



adviesburo voor milieutechniek

grond, water, lucht

Colsen b.v.

SenterNovem

Postbus 8242

3503 RE UTRECHT

Haalbaarheidsstudie Groen Gas Rilland

10 maart 2009

**EINDRAPPORT
OPENBAAR DEEL**

Kreekzoom 5

4561 GX HULST (NL)



+31 (0)114 – 31 15 48



+31 (0)114 – 31 60 11



info@colsen.nl



www.colsen.nl

Bank

ING 68.56.58.511

H.R.

Terneuzen 22050688

B.T.W.

NL810973406B01

Samenvatting

In opdracht van SenterNovem heeft Colsen b.v. een haalbaarheidsstudie naar de mogelijkheden van de verwerking van Groen Gas uitgevoerd voor het project De Groene Poort te Rilland. Bij dit project wordt middels vergisting circa 2.800 m³ bio-aardgas per uur geproduceerd wat ingezet kan worden als vervanging van fossiele brandstof. Hiermee wordt invulling gegeven aan de ambitie om op korte termijn (binnen enkele jaren) circa 1-3% aardgas te vervangen door groen gas op basis van binnenlandse biomassa, zoals dit is opgenomen in het rapport van de energietransitie werkgroep Groen Gas: "Vol gas vooruit!".

In een drietal scenario's zal aandacht besteed worden aan de volgende items:

1. Technische mogelijkheden per scenario;
2. Financieel perspectief (investering + exploitatie);
3. Milieuprestatie in termen van vermeden CO₂-emissie op jaarbasis.

De drie scenario's waar de haalbaarheidsstudie aandacht aan besteed zijn:

1. Verwerking van biogas in de WKK's van de glastuinbouw
2. Opwaarderen van biogas tot bio-aardgas ten behoeve van injectie op het openbare gasnet
3. Opwaarderen van biogas tot bio-aardgas ten behoeve van de inzet in de transportsector.

Uit de geïnventariseerde gegevens is gebleken dat voor zowel de levering aan de WKK's van de glastuinbouw (scenario 1) als de directe levering aan de transportsector (scenario 3) geen continue productie van Groen Gas mogelijk is. Hierdoor zal in alle gevallen een aansluiting op het openbare gasnet benodigd zijn, zodat de kwaliteitseisen voor levering op het aardgasnet gehanteerd dienen te worden.

Op basis van de uitgevoerde inventarisatie is de optie opwaarderen van biogas naar aardgaskwaliteit met invoeding in het laagcalorische of hoogcalorische gasnet verder uitgewerkt.

Door de netbeheerders is aangegeven dat voor invoeding van Groen Gas aan het openbare gasnet, (zowel laagcalorisch als hoogcalorisch), vooralsnog de algemene gasvoorwaarden, zoals gedeponneerd bij de Energiekamer, van toepassing zijn. Daarnaast zijn in een later stadium door de netbeheerder GTS aanvullende voorwaarden voor invoeding van Groen Gas ter plaatse van Rilland gesteld.

Wat betreft de kwantiteit geldt dat uitsluitend de aanwezige hogedruk leidingen voldoende capaciteit hebben om een injectie van Groen Gas mogelijk te maken.

Binnen het onderzoek is geïnventariseerd welke opwerkingstechnieken beschikbaar zijn op de markt. Hierbij zijn een viertal technieken geschikt geacht. Deze technieken betreffen:

- Techniek 1: Gaswassing;
- Techniek 2: Membraanfiltratie;
- Techniek 3: VPSA (Vacuum Pressure Swing adsorption);
- Techniek 4: Cryogene techniek.

Uit de specificaties van de leveranciers van de verschillende technieken is gebleken dat alle technieken kunnen voldoen aan de kwaliteitseisen voor invoeding in het openbare gasnet. Er zijn tussen de technieken echter grote

verschillen als het gaat om benodigde energie voor de opwaarderingsinstallatie (techniek 1 en 3 hoog energieverbruik) en methaanemissie uit de installatie (techniek 2 en 3 hoge methaanemissie). Geconcludeerd kan worden dat zowel qua energieverbruik als methaanemissie techniek 4 een optimaal resultaat laat zien.

Door Gas Transport Services zijn in december 2008 de concept kwaliteitseisen voor Groen Gas ter plaatse van Rilland afgegeven. Op basis van de Groen Gas specificaties kan opgemerkt worden dat de beschreven technieken kunnen voldoen aan de kwaliteitseisen.

Uit de exploitatieberekening van De Groene Poort voor de verschillende technieken blijkt dat bij een terugverdiëntijd van 5 jaar of een rendement van 15% minimaal € 0,47/Nm³ en € 0,56/Nm³ (beide techniek 4, Cryogeen) benodigd is. Om het initiatief De Groene Poort kans van slagen te geven dient een minimale SDE vergoeding van € 0,56/Nm³ (op basis van techniek 4, Cryogeen) vastgesteld te worden.

Voor de drie scenario's en de beschreven technieken zijn tevens de CO₂ reductie in ton per jaar berekend. De reductie loopt uiteen van 48% bij techniek 3 (VPSA) tot 83% bij techniek 4 (cryogeen).

Inhoudsopgave

1. INLEIDING	6
1.1 ALGEMEEN	6
1.2 AANLEIDING	6
1.3 PROJECT DE GROENE POORT	6
1.3.1 Algemeen.....	6
1.3.2 Aanleiding project.....	6
1.3.3 Uitgangspunten project	6
1.3.4 Bio-ethanolinstallatie	7
1.3.5 Biogas vergistinginstallatie	8
1.3.6 Specificaties De Groene Poort	8
1.4 PROJECTLOCATIE	9
1.4.1 Ligging	9
1.4.2 Ligging nutsvoorzieningen.....	10
1.5 OPDRACHTOMSCHRIJVING	11
1.6 LEESWIJZER	11
2. BESCHRIJVING SCENARIO'S	12
2.1 ALGEMEEN	12
2.2 SCENARIO 1 (BIOGAS IN WKK)	12
2.3 SCENARIO 2 (BIO-AARDGAS).....	13
2.4 SCENARIO 3 (BIO-AARDGAS T.B.V. MOBILITEIT)	14
3. INVENTARISATIE SCENARIO'S EINDBESTEMMING	15
3.1 ALGEMEEN	15
3.2 DIRECTE LEVERING AAN WKK'S GLASTUINBOUW (SCENARIO 1)	16
3.3 LEVERING AAN EEN OPENBAAR GASNET (SCENARIO 2)	17
3.3.1 Algemeen.....	17
3.3.2 Kwaliteitseisen laagcalorisch gas	17
3.3.3 Kwaliteitseisen hoogcalorisch gas.....	18
3.3.4 Kwaliteitseisen Groen Gas	19
3.4 LEVERING TEN BEHOEVE VAN DE TRANSPORTSECTOR (SCENARIO 3)	20
4. INVENTARISATIE BESCHIKBARE TECHNIEKEN.....	22
4.1 ALGEMEEN	22
4.2 BESCHIKBARE TECHNIEKEN	22
4.2.1 Algemeen.....	22
4.2.2 Techniek 1 Gaswassing	22
4.2.3 Techniek 2 Membraanfiltratie	22
4.2.4 Techniek 3 VPSA.....	22
4.2.5 Techniek 4 Cryogeen	23
4.2.6 Resumé.....	23
5. BESCHRIJVING TECHNISCHE MOGELIJKHEDEN.....	24
5.1 ALGEMEEN	24
5.2 ALGEMENE ONTWERP GEGEVENS.....	24
5.3 LEVERANCIER A (TECHNIEK 1)	24
5.3.1 Resultaten.....	24
5.3.2 Technische omschrijving	25
5.3.3 Operationeel:	25
5.3.4 Service & Onderhoud:.....	25
5.4 LEVERANCIER B (TECHNIEK 2)	25
5.5 LEVERANCIER C (TECHNIEK 3)	26

5.5.1	Resultaten.....	26
5.5.2	Technische omschrijving.....	26
5.5.3	Operationeel:	26
5.5.4	Service & Onderhoud:.....	27
5.6	LEVERANCIER D (TECHNIEK 4)	27
5.6.1	Specifieke ontwerp gegevens per case:	27
5.6.2	Resultaten:.....	27
5.6.3	Technische omschrijving:	27
5.6.4	Operationeel:	29
5.6.5	Service & Onderhoud:.....	29
5.7	RESUMÉ	30
6.	BESCHRIJVING FINANCIËLE ASPECTEN	32
6.1	ALGEMEEN	32
6.2	INVESTERINGSRAMING	32
6.3	EXPLOITATIEKOSTEN.....	34
6.3.1	Kapitaalslasten:.....	34
6.3.2	Uitgangspunten:.....	35
6.4	KOSTPRIJSBEREKENING	36
6.5	EXPLOITATIEBEREKENING DE GROENE POORT	36
7.	CO₂ REDUCTIE	38
7.1	ALGEMEEN	38
7.2	BEREKENINGSWIJZE CO ₂ REDUCTIE	38
7.3	RESULTATEN CO ₂ REDUCTIE PER TECHNIEK	39
8.	CONCLUSIE	40
8.1	SCENARIO'S GROEN GAS	40
8.1.1	Directie levering aan WKK's glastuinbouw (Scenario 1)	40
8.1.2	Levering aan een openbaar gasnet (Scenario 2).....	40
8.1.3	Levering ten behoeve van de transportsector (Scenario 3)	40
8.2	TECHNISCHE ASPECTEN	40
8.3	FINANCIËLE ASPECTEN	41
8.3.1	Investeringsraming.....	41
8.3.2	Exploitatiekosten.....	41
8.4	CO ₂ REDUCTIE.....	42
9.	LITERATUURLIJST.....	43

Bijlagen:

1. Schematisch overzicht scenario's
2. Randvoorwaarden Gas Transport Services
3. Randvoorwaarden Delta Netwerkbedrijf
4. Specificaties invoeden Groen Gas
5. Berekening CO₂ reductie
6. Berekening Wobbe-index
7. Biogas ontwaveling
8. Berekening rendement energieverbruik opwaardeerinstallaties

1. Inleiding

1.1 Algemeen

De Nederlandse overheid heeft een doelstelling voor duurzame energie geformuleerd van 20% in 2020. Dit is een ambitieuze doelstelling waarbij alle mogelijke opties ingezet dienen te worden inclusief de mogelijkheden voor Groen Gas. In het rapport van de energietransitie werkgroep Groen Gas: "Vol gas vooruit!" wordt een ambitie neergelegd voor de korte termijn (binnen enkele jaren) van 1-3% aardgasvervanging op basis van binnenlandse biomassa en een ambitie voor de middellange termijn (2020) van 8-12% aardgasvervanging door Groen Gas op basis van de SNG¹ route. Hiermee zou 25% van de overheidsdoelstelling voor duurzame energie in 2020 ingevuld kunnen worden.

De ontwikkeling van vergistingprojecten met als doel het produceren van Groen Gas is in Nederland nog maar enkele jaren geleden gestart. Bij de meeste huidige vergistingprojecten is sprake van verwerking van biogas in WKK installaties.

1.2 Aanleiding

De ontwikkeling van Groen Gas projecten staat nog aan het begin van een veelbelovende ontwikkeling. In Rilland is een passend vergistinginitiatief tot ontwikkeling gekomen, De Groene Poort, dat op een aantal punten nog nader uitgewerkt dient te worden, waaronder de mogelijkheid tot productie van Groen Gas. Via dit project zou op korte termijn Groen Gas geproduceerd kunnen worden. Met het betreffende netwerkbedrijf (Delta) zijn reeds de mogelijkheden verkend voor invoeding van dit groen gas in de hoogcalorische gasleiding (8 resp. 80 bar).

1.3 Project De Groene Poort

1.3.1 Algemeen

De Groene Poort is een samenwerkingsverband tussen het glastuinbouwbedrijf Lans B.V. en verschillende agrarische ondernemers. De Groene Poort is voornemens een bio-ethanolinstallatie, een vergistinginstallatie en een waterzuiveringsinstallatie voor de verwerking van het digestaat op te richten.

1.3.2 Aanleiding project

Dit voornemen is ontstaan uit de zoektocht naar nieuwe kansen voor de Zeeuwse landbouw. De verwerking van agrarische producten en reststromen biedt volgens uitgebreide voorstudies deze nieuwe kansen.

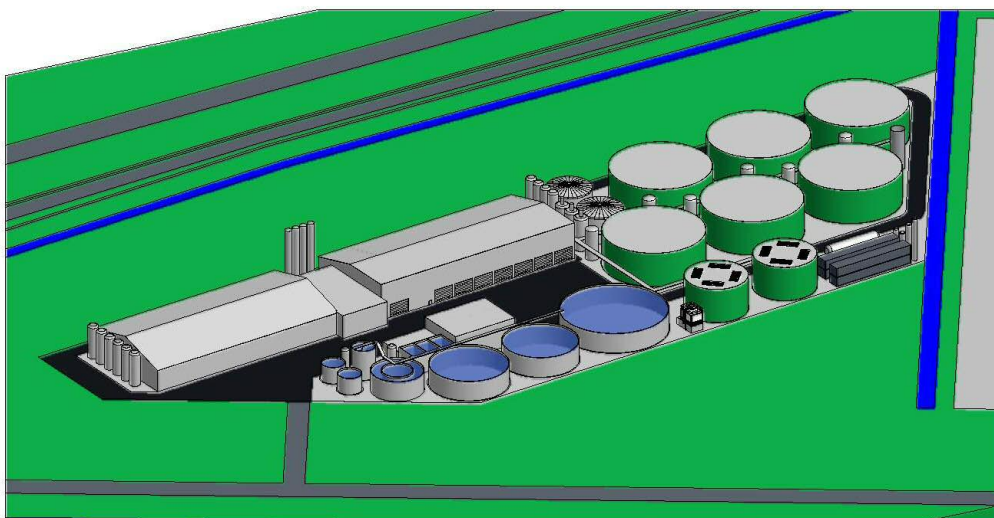
1.3.3 Uitgangspunten project

Uitgangspunt bij het ontwerp van De Groene Poort betreft de ketenefficiency, waarbij zoveel mogelijk gebruik gemaakt wordt van elkaar (rest)producten. Ook de vrijkomende restproducten compost en water worden nuttig toegepast. Door de ligging van het project ten opzichte van de producenten en afnemers van reststoffen worden korte aan- en afvoerlijnen gerealiseerd. Hierdoor zullen er

¹ SNG, Synthetic Natural Gas, gas vrijkomend uit vergassing.

minder transportkilometers moeten worden afgelegd en wordt een grotere CO₂ reductie bereikt.

Figuur 1.1: Overzichtstekening De Groene Poort



Uitgangspunten project:

- Lokaal (Zuidwest Nederland) geteelde tarwe gebruiken als input voor Bio-ethanolproductie;
- Vrijkomende warmte van de WKK's van Lans wordt geleverd aan het productieproces van de Groene Poort.
- Tarwegistconcentraat (restproduct bij de productie van bio-ethanol) wordt (samen met overige biomassa aangevoerd door derden) ingezet als biomassa voor de vergistinginstallatie;
- Het gezuiverde water kan gebruikt worden als gietwater in de omliggende glastuinbouwkassen;
- Het gereinigde biogas wordt geleverd aan de WKK's van Lans of op het openbare gasnet.
- Vrijkomend CO₂ wordt geleverd aan de omliggende glastuinbouwkassen.

Een project in deze vorm, waarbij de link is gelegd tussen bio-ethanol, vergisting, aanvoer- en afvoer van (rest)producten is, voor zover bekend uniek. Er is getracht om zo min mogelijk restproducten over te houden welke niet nuttig kunnen worden ingezet.

Op basis van de aanleiding en de uitgangspunten is een ontwerp opgesteld voor De Groene Poort. In dit ontwerp worden een tweetal hoofdonderdelen onderscheiden, bio-ethanol en bio-vergisting. In onderstaande paragrafen wordt ingegaan op deze hoofdonderdelen.

1.3.4 Bio-ethanolinstallatie

Ethanol kan door kleine aanpassingen van (benzine)voertuigen benzine vervangen. In de landen van de Europese Unie wordt ethanol momenteel in lage percentages bijgemengd in benzine. Ethanol is een soort alcohol dat voornamelijk wordt bereid door vergisting van suikers en zetmeel uit maïs of andere graanproducten. Het belangrijkste milieuvoordeel van bio-ethanol is dat het biologisch afbreekbaar is, niet giftig is en geen zwavel en aromaten bevat. Bij

verbranding komt veel minder zwaveloxide en koolstofmonoxide vrij dan gewone brandstof. De belangrijkste reden voor het bevorderen van het gebruik van bio-ethanol is de vermindering van de CO₂-uitstoot.

Voor de bio-ethanolinstallatie van de Groene Poort is de gedachte om tarwe in te nemen als grondstof voor de productie. Tarwe wordt gezien als eerste generatie biobrandstof en is concurrerend met voedingsgewassen. Het streven van de Groene Poort is om de installatie zo in te richten dat met beperkte aanpassingen (in de voorverwerking) tweede generatie biobrandstoffen kunnen worden verwerkt. Tweede generatie biobrandstoffen concurreren niet met voedingsgewassen.

1.3.5 Biogas vergistinginstallatie

De voorziene installatie is ontworpen voor een verwerkingcapaciteit van maximaal 1.000 ton grondstof per dag (gemiddelde 660 ton/dag). De jaarcapaciteit bedraagt maximaal 331.000 ton per jaar. De installatie zal continu in bedrijf zijn. De installatie is gedimensioneerd op basis van CZV-belasting² (Chemische Zuurstof Verbruik).

In de biogas vergistinginstallatie zal 80 à 90% van het CZV omgezet worden in biogas. De biogas productie wordt gerealiseerd in een thermofiele vergisting gevolgd door een scheiding van vaste stof en water. De waterfractie wordt anaëroob gezuiverd in UASB-reactoren, waar een deel van de resterende CZV nog wordt omgezet in biogas.

Het biogas wordt biologisch ontzwaveld in een aantal BIDOX[®] installaties. Hierbij wordt het aanwezige zwavelwaterstof in biogas biologisch omgezet in zwavelzuur (zie bijlage 7). Het zwavelzuur wordt in de aërobe biologische zuivering gebruikt voor pH correctie.

Het anaëroob gezuiverde digestaat wordt verder gezuiverd in een aëroob systeem met chemische fosfaat verwijdering.

De nageschakelde waterzuivering bestaat uit een NAS[®] systeem (New activated Sludge) waarbij de vracht aan ammonium stikstof verwijderd wordt via de nitriet route. Naast de ammonium stikstof worden ook de resterende CZV en de overige stikstofverbindingen verwijderd. Op het eind van het NAS[®] systeem wordt water en slib gescheiden met een microfiltratie (MF). Het effluent van de micro filtratie wordt verder behandeld in een nanofiltratie of gefiltreerd over een biologisch filter. De tegengehouden fractie van de NF (brine) of het MF effluent wordt behandeld in een ANPHOS[®] installatie voor het afscheiden van de fosfaten in de vorm van een (kunst)meststof (Struviet).

Het vrijkomende water kan worden gebruikt in de glastuinbouwkassen of voor lozing op het oppervlaktewater of riolering.

1.3.6 Specificaties De Groene Poort

Zoals in bovenstaande paragrafen reeds aangegeven wordt de kringloop van (rest) producten zo klein mogelijk gehouden. Hierdoor zal de inkomende biomassa voor een groot deel bestaan uit het restproduct van de bio-ethanol fabricage

² Dit is een analyseparameter die gebruikt wordt om de hoeveelheid biogas die per ton grondstof wordt geproduceerd te bepalen. De CZV varieert van product tot product en dat geldt ook voor het deel van de omzetbaarheid van de CZV in biogas. Deze laatste wordt ingeschat op basis van het type product. Dus zowel de vergistbaarheid als de hoeveelheid biogas die kan worden geproduceerd per ton product is afhankelijk van het inkomende product. Daarom wordt de dimensionering van de installatie niet bepaald door de doorzetcapaciteit maar op de CZV belasting van het te verwerken mengsel

(tarwegistconcentraat) en zullen de “producten” van de vergistinginstallatie zoals biogas, water en nutriënten ingezet worden in de glastuinbouw. Daarnaast zal gebruik gemaakt worden van externe biomassa stromen uit de nabijgelegen aardappelverwerkende industrie en mest. In onderstaande tabellen worden de ingaande biomassa en de uitkomende biogas specificaties weergegeven.

In de biogas vergistinginstallatie worden de onderstaande biomassa verwerkt:

Tabel 1.1: Biomassa ten behoeve van de vergister

Biomassa	Aantal	Eenheid
Tarwe Gist Concentraat (TGC)	119.520	ton/jaar
Aardappel Reststoffen		
Stoomschillen	81.000	ton/jaar
Compost	9.600	ton/jaar
Grijs Zetmeel	3.000	ton/jaar
Vlokken	2.000	ton/jaar
Kruim	2.250	ton/jaar
Bevroren snippers	20.000	ton/jaar
Vet	500	ton/jaar
Zuiveringsslib	8.425	ton/jaar
Uienresten (gedroogd)	15.000	ton/jaar
Tomaten afval	3.900	ton/jaar
Mest (gescheiden mest)	66.299	ton/jaar
Totale vracht aanvoer	331.494	ton/jaar

Het geproduceerde biogas op basis van de inkomende biomassa zoals weergegeven in tabel 1.1 bezit de onderstaande specificaties.

Tabel 1.2: Specificaties biogas

Parameter	Eenheid	Waarde
Biogas capaciteit	Nm ³ /hr	4.167
Inlaat temperatuur	° C	+35
Inlaat gasdruk	mbarg	30 tot 50
Inlaat gascompositie	vol% CH ₄	62.0
CO ₂	vol%	38.0
O ₂	vol%	<0.1
N ₂	vol%	<0.1
H ₂ S	ppm	<150

1.4 Projectlocatie

1.4.1 Ligging

Het project De Groene Poort is gesitueerd in het glastuinbouwgebied in Rilland (Zeeland). Het betreft hier een braakliggende terrein tussen de Bathpolderweg en de Oude Rijksweg.

Figuur 1.2: Luchtfoto projectlocatie



Het beschikbare terrein wordt beperkt door de noordzijde van het perceel gesitueerde hoogspanninglijnen (met de daarbij behorende veiligheidsafstanden) en een leidingenstrook (met de daarbij behorende veiligheid- en toetsingsafstanden). In het zuiden is de Oude rijksweg, de spoorweg en de Rijksweg A58 gesitueerd. Aan de Westzijde zijn de kassen van Lans gesitueerd.

1.4.2 Ligging nutsvoorzieningen

Nabij de locatie zijn diverse gasnetten aanwezig. Deze leidingen zijn in beheer van Delta Netwerkbedrijf en Gas Transport Services (voorheen Gasunie).

Ten noorden van de locatie is een leidingenstrook aanwezig waarin het hoogcalorische gasnet van Delta aanwezig is. Afnemers van dit gasnet betreft met name de industrie op Walcheren en Zuid-Beveland alsmede de tuinders in de Bathpolder (tevens locatie van De Groene Poort). Dit gasnet, de Midden-Zeeland leiding, heeft een directe verbinding met het Zebra-net. Het betreft hierbij een hogedruk gasleiding (80 bar). Tevens zijn een laagcalorisch gasnet aan de zuidzijde van de rijksweg A58 aanwezig en een lagedruk gasnet (8 bar) ten behoeve van de tuinders in de Bathpolder.

Het aanwezige gasnet van GTS betreft het ten zuiden van de rijksweg A58 gelegen laagcalorische gasnet. Een eventuele aansluiting op dit gasnet zou bij de afrit Rilland gerealiseerd kunnen worden. Hierbij dient rekening gehouden te worden met de afstand van dit punt tot de locatie alsmede met de kruising van de rijksweg A58.

1.5 Opdrachtschrijving

Voor het project De Groene Poort zijn, op basis van de beschikbare biomassastromen, voorbereidingen voor dit project getroffen. Hierbij is een globaal ontwerp opgesteld hoe de bio-ethanol, de bio-vergisting en de digestaatverwerking gerealiseerd dient te worden. Voor de verwerking van het biogas is nog geen ontwerp opgesteld omdat er diverse scenario's zijn om het biogas te verwerken. De voor de hand liggende oplossing betreft het inzetten bij het plaatselijk glastuinbouwbedrijf. Andere scenario's zijn echter ook denkbaar, zoals produceren van Groen Gas t.b.v. injectie in het landelijke aardgasnetwerk of toepassing in de mobiliteit.

Voor de beschreven scenario's (inzetten in de kas, injectie in een gasnet of inzetten ten behoeve van de mobiliteit) wordt de haalbaarheidsstudie uitgevoerd.

De haalbaarheidsstudie is opgedeeld in een tweetal fasen, waarbij in de eerste fase de inventarisatie van de technische en financiële mogelijkheden is beschreven. In een tweede fase zullen op basis van de rapportage van fase 1 organisatorische aspecten en besprekingen met stakeholders uitgevoerd worden.

Bij de scenario's zal in de eerste fase aandacht besteed te worden aan de volgende items:

- Beschrijving technische mogelijkheden per scenario;
- Financieel perspectief (investering + exploitatie); inclusief mogelijkheden en consequenties wel/niet gas opwaarderen naar aardgaskwaliteit
- Milieuprestatie van de verschillende opties (in termen van vermeden CO₂-emissie op jaarbasis)

In de tweede fase zal aandacht besteed worden aan:

- Organisatorische aspecten bij de scenario's (initiatiefnemers onderling, versus netwerkbeheerder, financiers, positionering binnen sector en kennisoverdracht)

De tweede fase zal aansluitend aan de afronding van de eerste fase opgestart worden en zal parallel lopen aan de werkzaamheden ten behoeve van de realisatie van de installatie van De Groene Poort.

1.6 Leeswijzer

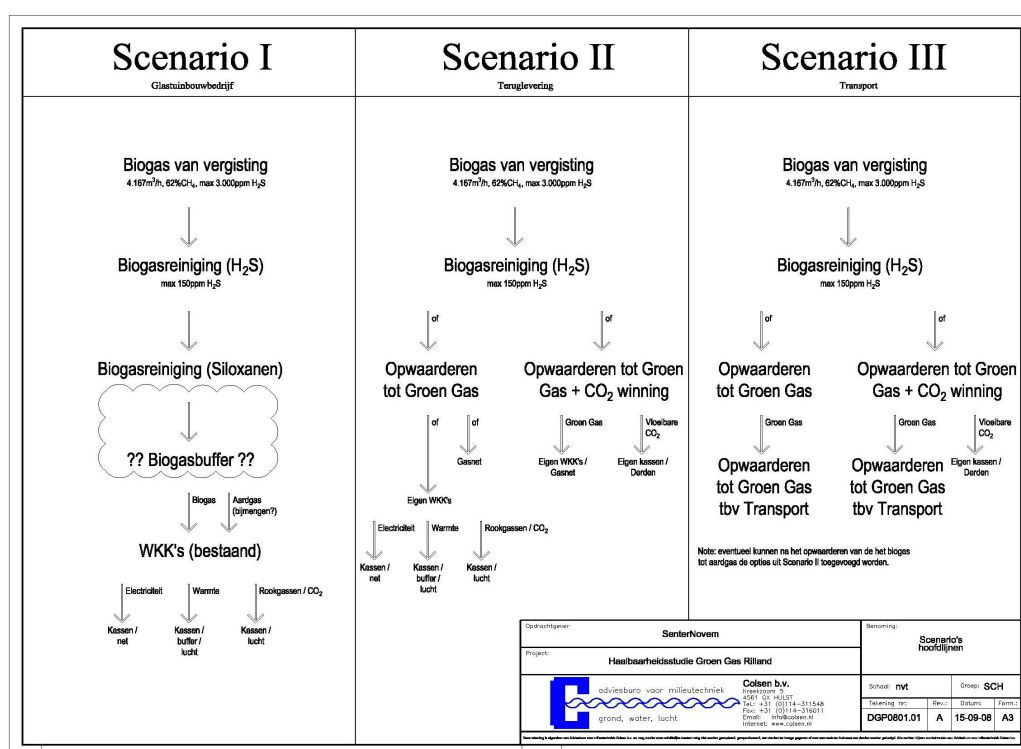
In hoofdstuk 2 worden de in de opdrachtschrijving genoemde scenario's toegelicht. In hoofdstuk 3 en 4 worden respectievelijk de inventarisatie van de technieken en de inventarisatie van de mogelijkheden qua eindbestemming beschreven. Op basis van deze inventarisaties wordt de technische en financiële haalbaarheid in de hoofdstukken 5 en 6 beschreven. In hoofdstuk 7 worden de CO₂ reductie per techniek berekend en weergegeven. Ten slotte worden in hoofdstuk 8 de conclusies geformuleerd.

2. Beschrijving scenario's

2.1 Algemeen

Ten behoeve van de haalbaarheidsstudie zijn in onderling overleg een drietal scenario's vastgesteld welke voor De Groene Poort mogelijkheden bieden voor de levering van Groen Gas. De scenario's betreffen:

1. reinigen van biogas en inzetten in bestaande WKK's glastuinbouw;
- 2a opwerking van biogas tot aardgaskwaliteit en inzetten in bestaande WKK's glastuinbouw en/of injecteren op een gasnet.
- 2b Idem als 2a inclusief de winning van vloeibare CO₂
- 3 opwerking van biogas tot aardgaskwaliteit en inzetten ten behoeve van de transportsector.



In onderstaande paragrafen zijn de scenario's beschreven. Een schematische overzicht van de verschillende scenario's is in bijlage 1 weergegeven.

2.2 Scenario 1 (Biogas in WKK)

In scenario 1 wordt het biogas eerst ontdaan van het grootste deel H₂S (±95%). Aansluitend wordt het gas (grotendeels) ontdaan van siloxanen en restanten H₂S. Na deze reinigingsstappen heeft het gas de juiste kwaliteit om op de bestaande WKK's (na aanpassingen) om te zetten in elektriciteit, warmte en rookgassen(CO₂) die vervolgens met een standaard rookgassen reiniging ingezet kunnen worden in de kassen. De verwijdering van siloxanen en H₂S is noodzakelijk om de rookgassen als CO₂ bemesting in de kassen in te kunnen zetten zonder de planten te beschadigen of de groei te remmen. Tevens zal het onderhoud van de WKK's aanzienlijk duurder worden als er geen of niet genoeg H₂S verwijderd wordt. Het

gereinigde biogas heeft hiermee niet de kwalificaties van aardgas conform de algemene aansluitvoorwaarden zoals gedeponeerd bij de Energiekamer.

Het biogas dient aan de onderstaande kwaliteitsparameters te voldoen:

Tabel 2.1: Kwaliteitseisen scenario 1

Kwaliteitsparameter	Eenheid	
Wobbe-index (W)	MJ/m ³	> 12,6
Zwavel (totaal)	Mg/m ³	<2200 zonder katalysator <200 met katalysator
Anorganische gebondenzwavel (H ₂ S)	Ppm (100% CH ₄)	<2200 zonder katalysator <200 met katalysator
Kooldioxide (CO ₂)	Mol%	< 66
Zuurstof (O ₂)	Mol%	-
Methaangehalte	-	70 - 80

2.3 Scenario 2 (Bio-aardgas)

In scenario 2 wordt het biogas ontdaan van het grootste deel H₂S (±95%). Aansluitend wordt het gas opgewaardeerd zodat het de kwaliteit heeft om het op het gasnet te mogen injecteren (scenario 2a). Vanaf dit moment kan het Groene Gas op de eigen WKK's ingezet worden als vervanging van aardgas of op het gasnet geïnjecteerd worden. Bij het opwaarderen van biogas naar Groen Gas is er ook een mogelijkheid om vloeibaar CO₂ te winnen uit het biogas (scenario 2b).

In de omgeving van de locatie van De Groene Poort zijn een tweetal gasnetten aanwezig. Het betreft hier het laagcalorisch gasnet, in beheer bij GTS en het hoogcalorische gasnet, in beheer bij Delta Netwerkbedrijf. Voor beide gasnetten wordt in deze rapportage de haalbaarheid beschreven.

Het Groen Gas dient, conform de algemene aansluitvoorwaarden zoals gedeponeerd bij de Energiekamer, aan de onderstaande kwaliteitsparameters te voldoen:

Tabel 2.2: Kwaliteitseisen scenario 2

Kwaliteitsparameter	Eenheid	Algemene ³ voorwaarden G-gas	Algemene voorwaarden H-gas ⁴
Wobbe-index (W)	MJ/m ³	43,44 – 47,11	50.9 –55.7
Zwavel (totaal)	Mg/m ³	45	3.33 ppm
Anorganische gebondenzwavel (H ₂ S)	Mg/m ³	5	5
Anorganisch gebondenzwavel (H ₂ S +COS)	Mg/m ³	10	16
Kooldioxide (CO ₂)	Mol%	6	2.5
Zuurstof (O ₂ , invoeding in RTL)	Mol%	0.5	0.1
Methaangehalte	-	65 – 96	

³ G-gas = Gronings aardgas

⁴ H-gas = Hoog calorisch gas

2.4 Scenario 3 (Bio-aardgas t.b.v. mobiliteit)

Scenario 3 betreft het opwaarderen tot Groen Gas welke gelijk is aan scenario 2. Na het opwaarderen tot Groen Gas wordt het gas hier echter gecompriëerd (i.i.g. naar 200bar) zodat dit als brandstof voor voertuigen ingezet kan worden. Hiertoe zal een gasbuffer en een “tankstation” voorzien moeten worden.

Het Groen Gas dient aan de onderstaande kwaliteitsparameters te voldoen:

Tabel 2.3: Kwaliteitseisen scenario 3

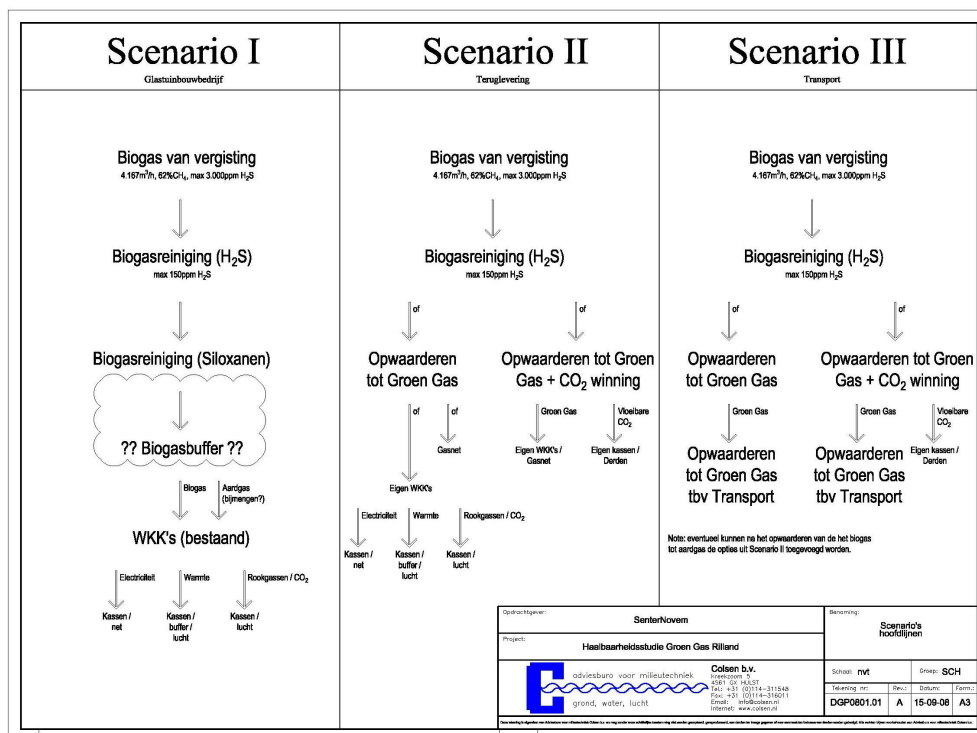
Kwaliteitsparameter	Eenheid	
Wobbe-index (W)	MJ/m ³	43,44 – 47,11
Zwavel (totaal)	Mg/m ³	45
Anorganische gebondenzwavel (H ₂ S)	Mg/m ³	5
Anorganisch gebondenzwavel (H ₂ S +COS)	Mg/m ³	10
Kooldioxide (CO ₂)	Mol%	6
Zuurstof (O ₂ , invoeding in RTL)	Mol%	0.5
Methaangehalte	-	65 – 96

3. Inventarisatie scenario's eindbestemming

3.1 Algemeen

Op basis van de beschreven scenario's zijn een drietal eindbestemmingen te formuleren, te weten:

1. levering direct aan de WKK's van de glastuinbouw (Scenario 1);
2. levering aan een openbaar gasnet (Scenario 2);
3. levering aan de transportsector (Scenario 3).



Ten behoeve van de leveringen heeft met de beheerders van de eindbestemmingen overleg plaatsgevonden om de mogelijkheden van levering en de daarbij behorende uitgangspunten en randvoorwaarden vast te stellen. In onderstaande paragrafen zijn per beheerder deze uitgangspunten en randvoorwaarden vastgelegd.

Opgemerkt dient te worden dat ten behoeve van de levering aan een openbaar gasnet een tweetal netwerkbeheerders zijn benaderd. Het betreft hierbij GasTransportServices en Delta Netwerkbedrijf. Deze bedrijven zijn beheerder van respectievelijk het laagcalorisch en hoogcalorische net waarvan de transportleiding nabij de locatie in Rilland is gelegen. Tevens dient opgemerkt te worden dat enkel met de netwerkbeheerders is gesproken en niet met Shippers in het kader van de verkoop van gas.

Doordat de kwaliteitseisen voor injectie van Groen Gas in het openbare gasnet ten tijde van dit onderzoek nog niet door Gasunie waren geaccordeerd en verstrekt, is gebruik gemaakt van de eisen zoals opgenomen in de algemene aansluitvoorwaarden zoals gedeponereerd bij de Energiekamer. In een later stadium, voor de definitieve rapportage is door GTS, onder voorbehoud van goedkeuring door de regionale netbeheerders, de kwaliteitseisen voor injectie van

Groen Gas in Rilland op het laagcalorische gasnet vrijgegeven. In paragraaf 3.3.4 wordt verder ingegaan op deze kwaliteitseisen in relatie tot de

3.2 **Directe levering aan WKK's glastuinbouw (Scenario 1)**

Ten behoeve van de directe levering van Groen Gas aan de bestaande WKK's van Lans glastuinbouwbedrijf dienen de onderstaande uitgangspunten in acht genomen te worden.

- Het ingenomen gas wordt gebruikt voor CO₂ dosering in de kas, warmte dosering in de kas en elektra teruglevering op het net.
- Bij koud weer zal meer gasbehoefte aanwezig zijn. De gemiddelde productie uren van de huidige WKK's bedraagt circa 60%;
- Naast directe gasbehoefte voor CO₂ dosering en warmte in de kas zal de gasbehoefte ook aangepast worden bij hoge elektra prijzen, op onbalans of de APX (economische redenen)
- De rookgassen dienen te voldoen aan de kwaliteitseisen voor toepassing in de glastuinbouw⁵

Tabel 3.1: Gasverbruik tuinbouwkas Lans

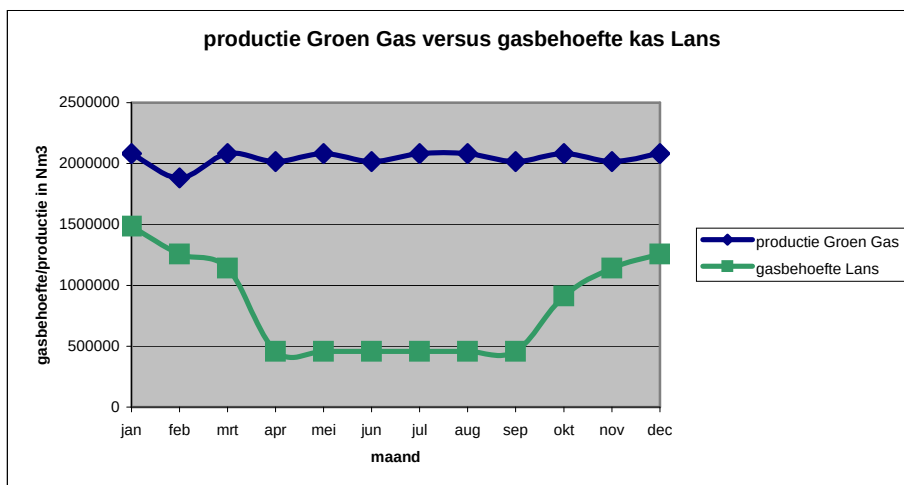
Maand	M3/M2	Totaal gebruik m3	Productie Groen Gas m3 ⁶	Overschot
Januari	10,83	1484167	2083200	599033
Februari	9,17	1255833	1881600	625767
Maart	8,33	1141667	2083200	941533
April	3,33	456667	2016000	1559333
Mei	3,33	456667	2083200	1626533
Juni	3,33	456667	2016000	1559333
Juli	3,33	456667	2083200	1626533
Augustus	3,33	456667	2083200	1626533
September	3,33	456667	2016000	1559333
Oktober	6,67	913333	2083200	1169867
November	8,33	1141667	2016000	874333
December	9,17	1255833	2083200	827367
Totaal	72,50	9932500	24528000	14595500

⁵ In het kader van gebruik van CO₂ vrijkomend bij biogas wordt op dit moment in opdracht van SenterNovem een haalbaarheidstudie uitgevoerd

⁶ Uitgaande van een productie van 2800 m3 bio-aardgas per uur en 28, 30 of 31 dagen per maand

In onderstaande grafiek wordt de continue levering van Groen Gas afgezet tegen de gasbehoefte van het glastuinbouwbedrijf Lans.

Grafiek 3.1: Productie Groen Gas versus gasbehoefte kas Lans



Op basis van bovenstaande grafiek kan geconcludeerd worden dat de gasvraag voor de tuinders sterk varieert over de seizoenen. Aangezien de bio-aardgasproductie in een continue levering voorziet zal een relevante hoeveelheid overschot aan het openbare gasnet geleverd dienen te worden of aan andere glastuinbouwers in de Bathpolder. Deze tuinders hebben echter hetzelfde afnamepatroon als Lans, waardoor in de zomerperiode alsnog op het openbare gasnet geleverd dient te worden.

Om continue afvoer van Groen gas te waarborgen zal een aansluiting op het openbare gasnet noodzakelijk zijn. In dit geval dienen alsnog de kwaliteitseisen voor levering op het aardgasnet gehanteerd te worden.

Daarom zal geen berekening van de investering en exploitatiekosten voor scenario 1 (alleen levering aan de bestaande wkk's) uitgevoerd worden, maar wordt aangesloten bij de berekening van scenario 2 (levering openbare gasnet).

3.3 Levering aan een openbaar gasnet (Scenario 2)

3.3.1 Algemeen

Aangezien de gasvraag op het lage druk distributie gasnet zeer wisselend is (laagbevolkt gebied van particulieren) is invoeden op dit net niet mogelijk. Op het lage druk hoogcalorisch gasnet ten behoeve van de tuinders invoeden is omwille van het wisselende verbruik door de tuinders (zie 3.2) in combinatie met de eenrichtingspositie van het gasontvangststation Middenhof niet mogelijk. Hierdoor blijft enkel invoeden op het hoge druk gasnet (hoogcalorisch van Delta en laagcalorisch van GTS) de enige optie.

3.3.2 Kwaliteitseisen laagcalorisch gas

Aangezien de invoeding van Groen Gas aan het openbare gasnet nog een relatief nieuwe ontwikkeling is zijn voorsnag de algemene gasvoorwaarden (gedeponeerd bij de energiekamer) van toepassing. In deze algemene

gasvoorwaarden zijn de specificaties beschreven waaraan ingevoerd gas dient te voldoen. In onderstaande tabel worden de specificaties van de algemene gasvoorwaarden weergegeven.

Tabel 3.2: Specificatie laagcalorisch gas (G-gas)

Kwaliteitsparameter	Eenheid	Algemene voorwaarden G-gas
Wobbe-index (W)	MJ/m ³	43,44 – 47,11
Zwavel (totaal)	Mg/m ³	45
Anorganische gebonden zwavel (H ₂ S)	Mg/m ³	5
Anorganisch gebonden zwavel (H ₂ S + COS)	Mg/m ³	10
Kooldioxide (CO ₂)	Mol%	0.2 – 11.0
Zuurstof (O ₂ , invoeding in RTL)	Mol%	0.5
Methaangehalte	-	65 – 96
Stof	-	Technisch vrij
Vaste koolwaterstoffen	-	Technisch vrij
Ruikbaarheid	-	Reukloos

Technische randvoorwaarden:

Er dient rekening gehouden te worden met een hoge druk in het gasnet (42-66 bar). Ten behoeve van maximale benutting van het gasnet moet invoeding plaatsvinden op basis van de ontwerpdruk (66 bar). Aangezien dit net een grote hoeveelheid gas transporteert zal de invoeding van circa 2.800 m³ bio-aardgas per uur geen capaciteitsproblemen veroorzaken.

Daarnaast zal de beheerder van het openbare gasnet een kwantiteit en kwaliteitsmeting verplicht stellen. Deze metingen dienen door de initiatiefnemer verzorgd te worden in samenspraak met de beheerder van het gasnet. Het betreft hier globaal de realisatie van flowmeters en afsluiters (on line gestuurd) en diverse gasanalyse apparatuur.

De benodigde werkzaamheden c.q. installaties op de locatie dienen door en voor rekening van de initiatiefnemer uitgevoerd te worden. De werkzaamheden buiten de locatie worden door GTS uitgevoerd voor kosten van de initiatiefnemer. Bindende afspraken dienen vooraf in een overeenkomst vastgelegd te worden. Opgemerkt dient te worden dat bovenstaande enkel geldt voor de feitelijke realisatie van een aansluiting op het openbare gasnet wat in beheer is bij GTS.

De verkoop van het gas alsmede het verzorgen van een afnemer dient bij een shipper ondergebracht te worden.

Een volledige opsomming van kwantitatieve en kwalitatieve randvoorwaarden zijn opgenomen in bijlage 2.

3.3.3 Kwaliteitseisen hoogcalorisch gas

Ten behoeve van de benodigde kwaliteit voor invoeding op dit net wordt verwezen naar de algemene voorwaarden welke gebaseerd zijn op hoogcalorische invoeding. Aangezien de vaste afname circa 5.000 m³/uur bedraagt en naar schatting circa 2.800 m³/uur opgewerkt Groen Gas door De Groene Poort geleverd kan gaan worden zal de kwaliteit van het ingevoerde gas afgestemd moeten worden op de benodigde kwaliteit gas van de afnemers (industrie). Hiertoe

zullen nadere eisen gesteld worden welke op dit moment nog onderzocht moeten worden.

Tabel 3.3: Specificatie hoogcalorisch gas

Kwaliteitsparameter	Eenheid	Algemene voorwaarden H-gas
Wobbe-index (W)	MJ/m ³	50.9 – 55.7
Waterdauwpunt	° C	-8
Zwavel (totaal)	Mg/m ³	3.33 ppm
Anorganische gebonden zwavel (H ₂ S)	Mg/m ³	5
Anorganisch gebonden zwavel (H ₂ S +COS)	Mg/m ³	16
Odorantgehalte (THT)	Mg/m ³	0
Kooldioxide (CO ₂)	Mol%	2.5
Zuurstof (O ₂ , invoeding in RTL)	Mol%	0.1

Een volledige opsomming van kwantitatieve en kwalitatieve randvoorwaarden zijn opgenomen in bijlage 3.

3.3.4 Kwaliteitseisen Groen Gas

Door GTS en Gasunie zijn reeds op basis van nader onderzoek naar invoeding van biogas algemene specificaties voor Groen Gas opgesteld. Aangezien GTS en Gasunie een landelijk net beheren waarop diverse regionale netwerkbeheerders zijn aangesloten dienen ten eerste alle regionale netwerkbeheerders akkoord te gaan met de opgestelde specificaties alvorens deze specificaties als geldend beschouwd kunnen worden.

Tabel 3.4: Concept specificatie Groen Gas voor invoeding te Rilland

Kwaliteitsparameter	Eenheid	Groen Gas voorwaarden
Calorische bovenwaarde (Hs)	MJ/m ³	35.5 – 36.0
Wobbe-index (W)	MJ/m ³	43.70 – 44.41
Waterdauwpunt	° C	-8 (72 bar (e))
Koolwaterstofdauwpunt	Mg/m ³	5 (T>=-3° C ;elke druk)
Temperatuur in te voeden gas	° C	2 – 40
Zwavel (totaal)	Mg/m ³	30
Anorganische gebonden zwavel (H ₂ S)	Mg/m ³	5
Anorganisch gebonden zwavel (H ₂ S +COS)	Mg/m ³	5
Mercaptanen	Mg/m ³	6
Odorantgehalte (THT)	Mg/m ³	0
Koolmonoxide (CO)	Mol%	0
Kooldioxide (CO ₂)	Mol%	10.00 – 10.88
Benzeen, Toluene, Xyleen (BTX)	Mol%	0.025
Aromatische koolwaterstoffen	Mol%	0.025
Zuurstof (O ₂ , invoeding in RTL)	Mol%	0.5
Waterstof (H ₂)	Vol%	0.02
Methaangetal	-	>80
Stof	-	Technisch vrij
Vaste koolwaterstoffen		Technisch vrij
Ruikbaarheid	-	Reukloos
Algemeen		

De volledige specificaties zijn opgenomen in bijlage 4.

Op basis van de Groen Gas specificaties ten opzichte van de algemene voorwaarden voor invoeding op een laagcalorisch of hoogcalorisch gasnet kan opgemerkt worden dat de kwalitatieve wijzigingen zich beperken tot een smallere wobbe-index (43,7-44,41 in plaats van 43,44-47,11 MJ/m³) en een smallere range voor CO₂ (10,00-10,88 Mol% in plaats van 0,2-11 Mol%). Door GTS wordt tevens opgemerkt (zie bijlage 3) dat bij invoeding van het Groen Gas te Rilland de maximale concentratie eis voor het CO₂ mengsel in de gasleiding van GTS kleiner dan 8 Mol% zal zijn bij een maximum van 10% CO₂ in het Groen Gas. Bij de algemene gasvoorwaarden betreft het hier 6 Mol%.

In het kader van de technische uitwerking wordt door de verschillende leveranciers van opwaardering installaties aangegeven dat het methaangehalte bijgestuurd kan worden en zodoende het CO₂ gehalte aangepast kan worden. Bij de opwerking van biogas tot Groen Gas zou derhalve minimaal 90% methaan en maximaal 10% CO₂ in het Groen Gas aanwezig mogen zijn. Voor de verschillende beschreven technieken wordt voldaan aan de wobbe index bij 10% CO₂ (zie bijlage 6).

De concept specificaties voor Groen Gas zijn voor het laagcalorische gasnet. Indien invoeding plaatsvindt op het hoogcalorische gasnet zal ten alle tijden maatwerk verricht moeten worden omdat de kwaliteit afhankelijk is van de vraag van het lage aantal industriële afnemers op het hoogcalorische net.

3.4 Levering ten behoeve van de transportsector (Scenario 3)

in het kader van energietransitie en reductie van fijn stof worden door verschillende overheidsinstanties ontwikkelingen op het gebied van rijden op aardgas en groen gas gestimuleerd. In het kader van Groen Gas zijn in de provincie Zeeland enkele initiatieven in ontwikkeling om met name het gebruik van Groen Gas in de transportsector te stimuleren. Door de provincie Zeeland wordt een project ondersteunt waarbij met name het streekvervoer en een particulier transportbedrijf, met subsidie van SenterNovem onder de naam CROB, de haalbaarheid van het rijden op Groen Gas onderzoeken.

In de haalbaarheidsstudie voor dit initiatief heeft reeds overleg plaatsgevonden met een regionale leverancier van biogas (middels vergisting). Hieruit is geconcludeerd dat ten behoeve van een efficiënte inzet van Groen Gas in de transportsector en met name in het streekvervoer een optimale plaatsing van vulstations essentieel is in de succesfactor voor dit initiatief. Dit betekent automatisch dat een vulstation op de locatie van opwerking voor het streekvervoer geen optie is. Gezocht is derhalve naar de transportmogelijkheid van Groen Gas. In bovengescreven initiatief is gekozen voor invoeding op het openbare gasnet en het middels certificaten inkopen van dit gas door de vulstations. Hierbij wordt qua gaskwaliteit aangesloten op de kwaliteitseisen van de netwerkbeheerders.

In dit initiatief wordt uitgegaan van een verbruik van circa 4,5 miljoen Nm³ per jaar. In relatie met de levering vanuit De Groene Poort (circa 25 miljoen Nm³ per jaar) is dit echter marginaal. Verwacht wordt dat nog enkele initiatieven in Zeeland ontwikkeld worden op basis van dit initiatief in het kader van de stuurgroep Piek in de Delta, het convenant energie en klimaat van IPO en UVW en via de werkgroep Schone Energie. Nieuwe initiatieven zullen waarschijnlijk op basis van certificatenhandel ontwikkeld worden.

Omdat de levering van Groen Gas door De Groene Poort het meervoudige is van de lokale en/of regionale vraag naar bio-aardgas voor transport is de conclusie dat een aansluiting op het aanwezige gasnet noodzakelijk is. Hierdoor zal de berekening van de investering en exploitatiekosten voor scenario 3 niet separaat uitgevoerd worden, maar wordt aangesloten bij de berekening van scenario 2.

Een alternatief betreft het vloeibaar maken van het Groen Gas tot LBG (Liquid Bio Gas) en als zodanig in de markt zetten als vervanger van LPG. Binnen de scope van deze haalbaarheid is dit alternatief niet verder onderzocht.

4. Inventarisatie beschikbare technieken

4.1 Algemeen

Op basis van literatuuronderzoek en informatie op openbare media en leveranciersinformatie zijn de beschikbare technieken geïnventariseerd en beschreven. Uit deze informatie kan gesteld worden dat er een viertal technieken beschikbaar zijn welke biogas kan opwaarderen tot aardgaskwaliteit. In onderstaande paragrafen zijn deze technieken beschreven.

4.2 Beschikbare technieken

4.2.1 Algemeen

De verschillende kenmerken zijn vergeleken tussen de technieken onderling. Bijvoorbeeld bij een lage methaan emissie wordt bedoeld lager dan de emissie ten opzichte van andere technieken. In paragraaf 6.3.2.5 worden absolute kengetallen weergegeven.

4.2.2 Techniek 1 Gaswassing

Gaswassing, door chemische vloeistof welke CO₂ opneemt. De kenmerken bij deze techniek zijn:

- Lage methaan emissie CH₄ verlies = <0,1 %
- Laag elektrisch verbruik
- Warmte nodig voor het regeneratie proces van het COOAB
- CO₂ verwijdering bij atmosferische druk
- Hergebruik van CO₂ direct mogelijk.

4.2.3 Techniek 2 Membraanfiltratie

Membraanfiltratie, Afscheiding CO₂ door membraan.

De membranen laten CO₂ door, maar geen CH₄. De kenmerken bij deze techniek zijn:

- Hoog methaan verlies (CH₄ slip = 10 a 20 %)
- Hoog elektrisch verbruik
- Hoog warmte verbruik door het verwarmen van het ruwe biogas
- Behandeling en opwaardering van rest gas stroom noodzakelijk

4.2.4 Techniek 3 VPSA

VPSA (Vacuum Pressure Swing adsorption)

Adsorptietechniek waarbij CO₂ onder druk geadsorbeerd zal worden en vervolgens onder vacuüm weer afgevoerd wordt. De kenmerken bij deze techniek zijn:

- Relatief hoog methaan verlies (CH₄ verlies = 2 a 3%)
- Hoog elektrisch verbruik door de drukverhoging van de ruw gas stroom
- Hoog warmte verbruik door het verwarmen van de ruw gas stroom
- Extra CO₂ behandeling vereist (afhankelijk van de CO₂ eisen).

4.2.5 Techniek 4 Cryogeen

Cryogene techniek; Op basis van het verschil in fysische eigenschappen wordt CO₂ afgescheiden. Het gas wordt gekoeld en onder druk gebracht waardoor CO₂ vloeibaar wordt terwijl CH₄ gasvormig blijft. De kenmerken bij deze techniek zijn:

- Laag methaan emissie CH₄ verlies = <0,5 %)
- Laag elektrisch verbruik
- CO₂ verwijdering in vloeibare vorm

4.2.6 Resumé

Op basis van de verschillende kenmerken per techniek kan gesteld worden dat:

- Een hoog methaan verlies van negatieve invloed is op de CO₂ reductie en dat in het kader van Europese regelgeving mogelijk in de nabije toekomst hieraan eisen gesteld worden. Bij voorbeeld in Duitsland wordt reeds een methaan verlies van 0,5% als maximum geëist.
- Een hoog elektrische verbruik van negatieve invloed is op de exploitatiekosten en de CO₂ reductie;
- Een hoog warmte en/of koel verbruik van negatieve invloed is op de exploitatiekosten en de CO₂ reductie;

5. Beschrijving technische mogelijkheden

5.1 Algemeen

Op basis van de in hoofdstuk 3 besproken technieken zijn verschillende overleggen gevoerd met leveranciers. In onderstaand schema is aangegeven welke leveranciers benaderd zijn per techniek. In overleg met SenterNovem is in principe uitgegaan van Nederlandse leveranciers.

Tabel 5.1: Overzicht leveranciers per techniek

Leverancier:	Techniek 1 ⁷	Techniek 2	Techniek 3	Techniek 4
Leverancier A	X			
Leverancier B		X		
Leverancier C			X	
Leverancier D				X

In onderstaande paragrafen worden per leverancier de technische aspecten beschreven. Indien aanwezig worden de volledige informatieverstrekking door de betreffende leveranciers in bijlage 5 t/m 7 opgenomen.

5.2 Algemene ontwerp gegevens

Ten behoeve van een goede vergelijking tussen de diverse aangeboden technieken is uitgegaan van de ontwerp gegevens voor de installatie in Rilland.

Tabel 5.2: Specificaties biogas

Parameter	Eenheid	Waarde
Biogas capaciteit	Nm ³ /hr	4.167
Inlaat temperatuur	° C	+35
Inlaat gasdruk	mbarg	30 tot 50
Inlaat gascompositie	vol% CH ₄	62.0
CO ₂	vol%	38.0
O ₂	vol%	<0.1
N ₂	vol%	<0.1
H ₂ S	ppm	<150

Deze ontwerp gegevens zijn aan alle leveranciers toegezonden teneinde eenzelfde vergelijking te maken tussen de technieken en de daarmee behorende kosten en verbruiken.

5.3 Leverancier A (techniek 1)

5.3.1 Resultaten

Op basis van de algemene ontwerp gegevens kan met het systeem van leverancier A de onderstaande productie van gas plaatsvinden:

⁷ Techniek 1: Gaswassing met behulp van een chemische vloeistof die CO₂ opneemt,
Techniek 2: Membraanfiltratie,
Techniek 3: Vacuum Pressure Swing Absorption,
Techniek 4: Cryogeen

Laagcalorisch gas:

- Hoeveelheid: 2.871 Nm³/h gas
- CO₂: 2.450 kg/h
- Kwaliteit: Aardgas conform Slochteren kwaliteit
- Gasdruk: 66 barg

Hoogcalorisch gas:

- Hoeveelheid: 2.631 Nm³/h gas
- CO₂: 2.517 kg/h
- Kwaliteit: Aardgas conform hoogcalorische kwaliteit
- Gasdruk: 80 barg

5.3.2 Technische omschrijving

Het systeem welke Leverancier A aanbiedt betreft een low pressure CO₂ absorption en is gebaseerd op een chemische absorptie. Kenmerken bij deze techniek betreffen de zeer lage methaan emissie, een laag elektra verbruik en functioneert bij atmosferische druk. Door gebruik te maken van een waterwassysteem is de gevoeligheid voor biologische vervuiling laag. De installatie heeft relatief lage onderhoudskosten en door de toegepaste techniek is winning van CO₂ mogelijk. Bij deze techniek is wel warmte voor regeneratie, koelwater en drinkwater benodigd welke door de opdrachtgever verzorgt dienen te worden.

In de installatie is geen voorziening opgenomen om verwarmingswater of stoom te produceren. Dit dient separaat door de opdrachtgever verzorgt te worden. Hiertoe is op basis van de specificaties van de leverancier een raming opgesteld voor deze voorziening. De investering en exploitatiekosten zijn opgenomen in de berekeningen in hoofdstuk 6.

5.3.3 Operationeel:

De operationele kosten zijn onderverdeeld in bijgaande posten:

- Verbruik elektrische energie biogas opwaardeer installatie 600 kWe
- Verbruik CO₂ reiniging en opslag, 500 kWe
- Verbruik elektrische energie koeltoren, 24 kWe
- Inname drinkwater 310 l/hr
- Inname warmte 2.150 kWth
- Bediening
- Onderhoud en service derden
- Onderdelen vervanging
- Aanschaf en verwijderingkosten actief kool

5.3.4 Service & Onderhoud:

De service en onderhoudswerkzaamheden worden door Leverancier A en derden uitgevoerd. De gezamenlijke kosten bedragen € 473.360,- per jaar (inclusief materiaal CO₂ opwerking).

5.4 Leverancier B (techniek 2)

Door Leverancier B is aangegeven dat zij vanwege de grote marktvraag in met name Duitsland, zetel van hun moedermaatschappij, geen capaciteit kunnen aanwenden om voor onderhavig project een voorstel te maken.

5.5 Leverancier C (techniek 3)

5.5.1 Resultaten

Op basis van de algemene ontwerp gegevens kan met het systeem van Leverancier C de onderstaande productie van gas plaatsvinden:

Laagcalorisch gas:

- Hoeveelheid: 2.746 Nm³/h gas
- CO₂: 2450 kg/h
- Kwaliteit: Aardgas conform Slochteren kwaliteit
- Gasdruk: 66 barg

De leverancier heeft geen aanbieding verricht voor opwerking van biogas tot hoogcalorisch bio-aardgas. Derhalve wordt deze subvariant niet verder behandeld.

Door de leverancier is geen CO₂ productie aangeboden. Ter vergelijking met de andere leveranciers zijn de investering en exploitatiekosten van een andere leverancier meegenomen in de berekening, welke een onafhankelijke CO₂ opwerkingsunit heeft aangeboden.

5.5.2 Technische omschrijving

De installatie bestaat uit de onderstaande onderdelen:

- Een waterafscheidingssysteem met drain en drukverschilmeting
- Een biogascompressor units inclusief bediening, instrumenten, afsluiters, oliekoeling, etc.
- Een set actief kool adsorbers voor het verwijderen van zwavel tot circa 5 ppm H₂S
- Een koelsysteem om het biogas te drogen
- Een koelwatersysteem ten behoeve van de koeling van de compressoren en het biogas
- Een filterstraat voor het verwijderen van oliedeeltjes en stof
- Een set HKW vaten voor het verwijderen van chloor en fluor verbindingen uit het biogas
- Een set Adsorber vaten voor het verwijderen van CO₂ uit het biogas
- Een set vacuüm pompen voor het verwijderen van CO₂ uit de CO₂ adsorbers

5.5.3 Operationeel:

De operationele kosten zijn onderverdeeld in bijgaande posten:

- Verbruik elektrische energie biogas opwaardeer installatie 1.470 kWe
- Verbruik elektrische energie gasbooster 66 barg 310 kWe
- Bediening
- Actief koolverbruik (€ 4.500,- per jaar)
- Vervanging onderdelen (€ 110.000,- per jaar)
- Reserve onderdelen, overhead, onvoorzien (€ 220.000,- per jaar)

CO₂ productie:

- Verbruik elektrische energie CO₂ opwaardeer installatie 500 kWe
- Onderhoud en vervanging 2-3% van de investering.

5.5.4 Service & Onderhoud:

De service en onderhoudswerkzaamheden worden door Leverancier C en derden uitgevoerd. De gezamenlijke kosten bedragen € 345.000,- per jaar (exclusief materiaal CO₂ opwerking, 2-3% van de investering).

5.6 Leverancier D (techniek 4)

5.6.1 Specifieke ontwerp gegevens per case:

Bij de berekening door de leverancier voor de verschillende gasnetten zijn de onderstaande uitgangspunten gehanteerd.

Laagcalorisch gasnet:

Case 1 : Upgrading naar Groningen-gas kwaliteit met wobbe index tussen 43,44 en 47,11MJ/Nm³.

Maximaal 0,5% zuurstof in product gas.

Maximaal CO₂ gehalte 7% in productgas.

Uitlaat druk tussen 43,5 en 66barg.

Hoogcalorisch gasnet:

Case 2 : Upgrading naar Hcal-gas kwaliteit met wobbe index tussen 50,9 en 55.7MJ/Nm³.

Maximaal O₂ gehalte 1000 ppm in product gas.

Maximaal CO₂ gehalte 2,5% in productgas.

Uitlaat druk tussen 40 en 80barg.

5.6.2 Resultaten:

Voor de drie cases zijn in onderstaande tabel de resultaten weergegeven.

Omschrijving	Case 1	Case 2	Eenheid
Bioaardgas flow	2'820	2'650	Nm ³ /hr
Wobbe index	46.0	51.2	MJ/Nm ³
Vloeibare CO ₂ productie	2'686	2'760	kg/hr
Gasdruk	23	23	Barg
Methaan verlies	<0.5	<0.5	%
Energieverbruik	0.30	0.33	kWe/Nm ³
Opslag volume CO ₂	4x 45ton	4x 45ton	Horiz vaten
Samenstelling product:			
CH ₄	93.1	97.8	99.2 Vol%
CO ₂	6.9	2.2	0.8 Vol%
O ₂	<0.1	<0.1	<0.1 Vol%
N ₂	<0.1	<0.1	<0.1 Vol%
H ₂ S	<1	<1	<1 ppm

5.6.3 Technische omschrijving:

Allereerst wordt het gas gedroogd in een filter, waarna het wordt gecomprimeerd naar 18 tot 25 barg, afhankelijk van de gewenste uitlaat condities.

Vervolgens wordt het gas gereinigd door middel van de TCR technologie. Daarna wordt een deel van de aanwezige CO₂ verwijderd door diep-koeling tot een eindtemperatuur die varieert tussen de -73° en -75°C. Met de TCR-technologie als gas reiniging, wordt het gas gedroogd tot een dauwpunt van -25°C, waarbij de meeste verontreinigingen inclusief siloxanen en H₂S worden verwijderd.

In de onderstaande tabel is de verwijdering efficiëntie van diverse verontreinigingen vermeld.

Tabel 5.3:

Verontreiniging	Efficiëntie	Methode
Vocht	>99%	Condensatie en bevrozing
Siloxanen	>95%	Condensatie
Deeltjes (stof)	>98%	Filtratie en wassen van het gas
Hogere koolwaterstoffen (> C5)	>80%	Condensatie
Ammonia Oplosbaarheid:	89g/100cc	Wassen (oplosbaar in water)
Waterstof sulfide Oplosbaarheid:	437g/100cc	Wassen (oplosbaar in water)
Halides (Chloor, Fluor)	varieert	Wassen (oplosbaar in water)

Door diep-koeling tot ongeveer -75°C wordt een deel van het aanwezige CO₂ vloeibaar gemaakt. Tijdens de laatste fase wordt ook een deel CO₂ in vast vorm opgevangen in de warmtewisselaars/expanders. Hierdoor word ook deze laatste fase met alternerende technologie uitgevoerd. Tijdens de ontdooifase van de laatste stap wordt het verwijderde CO₂ in vloeibare vorm afgevoerd naar een cryogene opslag tank welke direct gekoppeld is aan de verdamper.

De hoeveelheid verwijderde CO₂ wordt bepaald door de online wobbe meter. Deze heeft een setpoint van 43,7MJ/Nm³ (case 1) en bepaalt de temperatuursregeling van de laatste stap. Hiermee wordt het vloeistof/damp evenwicht van CO₂ bepaald en daarmee de fractie CO₂ welke in het gas achter blijft. Nadat het gas op de juiste samenstelling is gebracht, wordt het gas in twee stappen via de gas/gas warmtewisselaars weer opgewarmd, en verlaat het systeem op bijna dezelfde temperatuur als waar het biogas mee binnen kwam.

Tenslotte wordt het gas nog geodoriseerd en wordt de hoeveelheid gemeten, waarna het gas geschikt is voor verder gebruik. In de cases 1 & 2 wordt het gas na opwaardering van ca 23 barg gecompriemd naar 54 barg. Deze compressor sectie wordt geïntegreerd in het systeem. Het systeem wordt volledig samengebouwd in een buitenopstellingsruimte. Het besturing systeem wordt volledig geïnstalleerd, aangesloten en getest geleverd en bestaat uit een IPC met touch screen, en is geschikt voor continue zelfstandige besturing van het systeem. Naast besturing wordt er alarmen bijgehouden en vindt er dataopslag plaats.



5.6.3.1 CO₂ opslag

Het geproduceerde vloeibare CO₂ zal gebufferd worden voor externe benutting. Er is hiervoor bij elke case een buffer voorzien van 4 stuks 45ton opslag, geschikt voor ca 3 dagen productie.

De afmetingen van de 23,6ton horizontale tank zijn:

Lengte : 17070mm

Breedte : 2280mm

Hoogte : 2540mm



5.6.4 Operationeel:

De operationele kosten van het systeem worden gemaakt door de volgende onderdelen.

Per onderdeel is het maximale elektrische verbruik aangegeven

Case 1: 4.167 Nm³/hr biogas opwaarderen naar G-gas

- Lage druk gasblower (drukverhoging naar 0.8barg) : 136 kWe
- Gascompressor (drukverhoging naar 25barg) : 575 kWe
- Koelsystemen (koelcompressoren, condensors e.d.) : 524 kWe
- Overige verbruikers (besturing, wobbe meter e.d.) : 15 kWe
- Finale gascompressie naar 54 barg, : 55 kWe

Totaal opgenomen vermogen bedraagt :1'305 kWe

Hiermee komt het elektrische verbruik op 0,31 kWh/Nm³ biogas (inclusief finale gascompressie).

Case 2: 4.167 Nm³/hr biogas opwaarderen naar Hcal-gas

- Lage druk gasblower (drukverhoging naar 0.8barg) : 136 kWe
- Gascompressor (drukverhoging naar 25barg) : 575 kWe
- Koelsystemen (koelcompressoren, condensors e.d.) : 649 kWe
- Overige verbruikers (besturing, wobbe meter e.d.) : 15 kWe
- Finale gascompressie naar 54 barg, : 51 kWe

Totaal opgenomen vermogen bedraagt :1'426 kWe

Hiermee komt het elektrische verbruik op 0,34 kWh/Nm³ biogas (inclusief finale gascompressie).

Note: In elke case is 0.08 kWh/Nm³ opgenomen ter compensatie van het ontbrekende koelvermogen van het vloeibare CO₂

5.6.5 Service & Onderhoud:

Het systeem dient 4x per jaar preventief onderhouden te worden.

Daarnaast dienen jaarlijks filter elementen vervangen te worden.

De SOXSIA® katalysator dient als polishing filter en zal normaal gesproken 2x per jaar uitgewisseld worden. Naast deze reguliere onderhoudswerkzaamheden, zal de leverancier het systeem monitoren via een internetverbinding. Hiermee worden

vroegtijdig storingen en/of problemen gesignaleerd en kan preventief ingegrepen worden.

Deze service- & onderhoud werkzaamheden dienen ondergebracht te worden een apart operationeel contract tussen de eigenaar van de installatie en de leverancier. Vergoeding vindt plaats in een vergoeding per opgewaardeerde Nm³ bioaardgas. Binnen dit contact kunnen voorwaarden over beschikbaarheid en draaiuren van het systeem worden opgenomen. De kosten voor vervanging en onderhoud worden geraamd op circa € 939.000,- per jaar.

5.7 **Resumé**

Op basis van de informatie die aangeleverd is door de verschillende leveranciers is met name voor het energie verbruik berekent wat het rendement is van de opwaardeerinstallaties.

In onderstaande tabellen zijn de specifieke uitgangspunten per techniek weergegeven voor respectievelijk het laagcalorische als het hoogcalorische gasnet.

Tabel 5.4: laagcalorisch

Onderdeel	Leverancier A	Leverancier C	Leverancier D
Groen gas productie in Nm ³ /jaar	23.892.462	22.852.212	23.468.040
CO ₂ productie in ton/jaar	20.389	20.389	22.353
Elektriciteitsbehoefte in kWe	1.124	2.780	1.317
Waterbehoefte in m ³ /jaar	2.580	0	0
Warmtebehoefte in kWth	2.150	0	0
Onderhoudskosten per jaar	€ 392.000	€ 345.000	€ 938.722
Onderdelen	€ 81.360	€ 81.360	€ -

Tabel 5.5: Hoogcalorisch

Onderdeel	Leverancier A	Leverancier D
Groen gas productie in Nm ³ /jaar	21.895.182	22.053.300
CO ₂ productie in ton/jaar	20.946	22.969
Elektriciteitsbehoefte in kWe	1.100	1.317
Waterbehoefte in m ³ /jaar	2.580	0
Warmtebehoefte in kWth	2.150	0
Onderhoudskosten per jaar	€ 392.000	€ 938.722
Onderdelen	€ 81.360	€ -

In onderstaande tabel wordt per techniek het percentage weergegeven van het eigen energieverbruik ten opzichte van de geleverde energie.

Tabel 5.6: Overzicht rendement opwaardeerinstallaties

Techniek	Leverancier	Rendement in %
1	Leverancier A	11,8
3	Leverancier C	10,4
4	Leverancier D	4,8

De berekening van de rendementen per leverancier zijn opgenomen in bijlage 8.

6. Beschrijving financiële aspecten

6.1 Algemeen

Op basis van de onderzochte mogelijkheden voor de scenario's 1, 2 en 3 is gebleken dat de scenario's 1 en 3 niet haalbaar zijn vanwege respectievelijk de gasbehoefte van de glastuinbouw en de gasbehoefte en logistieke aspecten voor transportdoeleinden. Hierdoor zijn de berekeningen uitgevoerd voor scenario 2, waarbij onderscheid gemaakt wordt in injecteren op het laagcalorische en hoogcalorische net. Ten behoeve van de exploitatieberekeningen is uitgegaan van zowel de opwaardering tot Groen Gas alsmede de productie van CO₂ voor verkoopdoeleinden.

Ten behoeve van de investeringsraming zijn door de leveranciers op basis van hun technische voorstel investeringen aangegeven. Daarnaast zijn door de netbeheerders de aansluitkosten en meet- en analysekosten geraamd. Tenslotte zijn de biogasreiniging, civiele werkzaamheden en terreininrichting meegenomen in de investering. Op basis van deze gegevens en de locatiespecifieke omstandigheden is per leverancier en per eindbestemming een investeringsbedrag geraamd.

Door de leveranciers zijn de exploitatiekosten aangegeven. Op basis van deze exploitatiekosten, inclusief de rente en afschrijvingskosten zijn per leverancier de kostprijs van de biogasopwaardering berekend. De berekening resulteert in een "kale" kostprijsberekening per normaal m³ Groen Gas. Hierbij zijn geen opbrengsten berekend (zoals inkomsten uit biomassa, verkoop groen gas en vloeibare CO₂) en wordt voor de vergisting met digestaat nabehandeling een vaste kostprijs gehanteerd.

Op basis van de investeringsramingen en de exploitatiekosten is voor het project De Groene Poort een exploitatieberekening uitgevoerd met alle opbrengsten en kosten.

6.2 Investeringsraming

De investeringsraming kan onderverdeeld worden in een aantal onderdelen. Deze onderdelen zijn als volgt opgedeeld:

- Biogasreiniging
- Biogasopwerking
- Aansluitkosten
- Overige kosten

In onderstaande tabellen zijn de investeringskosten per leverancier beschreven.

Tabel 6.1: investeringskosten Leverancier A

Onderdeel	laagcalorisch	Hoogcalorisch
Biogasreiniging		
Blower biogas	€ 95.000,-	€ 95.000,-
Biogas equipment	€ 35.000,-	€ 35.000,-
Compressor	€ 4.500,-	€ 4.500,-
BIDOX [®] (6 stuks)	€ 937.500,-	€ 937.500,-
Biogasopwerking		
Biogasopwerking	€ 3.105.000,-	€ 3.105.000,-
Boost unit	€ 765.000,-	€ 850.000,-
CO ₂ bewerkingsunit	€ 2.500.000,-	€ 2.500.000,-
CO ₂ opslag extra	€ 188.500,-	€ 188.500,-
Aansluitkosten		
Aansluiting op gasnet	€ 350.000,-	€ 750.000,-
On-line metingen kwaliteit	€ 150.000,-	€ 150.000,-
Overig		
Bouwrijp maken	€ 20.000,-	€ 20.000,-
Verhardingen	€ 50.000,-	€ 50.000,-
Hekwerk	€ 4.000,-	€ 4.000,-
Totaal	€ 8.204.500,-	€ 8.289.500,-

Tabel 6.2: investeringskosten Leverancier C

Onderdeel	laagcalorisch	Hoogcalorisch
Biogasreiniging		
Blower biogas	€ 95.000,-	€ 95.000,-
Biogas equipment	€ 35.000,-	€ 35.000,-
Compressor	€ 4.500,-	€ 4.500,-
BIDOX [®] (6 stuks)	€ 937.500,-	€ 937.500,-
Biogasopwerking		
Biogasopwerking	€ 11.000.000,-	Geen prijs
CO ₂ bewerkingsunit	€ 2.500.000,-	
CO ₂ opslag extra	€ 188.500,-	
Aansluitkosten		
Aansluiting op gasnet	€ 350.000,-	€ 750.000,-
On-line metingen kwaliteit	€ 150.000,-	€ 150.000,-
Overig		
Bouwrijp maken	€ 20.000,-	€ 20.000,-
Verhardingen	€ 50.000,-	€ 50.000,-
Hekwerk	€ 4.000,-	€ 4.000,-
Totaal	€ 15.334.500,-	Geen prijs

Tabel 6.3: investeringskosten Leverancier D

Onderdeel	laagcalorisch	Hoogcalorisch
Biogasreiniging		
Blower biogas	€ 95.000,-	€ 95.000,-
Biogas equipment	€ 35.000,-	€ 35.000,-
Compressor	€ 4.500,-	€ 4.500,-
BIDOX [®] (6 stuks)	€ 937.500,-	€ 937.500,-
Biogasopwerking		
GPP systeem	€ 5.350.000,-	€ 5.350.000,-
Aansluitkosten		
Aansluiting op gasnet	€ 350.000,-	€ 750.000,-
On-line metingen kwaliteit	€ 150.000,-	€ 150.000,-
Overig		
Bouwrijp maken	€ 20.000,-	€ 20.000,-
Verhardingen	€ 50.000,-	€ 50.000,-
Hekwerk	€ 4.000,-	€ 4.000,-
Totaal	€ 6.996.000,-	€ 7.396.000,-

Tabel 6.4: Overzicht investeringskosten per leverancier per eindbestemming

Techniek ⁸	Leverancier	Investering	
		laagcalorisch	Hoogcalorisch
1	Leverancier A	€ 8.204.500,-	€ 8.289.500,-
3	Leverancier C	€15.334.500,-	Geen prijs
4	Leverancier D	€ 6.996.000,-	€ 7.396.000,-

6.3 Exploitatiekosten

6.3.1 Kapitaalslasten:

Het business plan geeft een inzicht in de relatie tussen de investeringskosten en de exploitatie kosten. De investeringskosten zijn hierbij weergegeven als jaarlijkse kosten voor rente en afschrijving. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Rente 5 % over de volledige looptijd;
- Lineaire afschrijving over 10 jaar;
- Afschrijving civiele werken (beton, bestrating etc) 10 jaar;
- Afschrijving mechanisch/elektrische werken 10 jaar.

Ten aanzien van de rente mag opgemerkt worden dat het een groenfinanciering zal betreffen, gecombineerd met een risico kapitaal verstrekking, waardoor gunstige voorwaarden bij banken kunnen worden verkregen.

⁸ Techniek 1: Gaswassing met behulp van een chemische vloeistof die CO₂ opneemt, Techniek 2: Membraanfiltratie, Techniek 3: Vacuum Pressure Swing Absorption, Techniek 4: Cryogeen

In het investeringsbedrag is geen rekening gehouden met mogelijke energie investeringsaftrek en milieu investeringsaftrek. Begin 2009 is bekend gemaakt dat voor Groen Gas opwerkinginstallaties EIA beschikbaar wordt gesteld.

In het businessplan zijn geen inkomsten opgenomen voor innovatie subsidie zoals EOS-DEMO, LIFE, Energie transitie en andere mogelijkheden.

De kosten voor de ondergrond, organisatie en management van het totale project, bank, notaris en advocaatkosten en overige kosten van derden zijn niet in het businessplan opgenomen.

6.3.2 Uitgangspunten:

Voor de exploitatie zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

6.3.2.1 *Elektriciteit*

Opgenomen vermogen van de installatie voor de installatie dient ingekocht te worden. De inkoop van de elektriciteit is gesteld op 7 €cent per kWh.

6.3.2.2 *Water*

De benodigde hoeveelheid water ten behoeve van de koeling van de biogasopwerking installatie dient ingekocht te worden. De inkoop van het water is, overeenkomstig de exploitatieberekening van De Groene Poort, gesteld op 60 € cent per m³.

6.3.2.3 *Warmte*

Het op te nemen thermische vermogen van de installatie dient ingekocht te worden. De inkoop van de warmte is gesteld op 3,3 € cent per kWh (th).

6.3.2.4 *Onderhoud*

Het onderhoud en vervanging van onderdelen is per leverancier opgenomen in absolute bedragen per jaar of als percentage van de investering, op aanwijs van de leverancier.

6.3.2.5 *Samenvatting uitgangspunten*

In onderstaande tabel worden per leverancier de uitgangspunten weergegeven welke als invoerdata in de exploitatieberekening gebruikt worden.

Tabel 6.5: laagcalorisch

Onderdeel	Leverancier A	Leverancier D	Leverancier C
Groen gas productie in Nm ³ /jaar	23.892.462	23.468.040	22.852.212
CO ₂ productie in ton/jaar	20.389	22.353	20.389
Elektriciteitsbehoefte in kWe	1.124	1.317	2.780
Waterbehoefte in m ³ /jaar	2.580	0	0
Warmtebehoefte in kW _{th}	2.150	0	0
Onderhoudskosten per jaar	€ 392.000	€ 938.722	€ 345.000
Onderdelen	€ 81.360	€ -	€ 81.360

Tabel 6.6: Hoogcalorisch

Onderdeel	Leverancier A	Leverancier D
Groen gas productie in Nm ³ /jaar	21.895.182	22.053.300
CO ₂ productie in ton/jaar	20.946	22.969
Elektriciteitsbehoefte in kWe	1.100	1.317
Waterbehoefte in m ³ /jaar	2.580	0
Warmtebehoefte in kWth	2.150	0
Onderhoudskosten per jaar	€ 392.000	€ 938.722
Onderdelen	€ 81.360	€ -

6.4 **Kostprijsberekening**

Ten behoeve van de bepaling van de kostprijs per techniek zijn door de verschillende leveranciers investeringsbedragen geraamd. Tevens zijn de exploitatiekosten als energieverbruik en onderhoud door de leveranciers aangegeven.

Op basis van de investeringsraming per leverancier en per eindbestemming en op basis van de uitgangspunten als opgenomen in bovenstaande paragraaf is een kostenanalyse uitgevoerd waarbij de totale kosten, inclusief rente en afschrijving van de biogasopwerking in een termijn van 10 jaar worden berekend. Op basis van de gemiddelde kosten gedeeld door de hoeveelheid geproduceerd bio-aardgas is voor elke techniek een kostprijs bepaald. Het betreft hierbij de kostprijs van de biogasopwerking inclusief de kostprijs van de vergistinginstallatie met digestaatnabehandeling. In deze berekening zijn geen inkomsten meegenomen uit de productie van biogas of de opwerking tot Groen Gas.

In de onderstaande tabel zijn de kale productieprijsen weergegeven per leverancier en per gasnet

Tabel 6.7: Overzicht kale productieprijsen per leverancier per gasnet

Techniek	Leverancier	kostprijs per Nm ³ ⁹	
		laagcalorisch	hoogcalorisch
1	Leverancier A	€ 0,573	€ 0,585
3	Leverancier C	€ 0,617	Geen prijs
4	Leverancier D	€ 0,555	€ 0,561

6.5 **Exploitatieberekening De Groene Poort**

Op basis van de exploitatie berekeningen zijn de terugverdientijden en gemiddeld rendement (return on investment) berekend. In het algemeen kan gesteld worden dat de minimale terugverdientijd 5 jaar bedraagt om in aanmerking te komen voor de stimuleringsregeling. Op basis van deze 5 jaar is tevens als indicatie berekend wat de SDE-vergoeding (basisprijs) bij deze termijn dient te zijn.

Installaties zoals De Groene Poort zullen in praktijk vrijwel geheel gefinancierd worden door externe financieringsbronnen (banksector, investeerders groene energie). Financieringsinstellingen zullen naast een korte terugverdientijd, tevens een minimaal rendement eisen. Dit minimaal rendement is op basis van ervaringen

⁹ In de kostprijs is tevens inbegrepen de kostprijs van de industriële vergisting met digestaatbehandeling voor een kostprijs van € 0,446 per Nm³

met verschillende financieringsinstellingen gesteld op 15%. Op basis van dit minimaal rendement is tevens de benodigde SDE-vergoeding bepaald.

Onderstaande tabel geeft het verschil weer tussen de terugverdientijd en rendement bij een SDE basisbedrag van € 0,44 per Nm³ en de benodigde basisprijs bij een terugverdientijd van 5 jaar en een rendement van 15%.

Opgemerkt kan worden dat voor het (financieel) slagen van een initiatief als De Groene Poort de SDE gebaseerd dient te worden op een rendement van 15%.

Tabel 6.8: Benodigde Groen Gas basisprijs

Leverancier ¹⁰	Paybacktime/ROI ¹¹	Paybacktime 5 jaar	Rendement 15%
A laagcalorisch	5,8/6,8%	€ 0,49/Nm ³ ¹²	€ 0,58/Nm ³
A hoogcalorisch	6,7/4,7%	€ 0,53/Nm ³	€ 0,63/Nm ³
D laagcalorisch	5,5/8,0%	€ 0,47/Nm ³	€ 0,56/Nm ³
D hoogcalorisch	6,1/6,3%	€ 0,50/Nm ³	€ 0,59/Nm ³
C laagcalorisch	8,0/2,3%	€ 0,58/Nm ³	€ 0,71/Nm ³

¹⁰ Leverancier A, C en D corresponderen respectievelijk met techniek 1, 3 en 4

¹¹ Bij de exploitatieberekening is uitgegaan van een opbrengst van Groen Gas van € 0,44 per Nm³ en een opbrengst van € 85,- per ton vloeibare CO₂.

¹² De genoemde bedragen betreffen de benodigde basisprijs (dus verkoop in de markt inclusief subsidiebedrag onrendabele top) uit de SDE. Ter vergelijking; het basisbedrag in de SDE bedroeg voor 2008 €0,44 per Nm³ Groen Gas.

7. CO₂ reductie

7.1 Algemeen

Om per techniek het milieurendement te kunnen bepalen is voor de beschreven technieken en leveranciers op basis van de berekende vermeden CO₂ emissie het milieurendement bepaald. In onderstaande paragrafen worden de berekeningswijze en de resultaten beschreven.

De vervanging van aardgas door biogas levert een CO₂ reductie op. Door het verlies van CH₄ tijdens de opwaardering komt echter CH₄ in de atmosfeer terecht wat een belasting oplevert van 21 kg CO₂ per kg CH₄. Daarnaast is voor de opwaardering een hoeveelheid energie (zowel elektrisch als thermisch) benodigd. Beide aspecten leveren een vermindering van de CO₂ reductie. Voor de bepaling van de totale CO₂ reductie per techniek wordt hier rekening mee gehouden.¹³

7.2 Berekeningswijze CO₂ reductie

Voor Scenario 1 (inzetten in bestaande WKK) geldt dat de CO₂ reductie bepaald wordt aan de hand van de productie van aardgas door de installatie (in plaats van de inzet van fossiele aardgas). Onderstaande berekening wordt gehanteerd:

Scenario 1:

- Productie 4167 Nm³/h biogas = 2870 Nm³/h G-aardgas
- 2870 Nm³/h * 1,8 kg CO₂ /kg G-aardgas = 5166 kg CO₂ /h
- 5166 kg CO₂ * 8.322 uur = 42.991 ton CO₂ per jaar reductie.

Voor Scenario 2 (biogas opwaarderen naar aardgas kwaliteit) geldt dat de CO₂ reductie bepaald wordt aan de hand van de productie van Groen Gas door de installatie (in plaats van de inzet van fossiele aardgas) minus de methaanemissie als gevolg van de opwaardering van het biogas naar aardgas en de behoefte aan energie voor de opwaardering.

Scenario 2:

- Bij techniek 1 vindt een CO₂ reductie plaats van 29.930 ton CO₂ per jaar;
- Bij techniek 3 vindt een CO₂ reductie plaats van 20.556 ton CO₂ per jaar;
- Bij techniek 4 vindt een CO₂ reductie plaats van 35.488 ton CO₂ per jaar.

De volledige berekeningswijze is opgenomen in bijlage 5.

Voor Scenario 3 (biogas opwaarderen naar aardgas kwaliteit en inzetten in de transportsector) kan wat betreft de CO₂ reductie aangesloten worden bij de berekening van de Scenario 2.

¹³ Naast de berekende CO₂ reductie kunnen extra emissies optreden als gevolg van teelt van energiegewassen en/of extra transportbewegingen. In het ontwerp van De Groene Poort is hier niet vanuit gegaan. Derhalve zijn deze aspecten niet meegenomen in de berekening.

7.3 Resultaten CO₂ reductie per techniek

In de onderstaande tabel worden de CO₂ reductie resultaten weergegeven, onderverdeeld naar techniek/leverancier en per scenario. De resultaten zijn berekend zoals weergegeven in paragraaf 7.2 en bijlage 5.

Tabel 7.1: CO₂ reductie per leverancier

Techniek	Leverancier	Scenario 2	
		ton/jr	%
1	Leverancier A	29930	70
3	Leverancier C	20556	48
4	Leverancier D	35488	83

Uitgangspunt bij de reductie van CO₂ in percentage betreft de vermeden aardgasinname van 2.870 Nm³/h G-aardgas. Hiermee wordt 5.166 kg CO₂ per uur geproduceerd wat overeenkomt met 42.991 ton CO₂ op jaarbasis.

8. Conclusie

8.1 Scenario's Groen Gas

8.1.1 Directie levering aan WKK's glastuinbouw (Scenario 1)

Op basis van de gestelde uitgangspunten en de gegevens uit het gasverbruik van Lans kan geconcludeerd worden dat de behoefte van de tuinders niet overeenkomt met de continue levering van bio-aardgas. Met name de vraag in de zomerperiode is fors lager dan de levering door De Groene Poort.

Om continue levering van Groen gas te waarborgen zal een aansluiting op het openbare gasnet noodzakelijk zijn. In dit geval dienen alsnog de kwaliteitseisen voor levering op het aardgasnet gehanteerd te worden.

8.1.2 Levering aan een openbaar gasnet (Scenario 2)

8.1.2.1 Kwaliteitseisen laagcalorisch gas

Aangezien de invoeding van Groen Gas aan het openbare gasnet nog een relatief nieuwe ontwikkeling is zijn voorsnog de algemene gasvoorwaarden (gedeponeerd bij de energiekamer) van toepassing. Invoeding op dit gasnet zal geen capaciteitsproblemen veroorzaken.

8.1.2.2 Kwaliteitseisen hoogcalorisch gas

Ten behoeve van de benodigde kwaliteit voor invoeding op dit net wordt verwezen naar de algemene voorwaarden welke gebaseerd zijn op hoogcalorische invoeding. Invoeding op dit gasnet zal geen capaciteitsproblemen veroorzaken.

8.1.2.3 Kwaliteitseisen Groen Gas

De aanvullende kwaliteitseisen voor invoeding van Groen Gas in het laagcalorische gasnet zijn na de technische uitwerking door GTS verstrekt. Op basis van de Groen Gas specificaties kan opgemerkt worden dat de beschreven technieken kunnen voldoen aan de eisen voor invoeding.

8.1.3 Levering ten behoeve van de transportsector (Scenario 3)

Op basis van de ontwikkelde initiatieven en toekomstige initiatieven in de regio kan geconcludeerd worden dat de directe levering van Groen Gas aan een vulstation, vanwege de schaalgrootte van De Groene Poort geen optie is. Ten behoeve van een eventuele levering zal ingevoed moeten worden op het openbare gasnet en middels certificaten gewerkt moeten gaan worden.

8.2 Technische aspecten

Uit literatuurstudie is gebleken dat er in hoofdzaak een viertal technieken beschikbaar zijn die ingezet kunnen worden voor de opwerking van biogas tot Groen Gas. Deze technieken betreffen:

- Techniek 1: Gaswassing, door chemische vloeistof welke CO₂ opneemt;
- Techniek 2: Membraanfiltratie, Afscheiding CO₂ door membraan.
- Techniek 3: VPSA (Vacuum Pressure Swing adsorption). Adsorptietechniek waarbij CO₂ onder druk geadsorbeerd zal worden en vervolgens onder vacuüm weer afgevoerd wordt;
- Techniek 4: Cryogene techniek. Op basis van het verschil in fysische eigenschappen wordt CO₂ afgescheiden.

Op basis van de aangeleverde informatie van de verschillende leveranciers is geïnventariseerd wat het eigen energieverbruik is van de opwaardeerinstallaties. Per techniek is het percentage aangegeven van het eigen verbruik versus de geproduceerde energie. Geconcludeerd kan worden dat de techniek 4 een laag percentage (4,8%) aan eigen energieverbruik kent vanwege het lage elektrische verbruik en de afwezigheid van een thermisch verbruik. Voor techniek 1 geldt dat het totale energieverbruik hoger is (11,8%) omdat het elektrisch verbruik weliswaar relatief laag is maar er tevens een thermisch verbruik is. Techniek 3 heeft geen thermisch verbruik maar een relatief hoog elektrisch verbruik.

8.3 Financiële aspecten

Op basis van de onderzochte mogelijkheden voor de scenario's 1, 2 en 3 is gebleken dat de scenario's 1 en 3 niet haalbaar zijn vanwege respectievelijk de beperkte gasbehoefte van de glastuinbouw ten opzichte van de productie van De Groene Poort en de gasbehoefte en logistieke aspecten voor transportdoeleinden. Hierdoor zijn de berekeningen uitgevoerd voor scenario 2, waarbij onderscheid gemaakt wordt in injecteren op het laagcalorische en hoogcalorische net. Ten behoeve van de exploitatieberekeningen is uitgegaan van zowel de opwaardering tot Groen Gas alsmede de productie van CO₂ voor verkoopdoeleinden.

8.3.1 Investeringsraming

Geconcludeerd kan worden dat bij injecteren in zowel het laagcalorische als het hoogcalorisch gasnet techniek 4 het meest voordelig is. Injectie in het hoogcalorische net is marginaal duurder aangezien de aansluitkosten op de gasleiding hoger uitvallen (€ 750.000,- voor aansluiting op het hoogcalorische net in plaats van € 350.000,- voor aansluiting op het laagcalorische gasnet).

8.3.2 Exploitatiekosten

8.3.2.1 Kostprijsberekening

Geconcludeerd kan worden dat de kostprijs (kale productieprijs) voor techniek 1 en techniek 4 in dezelfde orde grootte liggen. Voor techniek 3 geldt dat de kostprijs hoger ligt. Tevens kan geconcludeerd worden dat de kostprijs voor het hoogcalorische gasnet hoger ligt dan voor het laagcalorische gasnet. Dit is te verklaren door het feit dat bij opwerking voor het hoogcalorische gasnet minder Groen Gas wordt geproduceerd, maar meer CO₂. Aangezien in de kostprijs geen opbrengsten zijn meegerekend, is deze verhoging te verklaren.

8.3.2.2 Exploitatieberekening De Groene Poort

Geconcludeerd kan worden dat voor zowel het laag- als het hoogcalorische gasnet techniek 4 het beste rendement levert. Indien uitgegaan wordt van een

terugverdientijd van 5 jaar of een rendement van 15% zal minimaal € 0,47/Nm³ en € 0,56/Nm³ benodigd zijn.

8.4 CO₂ reductie

In scenario 1 wordt een CO₂ reductie bereikt van 42.991 ton CO₂ per jaar.

Voor scenario 2 zijn per techniek de CO₂ reducties bepaald. Geconcludeerd kan worden dat de techniek 4 (cryogeen) de hoogste CO₂ reductie (83%) behaalt, vanwege de beperkte eigen energiebehoefte en de lage methaanemissie uit de installatie. Techniek 1 (gaswassing) heeft een iets lagere CO₂ reductie (70%) vanwege het hogere eigen energieverbruik (zowel elektrisch als thermisch). Techniek 3 (VPSA) heeft de laagste reductie (48%) vanwege het hoge energieverbruik en de relatief hoge methaan emissie.

9. Literatuurlijst

- Document budgetraming De Groene Poort, Colsen b.v.
- Document businessplan De Groene Poort, Colsen b.v.
- Document MER-beoordelingsnotitie De Groene Poort, Colsen b.v.
- Diensten inbegrepen, Gas Transport Services
- Relevante Documenten uit de gasvoorwaarden, Gezamenlijke netbeheerders
- Aandachtspunten voor invoeders biogas, Essent
- Gas aan het Werk, Platform Nieuw Gas
- Vol gas vooruit!, Platform Nieuw Gas
- Diverse websites