

Haalbaarheidsstudie naar mogelijkheden Groen Gas op het Nieuw Gemengd Bedrijf Horst aan de Maas

opdrachtgever: SenterNovem Utrecht
contactpersoon ir. M.H.M. Dumont
Postbus 8242
3503 RE Utrecht
tel.: 030-2393790
ref.nr. DENB086710

uitvoering: accon  avm adviseurs en accountants B.V.
Postbus 6016
5960 AA Horst
tel.: 077-4658449

contactpersonen: Ing. P.P.C.J. (Patrick) Janssen (06-55720245)
Ing. R.G.M. (Roland) van den Bogaard (06-55721310)

met input van Wageningen UR, Agrotechnology & Food Sciences Group
Dr. ir. Jan Broeze
Postbus 17, 6700 AA Wageningen
tel.: 0317-480147

versie: definitief 2
datum: 9 maart 2009

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	3
1.1 AANLEIDING	3
1.2 OPDRACHT EN VRAAGSTELLING	3
1.3 DOEL EN INDELING RAPPORTAGE	4
2. SAMENVATTING	5
3. ACHTERGRONDINFORMATIE	7
3.1 WAT IS GROEN GAS?	7
3.2 NIEUW GEMENGD BEDRIJF (NGB)	8
4. DE GROEN GAS KETEN	10
4.1 BIOGASPRODUCTIE OP NGB	10
4.2 OMZETTING BIOGAS NAAR GROEN GAS	10
4.2.1 Algemeen	10
4.2.2 Gaswassing	11
4.2.3 Membraanscheiding	11
4.2.4 Pressure swing adsorption (PSA/VP SA)	12
4.2.5 Lage druk CO ₂ absorptie (LP Coaab)	12
4.2.6 Cryogene scheiding	13
4.2.7 Gehanteerde technieken	13
4.3 INVOEDING GROEN GAS OP AARDGASNET	14
4.4 REGIONAAL NETWERK	14
5. LEVERINGEN AAN GLASTUINBOUWGEBIED	15
5.1 GLASTUINBOUWGEBIED CALIFORNIË	15
5.2 MOGELIJKE VOORDELEN VOOR GLASTUINBOUW	15
5.2.1 Groen Label Kas	15
5.2.2 Voordelen MIA en VAMIL	16
5.2.3 Voordeel regeling groenprojecten	17
5.2.4 Rekenvoorbeeld economisch voordeel Groen Label Kas	17
5.3 VISIE VANUIT GLASTUINBOUW	18
5.4 KANSEN PRODUCTSTROMEN	20
5.4.1 Levering van warmte	20
5.4.2 Levering van biogas	20
5.4.3 Levering van groen gas	21
5.4.4 Levering van CO ₂	21

6. ECONOMISCHE HAALBAARHEID	23
6.1 UITGANGSPUNTEN	23
6.2 SCENARIO 1; PRODUCTIE DUURZAME ELEKTRICITEIT	24
6.3 SCENARIO 2A; GROEN GAS VIA CRYOGEENPROCES	26
6.4 SCENARIO 2B; GROEN GAS VIA MEMBRAANSCHIEDING	27
6.5 SCENARIO 2C; GROEN GAS VIA PSA/VPSSA-TECHNIEK	28
6.6 SCENARIO 2D; GROEN GAS VIA LAGE DRUK CO ₂ -ABSORPTIE (LP COOAB).....	29
6.7 SCENARIO 3; GASLEVERING AAN GLASTUINBOUWGEBIED.....	30
6.8 SAMENVATTING SCENARIO'S	31
6.9 GEVOELIGHEIDSANALYSE	32
7. VOORWAARDEN LEVERING GROEN GAS.....	33
7.1 AANVULLENDE VOORWAARDEN RNB'S EN GTS IN CONCEPT	33
7.2 KWALITEITSBORING GROEN GAS	33
7.3 PRAKTISCHE TOEPASBAARHEID VOORWAARDEN.....	34
8. ANDERE TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN GROEN GAS	36
9. CONCLUSIES	37
9.1 ECONOMISCHE HAALBAARHEID	37
9.2 PRAKTISCHE HAALBAARHEID.....	38
9.3 GEWENST VERVOLGONDERZOEK EN RESTERENDE VRAGEN	39
10. BRONNEN	40
BIJLAGE 1 CONCEPT KWALITEITSEISEN GROEN GAS.....	41
BIJLAGE 2 MEETPROTOCOL GROEN GAS.....	42

Verantwoording

De prognoses in dit rapport zijn samengesteld aan de hand van de door betrokkenen verstrekte informatie en de daarop gebaseerde uitgangspunten. De ontvangen informatie is beperkt getoetst op consistentie en aannemelijkheid en niet verder onderzocht op juistheid en volledigheid. Wij aanvaarden dan ook geen aansprakelijkheid voor vermeende fouten in het rapport op grond van fouten of onjuistheden in de beschikbaar gestelde gegevens.

De hoofdlijnen van het onderzoek bestonden uit het analyseren en inventariseren van de ter beschikking gestelde stukken en ontvangen informatie, het voeren van gesprekken met betrokkenen, het verzamelen van informatie bij externe bronnen en het interpreteren en samenvatten van financiële en andere gegevens.

Er zijn geen werkzaamheden uitgevoerd in het kader van een controle- of beoordelingsopdracht. Aan dit rapport kan dan ook geen zekerheid worden ontleend omtrent de getrouwheid van het opgenomen cijfermateriaal, anders dan ter zake van die aspecten, zoals die door ons binnen het kader van onze opdracht zijn onderzocht en feitelijk gerapporteerd.

Op onze dienstverlening en/of andere rechtshandelingen zijn steeds de algemene voorwaarden van accon■avm van toepassing, waarin een beperking van aansprakelijkheid is opgenomen. Deze algemene voorwaarden zijn gedeponeerd bij de Kamer van Koophandel onder nummer 09114599 en zullen op eerste verzoek kosteloos worden toegezonden. Tevens kunnen de algemene voorwaarden via onze website www.acconavm.nl worden geraadpleegd.

1. INLEIDING

1.1 Aanleiding

Door bewerking kan biogas worden opgewaardeerd tot groen gas, wat in verband met duurzaamheid steeds meer in de belangstelling staat. De overheid stimuleert productie van groen gas via de SDE-regeling.

Er is behoefte aan meer visie en praktische input, om de haalbaarheid voor groen gas in de praktijk voor ondernemingen, in vergelijking met andere opties voor duurzame energie en/of elektriciteit, inzichtelijk te krijgen. Hiertoe laat SenterNovem een aantal haalbaarheidsstudies uitvoeren.

Bij de realisatie van het Nieuw Gemengd Bedrijf (NGB) in Horst aan de Maas, is een co-vergistingsinstallatie gepland, als onderdeel van de bio-energiecentrale, waarbij biogas wordt geproduceerd. Eventueel zou dit kunnen worden opgewaardeerd tot groen gas. In opdracht van SenterNovem, is deze rapportage opgesteld om de haalbaarheid van groen gas voor de situatie van het NGB nader te onderzoeken.

1.2 Opdracht en vraagstelling

De opdracht is verstrekt door SenterNovem, via de heer Mathieu Dumont, aan accon■avm agro bedrijfsadvies. Bij de uitvoering van de opdracht is door accon■avm nauw samengewerkt met de afdeling Agrotechnology & Food Sciences Group (AFSG) van Wageningen UR, via de heer Jan Broeze. AFSG heeft voornamelijk de technologische kwesties nader uitgewerkt, op basis van beschikbare kennis en informatie die vanuit literatuurstudie en gezamenlijke gesprekken met andere partijen verkregen is.

De door SenterNovem geformuleerde vragen ter beantwoording waren als volgt:

- Wat is economisch het meest interessant: duurzaam gas of elektriciteit, uitgaande van gelijke investeringen in de productie ?
- Wat zijn de verschillen in investeringskosten ?
- Welke voorwaarden zijn er om duurzaam gas te kunnen leveren aan het gasnet ? Welke kosten zijn aan deze voorwaarden verbonden ?
- Wat zijn de kosten van rechtstreekse leidingen van de bio-energiecentrale op het NGB onder de A73 door naar het glastuinbouwgebied Californië ? Zijn er wettelijke beperkingen hiervoor?
- Zijn er nog andere, economisch interessante, potentiële afnemers?
- Welke onderzoeksvragen zouden in een vervolgtraject beantwoord moeten worden?

Voor beantwoording van een deel van de vragen is detailinformatie over de opwaardeerprocessen nodig, welke alleen beschikbaar is bij de leveranciers van de procesinstallaties. Tijdens de uitvoering van de haalbaarheidsstudie, waren de leveranciers helaas onvoldoende in staat om prioriteit aan dit project besteden. Derhalve zijn andere bronnen gebruikt om de eigenschappen van de processen, inclusief kosten, te schatten.

1.3 Doel en indeling rapportage

Het doel van deze rapportage is om op een inzichtelijke wijze in kaart te brengen, welke knelpunten en mogelijkheden er zijn om in de specifieke praktijksituatie van het NGB, groen gas te produceren en af te zetten, waarbij de hiervoor geformuleerde vragen worden beantwoord.

In hoofdstuk 3 is achtergrondinformatie over groen gas en het NGB weergegeven.

Vervolgens komt in hoofdstuk 4 de groen gas keten aan de orde.

De praktische mogelijkheden van levering van productstromen aan het glastuinbouwgebied Californië zijn in hoofdstuk 5 uitgebreid belicht. De economische haalbaarheid van enkele scenario's is in hoofdstuk 6 opgenomen. Hoofdstuk 7 bevat een uiteenzetting van de voorwaarden voor levering van groen gas en de praktische toepasbaarheid van de voorwaarden. In hoofdstuk 8 zijn kort andere toepassingsmogelijkheden van groen gas beschreven. De conclusies zijn opgenomen als hoofdstuk 9, waarna de bijlagen volgen. In hoofdstuk 10 is een overzicht van een aantal geraadpleegde bronnen opgenomen, waarnaar in de tekst via de aanduiding [x] wordt verwezen.

Voorafgaand aan deze hoofdstukken is in hoofdstuk 2 een samenvatting van de haalbaarheidsstudie opgenomen.

2. SAMENVATTING

Bij de realisatie van het Nieuw Gemengd Bedrijf (NGB) in Horst aan de Maas, is een co-vergistingsinstallatie gepland, als onderdeel van de bio-energiecentrale, waarbij biogas wordt geproduceerd. In de plannen is de omzetting van dit biogas, via warmtekrachtkoppeling (WKK) in elektriciteit en warmte, voorzien. Een mogelijkheid is om het biogas niet als brandstof te gebruiken, maar op te waarderen tot aardgaskwaliteit, zogenaamd groen gas. Er is behoefte aan meer visie en praktische input, om de haalbaarheid voor groen gas in de praktijk voor ondernemingen, in vergelijking met andere opties voor duurzame energie en/of elektriciteit, inzichtelijk te krijgen. Hiertoe laat SenterNovem een aantal haalbaarheidsstudies uitvoeren. In dit kader is ook deze rapportage opgesteld, waarbij de haalbaarheid van groen gas voor de situatie van het NGB nader is onderzocht.

De gehanteerde uitgangssituatie (= referentiesituatie) is de verbranding van biogas in een WKK, waarbij elektriciteit aan het net wordt teruggeleverd. De warmte zou kunnen worden geleverd aan het nabij gelegen glastuinbouwgebied Californië. De kostprijs van biogas is per m³ dusdanig gesteld, dat de geproduceerde elektriciteit op € 0,12 per kWh uitkomt, wat aansluit bij de uitgangspunten van de SDE-regeling 2008.

Deze kostprijs voor biogas is vervolgens meegenomen bij de doorrekening van een aantal gangbare opwerkingstechnieken voor de omzetting van biogas in groen gas. Deze technieken zijn: gaswassing, membraanscheiding, adsorptie (PSA/VP SA), lage druk CO₂ absorptie (LPCooab) en cryogene scheiding.

Tevens is een scenario uitgewerkt, waarbij biogas dusdanig wordt gezuiverd, dat het rechtstreeks aan glastuinbouwbedrijven geleverd zou kunnen worden. Het verschil met de referentiesituatie is, dat de WKK-installatie niet op het NGB staat, maar op het glastuinbouwbedrijf.

Uitgaande van een referentiesituatie, waarbij de kostprijs van biogas is gebaseerd op € 0,12 per kWh elektra, volgens SDE 2008, is per methode om groen gas te produceren, op basis van de gehanteerde uitgangspunten, de kostprijs per Nm³ groen gas berekend:

- cryogene scheiding	€ 0,47 per Nm ³
- membraanscheiding	€ 0,51 per Nm ³
- VPSA	€ 0,57 per Nm ³
- LPCooab	€ 0,49 per Nm ³

Met een opbrengstprijis van € 0,44 per Nm³ groen gas zijn deze methoden niet rendabel, in vergelijking met de referentiesituatie.

De techniek die economisch gezien het meeste perspectief biedt, is de cryogene scheiding. Het rendement hiervan benadert de referentiesituatie, maar vraagt wel € 2.000.000 meer investeringen, waardoor het rendement per geïnvesteerde euro veel lager is.

Ook de rechtstreekse levering van gezuiverd biogas aan de glastuinbouw is niet rendabel.

Behalve de economische aspecten, zijn ook praktische aspecten onderzocht. De bestaande glastuinbouwbedrijven hebben hun energie- en CO₂-voorziening op orde en zullen dus geen of beperkt belangstelling hebben voor de productstromen van het NGB. Nieuwe bedrijven kunnen bij de inrichting rekening houden met eventuele producten van het NGB. Een voordeel voor de glastuinbouwbedrijven is dat ze met de input van duurzame energie gecertificeerd kunnen worden als Groen Label Kas, wat economische voordelen geeft.

Glastuinbouwondernemers stellen als prioriteit een gegarandeerde kwaliteit van de producten, daarna leveringsgaranties en tot slot kostprijsvoordelen. Bijkomend bezwaar zijn de seizoenspatronen in de glastuinbouw en een jaarrond vrij constante productie op het NGB.

In de 'Aansluit- en transportvoorwaarden Gas – RNB', als onderdeel van de gaswet, zijn kwaliteitscriteria voor gasinvoeding op het lokale aardgasdistributienet weergegeven. De regionale netbeheerders hebben aanvullende voorwaarden opgesteld. Deze zijn nader geanalyseerd. De algemene indruk is dat de voorwaarden vrij eenzijdig zijn opgesteld. Ondanks af te sluiten contracten, hebben de netbeheerders dusdanige vrijheden ingebouwd, dat er maximale zekerheid is voor de netbeheerders en de risico's geheel bij de leveranciers liggen. Dit zal ongetwijfeld blokkades oproepen bij potentiële producenten en invoeders van groen gas.

Alternatieve aanwending van groen gas, behalve invoeding, moet gezocht worden in de transportsector, middels aardgasauto's. Zoals nu voorzien, zal groen gas duurder zijn dan fossiele brandstoffen of aardgas.

De algehele conclusie uit deze haalbaarheidsstudie is, dat het met de huidige technieken nog niet rendabel is voor het NGB om groen gas te gaan produceren. Daarnaast zijn er praktische bezwaren voor de afzet van andere productstromen, zoals warmte en CO₂. De voorwaarden om op het gasnetwerk te mogen invoeden vormen ook geen stimulans om groen gas te gaan produceren.

Horst, 9 maart 2009
accon ■ avm agro bedrijfsadvies

Ing. P.P.C.J. Janssen *ab*
Senior Agrarisch Bedrijfsadviseur

3. ACHTERGRONDINFORMATIE

3.1 Wat is groen gas?

Door het vergisten van onder andere gewasresten, vloeibare reststromen en maïs, vaak in combinatie met dierlijke mest, wordt biogas geproduceerd. In de meeste gevallen wordt dit biogas via warmtekrachtkoppeling omgezet in elektriciteit en warmte. Vaak wordt daarbij de warmte niet of niet volledig gebruikt, waardoor tot 60% van de energie verloren gaat.

Biogas wijkt in twee opzichten aanzienlijk af van aardgas:

- De calorische waarde is een stuk lager dan bij aardgas doordat biogas een groot gehalte aan CO₂ bevat. Bij de opwaardering wordt CO₂ verwijderd zodat de energie-inhoud oploopt, tot deze gelijk is aan die van aardgas.
- Biogas bevat veel verontreinigingen, zoals onder andere siloxanen, organisch actief materiaal, chloor en zwavelverbindingen. Deze moeten worden verwijderd om schade door gebruik van het gas te voorkomen.

Een mogelijkheid is om het biogas niet als brandstof te gebruiken, maar op te waarderen tot aardgaskwaliteit. Groen gas is een verzamelterm voor opgewaardeerd biogas, SNG en stortgas, dat geschikt is als vervanger van aardgas. Biogas is ontstaan uit de vergisting van biomassa. SNG staat voor Synthetic Natural Gas, geproduceerd door de vergassing van biomassa of kolen. Bio-SNG is SNG, dat geproduceerd wordt uit uitsluitend biomassa. Stortgas is een product van vuilstortplaatsen, dat ontstaat door geleidelijke verrotting van het vuil.

Aangezien de definitieve eisen die gesteld worden aan groen gas nog niet zijn vastgelegd, zal in dit rapport worden uitgegaan van de conceptvoorwaarden zoals genoemd in bijlage 1..

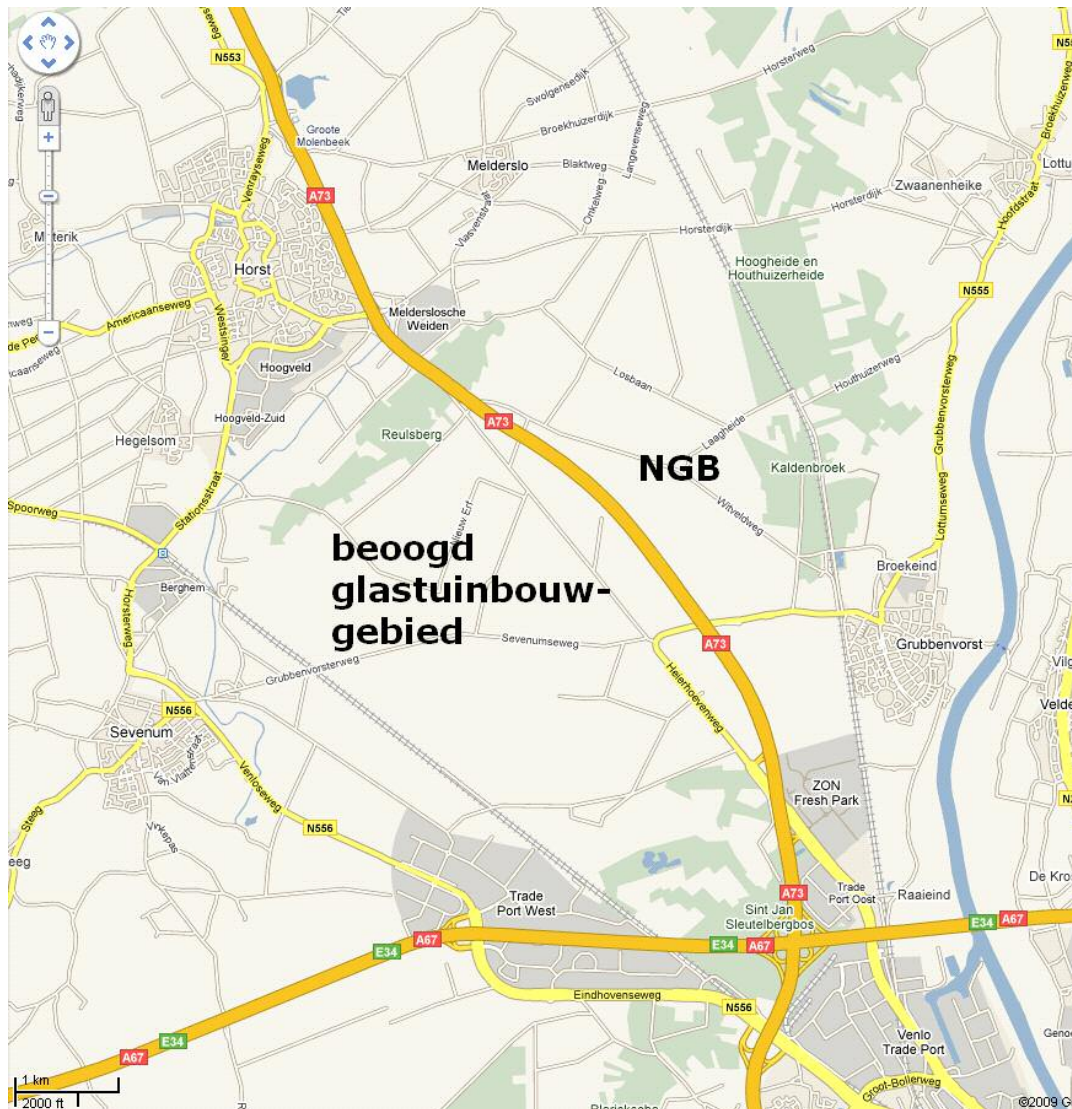
Na de opwaardering tot groen gas van aardgaskwaliteit, is het mogelijk om dit in te voeden op het aardgasnetwerk. Het groen gas kan worden gevoed;

- in kleine hoeveelheden aan het distributienet (0,1 of 0,03 bar);
- in grotere hoeveelheden aan het regionale net (8 bar);
- maar (nog) niet aan de regionale en landelijke transportnetten die worden beheerd door de gasunie.

Er zijn verschillende technologieën om biogas op te waarderen tot groen gas. In hoofdstuk 4.2 zijn deze nader beschreven.

3.2 Nieuw Gemengd Bedrijf (NGB)

Een groep agrarische ondernemers heeft plannen om in een landbouwontwikkelingsgebied (LOG Witveldweg) bij Horst aan de Maas nieuwe agrarische bedrijven te starten in geclusterde vorm onder de naam *Nieuw Gemengd Bedrijf* (NGB). In 2008 heeft de gemeenteraad de gebiedsvisie goedgekeurd. De MER procedure is gestart. De voorziene locatie is op onderstaande kaart weergegeven.



In het NGB zijn de bedrijven ruimtelijk geclusterd. Er wordt intensief samengewerkt om reststromen duurzaam te benutten en te verwerken. De kern van het initiatief zijn de samenwerkingsplannen van een varkenshouder en een pluimveehouder. In de vorm van een bio-energiecentrale (BEC) worden bijproducten van hun bedrijven verwerkt tot duurzame energie en andere waardevolle stoffen, die gedeeltelijk in de lokale omgeving kunnen worden afgezet.

Eén van de onderdelen van de BEC is een biogasinstallatie. Het geproduceerde gas is in principe geschikt voor de productie van groen gas. De installatie wordt gevoed met varkensmest en co-producten. Hierbij gaat het om co-producten zoals vermeld op de positieve lijst voor co-vergisting. Enkele kenmerken van de biogasinstallatie (schattingen):

- toevoer varkensmest: 120 000 ton/jaar
- toevoer co-substraten: 120 000 ton/jaar
- productie digestaat: 105 000 ton/jaar
- productie biogas: 14 miljoen m³ per jaar.

Volgens de bestaande plannen wordt het biogas met behulp van gasmotoren omgezet in elektriciteit en warmte. Een deel van de elektriciteit is voor eigen gebruik, zoals voor aandrijving van de BEC en voor de agrarische bedrijven. Het restant kan worden teruggeleverd aan het elektriciteitsnet. Een aanzienlijk deel van de warmte wordt op soortgelijke manier op het eigen bedrijf benut. Voor het restant worden toepassingsmogelijkheden elders onderzocht. Dit zou bijvoorbeeld levering aan het glastuinbouwgebied op enkele kilometers afstand kunnen zijn.

Voor het NGB is een conceptaanvraag voor een milieuvergunning ingediend bij de provincie Limburg, die in deze het bevoegd gezag is. In maart 2009 zal de provincie aangeven of de aanvraag compleet is. Vervolgens zal een definitieve aanvraag worden ingediend. Een MER-rapportage, uitgevoerd door Arcadis, vormt een onderdeel van de milieuvergunning. Om de ontwikkeling planologisch mogelijk te maken, zal gebruik worden gemaakt van een zogenaamd projectbesluit. De procedure hiervoor wordt naar verwachting in het derde kwartaal van 2009 in gang gezet. Dit is afhankelijk van de besluitvorming rond de zogenaamde milieuscan.

Voor een drietal andere initiatieven binnen het LOG Witveldweg zal tevens gebruik worden gemaakt van projectbesluiten. Dit betreft drie andere veehouderijen, waarvoor afzonderlijk geen MER nodig is. In opdracht van de gemeente wordt door ingenieursbureau Oranjewoud ten behoeve van onder meer de genoemde projectbesluiten, de overige ontwikkelingen in het gebied en bestaande bedrijven, een milieuscan uitgevoerd. Daarbij worden omgevingsfactoren betrokken en bekeken of de ontwikkelingen belemmerend zijn voor bestaande bedrijven in het gebied. De milieuscan is de voorloper op de plan-MER, die benodigd is voor het bestemmingsplan LOG Witveldweg.

Concreet betekent dit dus dat er een besluit-MER wordt uitgevoerd voor het NGB, waarop de milieuvergunning voor het NGB wordt gebaseerd. Daarnaast is er een plan-MER voor het gehele gebied.

4. DE GROEN GAS KETEN

4.1 Biogasproductie op NGB

Op basis van de plannen voor de inrichting en uitvoering van het NGB, gelden onderstaande richtgetallen voor de geplande productie van biogas op het NGB:

- | | |
|---|---|
| • biogasproductie | ongeveer 14 miljoen m ³ per jaar (gemiddeld 1600m ³ /uur) |
| • methaangehalte van het biogas | ongeveer 61% |
| • benodigde hoeveelheid biogas voor energievoorziening BEC en de agrarische bedrijven | 600 m ³ /uur |
| • restant beschikbaar voor groen gas | 1000 m ³ /uur |
| • globale productiemogelijkheid groen gas (afhankelijk van gekozen techniek) | 650 m ³ /uur |

Het aanbod van biogas zal licht fluctueren ten gevolge van variatie in rendement van de vergister, met incidenteel een verlaging van de productie ten gevolge van storingen. Er is geen sprake van seizoenspatronen of andere voorspelbare variaties.

4.2 Omzetting biogas naar groen gas

4.2.1 Algemeen

Het opwaarderen van biogas naar groen gas van aardgaskwaliteit gebeurt in verschillende stappen. Eerst vindt reiniging plaats, door het verwijderen van zwavelverbindingen, water en andere verontreinigingen. In de volgende fase wordt het methaangehalte verhoogd, door methaan (CH₄) en kooldioxide (CO₂) zo veel mogelijk te scheiden.

Voor de gasopwerking zijn momenteel verschillende gangbare technieken beschikbaar:

1. Gaswassing
2. Membraanscheiding
3. Adsorptie (PSA/VPSC)
4. Lage druk CO₂ absorptie
5. Cryogene scheiding

In het vervolg worden deze technieken slechts kort beschreven, aangezien het geen toegevoegde waarde heeft om een uitgebreide technische verhandeling per methode op te nemen. Per systeem worden de voor- en nadelen weergegeven. In hoofdstuk 6 komt een indicatie van de investeringskosten van de verschillende systemen en de bijbehorende variabele kosten aan de orde.

4.2.2 Gaswassing

beschrijving techniek

Aanwezige verontreinigingen en vocht in biogas kunnen grote schade opleveren in leidingen en toepassingsinstallaties. De maximale gehalten in groen gas staan genoemd in bijlage 1. Om verontreinigingen voldoende te verwijderen worden de volgende bestaande technieken toegepast:

- gasdroging door condensatie van vocht, ten gevolge van afkoeling van het gas tot een temperatuur vlak boven het vriespunt;
- verwijderen van zwavel (H_2S) en andere stoffen door een H_2S -absorberende stof (bijvoorbeeld actieve kool of een alkalische oplossing);
- afhankelijk van de mate van verontreiniging en vereiste zuiverheid kan deze combinatie van processen meerdere keren na elkaar worden toegepast.

Deze processen zijn niet uniek voor groen gas. Ze worden ook gebruikt als het biogas ter plekke wordt omgezet in elektriciteit en warmte, met bijvoorbeeld een gasmotor.

Met dit proces wordt nauwelijks of geen CO_2 verwijderd uit het biogas; het eindproduct kan dus niet gevoed worden aan het aardgasnet. Door toevoeging van chemische stoffen aan het water kan de opname van CO_2 worden verhoogd en dus wel CO_2 worden afgevangen.

voordelen

- Het is een bewezen techniek.
- Algemeen gebruikte voorstap voordat andere processen voor afscheiden van CO_2 worden toegepast.

nadelen

- Weinig efficiënt voor scheiden van CO_2 .

4.2.3 Membraanscheiding

beschrijving techniek

Deze techniek is gebaseerd op verschillen in doorlaatbaarheid van moleculen voor verschillende gassen. Deze techniek is relatief goedkoop en algemeen toegepast. In de jaren '90 zijn scheidingssystemen op basis van membranen vooral toegepast voor het opwaarderen van stortgas. Voor methaan en CO_2 is het verschil in doorlaatbaarheid echter klein, waardoor samen met het CO_2 een deel van het methaan wordt afgescheiden van het groene gas (verlies van 18%).

Dit verlies kan op verschillende manieren worden beperkt:

- door toepassing van tweestapsystemen; dit resulteert echter in een verhoogd energiegebruik;
- door het permeaatgas (het CO_2 /methaan mengsel) lokaal te benutten voor warmteproductie. Theoretisch is elektriciteitsopwekking ook mogelijk, maar dit geeft een relatief laag rendement ten gevolge van het lage methaangehalte.

Het energieverbruik bedraagt 0,14 kWh per m^3 biogas [1].

voordelen

- Eenvoudig toepasbaar.
- Relatief goedkoop.
- Bewezen technologie.
- Geschikt als er lokaal warmtebehoefte is.

nadelen

- Relatief laag rendement (0,6 m³ groen gas per m³ biogas)
- Kwaliteit membranen daalt in de tijd; deze dienen regelmatig vervangen te worden.
- Het restgas bevat nog een behoorlijke hoeveelheid methaangas (verbranding is noodzakelijk omdat het methaangas een sterk broeikasgas is).

4.2.4 Pressure swing adsorption (PSA/VP SA)

beschrijving techniek

Deze techniek is gebaseerd op verschillen in opnamevermogen van verschillende gassen in bijvoorbeeld actieve kool of zeolieten (adsorbens). De adsorbens nemen onder hoge druk water en CO₂ op, maar nauwelijks methaan. Door lagere druk kunnen de adsorbens weer worden geregenereerd. In het PSA proces verloopt dat regeneratieproces bij atmosferische druk. Om de snelheid van regeneratie te verbeteren wordt bij VP SA (Vacuüm Pressure Swing Adsorption) dat proces bij verlaagde druk uitgevoerd.

Omdat dit principe voor afscheiding van onder andere H₂S slecht werkt, wordt het gas voor de PSA/VP SA eerst gewassen, zoals bij 4.2.2. is beschreven. Dit gebeurt in een meerstapsproces omwille van de vereiste zuiverheid.

Deze techniek levert een redelijk hoog methaanrendement (verlies 2%). Het energieverbruik bedraagt voor het VP SA-proces ongeveer 0,25 kWh elektriciteit per m³ biogas.

voordelen

- Verwijdert tevens deels aanwezige N₂ en O₂.
- Veel hoger rendement dan membraanscheiding.
- Methaanrendement (97% van het methaangas komt in het groene gas terecht).
- Procesrendement (0,7 m³ groen gas per m³ biogas).

nadelen

- Hoger energieverbruik dan bij andere processen.
- Het verloren methaangas (2%) komt in het restgas terecht, waardoor het bij afblazen een relatief sterke bijdrage aan het broeikaseffect levert..

4.2.5 Lage druk CO₂ absorptie (LP Coaab)

beschrijving techniek

Deze techniek maakt, evenals de PSA/VP SA systemen, gebruik van selectieve opname van CO₂ in een andere stof. Bij LP Coaab wordt CO₂ geabsorbeerd in een vloeistof; bij PSA/VP SA in een vaste stof. Voor het verwijderen van de CO₂ uit de absorptievloeistof wordt deze verwarmd. Na deze stap wordt het gas zo nodig op druk gebracht en nogmaals ontvochtigd. Na verwijdering uit de absorptievloeistof komt CO₂ met een behoorlijk grote zuiverheid (99,5%) in gasvormige vorm beschikbaar. Dit is geschikt voor CO₂-bemesting in de glastuinbouw.

Dit proces heeft een zeer klein methaanverlies (0,1%). Het energieverbruik bedraagt 0,12 kWh elektriciteit en 0,4 kWh warmte per m³ biogas. Met warmteterugwinning kan de warmtebehoefte aanzienlijk worden gereduceerd.

voordelen

- Hoog methaanrendement.
- Vrijkomend CO₂ is van hoge zuiverheid en daarmee volgens bestaande inzichten bruikbaar in de glastuinbouw.

nadelen

- Proces vraagt ook warmte.
- Vrijkomend CO₂ is gasvormig en daardoor niet over grote afstand te transporteren.

4.2.6 Cryogene scheiding

beschrijving techniek

Bij cryogene scheiding wordt gebruik gemaakt van verschillen in condensatie- en stollingstemperatuur van verschillende stoffen. Door bevvriezing wordt CO₂ vast of vloeibaar gemaakt, waarna scheiding mogelijk is.

Na een aantal was- en ontvochtigingsstappen, uitgevoerd op een lagere temperatuur dan de hiervoor genoemde processen en met gebruik van een Soxhlet filter/katalysator, wordt het gas afgekoeld tot zeer lage temperatuur. Daarbij condenseert stikstof, wat kan worden afgescheiden. De gewonnen vloeibare CO₂ heeft een grote mate van zuiverheid (99,5%) en is toepasbaar in onder andere de glastuinbouw.

Het proces heeft een beperkt methaanverlies (minder dan 0,5%). Het energieverbruik bedraagt 0,18 à 0,24 kWh per m³ biogas. Als de vloeibare CO₂ elders wordt afgezet en dus niet beschikbaar is voor het proces, komt er nog ongeveer 0,1 kWh per m³ bij.

voordelen

- Methaanrendement tot boven 99% mogelijk.
- Vloeibare CO₂ voor hergebruik geschikt in bijvoorbeeld glastuinbouw of voedingsindustrie.

nadelen

- Investeringskosten relatief hoog.
- De techniek is weinig selectief ten aanzien van stikstofgas. Daardoor is deze niet geschikt voor stikstofrijk biogas, wat niet bezwaarlijk is voor biogas van co-vergisters op basis van mest.

4.2.7 Gehanteerde technieken

Van de hiervoor besproken technieken zijn gawassing en membraanscheiding relatief gangbare technieken, die worden aangeboden door verschillende leveranciers. Vooral in de jaren '90 zijn verschillende systemen in bedrijf genomen, voornamelijk voor stortgas.

De absorptieprocessen en de cryogene techniek zijn recenter ontwikkeld. Ze worden op de markt gezet door respectievelijk Cirmac en Gastreatment Services.

4.3 Invoeding groen gas op aardgasnet

Er wordt gesproken over 'aardgas', indien er sprake is van gas, wat gewonnen is uit aardgasvelden. Indien er sprake is van 'aardgaskwaliteit', dan wordt uitgegaan van de kwaliteit van aardgas, zoals dit door Gas Transport Services (GTS) op ieder afzonderlijk gasontvangststation wordt aangeboden voor verder transport op het gastransportnet van de netbeheerder[2].

Er is pas sprake van groen gas (zie 3.1), indien de kwaliteit overeenkomt met aardgaskwaliteit. Partijen die groen gas produceren kunnen, op grond van een overeenkomst met een regionale netbeheerder, dit groene gas invoeden op het transportnet. Deze invoeders hebben hiertoe een invoedingsinstallatie nodig, waarin zowel de productie-eenheid als opwerkingseenheid zijn opgenomen, inclusief apparatuur die is bestemd voor het vaststellen van de kwaliteit van het groen gas.

Momenteel is er nog discussie of een HEPA-filter (High Efficiency Particulate Air filter) verplicht wordt gesteld. Een HEPA-filter is een technisch hulpmiddel dat dient tot het voorkomen van de aanwezigheid van micro-organismen in groen gas. Met het oog op aansprakelijkheid voor de invoeder en de relatief beperkte kosten van naar schatting € 30.000, is het aannemelijk dat een HEPA-filter wordt opgenomen in het ontwerp.

Ook de regionale netbeheerder (RNB) heeft een meet- en regelinrichting, die bestemd is voor het vaststellen van de kwaliteit van het gas en het regelen en beveiligen van de gasdruk, inclusief eventuele apparatuur ten behoeve van een individuele invoeder.

In hoofdstuk 7 wordt nader ingegaan op de aansluit- en transportvoorwaarden voor het invoeden van groen gas op het regionale transportnet.

4.4 Regionaal netwerk

Het regionale netwerk wordt beheerd door Essent Netwerk B.V., per 1 januari 2009 onder de naam van Enexis Netwerk B.V. voortgezet. Volgens de heer Henk Berkers, accountmanager Customer Relations bij het netwerkbedrijf, gaat Enexis de komende periode de capaciteit van het elektriciteitsnetwerk vergroten, zodat het vanaf 2010 geen probleem is om 3 MW elektra per uur terug te leveren aan het netwerk.

Levering van 650 m³ groen gas per uur op het gasnet, zoals nu voorzien voor het NGB, vormt geen probleem, aangezien dit in hetzelfde gebied kan worden afgezet. Bij de levering van grotere hoeveelheden groen gas, is dynamisch netbeheer noodzakelijk.

Voor levering van groen gas gelden de algemene voorwaarden, met de opgestelde aanvullende voorwaarden voor invoeders (zie 7.1). Momenteel zijn er nog geen invoeders actief in het werkgebied van Enexis Netwerk B.V.

Het leggen van leidingen voor transport van aardgas en elektra mag alleen door de netwerkbeheerder worden uitgevoerd. Aanleggen van transportleidingen voor biogas, groen gas, warmte en CO₂ kan in principe in eigen beheer. Hiervoor is wel toestemming nodig van de gemeente en de eigenaren van de grond die doorkruist wordt. Voor rijkswegen is dit Rijkswaterstaat.

5. LEVERINGEN AAN GLASTUINBOUWGEBIED

5.1 Glastuinbouwgebied Californië

In de nabijheid, aan de andere zijde van de autosnelweg A73 ligt tuinbouwgebied Californië, wat als een van de twee glastuinbouwvestigingsgebieden van de provincie Limburg is aangemerkt. In het masterplan 'Klaverdje Vier', waarvan Californië deel uitmaakt, is een behoorlijk areaal gereserveerd voor de glastuinbouw.

Voor de ontwikkeling en exploitatie van het tuinbouwgebied Californië, zijn de activiteiten ondergebracht in een besloten vennootschap "Grondexploitatie maatschappij Californië BV". De doelstelling is om een duurzaam vestigingsgebied voor glastuinbouw te ontwikkelen. De bruto oppervlakte bedraagt 225 hectare, waarvan 170 hectare bestemd is voor glastuinbouw. De resterende oppervlakte is voor watervoorzieningen, landschappelijke invulling en infrastructuur. Medio 2009 zal er ongeveer de helft van het geplande glasareaal zijn gerealiseerd.. Dit betreft alleen teelten van glasgroenten: tomaat, komkommer en paprika.

In de haalbaarheidsstudie is de mogelijke afzet van productstromen aan het tuinbouwgebied nader onderzocht. Omdat een theoretische berekening van bijvoorbeeld warmtelevering weinig toegevoegde waarde heeft, als de afzet van de productstromen op praktische bezwaren stuit, is er uitgebreid ingegaan op de voor- en nadelen voor de glastuinbouw-bedrijven.

5.2 Mogelijke voordelen voor glastuinbouw

5.2.1 Groen Label Kas

Energie is voor de glastuinbouw een kostenpost die 20-30% van de totale kosten bedraagt. Kostenbeheersing op energiegebied is daarom een belangrijk aandachtspunt voor glastuinbouwbedrijven. Daarnaast geldt ook voor deze sector dat eisen op het gebied van duurzaamheid steeds stringenter toegepast zullen worden.

Een instrument waarmee de overheid duurzaam produceren wil stimuleren is de Groen Label Kas (GLK). Dit is een tuinbouwkas voor het bedrijfsmatig telen van tuinbouwgewassen met een lagere milieubelasting, onder andere op het gebied van energie, nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen. Via een certificatieschema, op basis van verplichte basiseisen en een puntenschema voor de uitvoering van keuzemaatregelen, kunnen tuinbouwkassen het GLK-certificaat verkrijgen. Het certificatieschema GLK wordt beheerd door SMK (Stichting Milieukeur) onder verantwoordelijkheid van het College van Deskundigen Groen Label Kas. Het schema wordt regelmatig bijgesteld op basis van praktijkervaringen en nieuwe ontwikkelingen, met als doel standaardkassen uit te sluiten en slechts een beperkt aantal nieuwbouwkassen waarin gerichte milieu-investeringen zijn toegepast, te certificeren. Op dit ogenblik is het schema GLK8-2009 van toepassing. Het GLK-certificaat is gekoppeld aan een aantal overheidsregelingen, zoals MIA, VAMIL en de Regeling groenprojecten. Deze regelingen en hun voordelen worden in de volgende paragrafen nader toegelicht.

Door keuzemaatregelen kan het benodigde aantal punten worden verzameld voor een GLK-certificaat. Binnen GLK-8 moeten bedrijven met zware stookteelt 115 punten hebben voor een certificaat (schema GLK8-2009, geldig van 1 januari 2009 tot 1 januari 2010) [3].

Er zijn diverse keuzemaatregelen, maar de belangrijkste twee, die binnen dit kader van de haalbaarheidsstudie passen, zijn:

- dekking van CO₂-vraag uit een bron buiten het bedrijf
- duurzame energie

Op basis van het aandeel duurzame energie dat op het bedrijf wordt gebruikt, worden punten toegekend. Elk procent van de energiebehoefte dat wordt gedekt met duurzame energie, wordt beloond met één punt. Het maximum aantal punten voor duurzame energie is 100. Toepassing van groen gas of warmte uit de bio-energiecentrale, wordt gezien als duurzame energie.

Bij toepassing van CO₂ van buiten het bedrijf, dus bijvoorbeeld vloeibare CO₂ van derden, geldt er 1 punt per kg CO₂ per m² kas per jaar met een maximum van 15 punten. De CO₂ mag niet afkomstig zijn van een cluster waarvan ook warmte wordt afgenomen, tenzij het gaat om de afname van restwarmte. Binnen het certificatieschema [3] wordt restwarmte als volgt gedefinieerd: *"Op dit moment zijn uitsluitend de ROCA-, de Amercentrale en Yara erkend als leverancier. Andere restwarmte leveranciers kunnen zich ter erkenning aanmelden bij het College van Deskundigen van SMK als restwarmte leverancier. Het gaat om warmte die van buiten het bedrijf wordt betrokken. Het gaat hier om afvalwarmte van industriële processen en/of elektriciteitscentrales en/of WK's van derden. Uitgesloten is warmte uit ketelinstallaties van derden én warmte opgewekt, uitsluitend ten behoeve van de verwarming van tuinbouwkassen zoals in een facilitair bedrijf of samenwerkingsverband met als doel tuinbouwbedrijven te verwarmen".*

De conclusie is derhalve, dat als een glastuinbouwbedrijf zowel CO₂ als (rest)warmte gaat afnemen, het NGB zich bij het College van Deskundigen van SMK moet laten erkennen als restwarmte leverancier, om voor de punten van de keuzemaatregel CO₂ in aanmerking te komen.

Als een glastuinbouwbedrijf voor de energievoorziening voor 100% op groen gas en groene elektriciteit draait, zijn er al 100 punten behaald. Met CO₂ van derden (max. 15 punten) en enkele andere keuzemaatregelen, is het dan eenvoudig om aan de benodigde 115 punten voor MIA/VAMIL en de regeling groenprojecten te voldoen.

5.2.2 Voordelen MIA en VAMIL

Tuinbouwkassen die het GLK-certificaat behalen, komen in aanmerking voor de overheidsregelingen MIA (Milieu-investeringsaftrek) en VAMIL (Willekeurige aftrek milieu-investeringen). Dit zijn fiscale regelingen voor ondernemers die investeren in milieuvriendelijke bedrijfsmiddelen. Beide regelingen maken gebruik van een gezamenlijke lijst, de zogenaamde Milieulijst. Op deze lijst staan alle bedrijfsmiddelen genoemd die in aanmerking komen voor MIA en/of VAMIL. De Milieulijst wordt jaarlijks herzien.

De MIA biedt ondernemers die investeren in milieuvriendelijke bedrijfsmiddelen een extra belastingaftrek. Het percentage van de aftrek bedraagt 15 tot 40% en is afhankelijk van de milieueffecten en de gangbaarheid van het bedrijfsmiddel. Het voordeel per bedrijfsmiddel is in de Milieulijst door middel van een lettercode weergegeven. Voor Groen Label Kassen is het aftrekpercentage in 2008 bepaald op 30% van de in aanmerking komende investeringen. De milieulijst voor 2009 wordt naar verwachting pas in maart 2009 in de Staatcourant gepubliceerd; mogelijke wijzigingen ten opzichte van 2008 zijn derhalve nog niet bekend.

De VAMIL biedt een liquiditeits- en rentevoordeel. Ondernemers die VAMIL voor een bedrijfsmiddel toepassen mogen dit bedrijfsmiddel willekeurig ofwel vrij afschrijven. De lettercode bij het bedrijfsmiddel in de Milieulijst bepaalt of VAMIL toegepast kan worden. Voor kassen biedt VAMIL nog een voordeel. Bedrijfsgebouwen mogen namelijk maar tot 50% van de WOZ-waarde worden afgeschreven. Een uitzondering vormen bedrijfsgebouwen waarvoor VAMIL van toepassing is; deze mogen vanaf 2009 voor 100% worden afgeschreven.

5.2.3 Voordeel regeling groenprojecten

De Regeling groenprojecten is in het leven geroepen om projecten te stimuleren die een positief effect op het milieu hebben. De overheid stimuleert deze projecten onder meer door de financiering van 'groenprojecten' aantrekkelijk te maken. Doordat de overheid een belastingvoordeel geeft aan 'groene' spaarders en beleggers kan de bank een lening met een lager rentetarief verstrekken voor een duurzaam gebouwde woning, een windturbinepark of een biologisch landbouwbedrijf. Ook tuinbouwbedrijven met een GLK-certificaat komen voor een lager rentetarief in aanmerking. Afhankelijk van marktontwikkelingen bieden banken 0,3 tot 1,0% rentevoordeel aan.

5.2.4 Rekenvoorbeeld economisch voordeel Groen Label Kas

Er is een rekenvoorbeeld opgenomen, van het economisch voordeel wat een glastuinbouwbedrijf zou kunnen behalen met een Groen Label Kas. Dit is uiteraard zeer indicatief, omdat fiscale voordelen altijd bedrijfsspecifiek zijn.

Indien een glastuinbouwbedrijf wordt gebouwd van 10 hectare glas, volledig ingericht voor een glasgroenteteelt (tomaat, paprika of komkommer), zal dit een investering vergen van ongeveer € 10.000.000 (exclusief grond). Niet alle investeringen komen in aanmerking voor genoemde regelingen. Bij de MIA/VAMIL-regeling komen de kas, teelttechnische en klimaattechnische voorzieningen in de kas wel in aanmerking, maar assimilatiebelichting, bedrijfsruimte, scherminstallaties en voorzieningen voor het opslaan of produceren van CO₂, elektriciteit of warmte, niet [4]. Globaal zou dit betekenen dat van de investeringen ongeveer de helft in aanmerking komt. De MIA-af trek bedraagt 30%, wat dus neerkomt op 30% van € 5.000.000 ofwel € 1.500.000. Dit bedrag mag dan met toekomstige bedrijfswinsten worden verrekend. Bij een fiscale belastingdruk van 25% is het nettovoordeel derhalve € 375.000.

Tevens mag een bedrag van € 5.000.000 willekeurig worden afgeschreven, wat liquiditeitswinsten oplevert. Een exact bedrag is hiervoor moeilijk te berekenen.

Via de regeling groenprojecten kan een rentekorting worden bedongen bij de banken. Het investeringsbedrag wat hiervoor in aanmerking komt, betreft alle bedrijfsmiddelen die nodig zijn om het product te telen. Dit zijn dus niet alle investeringen, maar wel meer dan bij de MIA/VAMIL-regeling.

Als er € 7.000.000 als groene investeringen wordt aangemerkt en het rentevoordeel is 0,5%, dan is het geldelijke voordeel gemiddeld: $\frac{1}{2} \times € 7.000.000 \times 0,5\% = € 17.500$ per jaar. Bij een looptijd van 10 jaar, is dit dus € 175.000 over de gehele looptijd. Hier is geen rekening gehouden met de contante waarde over de looptijd, maar anderzijds is er ook nog een liquiditeitsvoordeel omdat in de eerste jaren de rentelasten hoger zijn en er dus in de eerste jaren meer voordeel is van een rentekorting.

Globaal kan gesteld worden dat een bedrijf van 10 hectare glas met het GLK-certificaat een totaalvoordeel kan behalen van meer dan € 500.000. Uiteraard moet hierbij nog rekening worden gehouden met eventuele extra investeringen om aan de certificatie-eisen te kunnen voldoen.

5.3 VISIE VANUIT GLASTUINBOUW

In hoofdstuk 6 zijn een aantal scenario's doorerekend op basis van bepaalde uitgangspunten. Theoretisch zou het binnen een scenario rendabel kunnen zijn om bepaalde producten te leveren aan het glastuinbouwgebied, maar als dit scenario op praktische bezwaren zou stuiten, dan is de levensvatbaarheid van het idee minimaal.

In het kader van de haalbaarheidsstudie is ook de mening gevraagd van een drietal ondernemers die reeds actief zijn op een glastuinbouwbedrijf in Californië, waarbij de volgende vragen zijn voorgelegd:

- Het NGB kan warmte, CO₂, biogas en/of groen gas leveren. Welke van deze producten zou interessant zijn in de huidige bedrijfssituatie ?
- Welke van deze producten zijn interessant bij een eventuele bedrijfsuitbreiding ?
- Waar zou een nieuwvestiger interesse in hebben ?
- Welke voordelen zouden er te behalen moeten zijn ?
- Wil je als individuele ondernemer afspraken maken met het NGB of heeft het de voorkeur als dit via een centrale organisatie verloopt (bijvoorbeeld een centrale energievoorziening Californië) ?
- Welke eisen/voorwaarden stel je als ondernemer in de glastuinbouw aan de te leveren producten ?

De reacties en visies van de ondernemers zijn in onderdeel 5.4 per productstroom nader uitgewerkt. De gevestigde ondernemers hebben hun bedrijf dusdanig ingericht dat er sprake is van een optimale energie- en CO₂-voorziening. Bij de start van Californië is er gesproken over het oprichten van een centrale energievoorziening. Het probleem was dat dit niet rendabel was, zonder voldoende bedrijven die energie wilden afnemen. Anderzijds wilden een aantal ondernemers van start gaan met hun bedrijf en konden daarom niet wachten op de centrale energievoorziening. Vandaar dat elk bedrijf heeft gezorgd voor individuele voorzieningen.

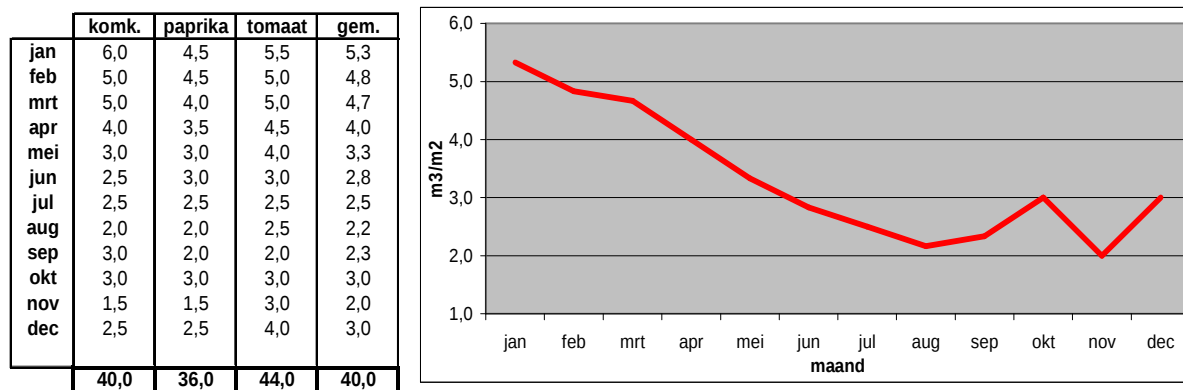
De voorwaarden die gesteld worden door de glastuinbouwondernemers zijn, in volgorde van afnemende prioriteit:

1. Kwaliteit van de producten moet aan normen voldoen en gegarandeerd zijn.
2. Leveringsbetrouwbaarheid, zowel qua hoeveelheden als tijdstippen.
3. Verlaging kostprijs.

Voor de glastuinders is de kwaliteitsgarantie van de door het NGB te leveren producten de belangrijkste voorwaarde. Indien dit niet zo is, zal men geen belangstelling hebben voor de producten. De tuinbouwteelten zijn zeer gevoelig voor gewasschade bij onzuivere producten, zoals onzuiverheden bij CO₂ dosering of vrijkomende gassen bij verbranding van gassen.

Vervolgens moeten er leveringsgaranties zijn. Bijvoorbeeld warmte of groen gas, moeten geleverd kunnen worden op die momenten dat er ook warmtebehoefte is op de bedrijven. In onderstaande tabel is ter indicatie de warmtebehoefte van de belangrijkste groentegewassen weergegeven in Nm³ aardgasequivalenten per m² per maand.

Warmtebehoefte glasgroenteteelten in Nm³ gas per m² per maand (bron: KWIN Glastuinbouw [5])



Uiteraard kan het warmteprofiel per bedrijf sterk verschillen. Het dal in november wordt veroorzaakt door het feit dat in die maand de meeste bedrijven een teeltwisseling hebben. Voor een individueel bedrijf kan dit echter ook een maand later plaatsvinden, of juist veel eerder, omdat sprake is van een belichte teelt, die reeds in oktober start. De behoefte aan CO₂ is in de zomer het hoogst, omdat er dan meer licht is, waardoor gewassen meer CO₂ opnemen en er door afluchting van warmte ook het meeste CO₂-verlies via de luchtramen plaatsvindt.

Als de kwaliteit en de levering van de producten gegarandeerd is, zal de glastuinbouw-ondernemer een economische afweging maken op basis van kostprijs. Vervolgens willen de ondernemers eventueel overeenkomsten afsluiten met het NGB, waarin prijzen maar ook afnameverplichtingen en leveringsverplichtingen worden vastgelegd.

Een bijkomend voordeel van toepassing van producten van het NGB is imagoverbetering van de glastuinbouw in verband met toepassing van duurzame energieoplossingen.

5.4 KANSEN PRODUCTSTROMEN

5.4.1 Levering van warmte

De afname van warmte wordt door de glastuinbouwondernemers als minst aannemelijk genoemd. Voor de bestaande bedrijven in Californië geldt dat ze hun energievoorziening via warmtekrachtkoppeling (WKK's), ketelvoorzieningen en warmtebuffers, dusdanig op orde hebben, dat ze tegen een concurrerende kostprijs kunnen telen.

Voor de afname van restwarmte van het NGB zullen leidingen naar de individuele bedrijven gelegd moeten worden en zijn investeringen in koppelingen op het glastuinbouwbedrijf nodig.

Verder zal het aanbod van warmte vanuit het NGB op jaarbasis vrij constant zijn, terwijl de warmtebehoefte op de bedrijven een duidelijk seizoenspatroon kent.

Voor nieuwe of uitbreidende bedrijven in Californië zou restwarmte wel een optie kunnen zijn. De levering van warmte door het NGB zou een basis kunnen vormen voor het glastuinbouwbedrijf, dat dit afhankelijk van warmtebehoefte en warmteaanbod kan aanvullen met eigen voorzieningen. Deze voorzieningen kunnen dan een kleinere capaciteit krijgen en dus lagere investeringskosten vragen, in vergelijking met de aanschaf van installaties die geheel zelfvoorzienend moeten zijn.

Leveringszekerheid van warmte vanuit het NGB is dan wel vereist, om op bepaalde momenten geen warmtetekorten te hebben vanwege te weinig eigen capaciteit. Dit zal met name spelen tijdens extreme koudeperiodes.

De afstand tussen het NGB en de afnemer van warmte moet zo klein mogelijk zijn.

Indien alle biogas bij het NGB via WKK's wordt omgezet in elektriciteit en warmte, is er na aftrek van de eigen warmtebehoefte, gemiddeld ongeveer 3,2 MW warmte per uur beschikbaar voor het glastuinbouwgebied. Daarmee kan de gemiddelde behoefte van 7 hectare kas worden afgedekt. In januari, de maand met gemiddeld de grootste warmtevraag, kan gemiddeld 4 hectare volledig worden verwarmd.

5.4.2 Levering van biogas

Een mogelijkheid is om biogas te transporteren naar het glastuinbouwgebied. Dit vraagt een ander soort leidingen. Vervolgens kan op de tuinbouwbedrijven, via WKK-installaties, het biogas worden omgezet in warmte en duurzame elektriciteit.

Voor de bestaande tuinbouwbedrijven is dit geen optie, omdat hier reeds installaties voor warmtevoorziening aanwezig zijn, inclusief WKK's op aardgas. Voor uitbreiders of nieuwvestigers kan een WKK-installatie op biogas een optie zijn. De keuze zal hierbij voornamelijk op economische gronden worden genomen. Belangrijk hierbij zijn, behalve de investeringskosten, de kosten van input (aardgas of biogas) en hoeveelheden output (elektra en warmte). Bij aardgas kan tevens in de CO₂-behoefte worden voorzien via een rookgasreiniger op de WKK, terwijl bij biogas nog elders CO₂ zal moeten worden aangekocht.

Praktisch gezien is de meest voor de hand liggende oplossing, dat een WKK-installatie op biogas op het NGB wordt geplaatst.

5.4.3 Levering van groen gas

Om van biogas groen gas te maken, is het noodzakelijk om een groot deel van de CO₂ er uit te halen, om te voldoen aan aardgaskwaliteit, om in te kunnen voeden op het netwerk. Bij de levering van groen gas aan het tuinbouwgebied, hoeft er minder CO₂ uitgehaald te worden, omdat de WKK bij de kassen ontworpen kan worden op een verlaagd calorische waarde van het gas in vergelijking met aardgas. In dat geval kan met een lagere investering voor opwerking van biogas naar groen gas worden volstaan op het NGB.

Het regionale netwerkbedrijf stelt hoge eisen aan de invoeding van groen gas op het netwerk. Tuinbouwondernemers zullen vergelijkbare eisen stellen, eventueel afgezien van de calorische waarde. Bovendien geven ze aan niet voor 100% afhankelijk te willen zijn van

groen gas, in verband met eventuele leveringsproblemen bij storingen op het NGB of calamiteiten, zoals stilstand vanwege dierziekten. Behalve een groen gas aansluiting, zal er ook een aardgasaansluiting moeten zijn, met dubbele kosten van bemetering en dergelijke. Tevens voorzien de ondernemers moeilijkheden bij het afsluiten van aardgascontracten in verband met boetes bij meer of minder afname dan contractueel vastgelegde hoeveelheden. Er is wel duidelijk interesse in de afname van groen gas, puur op basis van imago (duurzaamheid) en om in aanmerking te komen voor een GLK-certificaat. De voorkeur gaat daarbij uit naar afname via de reguliere gasleveranciers, die hun aardgasleveranties kunnen labelen als groen gas. Als voorbeeld wordt de afname van groene stroom genoemd bij de levering van elektriciteit.

5.4.4 Levering van CO₂

In de glasgroenteteelt wordt CO₂-bemesting toegepast. Dit wordt grotendeels uit de verbrandingsgassen van aardgas gehaald. De verbranding van 1 m³ aardgas levert 1,78 kg CO₂. De bestaande bedrijven hebben voorzieningen zoals rookgascondensoren op de ketel en rookgasreinigers op de WKK-installatie om dit CO₂ uit de rookgassen te halen. Behalve de jaarkosten van de investeringen in deze installaties, die ook van toepassing zijn als de installaties niet worden gebruikt, zijn er verder geen of beperkte kosten. Bij ketelgas zijn er geen kosten, bij WKK-gas zijn er kosten voor ureum via de rookgasreiniger (RGR). Op momenten dat er geen warmtebehoefte is in de kas, kan gas worden verstookt voor CO₂, waarbij de warmte in een bufferinstallatie wordt opgeslagen voor gebruik op andere momenten, bijvoorbeeld 's nachts.

Een aantal bedrijven past bij geen of lage warmtevraag vloeibare CO₂ toe. Andere bedrijven met een WKK, gebruiken geen CO₂ uit de RGR zolang de luchtramen grotendeels gesloten blijven (wintermaanden) aangezien men bang is dat hier verontreinigingen in zitten. Op dat moment wordt vloeibare CO₂ toegepast.

Vloeibare CO₂ is op het bedrijf beschikbaar in tanks, die regelmatig bijgevuld worden via vrachtwagentransporten. Door drukverlaging wordt de vloeistof gasvormig voor dosering in de kas. In bepaalde gebieden zijn bedrijven aangesloten op een leiding voor CO₂, zoals de OCAP-leiding die van de Shell raffinaderijen naar het Westland loopt.

Voor bestaande bedrijven geldt wederom dat ze al geïnvesteerd hebben in een eigen CO₂-voorziening vanuit de rookgassen. De geproduceerde CO₂ is relatief goedkoop. Nieuwe bedrijven of bedrijven met uitbreidingsplannen kunnen investeringen in CO₂-apparatuur achterwege laten, indien op het NGB CO₂ beschikbaar is. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat het voor GLK verplicht is om op een WKK-installatie ook een RGR te installeren. Door alle rookgassen via de RGR te laten gaan, wordt de NO_x-uitstoot van de installatie verlaagd. Het is de verwachting dat op niet al te lange termijn, op elke nieuwe WKK-installatie de verplichting van een RGR komt. In dat geval hebben de tuinbouwbedrijven al veel CO₂ vanuit de rookgassen ter beschikking.

Interesse in CO₂ van het NGB is er alleen als bedrijven vanuit bedrijfskundige of economische overweging aanvullend CO₂ nodig hebben op hun rookgas-CO₂. In dat geval moet de prijs per kg CO₂ lager zijn dan wat vloeibare CO₂ bij andere leveranciers kost. Momenteel ligt de marktprijs rond € 0,10 per kg CO₂. Uiteraard zijn ook leveringszekerheid en kwaliteitsgarantie van CO₂ van het NGB essentieel.

6. ECONOMISCHE HAALBAARHEID

6.1 Uitgangspunten

Het uitgangspunt is dat het NGB de bio-energiecentrale (= biogasinstallatie) altijd zal realiseren. De haalbaarheidsstudie heeft geen betrekking op de economische haalbaarheid van co-vergisting. De kosten van biogasinstallatie en bijbehorende aan- en afvoerstromen zijn dus niet nader onderzocht of opgenomen in deze rapportage.

De keuze die gemaakt moet worden, is of wel of geen groen gas geproduceerd gaat worden. Indien geen groen gas wordt geproduceerd, zal via een eigen WKK alle biogas worden omgezet in duurzame elektriciteit. In het kader van de haalbaarheidsstudie zijn de kosten van deze 2 scenario's met elkaar vergeleken.

Een alternatief is dat het biogas wordt geleverd aan het glastuinbouwgebied. Dit wijkt af van het scenario zonder groen gas, door de plaats van de WKK en het soort leidingen.

Concreet betekent dit dat de volgende scenario's nader zijn uitgewerkt:

- scenario 1 = productie duurzame elektriciteit bij biogasinstallatie (= referentie)
- scenario 2a = groen gas via cryogeenproces
- scenario 2b = groen gas via membraanscheiding
- scenario 2c = groen gas via PSA/VPsA-techniek
- scenario 2d = groen gas via lage druk CO₂-absorptie
- scenario 3 = gaslevering aan glastuinbouwgebied

In alle scenario's is van onderstaande algemene uitgangspunten uitgegaan. Specifieke uitgangspunten per scenario zijn ter plaatse weergegeven.

Omschrijving algemene uitgangspunten	Waarde
afschrijvingstermijn investeringen	12 jaar
rentevoet over gemiddeld geïnvesteerd vermogen	6 %
onderhoud in % van de investeringskosten	5 %
inkoopprijs elektriciteit	0,10 €/kWh
prijs warmte	0,01 €/MJ
verkoopprijs vloeibare CO ₂	€ 0,10/kg
verkoopprijs groen gas	€ 0,14/m ³
SDE-subsidie (verschil tussen basisbedrag en basis-gasprijs conform de SDE regeling zoals die gold in 2008)	€ 0,30/m ³

De prijs van warmte is op € 0,01 per MJ gesteld. Uitgaande van het feit dat 1 m³ gas een energie-inhoud heeft van 31,65 MJ, komt dit, bij een ketelrendement van 95% op glastuinbouwbedrijven, omgerekend uit op € 0,30 per m³ aardgas.

Een standaardaansluiting op het gasnetwerk kost € 30.000 tot € 40.000. Leidingwerk, in het geval van het NGB ongeveer 1850 meter, kost ongeveer € 250.000. De totale kosten voor aansluiting op het gasnetwerk komen daardoor uit op afgerond € 300.000. Deze informatie is verstrekt door de heer Berkers van Enexis Netwerk B.V. Andere algemene investeringskosten staan in onderstaande tabel. Specifieke investeringen per scenario zijn ter plaatse weergegeven.

Omschrijving algemene investeringen	Waarde
aansluiting netwerk teruglevering elektra tot 1,75 MW	€ 40.000
aansluiting netwerk teruglevering elektra > 1,75 MW	€ 175.000
meet- en regelapparatuur terugleveren groen gas inclusief HEPA-filter	€ 250.000
aansluitkosten gasnet t.b.v. terugleveren groen gas	€ 300.000
aanleg van CO ₂ leiding naar het glastuinbouwcomplex	€100/m
aanleg van warmteleiding (heen- en retourleiding) naar het glastuinbouwcomplex	€200/m
aanleg van gasleiding naar het glastuinbouwcomplex	€130/m

Investeringskosten en energieverbruik van de verschillende technieken in onderstaande berekeningen zijn gebaseerd op [1], [6] en [7].

Let op: deze bronnen zijn beperkt onderbouwd. Van de schaalgrootte zoals hier bekeken zijn niet voor alle technieken concrete voorbeelden of exacte prijscalculaties beschikbaar. De genoemde kostprijzen zijn daarom indicatief.

6.2 Scenario 1; Productie duurzame elektriciteit

In de bio-energiecentrale (BEC) wordt onder andere biogas geproduceerd. Volgens bestaande plannen wordt het biogas met behulp van gasmotoren omgezet in elektriciteit en warmte. Een deel van de elektriciteit is voor eigen gebruik, zoals voor aandrijving van de BEC en voor de agrarische bedrijven. Het restant kan worden teruggeleverd aan het elektriciteitsnet. Een aanzienlijk deel van de warmte wordt op soortgelijke manier op het eigen bedrijf benut.

Het uitgangspunt is dat er altijd een WKK op het bedrijf komt met een elektrisch vermogen van 1,8 MW per uur. Hiermee kan in de warmte- en elektriciteitsbehoefte op de eigen bedrijven worden voorzien. Van de gemiddelde biogasproductie van 1600 m³ per uur, is 600 m³ hiervoor nodig. De overige 1000 m³/uur (= 8 miljoen m³ per jaar) kan worden gebruikt voor de productie van duurzame elektriciteit. Dit betekent dat er 2,2 MW extra WKK-vermogen nodig is. In onderstaande tabel zijn de investeringskosten hiervoor opgenomen. De variabele kosten bestaan uit kosten voor onderhoud/revisie van de WKK-installatie. Hierbij is uitgegaan van 5% van de investeringskosten.

In de begroting is een referentieprij aangehouden voor biogas per m³, zodanig dat de productieprijs van elektriciteit gelijk is aan het basisbedrag wat wordt aangehouden in de SDE-regeling 2008. Om op een prijs van 12 cent per kWh uit te komen is een referentieprij biogas nodig van € 0,231 per m³. Dit is in alle volgende scenario's meegenomen.

Investeringskosten

<i>onderdeel</i>	<i>investering</i>
extra investeringskosten WKK-vermogen 4 MW i.p.v. 1,8 MW regulier	€ 1.400.000
extra kosten elektra-aansluiting terugleveren	€ 150.000
<i>totaal-investering</i>	<i>€ 1.550.000</i>

Variabele kosten

onderhoudskosten (5% van de investering)	€ 80.000
<i>totaal variabele kosten</i>	<i>€ 80.000</i>

Jaarkosten totaal

kapitaalskosten (rente/afschrijving)	€ 180.000
variabele kosten	€ 80.000
kosten biogas 8.000.000 m ³ à € 0,231	€ 1.850.000
<i>jaarkosten</i>	<i>€ 2.110.000</i>

productie elektra in kWh/jaar	17.600.000
<i>prijs elektra in €/kWh</i>	<i>€ 0,12</i>

In voorgaande is er nog geen rekening mee gehouden dat er warmte resteert uit de WKK, die eventueel aan het glastuinbouwgebied geleverd kan worden. Dit is buiten de referentiesituatie gehouden, omdat er veel onzekerheid is of er praktisch gezien mogelijkheden zijn om de warmte af te kunnen zetten.

Bij een afstand van 1800 meter naar het tuinbouwgebied, is een investering nodig van € 360.000 voor een stadsverwarmingsbuis voor aanvoer en retour van warm water.

<u>Effect verkoop warmte naar glastuinbouw</u>	
begroting aanvullende investeringskosten	€ 360.000
percentage warmte per jaar bruikbaar	50%
inkomsten verkoop warmte	€ 400.000
jaarkosten (rente/afschrijving)	€ 40.000
<i>netto rendement verkoop warmte</i>	<i>€ 360.000</i>

In onderdeel 5.4.1. is reeds aangegeven dat er een vrij continue productie van warmte is, terwijl de behoefte van de tuinbouw een duidelijk seizoenspatroon kent. Indien op jaarbasis 50% van de warmteproductie verkocht kan worden, tegen € 0,01 per MJ, dan zijn de inkomsten € 400.000. De jaarkosten van de investering in leidingwerk bedragen € 40.000, waarmee het rendement op € 360.000 komt.

6.3 Scenario 2a; Groen gas via cryogeenproces

Omzetting van biogas naar groen gas via het cryogeenproces vraagt 0,18 tot 0,24 kWh per m³ biogas. Dit geldt als de vloeibare CO₂ niet elders kan worden afgezet en dus wel beschikbaar is voor koeling tijdens het proces. Als CO₂ elders wordt aangewend, komt er nog ongeveer 0,1 kWh per m³ bij.

Omzetting van 8 miljoen m³ biogas kost derhalve € 160.000 een energiekosten. Een samenvatting van de investeringskosten en overige jaarkosten is hierna weergegeven:

Investeringskosten cryogeentechniek

<i>onderdeel</i>	<i>investering</i>
warmtewisselaars compressoren scheidingsprocessen <i>investeringen onderdelen installatie</i>	€ 2.900.000
meet- en regelapparatuur, hepa-filter aansluitkosten gasnet <i>investeringen t.b.v. netwerk</i>	€ 500.000
<i>totaal-investering</i>	<i>€ 3.400.000</i>

Variabele kosten

onderhoudskosten (5% van de investeringen)	€ 170.000
energiekosten proces	€ 160.000
kosten operator	€ 50.000
<i>totaal variabele kosten</i>	<i>€ 380.000</i>

Jaarkosten totaal

kapitaalskosten (rente/afschrijving)	€ 410.000
variabele kosten	€ 380.000
kosten biogas	€ 1.850.000
<i>jaarkosten</i>	<i>€ 2.640.000</i>

productie groen gas in Nm ³ per jaar	5.600.000
<i>prijs groen gas in €/Nm³</i>	<i>€ 0,47</i>

Indien er geen bestemming is voor de vrijkomende CO₂, is de prijs van groen gas begroot op € 0,47 per m³. Indien er CO₂ kan worden afgezet, vraagt dit aanvullende investeringen voor de winning en opslag van CO₂. Verder nemen de energiekosten toe, omdat er minder CO₂ is voor koeling. De verkoopprijs is begroot op de huidige marktwaarde van vloeibaar CO₂.

Effect van verkoop CO₂	
begroting aanvullende investeringskosten	€ 200.000
extra energiekosten per jaar	€ 80.000
inkomsten verkoop CO ₂ à € 0,10/kg	€ 280.000
prijs groen gas in €/Nm³	€ 0,45

Met verkoop van CO₂ is de prijs van groen gas € 0,45 per m³.

6.4 Scenario 2b; Groen gas via membraanscheiding

Omzetting van biogas naar groen gas via membraanscheiding heeft een energiebehoefte van 0,14 kWh per m³ biogas. Dit vraagt € 110.000 energiekosten. Deze zijn, samen met de overige uitgangspunten in onderstaande tabel weergegeven.

Investeringskosten membraantechniek

onderdeel	investering
pompen, compressoren, diversen systeem voor H ₂ S-verwijdering investeringen onderdelen installatie	€ 2.200.000
meet- en regelapparatuur, hepa-filter aansluitkosten gasnet investeringen t.b.v. netwerk	€ 500.000
totaal-investering	€ 2.700.000

Variabele kosten

onderhoudskosten (5% van de investeringen)	€ 140.000
energiekosten proces	€ 110.000
kosten operator	€ 50.000
totaal variabele kosten	€ 300.000

Jaarkosten totaal

kapitaalskosten (rente/afschrijving)	€ 320.000
variabele kosten	€ 300.000
kosten biogas	€ 1.850.000
jaarkosten	€ 2.470.000

productie groen gas in Nm ³ per jaar	4.800.000
prijs groen gas in €/Nm³	€ 0,51

6.5 Scenario 2c; Groen gas via PSA/VPsA-techniek

Bij deze techniek is 0,25 kWh per m³ biogas nodig. Behalve deze kosten, zijn er ook nog kosten van de adsorber. Een samenvatting van investeringen en andere kosten volgt hierna:

Investeringskosten VPSA-techniek

<i>onderdeel</i>	<i>investering</i>
CO2 adsorber kolommen, compressoren pompen, diversen investeringen onderdelen installatie	€ 2.100.000
meet- en regelapparatuur, hepa-filter aansluitkosten gasnet investeringen t.b.v. netwerk	€ 500.000
totaal-investering	€ 2.600.000

Variabele kosten

onderhoudskosten incl. adsorber kosten	€ 800.000
energiekosten proces	€ 200.000
kosten operator	€ 50.000
totaal variabele kosten	€ 1.050.000

Jaarkosten totaal

kapitaalskosten (rente/afschrijving)	€ 310.000
variabele kosten	€ 1.050.000
kosten biogas	€ 1.850.000
jaarkosten	€ 3.210.000

productie groen gas in Nm3 per jaar	5.600.000
prijs groen gas in €/Nm3	€ 0,57

6.6 Scenario 2d; Groen gas via lage druk CO₂-absorptie (LP Coaab)

Bij deze techniek is behalve de elektra (0,12 kWh per m³) ook nog warmte nodig voor de omzetting (1,4 MJ per m³ biogas). Ook hier is sprake van adsorberkosten. Een overzicht van investeringen, variabele kosten en overige uitgangspunten volgt hierna:

Investeringskosten LP Coaab

<i>onderdeel</i>	<i>investering</i>
CO ₂ adsorber kolommen, regeneratiekolom pomp/warmtewisselaar/koeler systeem voor H ₂ S-verwijdering investeringen onderdelen installatie	€ 2.300.000
meet- en regelapparatuur, hepa-filter aansluitkosten gasnet investeringen t.b.v. netwerk	€ 500.000
totaal-investering	€ 2.800.000

Variabele kosten

onderhoudskosten incl. adsorberkosten	€ 400.000
energiekosten proces	€ 210.000
kosten operator	€ 50.000
totaal variabele kosten	€ 660.000

Jaarkosten totaal

kapitaalskosten (rente/afschrijving)	€ 340.000
variabele kosten	€ 660.000
kosten biogas	€ 1.850.000
jaarkosten	€ 2.850.000

productie groen gas in Nm ³ per jaar	5.840.000
prijs groen gas in €/Nm³	€ 0,49

Voorgaande opstelling is zonder verkoop van CO₂ aan de glastuinbouw. Als dit wel wordt meegenomen, kunnen onderstaande kengetallen worden toegevoegd. De investeringskosten bedragen € 180.000, wat ongeveer € 20.000 jaarkosten meebrengt aan rente en afschrijvingen. Met € 70.000 opbrengsten, is het rendement derhalve € 50.000. Het effect hiervan is ongeveer 0,8 cent per m³.

Effect van verkoop CO₂ naar glastuinbouw

begroting aanvullende investeringskosten	€ 180.000
percentage per jaar bruikbaar	25%
inkomsten verkoop CO ₂ à € 0,10/kg	€ 70.000
prijs groen gas in €/Nm³	€ 0,48

6.7 Scenario 3; Gaslevering aan glastuinbouwgebied

In scenario 1 is het uitgangspunt dat op het NGB een WKK-installatie wordt geplaatst, waarmee biogas wordt omgezet in duurzame elektriciteit. Bij de gaslevering aan het glastuinbouwgebied, wordt biogas getransporteerd. Dit vraagt daarom een ander soort leidingen. De WKK-installaties zijn gesitueerd op de glastuinbouwbedrijven.

Voor aansluiting op het aardgasnet is volgens de heer Berkers een investering van ongeveer € 250.000 nodig bij een afstand van 1850 m. Het glastuinbouwcomplex ligt op een vergelijkbare afstand, dus is sprake van vergelijkbare investeringen. Het grotere volume van 1000 m³/uur in plaats van 650 m³/u heeft een te verwaarlozen effect op de investeringskosten.

Investeringskosten levering gezuiverd biogas

onderdeel	investering
gasreiniging investeringen onderdelen installatie	€ 1.500.000
meet- en regelapparatuur, hepa-filter gasleiding naar kassen investeringen t.b.v. netwerk	€ 500.000
totaal-investering	€ 2.000.000

Variabele kosten

onderhoudskosten (5% van de investeringen)	€ 100.000
energiekosten proces	€ 40.000
kosten operator	€ 50.000
totaal variabele kosten	€ 190.000

Jaarkosten totaal

kapitaalskosten (rente/afschrijving)	€ 240.000
variabele kosten	€ 190.000
kosten biogas	€ 1.850.000
jaarkosten	€ 2.280.000

opbrengst schoon biogas in m ³ /jaar	8.000.000
Calorische waarde biogas t.o.v. aardgas	80%
prijs schoon biogas in €/Nm³	€ 0,36

6.8 Samenvatting scenario's

In voorgaande zijn de scenario's afzonderlijk uitgewerkt en toegelicht. In onderstaande tabel zijn de belangrijkste kengetallen van de scenario's met elkaar vergeleken.

	scenario 1 referentie WKK	scenario 2a Cryogeen	scenario 2b membraan	scenario 2c VPSA	scenario 2d LP Coaab	scenario 3 levering biogas
Investeringskosten	€ 1.550.000	€ 3.400.000	€ 2.700.000	€ 2.600.000	€ 2.800.000	€ 2.000.000
Variabele kosten	€ 80.000	€ 380.000	€ 300.000	€ 1.050.000	€ 660.000	€ 190.000
Jaarkosten totaal	€ 2.110.000	€ 2.640.000	€ 2.470.000	€ 3.210.000	€ 2.850.000	€ 2.280.000
Productie biogas in Nm3						8.000.000
Kostprijs biogas per Nm3						€ 0,36
Opbrengstprij biogas/Nm3						€ 0,31
Productie groen gas in Nm3		5.600.000	4.800.000	3.210.000	5.840.000	
Kostprijs groen gas per Nm3		€ 0,47	€ 0,51	€ 0,57	€ 0,49	
Opbrengstprij groen gas/Nm3		€ 0,44	€ 0,44	€ 0,44	€ 0,44	
Productie elektra in kWh	17.600.000					
Kostprijs elektra per kWh	€ 0,12					
Opbrengstprij elektra €/kWh	€ 0,12					
Productie CO2 in kg		2.800.000			700.000	
Kostprijs CO2 in kg		€ 0,04			€ 0,07	
Opbrengstprij CO2 in €/kg		€ 0,10			€ 0,10	
Opbrengst biogas	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	-€ 370.000
Opbrengst groen gas	€ 0	-€ 176.000	-€ 358.000	-€ 428.000	-€ 280.000	€ 0
Opbrengst elektra	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
Opbrengst CO2	€ 0	€ 167.000	€ 0	€ 0	€ 23.000	€ 0
Opbrengst warmte	p.m.	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
Opbrengst totaal	€ 0	-€ 9.000	-€ 358.000	-€ 428.000	-€ 257.000	-€ 370.000

bovenstaande cijfers betreffen exploitatieresultaten per jaar, op basis van SDE-tarieven 2008

Zoals ook al in 6.2 is aangegeven, is in het referentiescenario geen rekening gehouden met de inkomsten van warmtelevering. Indien dit wel het geval is, zoals in 6.2 weergegeven, dan is de opbrengst € 360.000.

In alle overige scenario's zijn wel de verkoop van alle productstromen meegenomen. Het blijft uiteraard de vraag in hoeverre er vraag is vanuit het tuinbouwgebied of vanuit andere mogelijke afnemers.

6.9 Gevoeligheidsanalyse

Voorgaande resultaten zijn geprognosticeerd op basis van de beschreven uitgangspunten. Door wijziging van uitgangspunten wijzigen ook de resultaten bij de verschillende scenario's. De uitgangspunten waarin gevarieerd is, zijn als volgt:

- geen investeringsverplichting in een HEPA-filter
- geen aansluitkosten op het gasnet voor Invoeding van groen gas
- indien in de referentie wordt uitgegaan van € 0,10 per kWh volgens de SDE-regeling in plaats van de gehanteerde € 0,12 per kWh
- opbrengstprijs groen gas is € 0,50 in plaats van € 0,44
- afstand glastuinbouw korter dan 1800 meter; uitgangspunt 500 meter

In onderstaande tabel is een analyse weergegeven, waarbij de gevoeligheid van het eindresultaat blijkt bij gewijzigde uitgangspunten.

	scenario 1 referentie WKK	scenario 2a Cryogeen	scenario 2b membraan	scenario 2c VPsA	scenario 2d LP Coaab	scenario 3 levering biogas
Opbrengst zoals begroot	€ 0	-€ 9.000	-€ 358.000	-€ 428.000	-€ 257.000	-€ 370.000
Geen HEPA-verplichting	€ 0	-€ 5.000	-€ 354.000	-€ 424.000	-€ 253.000	-€ 366.000
Geen aansluitkosten	€ 0	€ 27.000	-€ 322.000	-€ 392.000	-€ 221.000	
SDE elektriciteit € 0,10	€ 0	€ 341.000	-€ 8.000	-€ 78.000	€ 93.000	-€ 20.000
Opbrengst groen gas € 0,50/m ³	€ 0	€ 327.000	-€ 70.000	-€ 235.000	€ 93.000	
Glastuinbouw op 500 meter	€ 0	-€ 9.000	-€ 358.000	-€ 428.000	-€ 251.000	-€ 362.000

Via een voorbeeld wordt aangegeven hoe voorgaande cijfers moeten worden geïnterpreteerd. Op basis van de oorspronkelijke uitgangspunten, wordt voor scenario 2a, de cryogene scheiding, een exploitatieresultaat van - € 9.000 per jaar begroot (zie paragraaf 6.8). Door wijziging van één van de uitgangspunten, bijvoorbeeld een opbrengstprijs voor groen gas van € 0,50 per Nm³ in plaats van € 0,44, zou dit exploitatieresultaat wijzigen in € 327.000 per jaar.

Op die manier kan voor alle scenario's de invloed van de gewijzigde uitgangspunten nader worden gezien.

7. VOORWAARDEN LEVERING GROEN GAS

7.1 Aanvullende voorwaarden RNB's en GTS in concept

In de door Directie Toezicht Energie (DTe) in de Staatscourant van 22 november 2006 gepubliceerde 'Aansluit- en transportvoorwaarden Gas – RNB', als onderdeel van de gaswet, zijn kwaliteitscriteria voor gasinvoeding op het lokale aardgasdistributienet weergegeven. Voor het invoeden in het Gasunie/GTS-net worden de kwaliteitseisen nog nader onderzocht.

Door de gezamenlijke regionale netbeheerders (RNB's) en Gas Transport Services (GTS), verenigd in Netbeheer Nederland, zijn aanvullende voorwaarden opgesteld. Met deze aanvullende voorwaarden beogen de netbeheerders tegemoet te komen aan de maatschappelijke wens om in het kader van de energietransitie, waar groen gas onderdeel van uit maakt, invoeding op de gasdistributie-infrastructuur mogelijk te maken en te stimuleren.

Per heden, is de definitieve versie van de aanvullende voorwaarden nog niet beschikbaar. In deze rapportage is daarom uitgegaan van de conceptvoorwaarden, versie C11.0, van 27 november 2008. In de definitieve voorwaarden kunnen derhalve nog wijzigingen optreden.

7.2 Kwaliteitsborging groen gas

In de (aanvullende) leveringsvoorwaarden voor invoeding van groen gas, zijn ook kwaliteitseisen gesteld. Ook deze zijn opgenomen in de hiervoor al genoemde 'Aanvullende Voorwaarden RNB Groen Gas Invoerders' die in conceptvorm beschikbaar zijn. In bijlage 1 zijn de kwaliteitseisen voor groen gas vanuit deze conceptvoorwaarden weergegeven. [2]

Voor de borging van de kwaliteitseisen, is een meetprotocol opgesteld. Dit is als bijlage 2 opgenomen. Door middel van metingen (continu en discontinu) moet de invoeder aantonen dat aan alle gestelde kwaliteitseisen wordt voldaan. Continu-metingen dienen te worden verricht met behulp van online-metingen.

Ten minste twee keer per jaar moet de invoeder een discontinue controlemeting laten uitvoeren door een onafhankelijke gekwalificeerde instantie voor de in bijlage 2 opgenomen componenten van groen gas. Indien niet aan de voorgeschreven waarden wordt voldaan, dient de invoeding direct te worden gestaakt.

De invoeder is verplicht een logboek bij te houden, waarin registratie plaatsvindt van alle gebruikte grondstoffen voor de productie van groen gas, evenals de registratie op datum van significante wijzigingen in de gebruikte grondstoffen voor de productie van groen gas, én de registratie op datum van significante wijzigingen in het opwerkingsproces. De logboeken dienen tenminste 7 jaar bewaard te worden, ook als de invoeding van groen gas is gestaakt. Eén maal per jaar wordt een gewaarmerkte kopie van de logboeken aan de netbeheerder verstrekt.

De invoeder is er tevens verantwoordelijk voor dat de meetresultaten van de discontinue controlemetingen worden vastgelegd in een keuringsrapport.

7.3 Praktische toepasbaarheid voorwaarden

Vanuit onze expertise als adviesorganisatie voor agrarische ondernemers, heeft een beoordeling plaatsgevonden van de conceptvoorwaarden zoals door de gezamenlijke regionale netbeheerder (RNB's) en Gas Transport Services (GTS) zijn opgesteld.

Hierbij zijn alleen de knelpunten aangegeven, met eventuele kosten die er voor een invoeder bijkomen indien deze opgelost moeten worden.

Invoedingsinstallatie

Er worden eisen gesteld aan de invoedingsinstallatie wat betreft technische eisen en meetapparatuur. De investeringskosten hiervoor bedragen naar schatting € 200.000.

Er is de verplichting gesteld om een HEPA-filter te installeren dat in staat is luchtpartikels te weerhouden van een diameter van 0,3 micrometer met een doeltreffendheid van minimaal 99,995%. De netbeheerder kan de invoeder verplichten om een aanwezig HEPA-filter aan te passen aan de laatste stand der techniek.

knelpunt: Investering in een HEPA-filter bedraagt naar schatting € 30.000. Door voorgaande eis is dit echter geen eenmalige investering, maar de invoeder kan door de netbeheerder verplicht worden deze vaker te vervangen op basis van voortschrijdende techniek.

Afname van het in te voeren groen gas

In de voorwaarden wordt de eis gesteld dat de leverancier van groen gas garandeert dat op geen enkel moment het volume ingevoerd gas groter is dan in het lokale net wordt afgenomen. Op uurbasis mag geen negatieve allocatie plaatsvinden.

knelpunt: Via een overeenkomst kan gesteld worden dat door de invoeder een bepaalde maximum hoeveelheid mag worden geleverd op bepaalde momenten. De leverancier mag die niet overschrijden. De leverancier heeft geen directe invloed op de afname. Het is de taak van de netbeheerder om dusdanige contracten af te sluiten met invoeders en afnemers, zodat geen negatieve allocatie plaatsvindt.

Maximale capaciteit invoeding

Volgens de voorwaarden mag de invoeder tot de maximaal overeengekomen transportcapaciteit invoeden op het gastransportnet. Indien de gasafname binnen dit transportnet afneemt, kan de netbeheerder een vermindering van de overeengekomen transportcapaciteit opleggen, waarna de invoeder de capaciteit van de invoeding aanpast. Hiervoor kan geen aanspraak worden gemaakt op vergoeding van schade of inkomstenderving.

knelpunt: Deze voorwaarde is wellicht wenselijk voor de netbeheerder, maar de producent van groen gas doet investeringen in opwerkingsapparatuur en meet- en regelapparatuur, gebaseerd op een bepaalde te leveren hoeveelheid. Deze hoeveelheid wordt tevens vastgelegd in een overeenkomst met de netbeheerder. Het zou daarom reëel zijn dat schade of inkomstenderving wel gecompenseerd wordt indien de netwerkbeheerder afziet van de contractueel overeengekomen 'afnameverplichting'.

Aansprakelijkheid

Volgens de voorwaarden is de invoeder aansprakelijk voor alle schade die de netbeheerder lijdt aan bedrijfsmiddelen, als gevolg van het door hem ingevoede gas. Ook moet de invoeder de netbeheerder volledig vrijwaren voor (vervolg)schade bij derden, als gevolg van het door invoeder geleverde gas. Met het oog op voornoemde aansprakelijkheid ten behoeve van te vergoeden schade en kosten aan de netbeheerder, is de invoeder verplicht om een verzekering af te sluiten tot ten minste € 1.000.000, - per gebeurtenis.

knelpunt: Op zich is het reëel om de producent aansprakelijk te stellen voor vervolgschade van geleverd gas, indien dit niet aan de kwaliteitseisen voldoet. De verzekering brengt wel extra kosten mee. De hoogte van de premie is niet bekend. In principe dekt de netwerkbeheerder zich dubbel in; er moet aan bepaalde kwaliteitseisen voldaan worden, maar als er desondanks toch nog schade ontstaat, dan blijft de invoeder aansprakelijk. Verder is het de vraag in hoeverre bepaald kan worden dat ingevoed groen gas, wat voldoet aan de kwaliteitseisen en wat vermengd wordt met ander (aard)gas, schade bij derden heeft veroorzaakt.

Kwaliteit van het in te voeden gas

De ondergrens voor de calorische waarde van groen gas wordt vastgesteld op de calorische waarde die op dat moment door GTS via het gasontvangststation wordt geleverd.

knelpunt: Aangezien deze laatste waarde kan fluctueren, is het koppelen van de ondergrens praktisch niet uitvoerbaar.

Algemeen

De RNB's en GTS hebben een aantal vrijheden ingebouwd zoals:

- Bepaling tijdstippen en frequentie voor een monsterafname.
- De RNB meet- en regelinrichting kan voorzien zijn van op afstand bedienbare afsluitklep die wordt bediend door de netbeheerder.
- Bij de aanvang worden kwaliteitseisen gesteld, waaraan de invoeder zijn apparatuur aanpast. Bij wijziging van kwaliteitseisen door de netbeheerder op basis van voortschrijdend inzicht, is de invoeder verplicht hieraan per direct te voldoen.

knelpunt: In het algemeen komen de voorwaarden zeer eenzijdig over, met maximale zekerheid voor de netbeheerder en risico's voor de leverancier, ondanks contractafspraken. Voor veel ondernemers zullen hierdoor onoverkomelijke blokkades ontstaan.

8. ANDERE TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN GROEN GAS

Naast afzet aan het aardgasnet is het ook mogelijk om het groene gas op een andere manier af te zetten, bijvoorbeeld voor voertuigen. Er zijn inmiddels verschillende autofabrikanten die aardgasauto's aanbieden.

Door deze optie kunnen kosten voor aansluiting op het gasnet worden uitgespaard.

Bovenstaande gevoeligheidsanalyse laat echter zien dat de aansluitkosten slechts een klein deel van de kosten van het groene gas vertegenwoordigen; de besparingen zijn daarom gering.

Andere besparingsopties (zoals accijnsvrijstelling) zijn niet van toepassing. Dus, groen gas zal duurder zijn dan fossiele brandstoffen/aardgas.

9. CONCLUSIES

9.1 Economische haalbaarheid

Deze studie was gericht op de vraag of het opwerken van biogas tot groen gas interessant is voor de ondernemer. Daarbij is uitgegaan van bestaande plannen voor een co-vergister met WKK (referentiesituatie). Door een deel van het biogas niet in de WKK te verwerken is een referentieprijis voor het biogas bepaald dat eventueel kan worden opgewerkt tot groen gas.

Ten aanzien van de economische haalbaarheid blijkt dat onder de financiële randvoorwaarden volgens de SDE regeling van 2008 geen van de groen gas technieken een positief financieel resultaat ten opzichte van de referentiesituatie vertoont. Zeker als de restwarmte van de WKK commercieel verwaard kan worden, wordt het verschil nog groter (enkele tonnen per jaar).

Afgaande op het feit dat voor groen gas enkele miljoenen euro's meer moet worden geïnvesteerd ten opzichte van de referentiesituatie, kan zelfs bij de meest rendabele techniek geconcludeerd worden dat het rendement per geïnvesteerde euro vele malen lager is dan in de referentiesituatie

Verder geldt dat:

- In het referentiescenario bedragen de investeringskosten ruim € 1.500.000. In alle overige scenario's is de investeringsbehoefte veel hoger, met een variatie van € 2.000.000 tot € 3.400.000.
- In alle scenario's waarin groen gas wordt geproduceerd en ingevoed, is sprake van een negatief resultaat ten opzichte van het scenario. Bij een opbrengstprijis van € 0,44 per m³ groen gas, is het niet rendabel om groen gas te produceren; in dat geval kan het biogas beter via de WKK worden omgezet in elektriciteit en warmte, zelfs als de warmte niet kan worden verkocht.
- De modernste technieken (cryogeen en LP Cooab) laten relatief de beste financiële resultaten zien. Volgens de berekeningen scoort cryogeen beter dan LP Cooab, maar vanwege onzekerheid over de onderliggende getallen, in verband met het ontbreken van gefundeerde informatie, is een harde conclusie discutabel.
- In de gevoeligheidsanalyse blijkt het vervallen van de HEPA-verplichting of aansluitkosten een minimale invloed te hebben op het resultaat. In verhouding zijn de investeringskosten hierin relatief laag en bovendien worden de investeringskosten over een termijn van 12 jaar verdeeld middels afschrijvingen.
- Een verlaging van de SDE-opbrengst voor elektra van 12 naar 10 cent per kWh heeft wel een grote invloed. In dat geval zijn enkele groen gas opties wel rendabel in vergelijking met de referentiesituatie.

9.2 Praktische haalbaarheid

- De levering van 650 m³ groen gas per uur op het gasnet, zoals nu voorzien voor het NGB, vormt qua hoeveelheid geen probleem, aangezien dit in hetzelfde gebied kan worden afgezet.
- De reeds gevestigde bedrijven in het glastuinbouwgebied Californië hebben reeds geïnvesteerd in een optimale energie- en CO₂-voorziening. Voor deze bedrijven is het dus weinig interessant om warmte, biogas of groen gas af te nemen. Mogelijk is er in bepaalde periodes behoefte aan extra CO₂, maar ook hierin is reeds grotendeels voorzien.
- Nog nieuw te vestigen glastuinbouwbedrijven zouden hun voorzieningen kunnen afstemmen op de productstromen van het NGB. Hierdoor kunnen ze opteren voor een Groen Label Kas, wat fiscale voordelen geeft, alsmede rentevoordelen. De glastuinbouwondernemers willen wel kwaliteitsgaranties en leveringsgaranties. Als deze gegarandeerd zijn, is ook de kostprijs van belang. Om tijdens calamiteiten op het NGB toch verzekerd te zijn van energie en/of CO₂, zullen de ondernemers eveneens investeren in back-up installaties.
- De levering van warmte en CO₂ op het NGB zal jaarrond vrij constant zijn, terwijl de warmtebehoefte en CO₂-behoefte op de glastuinbouwbedrijven een duidelijk seizoenspatroon kent.
- Gezien de situatie in Nederland als aardgasland, met bijbehorende structuur van het leidingennet, zou het invoeden van groen gas hier bij uitstek moeten kunnen. De economische haalbaarheid blijkt echter niet uit de begrotingen. Daarbij is in de scenario's van groen gas ook de verkoop van CO₂ of andere producten meegenomen, terwijl het nog de vraag is of hiervoor markt is.
- Op basis van door de netbeheerders opgestelde aanvullende voorwaarden beogen de netbeheerders tegemoet te komen aan de maatschappelijke wens om in het kader van de energietransitie, waar groen gas onderdeel van uit maakt, invoeding op de gasdistributie-infrastructuur mogelijk te maken en te stimuleren. De algemene indruk is echter dat de voorwaarden vrij eenzijdig zijn opgesteld. Ondanks af te sluiten contracten, hebben de netbeheerders dusdanige eisen ingebouwd, dat er maximale zekerheid is voor de netbeheerders en de risico's geheel bij de leveranciers liggen. Dit zal ongetwijfeld blokkades oproepen bij potentiële producenten en invoeders van groen gas.
- Alternatieve aanwending van groen gas, behalve invoeding, moet gezocht worden in de transportsector, middels aardgasauto's. Zoals nu voorzien, zal groen gas duurder zijn dan fossiele brandstoffen of aardgas.

9.3 Gewenst vervolgonderzoek en resterende vragen

De afgelopen jaren zijn meerdere nieuwe technieken geïntroduceerd die momenteel ook geleidelijk in de praktijk worden toegepast, met name in Duitsland. Deze bieden duidelijke voordelen ten opzichte van traditionele technieken ten aanzien van zowel emissies als economie. Verdere ontwikkeling van de techniek zal worden aangejaagd door praktische ervaringen.

Voor de Nederlandse situatie vraagt toepasbaarheid wel om bredere aandacht dan alleen die van het bedrijfsleven.

Een vraag die enkele glastuinbouwondernemers stellen is: "Waarom wordt er bij het NGB geen glastuinbouwbedrijf gevestigd?". Mogelijk is het interessant om hier nader onderzoek naar te doen, omdat de productstromen dan wellicht direct op de locatie aangewend kunnen worden.

Zijn er nog andere combinaties mogelijk met het NGB, behalve het tuinbouwgebied. In Venlo is een voorbeeld van een glastuinbouwbedrijf wat warmte levert aan een zorginstelling. Is deze combinatie voor het NGB ook mogelijk? Wellicht een combinatie zoeken met woonwijken of industrie?

Het opwaarderen van biogas tot groen gas biedt ook emissievoordelen. Bij de opwerking tot groen gas wordt het gas intensiever gewassen dan voor toepassing in een WKK. Verbrandingsgassen op basis van groen gas zijn daarom schoner dan verbrandingsgassen van biogas. Naar verwachting zijn de gassen zelfs voldoende schoon voor CO₂ bemesting in kassen. Daarom verdient het aandacht om verdere vervlechting van een biogasinstallatie, groen gas installatie en een tuinbouwkas nader te bestuderen, bijvoorbeeld door verdere integratie van warmte en koude.

10. BRONNEN

- [1] Beek, J. van: *Groengas door Cirmac*. Presentatie Studiedag "alternatieve valorisatie van biogas" Kortrijk op 18 december 2007
- [2] Gezamenlijke Regionale Netbeheerders (RNB's) en Gas Transport Services (GTS): *Aanvullende Voorwaarden RNB Groen Gas Invoeders*. Conceptversie C11.0 van 27 november 2008
- [3] Certificatieschema Groen Label Kas, vastgesteld door SMK (Stichting Milieukeur) met code GLK8-2009 met geldigheid 1 januari 2009 tot 1 januari 2010.
- [4] Milieulijst 2008; uitgave Ministerie VROM.
- [5] Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw 2008, uitgave Wageningen UR, rapport 185, P.C.M. Vermeulen, mei 2008.
- [6] Hullu, J. de, J.I.W. Maassen, P.A. van Meel, S. Shazad, J.M.P. Vaessen: Comparing different biogas upgrading techniques. Rapport. TU Eindhoven, 2008
- [7] www.gastreatmentservices.com

Bijlage 1 concept Kwaliteitseisen groen gas

Fysische eigenschappen	Bandbreedte	Eenheid
Calorische bovenwaarde	34,5 - 36,0	MJ/m ³ (n)
Wobbe-index	44,18 - 44,41	MJ/m ³ (n)
Hoedanigheden	Grenswaarde	Eenheid
Water dauwpunt (8 bar)	-10 *	° C
Temperatuur (in te voeren gas)	0 - 20 *	° C
Zwavel (totaal)	45 *	mg/m ³ (n)
Anorganisch gebonden zwavel (H ₂ S)	5	mg/m ³ (n)
Mercaptanen	10 *	mg/m ³ (n)
Odorantgehalte (THT)	> 10, nom 18<40	mg/m ³ (n)
Ammoniak	3 *	mg/m ³ (n)
Chloorhoudende verbindingen	50 *	mg/m ³ (n)
Fluorhoudende verbindingen	25 *	mg/m ³ (n)
Waterstof Chloride (HCl)	25 *	mg/m ³ (n)
Waterstof cyanide (HCN)	10 *	ppm
Koolmonoxide (CO)	10 *	ppm
Kooldioxide in droge gasnetten (CO ₂)	10,0 - 10,3	mol %
BTX (benzeen, toluen, xyleen)	500 *	ppm
Aromatische koolwaterstoffen	1 *	mol %
Zuurstof in droge gasnetten	0,5	mol %
Waterstof	12 *	vol %/m ³ (n)
Methaangetal	> 80	-
Stof	technisch vrij	-
Siloxanen	5 *	ppm
Ruikbaarheid (geodoriseerd biogas)	voldoende	-
Fosfine	technisch vrij	-
Pathogenen / Corrosieve micro-organismen	technisch vrij *	-

* er wordt onderzoek gedaan naar de onderbouwing van deze specificaties. Dit onderzoek kan leiden tot aanpassingen van deze specificaties

bron: conceptversie C11.0 'Aanvullende voorwaarden RNB Groen Gas Invoeders' d.d. 27 november 2008

Bijlage 2 Meetprotocol Groen gas

Fysische eigenschappen	Continu meten		Discontinuu meten	
	t.b.v. RNB	t.b.v. shipper		
Calorische bovenwaarde			x	2x per jaar
Wobbe-index		x	x	2x per jaar
Hoedanigheden				
CH ₄	x		x	2x per jaar
H ₂ S	x		x	2x per jaar
CO ₂	x		x	2x per jaar
O ₂	x		x	2x per jaar
N ₂	x		x	2x per jaar
Temperatuur	x		x	2x per jaar
Druk	x		x	2x per jaar
Waterdauwpunt	x		x	2x per jaar
Zwavel (totaal)			x	2x per jaar
Mercaptanen			x	2x per jaar
Odorantgehalte (THT)			x	2x per jaar
Ammoniak			x	2x per jaar
Chloorhoudende verbindingen			x	2x per jaar
Fluorhoudende verbindingen			x	2x per jaar
Waterstof Chloride (HCl)			x	2x per jaar
Waterstof cyanide (HCN)			x	2x per jaar
Koolmonoxide (CO)			x	2x per jaar
BTX (benzeen, toluen, xyleen)			x	2x per jaar
Aromatische koolwaterstoffen			x	2x per jaar
Waterstof			x	2x per jaar
Siloxanen			x	2x per jaar
Stof			x	2x per jaar
Fosfine			x	2x per jaar
Micro-organismen			x	2x per jaar
Hoedanigheden				
m ³ invoedingsgas		x	x	2x per jaar
m ³ /h invoedingsgas		x	x	2x per jaar
Soortelijke massa			x	2x per jaar

**bron: conceptversie C11.0 'Aanvullende voorwaarden RNB Groen Gas
Invoeders' d.d. 27 november 2008**