Totale maximum potentieel

Het totale potentieel na 2010 wordt geschat door het potentieel van de vergisters (1.500 m³ groen gas per jaar) en de vergassers (3.500 m³ groen gas per jaar) samen te nemen, wat circa 5.000 m³ groen gas per jaar maakt. Dit is bijna bij elkaar circa 10% van het huidige totale aardgasverbruik in Nederland (3% op basis van vergisters en 7% op basis van vergassers). Hierbij moet worden opgemerkt, dat groen gas productie uit co-vergisting momenteel technisch haalbaar is. Voor de winning van groen gas met behulp van de grootschalige vergassers zal nog een ontwikkelingslag plaatsvinden. Die zal minimaal 5 jaar duren.

5.3 Verwachte productie groen gas 2010

Voor de raming van het potentieel aan ruw biogas in 2010 is de maximaal mogelijke productie van ruw biogas uit biomassa als uitgangspunt genomen. Deze hoeveelheid is geraamd middels een extrapolatie van de ontwikkeling biogasproductie bij stortplaatsen, AWZI's en RWZI's, en een inventarisatie van de bij SenterNovem bekende vergistings- en vergassingsprojecten.

Voor stortgas en slibvergisting is de verwachting dat de huidige installaties in 2010 nog steeds zullen bestaan. Het is niet de verwachting dat veel van deze projecten in de komende 6 jaar overgaan van de productie van groene elektriciteit naar groen gas, omdat in gasmotoren is geïnvesteerd. Voor nieuw stortgas en slibvergistingsprojecten wordt verondersteld dat 20% van de productie van ruw gas wordt geconverteerd naar groen gas. Aangenomen dat in 2010 maximaal 25% van deze projecten nieuwe of verbouwde installaties zijn, wordt verondersteld dat 5% van de totale productie van ruw gas wordt opgewerkt tot groen gas.

Bij co-vergisting van mest is een significante groei geconstateerd in de jaren 2004 - 2006. Een voorspelling van de ontwikkeling is gebaseerd op de extrapolatie van de groei zoals die is waargenomen in 2005 en 2006. In het geval van een hoog scenario zullen dan 90% van de projecten worden uitgevoerd. Hierbij wordt aangenomen, dat de ontwikkeling van projecten die warmte leveren zich langzaam ontwikkeld. Omdat momenteel verdere stimulering van bio-energie niet duidelijk is, wordt er uitgegaan van een "worst case" in een laag scenario. In dit geval is er geen financiële stimulering, en zal er naar verwachting geen groen gas projecten uit co-vergisting worden ontwikkeld.

Biogas kan na opwaardering ook ingezet worden als een transportbrandstof. Deze ontwikkeling is in Zweden ingezet, maar is in Nederland nog ongewis.

De bijdrage van vergassing zal in 2010 minimaal zijn. De ontwikkeling van de techniek, die het vergassen van biomassa én het opwerken van het synthesegas tot aardgaskwaliteit inhoudt, vergt nog minimaal 5 jaar vanaf nu. In een best-case scenario kunnen de eerste installaties in 2010 operationeel zijn. Voorzichtigheidshalve wordt de bijdrage op nul gesteld.

Het verlies aan gas bij het opwerken van ruw gas naar groen gas is maximaal 25%, indien het gas afkomstig is van vergisting en 10% indien het gas afkomstig is van vergassing. Dit is inclusief het gas dat benodigd zou zijn om de elektriciteit te leveren voor de opwerking.

Tabel: Hoog scenario; ontwikkeling van groen gas bij financiële stimulering.

Techniek	Maximale gasproductie 2010	Te verwachten gerealiseerde projecten	Benutting als groen gas	Maximaal verlies aan gas bij opwerken	Groen gas (SNG)
	mln. m ³ a.e./jr				mln m ³ a.e./jr
Vergisting					
Stortgas, bestaand	18,6	100%	100%	25%	14
Stortgas, geraamd	81	100%	5%	25%	3,0
AWZI	45	100%	5%	25%	1,7
RWZI	75	100%	5%	25%	2,8
Co-vergisting (mest)	347	90%	100 %	25%	249
Diverse projecten	39	90%	100%	25%	26
Vergassing grootschalig	0	100%	0%	10%	0
Vergassing kleinschalig	0		0%	10%	0
Totaal	606				297

Voor 2010 wordt er in een hoog scenario geraamd dat bijna 300 miljoen m³ groen gas jaarlijks aan het gasnet wordt geleverd. Het potentieel van groen gas uit co-vergisting alleen al is 1.500 miljoen m³. De belangrijkste onzekerheid is het percentage van het ruwe biogas dat ook daadwerkelijk als groen gas wordt benut. Dit aandeel wordt bepaald door stimulering voor groen gas productie. Als duurzame elektriciteit uit ruw gas geen financiële ondersteuning zal ontvangen (zoals bijvoorbeeld de MEP of REB) of verplichting in de afname (zoals bijvoorbeeld bij transportbrandstoffen) zal krijgen, dan zal het aandeel groen gas klein blijven (zie ook paragraaf 6.5). Naar alle waarschijnlijkheid zal het blijven steken op de huidige productie van 13 miljoen m³ groen gas, aangenomen dat deze projecten die in 2010 met hun ongeveer 20 jaar tegen hun technische levensduur lopen, dan nog operationeel zijn.

Tabel: ontwikkeling van groen gas in 2010

Techniek	Maximale gasproductie 2010	Groen gas (SNG)
Hoog scenario: met stimulering	606	297
Laag scenario: zonder stimulering	200	13
Potentieel (na 2010)	5.000	5.000

De productie van 300 miljoen m³ bij een hoog scenario komt overeen met een vermeden inzet van 9,6 PJ. Ten opzichte van de verwachte bijdrage aan kleinschalige bio-energie in 2010 (14 – 26 PJ, zie Actieplan Biomassa) is dit circa 35 tot 70%.

Voor de rest van Europa wordt in een “general overview” van de toekomst van biogas in Europa (bron J.B. Holm) wordt een Europees potentieel geschat van 770 PJ/j in 2020. In Duitsland zijn 3500 vergistingsinstallaties, en er komen elke maand ongeveer 50 installaties bij. In Duitsland is een potentieel aan biogas aanwezig van 417 PJ/j (circa 13.000 miljoen m³ per jaar equivalent aan Gronings aardgas). In Duitsland wordt binnen twee maanden de eerste biogas-opwerkingsinstallatie geopend.

5.4 Vergroening van aardgas: energietransitie

In het geschetste startnotie “Vol Gas Vooruit!” van het Platform Nieuw Gas (PNG) wordt de ontwikkeling van groen gas uit biogasproductie en vergassing als onderdeel gezien van de vergroening van aardgas in de energietransitie. Een ontwikkeling van de productie van groen gas uit biogas (de “biogasroute”) op korte termijn zal een institutioneel kader scheppen en de markt voor groen gas verder ontwikkelen. Men rekent op 1 tot 3% vervanging van de aardgasverbruik in Nederland door groen gas. Op middellange termijn zal een groot gedeelte van de aardgasvervanging door groen gas afkomstig zijn van vergassing. Deze SNG-route (Synthetic Natural Gas) zal circa 20 tot 50% van het aardgas vervangen.

6 Knelpunten en randvoorwaarden voor marktontwikkelingen

6.1 Bundeling van kennis

Zoals Frankrijk een land is dat veel ervaring heeft met kernenergie (2/3 van de Franse stroom wordt door kernenergie gemaakt) en Duitsland veel ervaring heeft met bruin- en steenkool, is Nederland een typisch “aardgasland”. Er is in Nederland uiteraard veel kennis over aardgas en aardgastransport. Nederland was een van de eerste landen die grootschalig startte met het opwerken van groen gas uit stortgas. Nederland heeft met het opwerken en leveren aan het lage en midden druk gasnet al 15 jaar ervaring opgebouwd.

De kennis en ervaring van Nederland op het gebied van groen gas opwerking en levering aan het aardgasnet is aanwezig, maar is versnipperd. De kennis kan mogelijk ook verloren gaan, omdat de meeste projecten financieel zijn afgeschreven en het de vraag nog is of de initiatiefnemers er verder mee doorgaan. Door deze kennis te bundelen, kunnen groen gas projecten beter worden ontwikkeld. Door het voldoen aan deze randvoorwaarde zal Nederland haar koppositie op het gebied van kennis over aardgas ook in de toekomst behouden, met groen gas als de duurzame opvolger. De kennis en ervaring kunnen behouden worden door nieuwe groen gas projecten te ontwikkelen en de oude projecten te behouden. Dit kan alleen met financiële ondersteuning. Als aan deze randvoorwaarde wordt voldaan, dan kan de overheid verder het bundelen van kennis stimuleren door bijvoorbeeld kennisuitwisselings-projecten.

6.2 Technische randvoorwaarden

Momenteel is het leveren van groen gas aan het hoge druk net nog te vroeg. In verband met de noviteit en de veel strengere veiligheidsregels en kwaliteitsaspecten zal dit pas kunnen plaatsvinden, nadat de GasUnie daar met haar Europese partners afspraken over heeft gemaakt. Dit zou bijvoorbeeld kunnen plaatsvinden tijdens het uitvoeren van het project BONGO: “Biogas and Others in Natural Gas Operations”. Het BONGO-project wordt momenteel getrokken door de GasUnie en opgezet als een Europees project om het in te dienen onder het Framework Programme 7 (FP7). Als het project door FP7 wordt geaccepteerd, zal dit traject 5 jaar in beslag nemen. Volgens de Gaswet is de GasUnie verplicht om elke aanbieder van gas toe te laten op het net. De overheid kan met de GasUnie de mogelijkheden bespreken om op korte termijn de belemmeringen van het leveren van groen gas aan het hoge druk net weg te nemen.

Over het leveren van groen gas op het midden en lage druk net moeten met de EDB's afspraken worden gemaakt. Bij het leveren van groen gas op het lage druk net kan dit gedeelte van het net zo klein zijn, dat in dalperioden ('s zomers) meer groen gas wordt geleverd dan wordt afgenomen. Dit kan op drie manieren worden opgelost:

1. Overleg met de EDB over welk gedeelte van het lage druk net veel gas wordt afgenomen. Op dat gedeelte kan dan worden geleverd.
2. Plaatsen van boosters (gaspompen) om het te veel aan groen gas geleverd via het regelstation te leveren aan het midden druk net dat over het algemeen veel meer afnamecapaciteit heeft. Deze oplossing is kostbaarder dan de eerste oplossing.
3. Een andere manier om netcongestie te voorkomen, is om de lage druk netten onderling te koppelen. In de regelgeving moet hiervoor wel worden vastgelegd welke bijbehorende diepte-investering door netwerkbedrijven dienen te worden gedaan.

De overheid kan met de EDB's hierover op nationaal niveau afspraken maken.

In de andere Europese landen hebben de producenten afspraken gemaakt met de lokale EDB's (Duitsland), wordt de kwaliteit aangehouden die in de nationale gaswet staat (Oostenrijk) of (in Zweden) wordt de kwaliteit aangehouden die genoemd wordt als brandstofsificatie voor voertuigmotoren (auto's, bussen). De afspraken zijn altijd bilateraal tussen de producent en de EDB of tankstations voor transportbrandstoffen.

Een andere technische randvoorwaarde waar al aan voldaan is, is de ontwikkeling en schaalvergroting van vergistingsinstallaties. Als groen gas in Nederland ontwikkeld wordt, zal dat voornamelijk in de komende jaren afkomstig zijn van vergistingsinstallaties, omdat voor het biogas uit stortplaatsen en RWZI/AWZI's als in gasmotoren is geïnvesteerd. In de laatste 3 jaar kende Nederland een relatief grote groei van vergistingsinstallaties. De acceptatie van de vergistings-techniek, Nederlandse bedrijven die vergistingsystemen leveren en onderhouden en de verdere organisatorische infrastructuur rond vergistingsystemen zijn momenteel goed ontwikkeld.

6.3 Organisatorische randvoorwaarden

Voor het leveren van groen gas aan het aardgasnet, moeten aan verschillende randvoorwaarden worden voldaan. Deze zijn:

- **Certificering.** Als groen gas wordt geleverd aan het aardgasnet, kan een andere partij (of consument) in principe virtueel groene gas afnemen. Dit is alleen mogelijk als hierover afspraken worden gemaakt. Deze afspraken kunnen uitmonden tot het uitgeven van certificaten van oorsprong door een officieel aangewezen "Issuing Body". Momenteel bestaat er al een systeem voor "groene" elektriciteit. Dit systeem kan als voorbeeld dienen voor een groen gas certificatiesysteem. Het certificatiesysteem zou op een zodanige manier kunnen worden opgezet, dat certificaten van groen gas en elektriciteit uitwisselbaar zijn. De overheid zou in dit proces een sturende en stimulerende rol moeten spelen. De randvoorwaarden waaraan certificering van groen gas moet voldoen zijn:
 - Er moet een organisatie zijn die de uitgifte van de certificaten verzorgt. Momenteel doet Certiq dit voor certificaten voor duurzame elektriciteit.
 - Er moet een algemeen geaccepteerde meetprotocol voor groen gas worden aangenomen.
 - Afstemming tussen de allocatieplannen van netwerkbedrijven en de vergunning voor nieuwe vergistingsinstallaties (de initiatiefnemers).
 - Administratieve systemen moeten worden aangepast. De systemen zijn ingericht op de levering van aardgas, niet op het ontvangst van (groen) gas.
 - Vraag en aanbod van groen gas moeten op elkaar worden afgestemd.
- **Afspraken over de kwaliteit van groen gas.** Om groen gas te leveren aan het lage en midden druk aardgasnet, moeten met de Energie Distributie Bedrijven (EDB's) en de netwerkbedrijven afspraken worden gemaakt over de kwaliteit van het groene gas. Deze afspraken kunnen bilateraal worden gemaakt tussen leverancier en EDB, waarbij een belangrijke rol is weggelegd. Een volgende stap in efficiency is het maken van afspraken van EDB's en de netwerkbedrijven op nationaal niveau. Bij het maken van bilaterale afspraken of afspraken op nationaal niveau voor het lage en midden druk aardgasnet, zouden de EDB's en de netwerkbedrijven zich kunnen richten tot de DTE, eventueel ondersteund door Gastec en Kiwa. De bewaking van de kwaliteit van het groen gas door de gasopwerkingsinstallatie zou dan beheerd kunnen worden door de EDB's. Op de huidige gasopwerkingsinstallaties zit gasbewakingsapparatuur en odoriseringsapparatuur (geven karakteristieke gasgeur). Bij het maken van afspraken over het groen gas, moeten ook afspraken worden gemaakt over de verantwoordelijkheid van de kwaliteit van groen gas, in het geval als er iets mis gaat. De overheid zou in dit proces een sturende rol moeten spelen.

6.4 Economische randvoorwaarden

De in 1990 opgestarte projecten in Nederland die groen gas produceren, vonden toen economisch steun door de REB. Deze projecten werkten biogas van stortplaatsen op. Momenteel zijn de RWZI's, AWZI's en de meeste stortplaatsen voorzien van gasmotoren die het biogas in duurzame elektriciteit omzetten. Bij stortplaatsen is de verwachting dat er niet veel meer wordt geïnvesteerd in nieuwe benuttingssystemen van het biogas, omdat de gasproductie van de stortplaatsen door het stortverbod langzaam zal teruglopen. Bij de RWZI en AWZI zal deze ontwikkeling ook langzaam veranderen, omdat eerst de investeringen moeten worden afgeschreven.

De prijs van groen gas ligt voor de bewezen gasopwerkingsystemen (VPSA en membraan) voor vergistingsinstallaties met een redelijke schaalgrootte (500 Nm³/h) 11 ¢cent/m³ boven de commodity prijs van 16 ¢cent/m³, die naar verwachting op de midden lange termijn zal gelden (ECN) als vergist wordt met maïssilage. Vergisting met maïssilage was in 2005 en 2006 (toen de MEP subsidie 9,7 ¢cent/kWh was) populair. Als er met reststromen wordt vergist, waarbij de kosten voor het aannemen van de reststroom nihil zijn, ligt de prijs van groen gas ongeveer op het niveau van de commodity prijs. In de snelle ontwikkeling van co-vergisting in 2004 tot 2006 (tot de MEP op 0,0 ¢cent/kWh was gesteld op 18 augustus j.l.) werden er meer projecten ontwikkeld waar maïssilage zou worden co-vergist dan co-vergisting van reststromen.

Met het scheppen van de technische en organisatorische randvoorwaarden zijn kosten gemoeid. Om het groen gas op het lage en midden druk net af te zetten zijn geen langdurige Europese trajecten nodig, zoals voor de afzet op het hoge druk net. Aan de technische en organisatorische randvoorwaarden wordt alleen voldaan, als aan de economische randvoorwaarden wordt voldaan. Economische randvoorwaarden zijn dus de bepalende factor voor de ontwikkeling van groen gas.

Als de productie van groen gas in Nederland gestimuleerd zal worden, zal dat middels financiële steun of middels verplichting van afname plaats kunnen vinden. In Nederland kan er stimulering plaats vinden van groen gas door het als duurzaam gas in de consumentenmarkt voor een hogere prijs te verkopen. Er kan dan een markt voor groen gas ontstaan zoals die er ook bestaat voor groene stroom. Of de hogere marktprijs voor groen gas de verdere ontwikkeling van het groen gas potentieel voldoende zal stimuleren, is nog maar de vraag.

In andere Europese landen wordt de productie van groen gas gestimuleerd door vrijstelling van belasting (Zwitserland) of door de gecertificeerde verkoop en virtuele levering van groen gas aan gasgestookte elektriciteitscentrales die er duurzame elektriciteit van maken, die wel gesubsidieerd wordt (Duitsland).

7 Conclusies

Bedrijfstechnische aspecten

In Nederland zijn vier systemen die biogas uit stortplaatsen (stortgas) opwerken tot groen gas in bedrijf sinds het begin van de jaren negentig. Uit navraag blijkt dat de bedrijfstechnische aspecten van de systemen, zoals betrouwbaarheid, rendement en onderhoud geen problemen hebben opgeleverd. Ditzelfde beeld wordt waargenomen in Zweden en Zwitserland waar dergelijke projecten al enkele jaren tot een decennium in bedrijf zijn.

Efficiency

Indien er warmteafzet aanwezig is op de locatie of op redelijke afstand in de buurt van de locatie, dan is afzet van warmte uit een WKK of een biogasgestookte ketel efficiënter dan het opwerken van het biogas tot groen gas of het biogas alléén omzetten in elektriciteit. Als de mogelijkheid niet aanwezig is om de warmte af te zetten, dan is het opwerken van biogas tot groen gas en het leveren aan het aardgasnet efficiënter dan het biogas alléén omzetten in elektriciteit.

Door duurzame warmte financieel te stimuleren, zou de efficiënte inzet van duurzame warmte op meerdere locaties mogelijk worden. Vanwege de sterke afhankelijkheid van de locatie is momenteel een inschatting van het potentieel en de mogelijkheden moeilijk in te schatten.

Onrendabele top

De onrendabele top van het produceren van groen gas uit biogas verschilt per opwerkingsysteem en per bron van biogas.

De onrendabele top ligt bij het opwerken van stortgas (groot systeem) met zo'n halve tot één cent per kWh hoger als bij het opwerken van het biogas (rioolgas) van RWZI/AWZI's. De onrendabele top schommelt bij grote systemen voor RWZI/AWZI's rond het nulpunt. Omdat er echter bij stortplaatsen, RWZI's en AWZI's al geïnvesteerd is in gasmotoren, zal hier geen sterke groei van groen gas projecten te verwachten zijn. De onrendabele top van GFT-vergisting ligt tussen de 9,0 en 16,5 cent/kWh.

Een mogelijke groei-ontwikkeling van groen gas projecten is te verwachten bij co-vergisting, omdat daar een groei in nieuwe projecten mogelijk is. De onrendabele top van het co-vergisten hangt af van de schaalgrootte en het materiaal dat wordt co-vergist. De onrendabele top voor kleinschalige projecten (ca. 100 m³/h) ligt significant hoger dan van grootschalige projecten (ca. 500 tot 600 m³/h). In de laatste drie jaren is een trend waargenomen van de groei in de schaal van vergistingsinstallaties. Momenteel is de gemiddelde grootte een installatie met een productievolume van 200 m³/h. Praktijkervaringen moeten nog leren welke trend in schaalgrootte door zal zetten.

Bij het vergisten van reststoffen op grote schaal ligt de onrendabele top rond het nulpunt. In deze studie is uitgegaan van het aannemen van reststoffen om niet (€ 0 per ton). Hierbij moet worden opgemerkt dat het gaat om een gemiddelde prijs van reststoffen. In de praktijk zijn de prijzen voor veel reststoffen stijgende. De hoeveelheid reststoffen die uiteindelijk beschikbaar zijn voor co-vergisting hangt af van de prijs die voor de reststoffen door de initiatiefnemers kan worden betaald. Voor het bij co-vergisting veel gebruikte maïssilage moet € 25 per ton worden betaald. In tegenstelling bij het co-vergisten van maïssilage, kan de afzet van het digestaat van de reststof kostbaar zijn in verband met de mestwetgeving. Het is niet eenduidig aan te geven hoeveel reststoffen, die binnen acceptabele kosten voor de afzet van het digestaat, co-vergist kunnen worden. De afzet van het digestaat en de onzekerheden over de prijsontwikkelingen van verschillende reststromen maakt deze optie tot een onzekere voor het ontwikkelen van groen gas projecten.

Indien gekozen wordt voor ondersteuning van een onrendabele top van 9,5 cent/kWh (circa 32 cent/m³ groen gas), iets minder dan de MEP-subsidie die voor 18 augustus gold, is co-vergisting van maïssilage en reststromen ook op kleine schaal mogelijk. Indien gekozen wordt voor ondersteuning van een onrendabele top van 3,3 cent/kWh (circa 11 cent/m³ groen gas) is co-vergisting van maïssilage op een grote schaal en het co-vergisten van reststromen op een middelgrote en grote schaal mogelijk. De schaalgrootte van een installatie wordt niet alleen bepaald door bedrijfseconomische aspecten, maar ook door de benodigde logistiek van het aan te voeren materiaal en het af te voeren digestaat. Hierdoor is de schaalgrootte van een installatie locatie gebonden. Voor de toekomst is het opwerken van biogas met het cryogene systeem veelbelovend, maar deze techniek bevindt zich nog in de demonstratiefase. Vergisting met maïssilage kwam in 2005 en 2006 (toen de MEP subsidie 9,7 €cent/kWh was) veel voor.

In alle gevallen van opwerken van biogas uit stortplaatsen, RWZI/AWZI's en co-vergisting liggen de onrendabele toppen teruggerekend naar elektriciteit, onder de MEP van 9,7 €cent/kWh, die voor 18 augustus gold.

Randvoorwaarden voor marktontwikkeling

De randvoorwaarden voor de marktontwikkeling zijn van technische, organisatorische en economische aard:

- *Technische randvoorwaarden.* Levering aan het lage druk aardgas net is mogelijk gelimiteerd door de geringere afname in dalperioden ('s zomers). Dan kan er meer groen gas worden geleverd dan afgenomen. Hierover kan met de EDB's afspraken worden gemaakt of er kunnen boosterpompen worden geplaatst die het gas uit het lage druk net naar het midden druk net transporteren, waar de afname van gas veel groter is. Een andere manier om netcongestie te voorkomen is om de lage druk netten onderling te koppelen. In de regelgeving moet hiervoor wel worden vastgelegd welke bijbehorende diepte-investering door netwerkbedrijven dienen te worden gedaan.
- *Organisatorische randvoorwaarden.*
 - Certificering. Als groen gas wordt geleverd aan het aardgasnet, kan een andere partij (of consument) dan virtueel groen gas afnemen. Voor het certificeringssysteem die hiervoor dient te worden opgezet, kan het certificeringssysteem voor duurzame elektriciteit als voorbeeld dienen. De overheid zou in dit proces een sturende en stimulerende rol moeten spelen.

- Afspraken over de kwaliteit van groen gas. Om groen gas te leveren aan het lage en middendruk aardgasnet moeten met de Energie Distributie Bedrijven (EDB's) en de netwerkbedrijven afspraken worden gemaakt over de kwaliteit van het groene gas. Deze afspraken kunnen bilateraal worden gemaakt tussen leverancier en EDB. Op nationaal niveau kunnen afspraken worden opgesteld door instanties als de DTE eventueel ondersteund door Gastec en Kiwa. De overheid zou in dit proces een sturende rol moeten spelen.
- *Financiële randvoorwaarden:* De onrendabele top van het produceren en opwerken van groen gas is lager dan de onrendabele top van andere kleinschalige bio-energie installaties en lager dan de voor 18 augustus geldende MEP van 9,7 ¢cent/kWh. Groen gas kan financieel worden gestimuleerd, zoals bijvoorbeeld met een regeling als de MEP of REB. Groen gas kan ook wettelijk worden gestimuleerd, door bijvoorbeeld een verplichtstelling in de afname van groen gas door EDB's, zoals bijvoorbeeld het geval is bij transportbrandstoffen in Nederland in 2007.

In Nederland is er de laatste drie jaar de acceptatie van vergistingstechniek, bedrijven die vergistingssystemen leveren en onderhouden en de verdere organisatorische randvoorwaarden op een professioneel en hoog niveau geklommen. Dit geeft een goede uitgangspositie om groen gas systemen verder in Nederland te ontwikkelen.

In Nederland is veel kennis opgebouwd met het produceren van groen gas. Door het behouden, bundelen en verder ontwikkelen kan Nederland als aardgasland haar koppositie op het gebied van kennis over aardgas ook in de toekomst behouden, met groen gas als de duurzame opvolger.

Potentieel groen gas

Het potentieel aan groen gas op de lange termijn (na 2010) is circa 5.000 miljoen m³ per jaar. Dit potentieel is opgebouwd uit groen gas:

uit co-vergisting (techniek nu toepasbaar) met 1.500 miljoen m³ per jaar en

uit vergassing (techniek toepasbaar over minimaal 5 jaar) met 3.500 miljoen m³ per jaar.

Als de productie van groen gas in gelijke mate wordt gestimuleerd als groene elektriciteit door de MEP, dan is een potentieel van 300 miljoen m³ per jaar in 2010 te verwachten. Wordt het niet gestimuleerd dan zal de productie blijven steken op 13 miljoen m³ per jaar.

8 Aanbevelingen

Voorkeur inzet biogas

Indien er warmteafzet aanwezig is op de locatie of op redelijke afstand in de buurt van de locatie dan is afzet van warmte uit een WKK of een biogasgestookte ketel efficiënter dan het opwerken van het biogas tot groen gas of het biogas alléén omzetten in elektriciteit. Als de mogelijkheid niet aanwezig is om de warmte af te zetten dan is het opwerken van biogas tot groen gas voor het leveren aan het aardgasnet efficiënter dan het biogas alléén omzetten in elektriciteit.

Aangezien momenteel locaties met benutting van warmte moeilijk zijn te identificeren, wordt aanbevolen om via groen gas tot een zo efficiënt mogelijke benutting te komen. Uitsluitend in de situatie dat ook duurzame warmte financieel wordt gestimuleerd zou de situatie kunnen ontstaan dat warmte uit biogas direct kan worden benut.

Voldoen aan randvoorwaarden voor marktontwikkeling

Om het opwerken van biogas tot groen gas ten behoeve van het leveren aan het aardgasnet te stimuleren moet aan de volgende randvoorwaarden worden voldaan:

- *Technische randvoorwaarden.* Afspraken maken met en tussen de EDB's over de volumes van het leveren aan het lage druk aardgas net in dalperioden ('s zomers). De overheid zou in dit proces een stimulerende rol moeten spelen.
- *Organisatorische randvoorwaarden.*
 - Opzetten van een certificeringssysteem voor groen gas.
 - Afspraken over de kwaliteit van groen gas op nationaal niveau.De overheid zou in deze processen een sturende en stimulerende rol moeten spelen.
- *Financiële randvoorwaarden:* Momenteel zijn bij de productie van groen gas nog kosten gemoeid. Indien gekozen wordt voor ondersteuning van een onrendabele top van 9,5 cent/kWh (circa 32 cent/m³ groen gas), iets minder dan de MEP-subsidie die voor 18 augustus gold, is co-vergisting van energiegewas (bv. maïssilage) en reststromen (ook) op kleine schaal mogelijk. Indien gekozen wordt voor ondersteuning van een onrendabele top van 3,3 cent/kWh (circa 11 cent/m³) is co-vergisting van energiegewas op een in 2006 grote schaal en het co-vergisten van reststromen op een middelgrote en grote schaal mogelijk. Om groen gas op korte termijn te ontwikkelen zal met name co-vergisting moeten worden gestimuleerd. Groen gas kan ook wettelijk worden gestimuleerd, door bijvoorbeeld een verplichtstelling in de afname van groen gas door EDB's, zoals bijvoorbeeld het geval is bij transportbrandstoffen in Nederland in 2007.