

# Biomethaanpotentieel voor Vlaanderen versie 1.0

---

Januari 2014



Werkgroep Biomethaan, coördinatie Biogas-E

Auteurs:

Véronique De Geest, Biogas-E (coördinator werkgroep)

Lies Bamelis, DLV Inno Vision

Jonathan De Mey, Biogas-E

Lieven Demolder, oud-collega Biogas-E

Nathalie Devriendt, VITO

Christian Moenaert, Synergrid

Katelijan Vanacker, Biogas-E

Han Vervaeren, UGent

Erik Meers, Biogas-E / Ugent



Hoewel al het mogelijke is gedaan om de accuraatheid van dit document te waarborgen, kunnen noch de auteurs, noch Biogas-E vzw aansprakelijk gesteld worden voor eventuele nadelige gevolgen bij het gebruik ervan. Voor verdere informatie, kan u terecht bij:

Biogas-E vzw  
Graaf Karel de Goedelaan 5  
B-8500 Kortrijk

Tel. 056/241 263  
email: [veronique.de.geest@biogas-e.be](mailto:veronique.de.geest@biogas-e.be)

## Inhoud

1	Inleiding .....	1
2	Potentieel van biogas .....	2
2.1	Hernieuwbare energie uit anaerobe vergisting .....	2
2.1.1	Het vergistingsproces .....	2
2.1.2	Digestaat.....	3
2.2	Groene stroom en warmte uit Biogas .....	4
2.3	Biomethaan .....	4
2.3.1	Opwerking tot biomethaan .....	4
3	Technische specificaties voor gasinjectie.....	6
3.1	België: Synergrid.....	6
3.2	Europese standaard.....	7
3.2.1	De opwerking van biogas tot biomethaan. ....	9
4	Eindgebruik biomethaan .....	10
4.1	Biomethaan als hernieuwbare brandstof voor groenestroomproductie.....	11
4.2	Biomethaan als hernieuwbare brandstof voor groene warmte productie.....	11
4.3	Biomethaan als hernieuwbare brandstof in transport.....	11
4.4	Biomethaan als hernieuwbare ‘technologie’ bij nieuwbouw en in EPB .....	14
4.5	Biomethaan als hernieuwbare grondstof in chemie .....	16
4.6	Biomethaan als hernieuwbare brandstof voor ETS bedrijven .....	16
4.7	Toepassingen van CO <sub>2</sub> .....	17
4.8	Infrastructuur .....	17
5	Cases uit binnen- en buitenland.....	17
5.1	Landbouwvergister in Vlaanderen .....	17
5.1.1	Situatieschets .....	17
5.1.2	Kadering en aannames .....	18
5.1.3	Rentabiliteit .....	19
5.2	GFT vergister in Vlaanderen .....	19
5.2.1	Situatieschets .....	19
5.2.2	Kadering en aannames .....	20
5.2.3	Rentabiliteit .....	21
5.3	GFT vergister in Nederland.....	22
5.3.1	Situatieschets .....	22

5.3.2	De cijfers achter Meerlanden .....	23
6	Steunkader in Vlaanderen, Nederland en Duitsland .....	24
6.1	Vlaanderen .....	24
6.2	Nederland .....	25
6.2.1	Directe subsidie .....	25
6.2.2	Indirecte subsidie .....	28
6.3	Duitsland.....	28
6.3.1	Directe subsidie .....	28
6.3.2	Indirecte subsidie .....	29
7	Conclusie en wensen: Biomethaan als hernieuwbare energiebron in Vlaanderen .....	30
7.1	Groen gas/biomethaan .....	30
7.2	Technische specificaties .....	31
7.3	Aansluitingsvoorwaarden.....	31
7.4	Biogasleiding.....	31
7.5	Financiële ondersteuning .....	32
7.6	Eindgebruik biomethaan .....	32
7.6.1	Biomethaan als hernieuwbare brandstof voor groenestroomproductie.....	32
7.6.2	Biomethaan als hernieuwbare brandstof voor groene warmte productie.....	33
7.6.3	Biomethaan als hernieuwbare brandstof in transport.....	33
7.6.4	Biomethaan als hernieuwbare ‘technologie’ bij nieuwbouw en in EPB.....	33
8	Eindconclusie .....	34
9	Bibliografie	

## 1 Inleiding

In de voorliggende adviestekst vraagt de Werkgroep Biomethaan een wetgevend kader voor het gebruik van hernieuwbare energie via het aardgasnet, en wordt er gepleit voor een inpassing van biomethaan als hernieuwbare transportbrandstof in het beleid.

Tot nu toe wordt alle biogas in Vlaanderen energetisch gevaloriseerd via warmtekrachtkoppeling (WKK) van stroom en warmte. In de West-Europese landen (uitgezonderd België en Portugal) wordt sinds enkele jaren het biogas opgewaardeerd naar aardgaskwaliteit. Deze techniek resulteert in een verhoogde efficiëntie door de productie van groene energie en het gebruik ervan te ontkoppelen.

- zowel op het vlak van tijd (buffering en consumptie op het moment van de vraag)
- als op het vlak van plaats (opwekken van elektriciteit of warmte op de plaats van de vraag)
- als op het vlak van benutting (in verwarmingsketels op gas, als performante bio-transportbrandstof (bio-CNG = bio Compressed Natural Gas) of als bouwsteen in de hernieuwbare chemie).

Waar het elektriciteitsnet ontoegankelijk is voor lokale groene stroomproducenten kan het gasnet een oplossing bieden. Het gebruik van biomethaan in het aardgasnet werd opgenomen in de richtlijn [2009/73/EC](#) (EU, 2009b) in dewelke gasnetbeheerders op termijn het gasnet dienen open te stellen voor gas afkomstig uit hernieuwbare bronnen. Biogas werd in richtlijn [2009/28/EC](#) (Annex V) (EU, 2009a) erkend als een van de meest eco-efficiënte biofuels.

Ook in Vlaanderen is er veel belangstelling voor het gebruik van biogas als groen gas. Eind 2010 publiceerde de federatie van distributie- en transportnetbeheerders van de elektriciteits- en gassector, Synergrid, de specificatie voor injectie van biomethaan op het aardgasnet. Ondertussen werden de specificaties aangepast in 2011 (Synergrid, 2011). Hierbij werden de voorwaarden (2009/28/EC, artikel 16) (EU, 2009a) gedefinieerd waaraan biomethaan moet voldoen alvorens het kan worden toegelaten op het aardgasnet in België.

De Werkgroep Biomethaan stelt in navolging van de CWAPE in Wallonië een systeem met Garantie van Oorsprong (GvO) voor. Met dit mechanisme kunnen exploitanten van WKK installaties kiezen om hun elektriciteitsproductie te 'vergroenen'. Aan de hand van de GvO's die zij aankopen bij de biomethaan producent kunnen zij het hernieuwbaar karakter van de geproduceerde stroom aantonen en groene stroom certificaten ontvangen. Ook voor CNG als hernieuwbare vervoersbrandstof, zouden de GvO's toegepast kunnen worden. De ecologische meerwaarde van de verschillende technologieën (bv. vermijden van CO<sub>2</sub> uitstoot) dient best als gemeenschappelijke basis te worden gebruikt voor het eventuele subsidiemechanisme. Dankzij een dergelijke aanpak zullen de financiële stimuli in lijn liggen met de beoogde ecologische doelstellingen en treedt er geen louter financiële concurrentie op tussen de verschillende technologieën. (bv. steun voor groene stroom uit WKK versus steun voor hernieuwbare vervoersbrandstof versus injectie van biomethaan).

Biogas, gevormd uit biomassa via anaerobe vergisting, levert met 500 GWhe of 8,5% een significante bijdrage aan de productie van groene stroom in Vlaanderen. Het kan worden gewonnen uit diverse biomassastromen, voornamelijk organisch biologisch afval (Biogas-E, 2013). Hierdoor is vergisting niet enkel een hernieuwbare bron van energie, maar ook een stap in de valorisatie van afvalstromen.

De anaerobe vergisting vormt vanuit ecologisch of economisch perspectief een zeer performante technologie. Vlaanderen is een internationale voortrekker in de verwerking van organische afvalstoffen met recuperatie van groene energie via biogas. Door de unieke uitdagingen (strengere eisen voor nutriëntenverwerking, ruimtelijke planning, beschikbare biomassastromen) heeft dit geleid tot heel wat innovatieve oplossingen en kwalitatieve tewerkstelling.

Door het opwerken van biogas naar aardgaskwaliteit kunnen de valorisatiemogelijkheden van biogas sterk worden uitgebreid en gediversifieerd. Dit kan leiden tot efficiënter en innovatiever gebruik van deze hernieuwbare energiebron. Hoewel de publicatie van de specificatie van Synergrid (Synergrid, 2011) een grote stap voorwaarts is in de richting van de realisatie van biomethaan in Vlaanderen zijn nog enkele cruciale stappen nodig op wetgevend vlak. Een belangrijk element hierin is het opzetten van een niet-discriminerend ondersteuningsmechanisme dat biomethaan op een equivalente basis ondersteunt naast de productie van groene stroom (ondersteund via groene stroom certificaten (GSC)) zodat projectontwikkelaars gedreven worden om de meest efficiënte technologie te implementeren. We vragen hier naar een gelijk speelveld voor de verschillende technologieën.

## 2 Potentieel van biogas

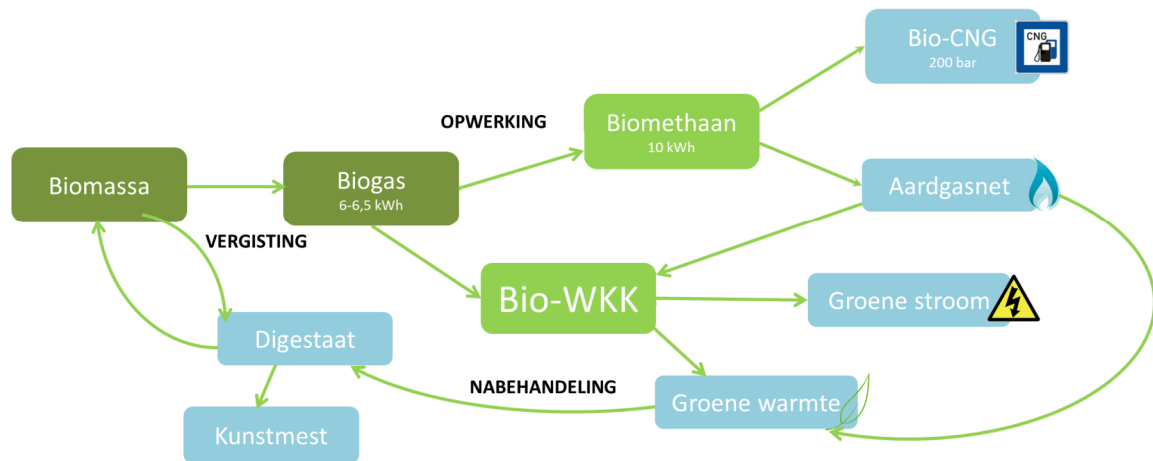
### 2.1 Hernieuwbare energie uit anaerobe vergisting

#### 2.1.1 Het vergistingsproces

Via vergisting zet een consortium van verschillende soorten micro-organismen biomassa en organisch afval om naar biogas, een mengsel van methaan ( $\text{CH}_4$ ), koolstofdioxide ( $\text{CO}_2$ ), en een aantal onzuiverheden ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ , . . . ). Methaan is een energie dragend gas dat in een verbrandingsmotor kan worden omgezet naar stroom, warmte en mechanische arbeid (bv. auto). Anaerobe vergisting gebeurt spontaan in de natuurlijke omgeving (bv. in moerassen maar ook in het spijsverteringsstelsel van herkauwers), maar kan door de mens worden geïmiteerd voor de productie van groene energie uit biomassa. Biogas kan ook worden gewonnen uit (geconcentreerde) afvalwaterstromen via anaerobe waterzuivering (bv. type UASB<sup>1</sup> of historische stortplaatsen (stortgas)).

---

<sup>1</sup> Upflow Anaerobic Sludge Blanket



**Figuur 1. Overzicht van de valorisatiemogelijkheden van biogas door anaerobe vergisting van biomassa (Biogas-E, Groen gas voor Vlaanderen , 2010)**

In Figuur 1 wordt een overzicht gegeven van de valorisatiemogelijkheden van biogas dat geproduceerd werd door anaerobe vergisting van biomassa. Door de productie van groene stroom in een warmtekrachtkoppeling (WKK) wordt er ook groene warmte geproduceerd die gevaloriseerd kan worden in neventoepassingen, bv. levering van warmte aan omliggende woningen of bedrijfsprocessen. Hierdoor kan uit zeer diverse biomassastromen hernieuwbare energie worden gewonnen.

Biogas kan beschouwd worden als een biobrandstof, wat betekent dat deze vorm van hernieuwbare energie kan worden gewonnen uit agrarische/industriële afval of nevenstromen. Verder is het grote voordeel van deze inputstromen dat ze lokaal kunnen worden afgenomen, zodat de transportkosten tot een minimum beperkt kunnen worden.

### 2.1.2 Digestaat

Een ander outputproduct van de anaerobe vergisting is het digestaat. Door vergisting heeft deze reststroom zeer interessante eigenschappen verkregen:

- hogere nutriëntbeschikbaarheid door verhoogde mineralisatie
- stabiele organische fractie
- bufferende werking (verhoogde pH)
- hygiënisatie van plantpathogenen en onkruidzaden
- verwijdering van geurcomponenten
- beperking van broeikasemissies

Hierdoor is digestaat een veel hoogwaardigere meststof dan de initiële inputstroom. In gebieden met een nutriëntenoverschot, zoals Vlaanderen, kunnen dierlijke mest en nutriëthoudende biomassa worden co-vergist waarbij het digestaat kan worden verwerkt (bv. door aerobe zuivering van de dunne fractie tot loosbaar water) en ingedroogd (de dikke fractie wordt met behulp van de groene warmte ingedroogd) voor export. Er wordt op lange termijn uitgekeken naar de recyclage van nutriënten uit dierlijke mest en digestaat door opzuivering van gemineraliseerd stikstof en fosfaat tot kunstmeststoffen.

De enorme energievraag voor de productie van synthetische kunstmest, en de eindigheid van fossiele fosfaatbronnen zal op lange termijn leiden tot een verhoogde haalbaarheid van nutriëntenrecyclage in gebieden met een mestoverschot. Onderzoek en ontwikkeling in dit domein moet leiden tot meer performante technologieën en ruimere mogelijkheden.

## 2.2 Groene stroom en warmte uit Biogas

In de meeste gevallen wordt biogas na verwijdering van water, H<sub>2</sub>S en siloxanen verbrand in een gasmotor of turbine, voor de productie van groene stroom. Hierbij wordt de restwarmte gerecupereerd volgens het principe van de warmtekrachtkoppeling. Deze groene warmte kan gebruikt worden voor het drogen van de dikke fractie van het digestaat of in neventoepassingen in de buurt van de vergistingsinstallatie. Dergelijke toepassingen zijn bv. het voorzien van verwarming voor residentiële woningen en publieke gebouwen of het voorzien van laagwaardige warmte aan industriële toepassingen. De energetische efficiëntie is optimaal wanneer de warmtevraag overeenstemt met de warmteproductie in de WKK, en dit volgens een continu verloop gedurende het hele jaar (ook de zomermaanden). Tevens is het belangrijk dat de warmte kostefficiënt kan worden getransporteerd van de productiesite naar de gebruiker. Zowel voor de productie van groene stroom, als de recuperatie van restwarmte in een WKK wordt door de Vlaamse overheid steun toegekend via groene stroom certificaten en respectievelijk WKK-certificaten. Tot op heden is dit de enige vorm van ondersteuning voor de anaerobe vergistingstechnologie. Voor meer details over het niveau van de ondersteuning wordt verwezen naar het gewijzigde energiedecreet (Vlaams Parlement, mei 2012) of de website van Biogas-E ([Biogas-e vzw](#)).

## 2.3 Biomethaan

In bepaalde gevallen is het gebruik van biogas in een lokale WKK niet de optimale energetische oplossing. Sites waar de warmte van een WKK moeilijk tot niet kan gebruikt worden, dienen te zoeken naar andere manieren om de energie optimaal te benutten. In het buitenland, waar de afstand tussen de biogasproducenten en de warmteafnemers vaak nog groter is, heeft men al heel wat inspanningen gedaan om biogas ook te valoriseren als biomethaan, waarbij het nadien kan geïnjecteerd worden op het aardgasnet, of kan gecomprimeerd worden tot bio-CNG (vervoersbrandstof). Het opwerken tot biomethaan houdt in dat CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S samen met andere onzuiverheden, via fysische technieken worden verwijderd.

### 2.3.1 Opwerking tot biomethaan

In dit hoofdstuk wordt een kort overzicht gegeven van de verschillende technieken om biogas op te werken naar aardgaskwaliteit. Voor gedetailleerde beschrijvingen en berekeningen van de technieken verwijzen we naar het eindrapport van het TETRA project "Biomethaan: opwerking van biogas tot aardgaskwaliteit" (Vandeweyer et al., 2008), of naar gespecialiseerde buitenlandse studies. De kost en energie- efficiëntie van de beschouwde technieken zijn bovendien voortdurend in evolutie.

Opwerking is noodzakelijk wanneer biomethaan wordt geïnjecteerd in een gasnetwerk. Bij lokaal gebruik van biogas in een bio-WKK wordt H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>O en siloxanen verwijderd om schade aan de WKK-motor te vermijden. Bij injectie op het aardgasnet wenst men ook de calorische waarde en de Wobbe



Index (WI) van het gas te verhogen door de aanwezige CO<sub>2</sub> te verwijderen. De kwaliteit van het geïnjecteerde gas moet zodanig zijn dat alle gastoestellen of productieprocessen aangesloten op het net op een gelijkaardige manier werken als met aardgas en dit in alle veiligheid. Zo beantwoordt men aan het voorschrift, opgesteld door de distributienetbeheerders (Synergrid, 2011), en kan injectie op het net worden toegelaten.

### 2.3.1.1 Opwerkingstechnieken

Bij de opwerking wordt het biogas aangerijkt van een 50 à 60% CH<sub>4</sub>-gehalte tot meer dan 90%, veelal tot boven de 95%. Naast het methaangehalte speelt ook de Wobbe-index een grote rol, die wordt bepaald door de calorische inhoud en de relatieve dichtheid van het biomethaan. Wanneer de vereiste calorische inhoud niet wordt gehaald moet propaan worden bijgemengd, alvorens het biomethaan terecht kan op het aardgasnet. Het hoogcalorisch aardgasnet in België is van die aard dat bijmenging van propaan bij injectie nodig is (ongeveer 10% (v/v)). Op het laagcalorisch aardgasnet is de calorische waarde geen probleem. Andere kwaliteitseisen voor zowel hoog- als laagcalorisch aardgas op het Belgische net kunnen bekomen worden via de CREG.

Alle opwerkingsinstallaties produceren nog een rest gasstroom. De reststroom (of het afgas) bevat vnl. CO<sub>2</sub> en een zeer lage concentratie methaan. De verhouding van het methaanverlies en het geproduceerde methaan noemt men de methaan-slip. Afhankelijk van de opwerkingstechnologie worden waarden bereikt van 2% tot 0,5% (v/v) CH<sub>4</sub> of lager. Een strategie om dit verlies te beperken bestaat er o.a. in om het afgas te voeden aan de WKK die de opwerkingsinstallatie voorziet van elektriciteit (en warmte). Ingeval de restconcentratie van methaan te laag is om efficiënt te worden gebruikt in een WKK-motor dan kan ook gekozen worden voor een behandeling in een Regenerative Thermal Oxidizer (RTO), waarbij het lage percentage methaan in de reststroom toch nog wordt geoxideerd. Het systeem hergebruikt tevens de warmte van het uitlaatgas. Bijmenging met biogas kan ook, waarbij de verbranding mogelijk wordt gemaakt door affakkelen. In dit geval is het rendement van je opwerking uiteraard lager, maar ook het verlies (slip) is lager.

Hieronder worden de verschillende opwerkingstechnieken kort samengevat.

- **Fysische (of chemische) CO<sub>2</sub>-absorptie**

Deze techniek maakt gebruik van absorberende vloeistoffen. We onderscheiden twee types: waterscrubbers en chemische scrubbers. Waterscrubbers maken gebruik van water (onder druk), wat een goedkope scrubbervloeistof is met beperkte milieuvorwaarden. Daartegenover staan de chemische scrubbers die gebruik maken van chemische scrubbervloeistoffen (amines, selexol, ... ), die geoptimaliseerd werden om zowel het methaanverlies als de temperatuur voor de regeneratie zo laag mogelijk te houden. Deze laatste zijn vooral geschikt wanneer restwarmte voor handen is.

- **Pressure swing adsorption (PSA/VSPA)**

Deze techniek is gebaseerd op het gebruik van een moleculaire zeef (typisch actief kool of zeolieten) waarbij CO<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>O selectief worden geadsorbeerd. Bij lage druk kan de kolom terug worden geregenereerd. Aangezien H<sub>2</sub>S irreversibel adsorbeert moet het vooraf worden verwijderd. PSA is een compacte techniek geschikt indien geen proces warmte aanwezig is.

- **Membraanscheiding**

Membranen maken gebruik van de verschillende permeabiliteit van de gascomponenten. Deze techniek is vrij eenvoudig qua opstelling en bijgevolg prijsgunstiger. Om een voldoende aanrijking te bewerkstelligen worden meertrapsystemen aangeboden. Deze techniek is toepasbaar voor kleinere biomethaan volumes.

- **Cryogene scheiding**

Bij cryogene technieken wordt biogas gekoeld en gecomprimeerd zodat de gassen kunnen worden gescheiden op basis van hun verschillend condensatiepunt. De hoge zuiverheid van de eindproducten (ook de vrijgekomen CO<sub>2</sub> kan economisch worden aangewend) maakt deze technologie zeer interessant. Ze is nog slechts ontwikkeld op pilotschaal en o.a. door de hoge investeringskost en energieverbruik enkel haalbaar op grote schaal. Mogelijk is dit wel een techniek die aan belang zal winnen in de nabije toekomst omdat het biomethaan rechtstreeks kan worden getransporteerd en gebruikt als LNG (Liquid Natural Gas).

De bovenvermelde technieken zijn geoptimaliseerd om CO<sub>2</sub> af te scheiden. In sommige gevallen is een specifieke voor- of nabehandeling van het gas noodzakelijk om andere onzuiverheden (H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, VOC<sup>2</sup>, siloxanen) te verwijderen. Er dient rekening te worden gehouden met het chemische en microbiële risico (AFSSET, 2008) Het microbiële risico wordt als (zeer) laag ingeschat (Vinneras B. & Schönning C., 2007)

Als besluit bij deze technieken kan men stellen dat de markt hier ten volle speelt. Afhankelijk van de hulpbronnen (elektriciteit, water, warmte) zal er gekozen worden voor de ene, dan wel de andere techniek. Voor elke techniek zijn er één of meerdere technologieaanbieders beschikbaar, elk met hun referenties. Feit is wel dat deze opwerkingstechnieken op punt staan en alle bovengenoemde technieken (misschien uitgezonderd cryogene scheiding) al veelvuldig toepassing hebben gevonden in het buitenland en ook in staat zijn een constante hoogwaardige kwaliteit van biomethaan af te leveren.

### **3 Technische specificaties voor gasinjectie**

Een standaard of technische specificatie bepaalt de kwaliteit waaraan het geproduceerde biomethaan moet voldoen om de injectie ervan toe te laten op het aardgasnet. Afspraken over de kwaliteitseisen van het geproduceerde en geïnjecteerd biomethaan dienen te worden gemaakt zowel op nationaal als op Europees vlak.

#### **3.1 België: Synergrid**

De Synergrid aanbevelingen (Synergrid, 2011) hebben tot doel de voorwaarden te scheppen die een veilige injectie van biomethaan in de Belgische distributie- en transportnetten mogelijk maken. Ze is een antwoord op de vraag van Europa om de nodige technische regels vast te leggen voor de injectie van biomethaan in het aardgasnet (EU, 2009a). Deze regels werden opgesteld in afwachting van een

---

<sup>2</sup> vluchtige organische componenten

eventuele Europese harmonisatie. Vanzelfsprekend zullen zij continu worden aangepast in functie van de gepubliceerde versies van de Europese normen, van de technologische evoluties en van de noden voortvloeiend uit nieuwe aanvragen (andere substraattypes, lokale specificiteit van het gasnet... ).

Deze aanbeveling focust op technische aspecten gerelateerd aan de injectie van biomethaan en beschrijft de parameters en limietwaarden om na behandeling de kwaliteit van aardgas te verkrijgen.

In afwachting van de specifieke voorschriften voor de aansluiting van een injectiepunt op het transport of distributienet zal de kandidaat biomethaanproducent hierover voorafgaandelijk overleg plegen met de beheerder van het transport/distributienet.

## 3.2 Europese standaard

In november 2010 heeft de EU het Mandaat M/475 "Mandaat aan CEN<sup>3</sup> (EU, 2010) voor opstellen van de normen voor biomethaan voor gebruik in transport toepassingen en injectie in aardgasleidingen " uitgegeven. Via dit mandaat wordt de CEN belast met de ontwikkeling van een Europese norm (EN) die de kwaliteit van biomethaan dient vast te leggen voor zowel gebruik als transportbrandstof als voor de injectie in het aardgasnet.

Het doel van dit mandaat is een harmonisatie te bewerkstelligen van bestaande regelgevingen in de verschillende Europese lidstaten<sup>4</sup> en deze op elkaar af te stemmen. Deze harmonisatie zal een vlottere expansie van de Europese biomethaanmarkt ten goede komen. Biomethaan wordt geacht een significante bijdrage te kunnen leveren aan enerzijds de Europese energiebeveiligingszekerheid en anderzijds de reductie van CO<sub>2</sub>-uitstoot in het kader van Kyoto.

De Europese Raad onderschreef

- een bindend doelstelling van 20 % energie uit hernieuwbare bronnen over het geheel van het energiegebruik van de EU tegen 2020 en
- een verplichte doelstelling van 10 % vervoersbrandstof uit alternatieve brandstoffen anders dan benzine en petroleum voor elke lidstaat tegen 2020.

De transportsector vertegenwoordigt meer dan 30% van het finale energieverbruik en kent een gestage groei. Vandaar ook de nadruk van de Europese raad om een Europees kader te scheppen voor biomethaan als een volwaardige CO<sub>2</sub>-neutrale transportbrandstof.

In tegenstelling tot statische aardgastoestellen, die gevoed worden uit hetzelfde gasnet, kunnen auto, vrachtwagens en schepen op aardgas/biomethaan worden gevoed uit gasnetten verspreid over

---

<sup>3</sup> Comité Européen de Normalisation

<sup>4</sup> Huidige standaarden voor biomethaaninjectie: Duitsland: Standaarden DVGW G260 voor gascompositie, G262 voor gasinjectie in publieke netten en G280-1/G280-2 voor odorisatie; Nederland: Voorstel van de Dte (regulator), geactualiseerd door Nederlandse netbeheerders in 2009; Frankrijk: Nationaal decreet n<sup>o</sup> 2004-555 van 15 juni 2004; Zwitserland: Richtlijn SVGW G13; Oostenrijk: Richtlijn OVGW G31 en G33; Zweden: Standaard SS 1555438

heel Europa. Dit geeft een extra dimensie en een bijkomende noodzakelijkheid deze harmonisatie door te voeren.

Het methaangehalte (MN<sup>5</sup>) is een waarde voor de klopvastheid van het gasmengsel (vergelijkbaar met het octaangehalte voor benzinemotoren). Zuiver methaan en biomethaan hebben een hoge klopvastheid, wat toelaat gasmotoren te ontwikkelen met een hogere efficiëntie en bijgevolg een betere CO<sub>2</sub>-balans. (Bio-CH<sub>4</sub> stoot echter biogene CO<sub>2</sub> uit. Het hogere methaangehalte geeft een beter rendement en dus minder CO<sub>2</sub>-uitstoot per eenheid nuttige mechanische energie). Bij injectie in het aardgasnet zal de resulterende klopvastheid dit van het mengsel zijn. Gezien aardgas ook langere koolwaterstoffen bevat die de klopvastheid doen dalen, zullen aardgastankstations aangesloten op het aardgasnet meestal een aardgas/biomethaan mengsel leveren met een verlaagde klopvastheid. Motorconstructeurs willen motoren ontwikkelen die het hoge MN van biomethaan volledig benutten. In de normalisatie werd daarom besloten om twee types van gastransportbrandstof voor te stellen

- Biomethane 65: afgeleverd door een gasvulstation aangesloten op het aardgasnet dat een mengsel van biomethaan en aardgas zal afleveren en waarbij het methaangehalte lager zal liggen
- Biomethane 80: afgeleverd door een gasvulstation rechtstreeks aangesloten op een opwerkingseenheid en waarbij het methaangehalte hoger zal liggen

Biomethane 65 zal overal verkrijgbaar zijn waar vulstation kunnen aangesloten worden op het aardgasnet en zal worden toegepast voor voertuigen die niet plaats gebonden zijn zoals auto's, vrachtwagens, schepen. Biomethane 80 zal enkel lokaal kunnen worden aangeboden op de plaats van een opwerkingseenheid en zal worden toegepast voor voertuigen die lokaal gebonden zijn zoals vuilniswagens, bussen voor lokaal openbaar vervoer, landbouwvoertuigen.

De calorische waarden en Wobbe-index zijn twee typische begrippen uit de wereld van de gastoeepassingen, waarbij de calorische waarde de energie inhoud weergeeft van een volume gas en de Wobbe-index een maat is voor de flux van energie naar de motor toe. Gassen met eenzelfde Wobbe-index geven eenzelfde thermisch vermogen op een gegeven brander. Het is dus een maat voor de uitwisselbaarheid van verschillende gassen. Voor een vlotte werking van de gastoeestellen op een gasdistributienet is de uitwisselbaarheid van de gassen van verschillende oorsprong die het net voeden van kapitaal belang. Daarom dienen nauwe grenzen te worden vastgelegd en dienen deze continue te worden gemonitord. De calorische waarde is vooral van belang voor de energiefacturatie en heeft minder impact op de fysische werking van de toestellen. Binnen Europa zien we twee standpunten:

- De Duitse aanpak die vasthoudt aan de grenswaarden voor de calorische waarden en die indien nodig propaan aanrijking verplicht om aan deze eis te voldoen.
- De Franse aanpak die propaan aanrijking verbiedt en dus afwijkingen van de calorische waarden toelaat en via correcties van de energie-inhoud de facturatie aanpast.

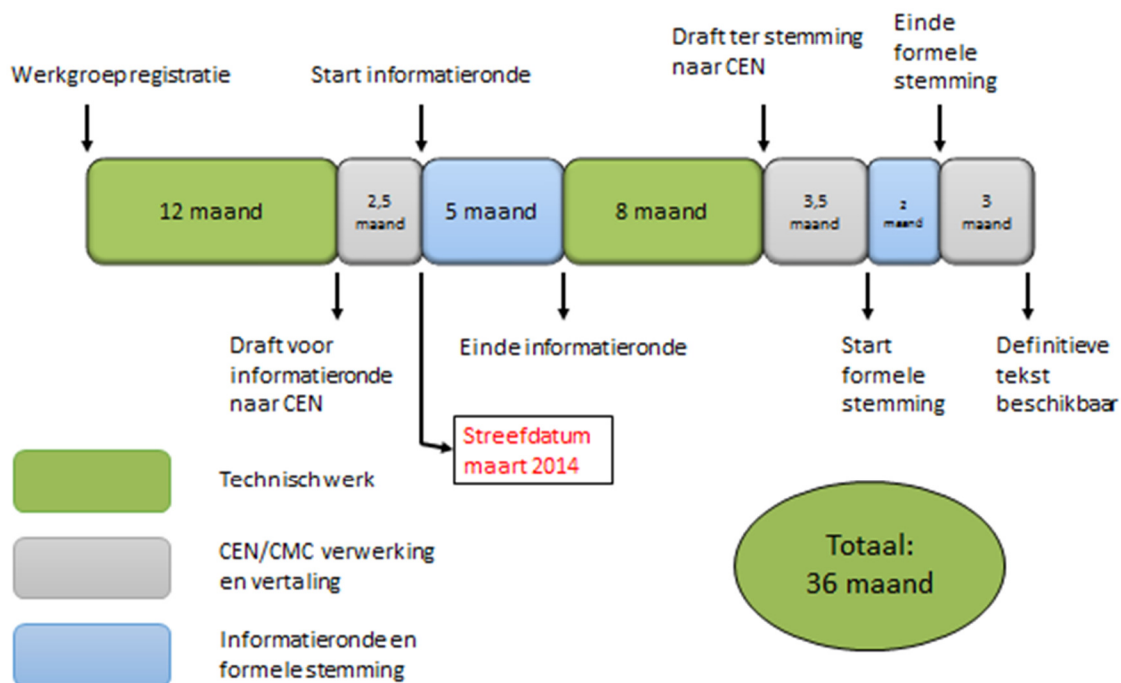
---

<sup>5</sup> MN = Methane number = Methaangehalte = maat voor de klopvastheid van een methaangasmengsel.

Het aanrijken met propaan brengt een aanzienlijke investering met zich mee samen met de nodige veiligheidsvoorzieningen voor de propaanopslag, alsook vormt het een continue extra energiekost voor de injectie van biomethaan zonder dat deze extra middelen enige positieve bijdrage aan het milieu leveren. Een grotere tolerantie op de calorische waarde toelaten vergt extra reglementering en een nauwgezette monitoring van de geïnjecteerde gasstromen. Deze aanpak vereist de nodige rekenkundige modellen voor een adequate facturatie als ook de nodige metrologische flexibiliteit.

Biogas gecontamineerd met siloxanen (vooral bij stortgasproductie) geeft aanleiding tot een versnelde slijtage van WKK installaties. Dit kan opgelost worden door het toepassen van actieve koolfilters voor het verwijderen ervan. Uit verder onderzoek is gebleken dat siloxanen ook nefaste gevolgen kunnen hebben op ionisatie elektrodes gebruikt in gasbranders als ook op O<sub>2</sub>-sondes gebruikt in aardgasvoertuigen. Bij verbranding vormen siloxanen een SiO<sub>2</sub>-laag die neerslaat op deze componenten en hun werking verstoort. Hoewel siloxanen verwijderd worden door de meeste opwerkingstechnieken is er een grote kans dat vanuit de normalisatie strengere eisen zullen worden opgelegd dan momenteel opgenomen in de Synergrid aanbeveling.

De drie voorgaande voorbeelden illustreren hoe via de normalisatie systematisch en met de nodige onderbouwing de parameters voor de biomethaansamenstelling worden opgebouwd. De timing van het normalisatieproces wordt gegeven in onderstaande figuur 2.



Figuur 2. Timing van het normalisatieproces

### 3.2.1 De opwerking van biogas tot biomethaan.

Praktisch kan men stellen dat biogas een mengsel is van 50% methaan en 50% CO<sub>2</sub>. In Vlaanderen is het ondersteuningskader zodanig opgesteld dat het verbranden van biogas in een WKK financieel de meest aantrekkelijke oplossing is. De meeste Europese landen zijn die weg opgegaan om de techniek van anaerobe vergisting onder de knie te krijgen. Centraal bij de oefening was het realiseren van een

gesloten nutriënten kringloop waarbij het digestaat werd omgevormd tot een exporteerbare bodemverbeteraar.

Voortschrijdend inzicht heeft volgende elementen aan het licht gebracht:

- Om op het elektriciteitsnet het netevenwicht te behouden dient de productie en consumptie van elektriciteit aangesloten op dit net op ieder ogenblik gelijk te zijn. Dit vergt een productie capaciteit die snel ingeschakeld en afgeschakeld kan worden. Gasmotoren zijn hiervoor uitstekend geschikt (Smart Power Generation, 2013). Biogas of biomethaan zijn vormen van hernieuwbare brandstof die hiervoor ingezet kunnen worden.
- Om het continue karakter van de biogasproductie van een vergister en de discontinue werking van een biogasmotor, die ingezet wordt voor de bewaking van de netstabiliteit, te kunnen combineren is buffering van biogas noodzakelijk. Ingeval van biomethaanopwerking kan in bepaalde gevallen het aardgasnet een zekere buffering toelaten zonder aanpassingen aan de exploitatievoorwaarden toegekend aan een biogassite.
- Het indikken van digestaat gebeurt door de waterfractie te verdampen met behulp van de overtollige warmte geproduceerd door de WKK. Dit geeft recht op WKK-certificaten. Andere technieken zouden, mits een aantal randvoorwaarden, een gelijkaardig resultaat kunnen behalen met een fractie van de energie insteek (De Vogeleer, G., 2009).
- Indien de beschikbare warmte slechts beperkt nuttig kan gebruikt worden, is opwerking van biogas een energie-efficiënte oplossing.
- Bij opwerking ontstaat er naast methaan ook geconcentreerde CO<sub>2</sub>. (Dit is vooral het geval als de methode van cryogene scheiding wordt toegepast) Valorisatieketens voor dit tweede eindproduct zijn ter beschikking en worden in bepaalde gevallen zelfs door leveranciers van opwerkingsinstallaties aangeboden. (Haffmans, 2013)

Zowel op het vlak van netstabiliteit, energiegebruik als CO<sub>2</sub>-reductie blijkt biogasopwerking interessante voordelen te bieden.

Een andere belangrijke troef van biomethaan is dat het naadloos kan inpassen, zowel complementair als vervanger, voor aardgas. Zoals aardgas is het multi-inzetbaar met het extra voordeel CO<sub>2</sub>-neutraal te zijn. Bijgevolg een geschikte energiedrager voor een vlotte transitie naar een koolstofarme toekomst.

## 4 Eindgebruik biomethaan

Het grote voordeel van biomethaanopwerking en injectie op het aardgasnet is dat alle toepassingen die momenteel bediend worden door aardgas, met biomethaan een hernieuwbaar alternatief krijgen. De Werkgroep Biomethaan vraagt met aandrang aan het beleid om dit hernieuwbaar alternatief toe te laten in de bestaande wetgeving.

#### **4.1 Biomethaan als hernieuwbare brandstof voor groenestroomproductie**

Biomethaan kan in een aardgasmotor of gasturbine gebruikt worden voor de opwekking van elektriciteit. Hier hoeven geen technische aanpassingen aan de bestaande systemen te worden gedaan. Beleidsmatig zou dit willen zeggen dat de gebruiker van het biomethaan voor elektriciteitsproductie groene stroom zou kunnen produceren.

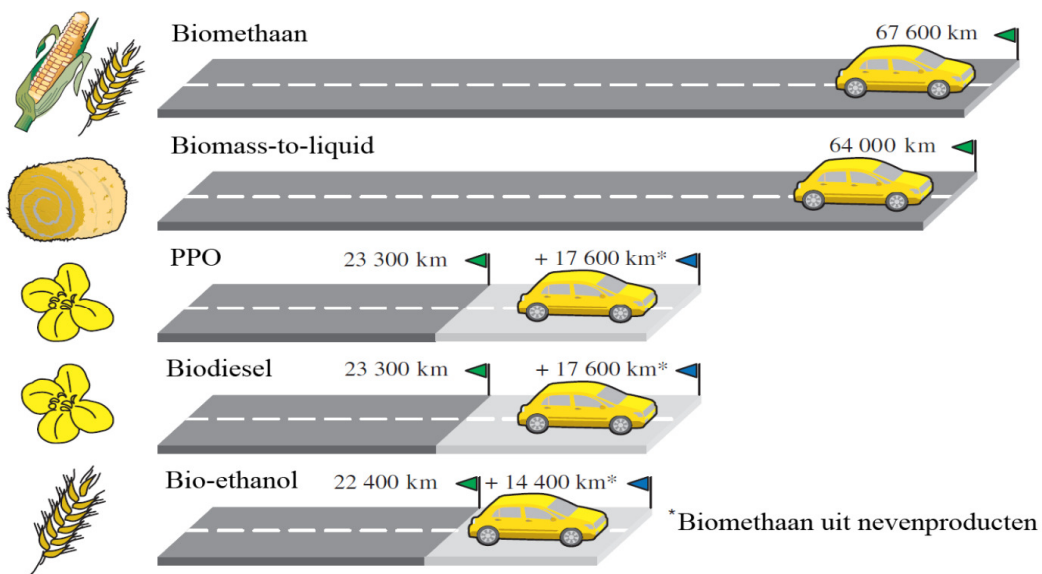
#### **4.2 Biomethaan als hernieuwbare brandstof voor groene warmte productie**

Biomethaan kan zonder technische aanpassingen aan de ketel gebruikt worden voor de productie van warmte, zowel in grote industriële toepassingen als in residentiële toepassingen.

#### **4.3 Biomethaan als hernieuwbare brandstof in transport**

Volgens het Belgisch actieplan hernieuwbare energie (Energie Overleggroep Staat-Gewest, 2010) is het streefcijfer voor hernieuwbare energie in 2020 13%. Om dit cijfer te kunnen halen, werden volgende subdoelstellingen vastgelegd: 21% voor groene stroom, 12% voor groene warmte en koeling, en 10% voor transport. De stand van de hernieuwbare energiedoelstelling in Vlaanderen in 2011 bedroeg ca. 7,5% groene stroom, 2,6% groene warmte en koeling en 4% voor groen transport, wat globaal resulteert in 3,8% van het totale energieverbruik (warmte, elektriciteit, transport), tegenover het gemiddelde streefdoel van België van 13% tegen 2020. Vlaanderen doet het hiermee minder goed dan het geheel van België (5,6% in 2011). Bijgevolg dient Vlaanderen nog een substantiële weg af te leggen om tegen 2020 haar 13% doelstelling te bereiken (Biogas-E, 2013).

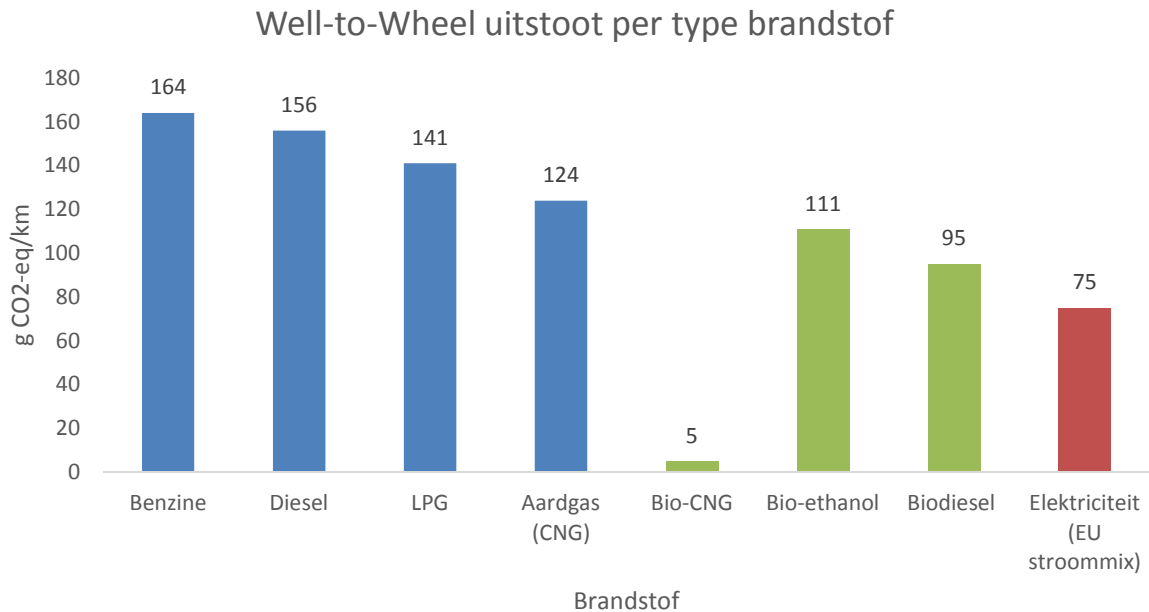
Biomethaan kan niet enkel worden gebruikt voor de productie van groene stroom en warmte, maar ook als vervoersbrandstof. Voertuigen die voorzien zijn om op aardgas te rijden kunnen zonder verdere aanpassingen ook op biomethaan rijden. Het voordeel hiervan is dat aardgas reeds beschikbaar is als vervoersbrandstof onder de vorm van CNG, en het biomethaan gewoon kan worden bijgemengd. CNG kan een grote rol spelen in het verhogen van de ecologische efficiëntie van het transportverbruik in Vlaanderen. Voor dezelfde hoeveelheid energie gaat bij gebruik van methaan (afhankelijk van de motorefficiëntie) tot 23% minder uitstoot van CO<sub>2</sub> gepaard. Wanneer ook andere stappen in de valorisatieketen worden meegerekend (Well-to-wheel) scoort CNG beter dan alle andere brandstoffen (Dena, 2011). Maar ook lokale emissies van fijn stof, NO<sub>x</sub> /SO<sub>x</sub>, CO en koolwaterstoffen in stedelijke omgeving kunnen sterk worden gereduceerd. Bovendien wordt de zeer kleine meerkost van CNG-wagens zeer snel gecompenseerd door de goedkope prijs van CNG (tot 50% goedkoper per km, wegens accijnsvrij). De autonomie van CNG-voertuigen ligt standaard rond de 300 à 400 km, wat ergens tussen de klassieke brandstofvoertuigen en de huidige elektrische wagens ligt.



**Figuur 3. Hoever rijdt een auto op 1 ha biobrandstoffen? (FNR, 2007)**

Het gebruik van bio-CNG kan leiden tot een zeer performante biotransportbrandstof. Volgens de richtlijn 2009/28/EC (EU, 2009a) van de Europese unie is de "well to wheel" uitstoot bij gebruik van biomethaan als vervoersbrandstof het laagst van alle bio-fuels. Wanneer toch energiegewassen worden gebruikt kan via biomethaan tot 33% meer energie worden gehaald uit éénzelfde landbouwoppervlakte dan andere biobrandstoffen (zie Figuur 3). In Zweden wordt CNG voor meer dan 50 % gewonnen uit hernieuwbare bronnen. Het gaat hierbij niet enkel om bio-CNG uit organisch biologisch afval, mest en energiegewassen, maar ook om SNG (synthetic natural gas) dat wordt gewonnen uit de vergassing van houtafval. Ook andere landen hebben ambitieuze doelstelling om de 10% richtlijn voor duurzame energie in de transportsector te realiseren. Via diverse Europese projecten (MADEGASCAR, GasHighway, BiogasMax, BioWALK4Biofuels) werden de ecologische en maatschappelijke voordelen van biomethaan als vervoersbrandstof aangetoond.





**Figuur 4. 'Well-to-Wheel' (g CO<sub>2</sub> eq./km) uitstoot van CO<sub>2</sub> voor verschillende brandstoffen. Bijmengen van 20% bio-CNG zou kunnen leiden tot 40% minder uitstoot (Dena, 2011)**

De belangrijkste troeven voor het rijden op gas is naast de vermindering van CO<sub>2</sub> uitstoot ook geen uitstoot van fijn stof en vermindering van de geluidshinder. Gasmotoren kunnen worden toegepast zowel voor auto's, bussen, vrachtwagens als voor schepen. (NGVGlobal, 2013) Biomethaan kan dus de CO<sub>2</sub> uitstoot verminderen van een brede waaier aan transporttoepassingen.

In België wordt momenteel (periode 2007-2013) gewerkt met een quotumsysteem voor hernieuwbare brandstof in transport (biodiesel en bio-ethanol). Zeven biobrandstofproducenten (FOD Economie, KMO, Middenstand & Energie, 2013) kregen een erkenning van de Belgische staat. Aan elk werd een volume aan biobrandstof toegekend dat kan worden vrijgesteld van accijnzen bij ingebruikstelling in België. De brandstofdistributiesector is op zijn beurt verplicht deze biobrandstoffen aan een bepaald percentage (bepaald per jaar) bij te mengen in de fossiele brandstof. Dit systeem is eind 2013 afgelopen en was gefocust op biodiesel en bioethanol. Biomethaan heeft in dit systeem geen plaats gekregen, ook hogere bijmengingen van biodiesel en bioethanol hebben hierin geen plaats. De federale overheid (FOD Economie, KMO, Middenstand & Energie, 2013) heeft beslist om het huidige systeem verder te zetten, zonder bijkomende quota uit te schrijven omdat de gegunde quota nog niet volledig opgenomen waren. Er werden wel een aantal wijzigingen doorgevoerd:

- De erkende types van biobrandstoffen<sup>6</sup> zijn niet meer beperkt tot biodiesel en bioethanol. Biomethaan kan nu erkend worden als biobrandstof categorie B, m.a.w. waarvoor nog geen Europese of Belgische norm bestaat maar waarvan het gebruik door de minister wordt toegestaan.
- De mogelijkheid om de nominale bijmengingsvolumes van biobrandstof te wijzigen is nu bij wet voorzien

<sup>6</sup> Types van erkende biobrandstoffen zijn FAME, Ethanol (bij benzine) en PPO

Uit berekeningen blijkt echter dat met deze quota België niet aan de vooropgestelde 10% hernieuwbare brandstof in transport zal geraken. Er zullen dus nog extra maatregelen nodig zijn.

Als biomethaan (geproduceerd uit organische afvalstoffen bv. GFT) gebruikt wordt in transport, dan mag dit als dubbel geteld worden voor de Europese verplichting.

Om de 10% doelstelling in hernieuwbare transport te halen zal er op korte termijn nog een grote stap moeten gezet worden. Biomethaan heeft als voordeel dat dit een marktrijpe technologie is die commercieel beschikbaar is en die op korte termijn iets kan betekenen voor Vlaanderen/België.

Als conclusie kan gesteld worden dat Europa het slecht doet als het gaat over vergroening van de transportsector. De vloeibare biobrandstoffen hebben te kampen met tal van problemen (food-feed, import, monocultuur enz.) en de elektrische wagens blijven alsnog op stal. Er zijn weinig of geen echte alternatieven. Waterstof is nog niet inzetbaar. Biomethaan als vervoersbrandstof is een haalbaar alternatief. Hieronder wordt een overzicht gegeven van de voordelen van biomethaan:

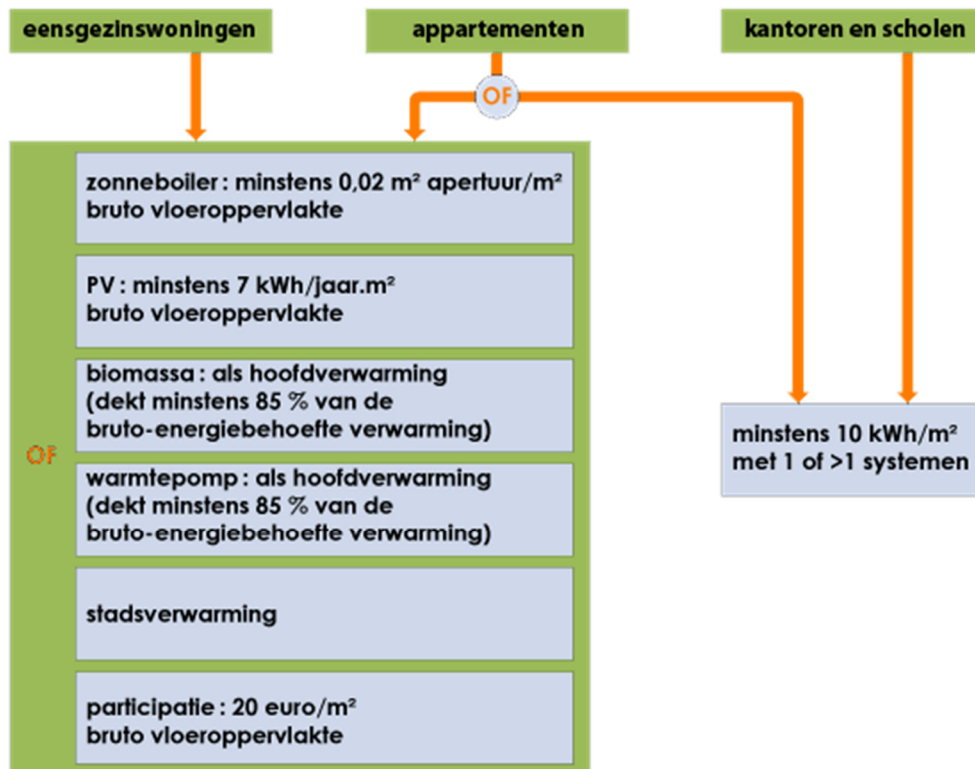
- De technologie van biomethaanmotoren is reeds goed ingeburgerd, want er zijn reeds miljoenen voertuigen in gebruik wereldwijd. In Europa worden jaarlijks meer dan 80.000 wagens op aardgas verkocht.
- Gebruik van bestaande distributiesysteem, infrastructuur en bestaande technologie.
- Biomethaan is direct beschikbaar in gecompriëerde vorm (equivalent aan CNG) of in vloeibare vorm (overeenkomend met LNG).
- De opbrengst van biomethaan per hectare gewas is ongeveer het dubbele van dat van bio-ethanol. (European Expert Group, 2011)
- Emissies van voertuigen die rijden op biomethaan voldoen aan de EURO 6-emissienormen: Voor dezelfde hoeveelheid energie gaat het gebruik van methaan (afhankelijk van de motorefficiëntie) gepaard met tot 23% minder uitstoot van CO<sub>2</sub>. Maar ook lokale emissies van fijn stof, NO<sub>x</sub> /SO<sub>x</sub>, CO en koolwaterstoffen in stedelijke omgeving kunnen sterk worden gereduceerd.
- De belangrijkste troeven voor het rijden op gas is naast de vermindering van CO<sub>2</sub>-uitstoot ook geen uitstoot van fijn stof en vermindering van de geluidshinder.

#### **4.4 Biomethaan als hernieuwbare 'technologie' bij nieuwbouw en in EPB**

Aangezien biomethaan zonder technische aanpassingen in een condensatieketel of WKK kan gebruikt worden, is het inzetten van biomethaan voor de productie van warmte een mogelijk eenvoudig en haalbaar alternatief voor de productie van hernieuwbare energie bij een nieuwbouw..

Een aantal aanknopingspunten zijn reeds aanwezig binnen de Vlaamse wetgeving. Zo is er de bepaling van het minimumaandeel hernieuwbare energie in de bouw in de regelgeving rond Energieprestatieregelgeving voor bouwers (EPB), die tot stand is gekomen uit een verplichting van de Europese Richtlijn Hernieuwbare (EU, 2009a) en via een wijziging in het Energiebesluit (definitieve goedkeuring 28 september 2012) is opgenomen in de Vlaamse energieprestatieregelgeving.

In onderstaande Figuur 5 is weergegeven hoe dit minimumaandeel kan ingevuld worden



Figuur 5. Mogelijke invulling van minimumaandeel hernieuwbare energie binnen EPB-regelgeving voor nieuwbouw (VEA, 2013)

Tabel 1. Overzicht met de kwaliteitseisen waaraan de hernieuwbare energie dient te voldoen binnen de EPB-regelgeving (VEA, 2013)

	Kwaliteitseisen
<b>Zonneboiler</b>	Oriëntatie/ O-Z-W Helling: 0° - 70°
<b>PV</b>	Oriëntatie/ O-Z-W Helling: 0° - 70°
<b>Biomassaketel, kachel of kwal. WKK</b>	Rendement (~KB 12/10/2010): minstens 85% Emissieniveaus (CO en fijn stof) < grenswaarde uit fase III van KB 12/10/2010
<b>Warmtepomp</b>	Seizoensprestatiefactor > 4 (berekend ~EPB)
<b>Stadsverwarming of koeling</b>	Minstens 45% uit hernieuwbare bronnen
<b>Participatie</b>	Nieuw project binnen provincie Minstens 7 kWh/m <sup>2</sup> bruto oppervlakte gebouwen

Voornamelijk de invulling rond participatie zou van toepassing kunnen zijn voor biomethaan projecten. In onderstaande tekst de gestelde eisen uit het gewijzigde Energiebesluit (Vlaamse Regering, 2013)

*“ 6<sup>e</sup> participatie ten belope van minstens € 20 per m<sup>2</sup> bruikbare vloeroppervlakte in een project voor de productie van energie uit hernieuwbare energiebronnen in de provincie waar het gebouw zich bevindt of in een aanpalende gemeente. De participatie dient te gebeuren in een organisatie die specifiek dat project als doel heeft. Het project moet beschikken over een stedenbouwkundige vergunning en milieuvergunning indien noodzakelijk, beiden toegekend na 1 januari 2014, en moet gerealiseerd worden binnen drie jaar na het bekomen van de laatste van de vergunningen. Bij de aangifte wordt het bewijs van de participatie voorgelegd door middel van een overeenkomst tussen participant en projectuitvoerder. De participatie-overeenkomst bevat een verbod om de participatie gedurende de eerste 10 jaar van uitbating onder enige vorm te vervreemden, en kan slechts één maal ingediend worden om te voldoen aan dit besluit. De overeenkomst beschikt over een uniek nummer en wordt geregistreerd door de projectuitvoerder, die de lijst van participanten en participatienummers ter beschikking stelt van het Vlaams Energie Agentschap. Het project produceert minstens 7 kWh/jaar energie per m<sup>2</sup> bruikbare vloeroppervlakte, opgeteld voor de gebouwen van alle participanten die deze maatregel nemen om te voldoen aan dit besluit. Het Vlaams energieagentschap kan nadere regels vastleggen voor de uitvoering en controle van deze maatregel”*

Verder bouwend op de redenering van ‘participatie’ of op de redenering rond ‘aansluiting op stadsverwarming’ in het besluit, zou ook kunnen gedacht worden om binnen de EPB-regelgeving een mogelijkheid te voorzien om een contract voor aankoop van groen gas voor de komende X (voorstel 10) jaar als mogelijkheid voor hernieuwbaar minimaal aandeel binnen de EPB-regelgeving te voorzien.

*“ 5<sup>e</sup> aansluiting op stadsverwarming of –koeling die minstens voor 45% uit hernieuwbare energiebronnen wordt geproduceerd.”*

#### **4.5 Biomethaan als hernieuwbare grondstof in chemie**

Gezien aardgas in de chemie als grondstof wordt gebruikt, kan ook biomethaan als grondstof worden gebruikt. Het voordeel van het gebruik van biomethaan is dat het bedrijf dan kan stellen dat zij een hernieuwbare grondstof hebben gebruikt.

Naast de financiële aspecten rond een meerprijs voor biomethaan, is het ook belangrijk voor de bedrijven die overwegen die stap te ondernemen om uitsluitel te krijgen over het statuut van biomethaan. Belangrijkste problematiek die hier speelt is de REACH-wetgeving in Europa (EU, 2006). Aardgas heeft hierop een uitzondering verkregen. Het Brits Environment-Agency bevestigt in haar Quality Protocol for biometane (British Environment Agency, 2013) dat biomethaan eveneens niet onderworpen is aan de REACH richtlijn.

#### **4.6 Biomethaan als hernieuwbare brandstof voor ETS bedrijven**

Bedrijven die vallen onder het Europese ETS-systeem (Emission Trading Scheme) hebben een maximale hoeveelheid CO<sub>2</sub>-emissies die zij mogen uitstoten. Als bedrijven boven deze hoeveelheden komen moeten zij hiervoor op de Europese markt CO<sub>2</sub> certificaten aankopen. Bedrijven die hun CO<sub>2</sub>-uitstoot willen beperken kunnen naast het nemen van energiebesparende maatregelen ook overschakelen op hernieuwbare energie bronnen.

Als biomethaan erkend wordt als hernieuwbare brandstof, kan een ETS bedrijf door biomethaan te gebruiken op een eenvoudige manier overschakelen op hernieuwbare energie zonder intern zijn technische installaties te hoeven aanpassen.

## 4.7 Toepassingen van CO<sub>2</sub>

Het nevenproduct van een biogasopwerking is geconcentreerd CO<sub>2</sub>. Door dit als bron te gebruiken voor CCS-technieken (Carbon Capture en Storage) slaat men de stap van het concentreren van CO<sub>2</sub> over. CO<sub>2</sub> kan mits voldoende zuivering ingezet worden voor talrijke toepassingen b.v. CO<sub>2</sub>-bemesting in serres, voor de groei van algen, als vulmiddel voor warmtepompen, droogijnsreiniging, als een bacteriostaticum, voor de omzetting naar methaan gecombineerd met waterstof (Power2Gas), CO<sub>2</sub>-to-Plastics,...

## 4.8 Infrastructuur

Kenmerkend voor de biomethaan infrastructuur is de schijnbare tegenstrijdigheid van kleinschalige vergistingsinstallaties (vermijden van transport van de biomassa met de daaraan gekoppelde kosten en hinder) en de schaalvoordelen van grote centrale opwerkingsinstallaties en het bijhorende injectiepunt.

Om deze twee voordelen te bundelen in één oplossing kunnen biogasnetten een oplossing bieden. Deze netten laten naast het verzamelen van het biogas uit verschillende productie-eenheden ook toe om kleinere biogasbronnen (die nu b.v. worden afgefakkeld) aan te sluiten als ook opgevangen CO<sub>2</sub> af te voeren.

Een grootschalige opwerkingseenheid biedt naast de schaalvoordelen voor de opwerking ook de mogelijkheid professioneel om te gaan met injectie en dankzij een voldoende capaciteit van CO<sub>2</sub> de nodige kwalitatieve opzuivering ervan te realiseren.

Het opzetten van een goed overwogen kader voor de infrastructuur is de sleutel tot

- het betaalbaar maken en houden van de productie van biomethaan
- de valorisatie van CO<sub>2</sub> als tweede eindproduct
- het maximaal gebruiken van het CO<sub>2</sub> reductiepotentieel
- een naadloze overgang naar een CO<sub>2</sub>-neutrale brandstof

## 5 Cases uit binnen- en buitenland

### 5.1 Landbouwvergister in Vlaanderen

#### 5.1.1 Situatieschets

De capaciteit van dit type installaties is begrensd tot 60.000 ton / jaar (Vlaamse Regering, 2006). Van deze 60.000 ton bestaat minimum 36.000 ton (60%) uit mest en andere landbouwgerelateerde biomassa. De resterende 24.000 ton (40%) wordt veelal aangevuld met organische biologische afvalstromen (plantaardig en dierlijk) die beschikbaar zijn op de markt.

Afzet van digestaat varieert van installatie tot installatie: er is mogelijkheid om het digestaat in te dikken en af te zetten op eigen grond of bij derden, andere installaties hebben dan weer een eigen aerobe nazuivering die de dunne fractie van hun digestaat kan zuiveren tot loosbaar water. In dit laatste geval kan de dikke fractie van het digestaat gedroogd worden en als bodemverbeterend product op de markt gebracht worden.

Op de dag van vandaag wordt het biogas komende van dit type installaties integraal benut in WKK installaties, gezien dit momenteel economisch het meest gunstige resultaat levert. Met het hernieuwd energiedecreet is de eindigheid van de toegekende certificaten voor dit type benutting (warmtekracht- en groenestroomscertificaten) evenwel bevestigd en zullen de certificaten na 10 jaar wegvallen voor benutting in de WKK installaties.

Gezien de inkomsten verworven uit de GSC'en en WKC'en cruciaal zijn voor de economische rendabiliteit van dit type landbouwvergisters, dient er vooruit gekeken te worden hoe dit type installaties nog rendabel kan draaien na het wegvallen van de WKC'en en GSC'en na 10 jaar operationeel te zijn. In dat kader kan het interessant zijn om na te gaan of eventueel een investering in een opwerkingsinstallatie - waarbij biogas omgezet wordt naar biomethaan – soelaas kan bieden.

Voor deze case wordt er uitgegaan van een bestaande landbouwvergister met een capaciteit van 60.000 ton / jaar en een geïnstalleerd vermogen van iets meer dan 2 MW<sub>e</sub>.

### 5.1.2 Kadering en aannames

Voor deze casestudy werden volgende aannames gedaan:

- De vergistingsinstallatie op zich was volledig bestaande, dus voor de productie van het biogas zelf dient er geen bijkomende investering meer gedaan te worden
- Productie van biogas
  - Tussen 850 en 900 m<sup>3</sup> biogas per ton ODS (organische droge stof) in de input
  - Methaangehalte ruw biogas: ongeveer 59%
- De installatie zelf heeft voldoende mankracht om de uitbating van de opwerkinstallatie mee te nemen. Er is dus geen bijkomende mankracht vereist
- Er dient een uitbreiding van de Milieuvergunning (Klasse 1) te worden gedaan
- Rente percentage : 6%
- Exploitatieperiode : 10 jaar
- Algemene inflatie : 2%
- Jaarlijkse verhoging fossiele brandstofprijs : 2%
- Jaarlijkse verhoging biomassa prijs : 2%
- Methaangehalte na opwerking tot groen gas : 90%

De ingeschatte investering voor de bijkomende installatie is als volgt:

- Gas opwaardeer installatie (capaciteit : 350 à 400 Nm<sup>3</sup>/h) : € 1.500.000
- Gasleiding : € 35.000
- Advies en vergunningen : € 35.000
- Ontwerp en engineering : € 150.000

**TOTALE INVESTERING : € 1.720.000**

Ingeschatte exploitatiekosten (volledige installatie: vergister + opwerking) : ± € 2.000.000 / jaar.  
Deze exploitatiekosten bevatten volgende onderdelen:

- Kostprijs input biomassa
- Kostprijs digestaat afzet
- Elektriciteitsverbruik
- Personeel
- Verzekering
- Onderhoud
- Afschrijving
- Rente

### 5.1.3 Rentabiliteit

In de tabel hieronder wordt de ingeschatte opbrengst en de daaraan gekoppelde rentabiliteit van het project weergegeven voor verschillende cases.

Tabel 2. Ingeschatte opbrengst en rentabiliteit.

	Biomethaan inkomst (€ / Nm <sup>3</sup> groen gas)			
	€ 0,25 / Nm <sup>3</sup>	€ 0,5 / Nm <sup>3</sup>	€ 0,531/Nm <sup>3</sup>	€ 0,75 /Nm <sup>3</sup>
<b>IRR</b>	-100%	-100%	12,28%	168%
<b>Terugverdientijd</b>	Geen	Geen	8,8	1,7 jaar

Een eerste analyse leert dat er voor dit type installatie een vergoeding van om en bij **€ 0,531 per geproduceerde kubieke meter biomethaan** zou moeten zijn om de projecten rendabel te maken. Met deze biomethaan prijs heb je een terugverdientijd van ongeveer 9 jaar, en een IRR (interne opbrengstvoet ) van ongeveer 12%.

## 5.2 GFT vergister in Vlaanderen

### 5.2.1 Situatieschets

Binnen deze context wordt met GFT afval verwezen naar groente-, fruit- en tuinafval afkomstig van huishoudens. De samenstelling van de stromen zijn seizoens- en regiogebonden maar bestaat voornamelijk uit tuinafval (maaisels, onkruid) en voor een deel uit groente- en fruitafval ( 24 à 52%). (OVAM, 2013).

Op de dag van vandaag wordt het overgrote deel van de GFT-stromen die gescheiden opgehaald worden in Vlaanderen (ongeveer 340.000 ton per jaar) gecomposteerd in één van de 8 composteerinstallaties. Hoewel deze GFT-stromen een groot biogas-productie potentieel hebben bestaan er momenteel nog maar 2 installaties waar het GFT afval eerst vergist wordt waarna het naar een nacomposteringsinstallatie gaat. Er zijn echter verschillende intercommunales die overwegen om eveneens een vergistingsinstallatie te plaatsen voor hun compostering om zo de binnenkomende en beschikbare GFT-stromen energetisch te valoriseren.

De input naar deze vergisters zou bestaan uit 100% GFT-materiaal, zonder toevoeging van bijkomende stromen. Gezien de karakteristieken van dit type stroom (DS-gehalte tussen 30 en 40%) wordt voor deze type vergisters veelal gekozen voor een droge vergister. Het digestaat dat uit de

vergister komt kan verder narijpen in de composteringsinstallatie en gevaloriseerd worden als compost. Hierbij zijn er verschillende pistes mogelijk : ofwel wordt het digestaat niet gescheiden en wordt er aan het ruwe digestaat structuurmateriaal toegevoegd waarna het naar de composteerhal gaat, ofwel gaat men dikke en dunne fractie scheiden waarbij de dikke fractie naar de composteerinstallatie gaat en de dunne fractie verder verwerkt wordt tot loosbaar water.

Op dit type vergistingsinstallaties is er geen wettelijke beperking van de capaciteit, maar veelal is de hoeveelheid toegevoerde GFT-stromen in combinatie met de beperkingen van de (bestaande) nacompostering de bepalende factor voor het vastleggen van de capaciteit van de vergistingsinstallatie.

Zoals voor de andere vergisters (industriële en landbouw) wordt ook in de bestaande GFT-vergisters het biogas gevaloriseerd in een co-generatie-installatie voor de productie van groene elektriciteit en warmte. Het van kracht worden van het hernieuwde energie decreet (Vlaams Parlement, mei 2012) maakt echter dat de rendabiliteit voor GFT-vergisters waarbij het biogas naar een WKK-installatie gaat sterk in het gedrang komt. Dit nieuw energiedecreet maakt immers dat GFT-installaties die na 1 januari 2013 opstarten nog maar gedurende 10 jaar steun krijgen d.m.v. de certificaten, waar de steunperiode in het vorige decreet voor GFT-vergisters nog op 20 jaar lag.

Doordat de rentabiliteit bij valorisatie in WKK-installaties in het gedrang komt, gaan ook deze types installaties overwegen om het biogas op een alternatieve manier te valoriseren. Met het steunkader dat beschikbaar is op de dag van vandaag is deze optie echter nog niet rendabel.

Voor de uitwerking van de casestudy hieronder wordt er uit gegaan van de GFT-vergister van 40.000 ton GFT / jaar en een geïnstalleerd vermogen van ongeveer 1 MW<sub>e</sub>.

### 5.2.2 Kadering en aannames

Voor deze casestudy werden volgende aannames gedaan:

- De vergistingsinstallatie is momenteel nog volledig onbestaand. De investering die gepaard gaat met deze installatie wordt dan ook mee opgenomen in deze analyse.
- De voorbehandelingsinstallatie van de binnenkomende stromen is volledig bestaand en vereist geen bijkomende investering
- De nacompostering is volledig bestaand en vereist geen bijkomende investering
- De Gate-Fee van de binnenkomende GFT-stromen blijft ongewijzigd na het inschakelen van een voorvergister
- De exploitatiekosten van de bestaande composteringsinstallatie blijft ongewijzigd na het inschakelen van een voorvergister
- Productie van biogas
  - Tussen 100 en 120 Nm<sup>3</sup> biogas per ton input. In het rekenvoorbeeld wordt met een opbrengst van 100 Nm<sup>3</sup>/ton gerekend
  - Methaangehalte ruw biogas: ongeveer 60%
  - Geproduceerde hoeveelheid ruw biogas: 4.000.000 Nm<sup>3</sup>/jaar
- Voor het runnen van de installatie wordt er gerekend op 2 à 3 extra VTE.
- Rente percentage : 4,5%
- Exploitatieperiode : 15 jaar



- Algemene inflatie : 2%
- Jaarlijkse verhoging fossiele brandstofprijzen : 2%
- Methaangehalte na opwerking tot groen gas : 90%

De ingeschatte investering voor de bijkomende installatie is als volgt:

- Vergistingsinstallatie + randequiptment : € 8.500.000
- Grond (vergister + opwerkinstallatie) : € 1.000.000
- Gas opwaardeer installatie ( capaciteit: 450 à 500 Nm<sup>3</sup>/h) : € 1.000.000
- Gasleiding (100 m) : € 16.000
- Gasinjectie installatie : € 120.000

**TOTALE INVESTERING** : € 10.636.000

Ingeschatte exploitatiekosten (volledige installatie: vergister + opwerking) : ± € 1.000.000 / jaar. Deze exploitatiekosten bevatten volgende onderdelen:

- Elektrische- en warmteverbruik vergister
- Personeel
- Verzekering
- Onderhoud

Afschrijving en rente zit mee berekend in de berekening van de rentabiliteit maar is niet afzonderlijk opgenomen in de exploitatiekost.

### 5.2.3 Rentabiliteit

In de tabel hieronder wordt de ingeschatte opbrengst en de daaraan gekoppelde rentabiliteit van het project weergegeven voor verschillende cases.

**Tabel 3. Ingeschatte opbrengst en rentabiliteit.**

	Biomethaan inkomst (€ / Nm <sup>3</sup> groen gas)			
	€ 0,25 / Nm <sup>3</sup>	€ 0,5 / Nm <sup>3</sup>	€ 0,75 /Nm <sup>3</sup>	€ 1 / Nm <sup>3</sup>
<b>IRR</b>	-100%	-100%	1,2%	12,6%
<b>Terugverdientijd</b>	Geen	Geen	14 jaar	7 jaar

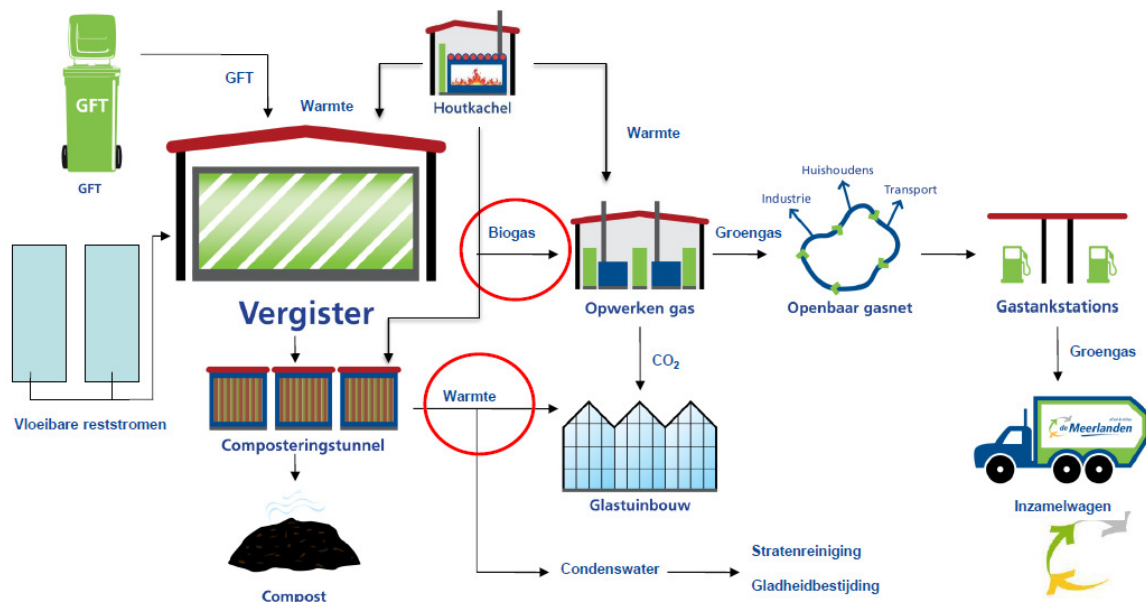
Een eerste analyse leert dat er voor dit type installatie waarbij ook nog de volledige vergistingsinstallatie gebouwd en gefinancierd moet worden, er een vergoeding van ongeveer € **0,77 per geïnjecteerde kubieke meter biomethaan** vergoeding zou moeten zijn. Met deze biomethaan prijs zou de IRR van de installatie rond 4,5% komen te liggen (gelijk aan de veronderstelde rentevoet) en zou de installatie dus break-even kunnen draaien (NPV = 0). Indien er gericht zou worden op een IRR van 12% (van toepassing voor privé bedrijven), dan zou er een vergoeding van € 0,98/Nm<sup>3</sup> biomethaan moeten voorzien worden.

## 5.3 GFT vergister in Nederland

### 5.3.1 Situatieschets

De case studie die hier besproken zal worden is de GFT vergistingsinstallatie met bijhorende biogas opwerkinstallatie. Meerlanden Rijsenhout is een intercommunale organisatie die (onder meer) de GFT-stromen ophaalt in de Haarlemmermeer-Bollenstreek-Aalsmeer regio. De organisatie haalt afval op van 4.000 bedrijven en 120.000 gezinnen. (De Meerlanden, 2013)

De opzet van de volledige installatie is voorzien om een gesloten kringloop uit te werken door een combinatie van compostering en vergisting. In de tekening hieronder is de installatie schematisch voorgesteld.



Figuur 6. Processchema Meerlanden

Eerst wordt het organisch afval vergist waarbij biogas geproduceerd wordt. Dit biogas wordt dan opgewerkt tot groen gas en geïnjecteerd op het aardgasnet (8 bar). De vrachtwagens van Meerlanden die gebruikt worden om het afval op te halen rijden op aardgas en tanken dus als het ware het groene gas dat de vergistingsinstallatie opgewekt heeft.

Het CO<sub>2</sub> dat tijdens de opwerking van het biogas verwijderd wordt (ca. 2 miljoen kg. / jaar) kan benut worden door naburige glastuinbouw waardoor hun aardgasfactuur daalt. Het digestaat dat uit de vergister komt wordt opgemengd met vers en gecomposteerd materiaal en kan narijpen in de composteringstunnels totdat er volwaardige compost ontstaat voor toepassing in de landbouw. De warmte die in de composteringstunnels afgevangen wordt onder de vorm van warme verzadigde lucht wordt via een warmtewisselaar omgezet in warm water dat opnieuw benut kan worden in de nabijgelegen serres. Het condenswater dat resulteert uit de afkoeling van de warme luchtstroom komende van de composteertunnels wordt op zijn beurt benut voor het reinigen van de straten in de omgeving.

### 5.3.2 De cijfers achter Meerlanden

De totale investering van deze “state-of-the-art” installatie lag om en bij de € 18,5 miljoen. Ruwweg kan deze investering opgesplitst worden in volgende posten :

- Vergister : € 4,8 miljoen
- Composteertunnels : € 3,8 miljoen
- Voorbewerking : € 2,4 miljoen
- Gasopwerking (capaciteit: 500 Nm<sup>3</sup>/h) : € 2,4 miljoen
- Mixer : € 1,8 miljoen
- Hal & overkapping : € 2 miljoen
- Projectkosten, afvoer : € 1,3 miljoen

Voor deze investering heeft Meerlanden een installatie kunnen bouwen die 55.000 ton per jaar verwerkt en 7.000 Nm<sup>3</sup> groen gas per dag in het aardgasnet injecteert. De installatie werd opgestart in 2010/2011.

Onderstaande tabel geeft een indicatie van de investeringskost uitgedrukt per ton, maar nog belangrijker de operationele kost en opbrengsten per ton. ( op basis van 46.250 ton)

Tabel 4. Investeringsbalans van de derde casestudy.

Investering	€/ton	Kosten	€/ton
<b>AD plant</b>	120	Operationele kost	40
<b>Compostering (tunnels)</b>	120	Kapitaalkosten	36
<b>Voorbehandeling, enz.</b>	60	Totale kosten	76
<b>Gas behandeling</b>	60	Inkomsten, gate vergoeding (gem.)	40
<b>Mixer, enz.</b>	40	Gasopbrengst	37
<b>Totaal</b>	400	<b>Totale opbrengst</b>	77

Belangrijk mee te geven uit bovenstaande tabel is dat de bepalende factor om het volledige project rendabel te maken bestaat uit de gasopbrengst die bekomen wordt via subsidies van de Nederlandse staat. In Nederland is biomethaan injectie ondersteund door de “Stimuleringsregeling Duurzame Energieproductie (SDE)”. Deze SDE geeft een feed-in subsidie die het verschil dekt tussen productie kosten en inkomsten zoals de energieprijs. De tarieven die toegekend worden zijn afhankelijk van case tot case (range : € 0,483 /Nm<sup>3</sup> en € 1,035 /Nm<sup>3</sup>) en worden toegekend voor een periode van 12 jaar. Voor Meerlanden werd een feed-in subsidie van € 0,62/Nm<sup>3</sup> groen gas toegekend. Rekening houdend met een biogasproductie van 100 Nm<sup>3</sup> biogas / ton GFT komt dat overeen met een vergoeding van € 37/ton GFT die binnengaat in de installatie.

Daarnaast heeft Meerlanden nog andere opbrengsten (verkoop warmte aan naburige glastuinbouwers, lagere tankkosten door wagens op aardgas te laten rijden, etc.) wat het gehele project tot een rendabel plaatje maakt.

## 6 Steunkader in Vlaanderen, Nederland en Duitsland

Aangezien de opwerking van biogas tot aardgaskwaliteit met injectie in het gasnet vandaag nog niet rendabel is, is er overheidssteun nodig om deze duurzame energiebron te gaan stimuleren. We gaan dieper in op de systemen die toegepast worden in Vlaanderen, Nederland en Duitsland.

### 6.1 Vlaanderen

Zeer recent, nl. op 2 december 2013 is de publicatie van het ministerieel besluit van de call voor groene warmte verschenen. (Vlaamse Regering, 2013) D.w.z. dat de oproep voor het indienen van steunaanvragen voor groene warmte, benutting van restwarmte, en de injectie van biomethaan officieel is gestart. De minister heeft op 22 november alle nodige documenten goedgekeurd (officiële procedure van "Mededeling aan de Vlaamse regering"). De call heeft een looptijd van 2 maanden. Van 5 december tot en met 5 februari kunnen steunaanvragen ingediend worden voor een investeringssubsidie voor een installatie voor de productie en injectie van biomethaan (maximaal bedrag van de totale steun van de call = € 671.200). De steun is bedoeld voor nieuwe projecten gelegen in het Vlaamse gewest, die niet in aanmerking komen voor groenestroom- of warmtekrachtcertificaten, noch voor (strategische) ecologiesteun. We willen de aandacht vestigen op enkele belangrijke artikels van het ministerieel besluit:

**Art. 5.** *Indien een deel van een productie-installatie volledig zelfstandig elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen kan opwekken en hiervoor groenestroomcertificaten werden of kunnen worden toegekend, dan kan er conform artikel 7.4.1, § 1, eerste lid, artikel 7.5.1, § 1, eerste lid en artikel 7.6.1, § 1, eerste lid van het Energiebesluit van 19 november 2010 voor dit deel van de installatie **geen** steun worden toegekend. De delen van de installatie die echter niet dienen om zelfstandig elektriciteit op te wekken, maar dienen als nuttige-groenewarmteinstallaties, installaties voor de benutting van restwarmte of installaties voor de productie en injectie van biomethaan komen **wel** in aanmerking voor de steun vermeld in artikel 7.4.1, § 1, eerste lid, artikel 7.5.1, § 1, eerste lid en artikel 7.6.1, § 1, eerste lid van het Energiebesluit van 19 november 2010.*

**Art. 6.** *Indien een deel van een productie-installatie volledig zelfstandig in één proceswarmte of koude en elektrische of mechanische energie kan opwekken en hiervoor warmte-krachtcertificaten werden of kunnen worden toegekend, dan kan er conform artikel 7.4.1, § 1, eerste lid, artikel 7.5.1, § 1, eerste lid en artikel 7.6.1, § 1, eerste lid van het Energiebesluit van 19 november 2010 voor dit deel van de installatie **geen** steun worden toegekend. De delen van de installatie die echter niet dienen om zelfstandig in één proces warmte of koude en elektrische of mechanische energie op te wekken, maar dienen als nuttige groenewarmteinstallaties, installaties voor de benutting van restwarmte of installaties voor de productie en injectie van biomethaan komen **wel** in aanmerking voor de steun vermeld in artikel 7.4.1, § 1, eerste lid, artikel 7.5.1, § 1, eerste lid en artikel 7.6.1, § 1, eerste lid van het Energiebesluit van 19 november 2010.*

De aanvraag kan op volgende manier worden ingediend: De aanvrager dient een principeaanvraag in via het formulier beschikbaar op de website van het VEA (VEA, 2013)

De werkgroep biomethaan is tevreden met deze eerste stap tot financiële ondersteuning, nl. een investeringssubsidie, zodat een installatie kan opgestart worden. Wij pleiten echter ook voor een

uitbatingsteun, zodat de installatie ook rendabel kan gerund worden. In de volgende hoofdstukken lichten we toe hoe de ondersteuning in Nederland en Duitsland georganiseerd wordt.

## 6.2 Nederland

### 6.2.1 Directe subsidie

SDE+ : Stimuleringsregeling Duurzame Energieproductie. Dit is een feed-in tarief (FIT) voor (geïnjecteerd) groen gas (biomethaan), groene stroom en groene warmte. (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2013)

#### 6.2.1.1 Systematiek :

- Er is één integraal budgetplafond voor alle categorieën (biomassa, zon, wind, water en geothermie) € 3 à 3,5 miljard.
- Er is een maximum basisbedrag van € 0,15/kWh voor elektriciteit, € 1,035/Nm<sup>3</sup> voor biomethaan en € 40,9/GJ voor warmte van toepassing.
- Per technologie is een maximum basisbedrag (berekend door ECN (Energieonderzoek Centrum Nederland o.b.v. Onrendabele Top-model) van toepassing. Voor monomestvergisting is er een hoger maximum basisbedrag dan voor co-mestvergisting. Dit hogere maximum basisbedrag voor monomestvergisting wordt pas bereikt in fase 5. De maximum basisbedragen zijn in de tabel 5 in vet aangeduid. (ECN, 2013)

In tijd getrapte tarieven en inschrijfmomenten: er is een gefaseerde openstelling en per fase stijgt het subsidiebedrag. Dit betekent dat de goedkopere technieken in de 1e fase subsidies kunnen aanvragen. De duurdere technieken die in een latere (hogere) fase worden aangevraagd, riskeren dat de subsidiepot reeds opgebruikt kan zijn. Op moment van publicatie is de 6e fase (max € 0,15/kWh) van SDE2013 opengesteld. Vanaf 1/4/14 start fase 1 van SDE2014.

Tabel 5. Overzicht van de basisbedragen die van toepassing zijn in SDE2013. (Agentschap NL, 2013)

	Fase 1 Vanaf 4 april 9 u	Fase 2 Vanaf 13 mei 17 u	Fase 3 vanaf 17 juni 17 u	Fase 4 vanaf 2 sept. 17 u	Fase 5 Vanaf 30 sept. 17 u	Fase 6 Vanaf 4 nov. 17 u
<b>Biomassa: hernieuwbaar gas</b>	Basisbedrag Per fase (€/Nm <sup>3</sup> )					
<b>Allesvergisting</b>						
- Allesvergisting	0,4828	0,5517	<b>0,594</b>	0,594	0,594	0,594
- Verlengde levensduur	0,4828	0,5517	<b>0,567</b>	0,567	0,567	0,567
<b>Mestvergisting</b>						
- (Co)vergisting	0,4828	0,5517	0,6207	<b>0,740</b>	0,740	0,740
- Verlengde levensduur	0,4828	0,5517	0,6207	<b>0,656</b>	0,656	0,656
- Monovergisting	0,4828	0,5517	0,6207	0,7586	<b>0,836</b>	0,836
<b>Biomassavergassing</b>	0,4828	0,5517	0,6207	0,7586	0,8966	<b>1,0345</b>
<b>AWZI/RWZI solo</b>	<b>0,312</b>	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312

- De vrije categorie (als een technologie voor een lager bedrag dan het berekende maximum basisbedrag kan produceren, kunnen ze ook in een vroegere fase bij een lager basisbedrag subsidie aanvragen). Opmerking SDE2013: circa 85% van de aanvragen vallen in deze categorie.
- Er zijn 6 categorieën van toepassing voor vergisting: allesvergisting, allesvergisting (VLD) (verlengde levensduur), (co-) vergisting (=mest en andere), (co-)vergisting VLD, mono(mest)vergisting en vrije categorie.

#### Voorwaarden

SDE2013: Voor biomethaan: injectie in gasnet, warmtebenutting bij gebruik WKK, (Voor SDE2014 is een extra voorwaarde van toepassing: er moet ook nog een haalbaarheidsstudie worden opgemaakt) (ECN, 2013)

#### Financiering/Verdeelsleutel

Belasting wordt momenteel gefinancierd door Nederlandse overheid, maar is gepland om over te schakelen naar heffing op elektriciteits- en gasprijzen.

#### Duur : 12 jaar

De subsidiarieven worden jaarlijks aangepast o.b.v. de evolutie van de marktprijs van fossiel aardgas om te zorgen dat de exploitant dezelfde feed-in tarief ontvangt voor 12 jaar: bij een hogere energieprijzen krijgt u minder SDE+, maar ontvangt u meer van uw energieafnemer.

**Opvolging:** Vertogas heeft het HG (Hernieuwbaar Gas) certificatensysteem in 2009 geïmplementeerd. Dit systeem waarborgt de garantie van oorsprong. Het groengascertificaat vertegenwoordigt de totale energiewaarde van het opgewerkte biomethaan.

Opmerking: Er bestaat geen subsidie voor biomethaan als vervoersbrandstof. Deze hoeveelheid kan wel ingebracht worden in de handel voor biotickets.

### Berekening SDE+ bijdrage in detail

Het subsidiebedrag wordt jaarlijks (door agentschap NL) vastgesteld op basis van twee bedragen: het basisbedrag en het correctiebedrag.

- Het basisbedrag = kostprijs groene energie

De gemiddelde kostprijs van een installatie/productgroep ‘bv. monomestvergisters’ in €/Nm<sup>3</sup>, wordt ieder jaar bepaald door overheid (ECN o.b.v. OT-model) en voor de hele looptijd van subsidie (12 jaar) toegewezen aan een exploitant die een dergelijke installatie in hetzelfde jaar bouwt. (het is ook gelijk aan de prijs per Nm<sup>3</sup>/kWh die de investeerder nodig heeft om de investering binnen een bepaalde tijd met een kleine winstmarge terug te verdienen.)

- Het correctiebedrag = kostprijs grijze energie

Dit is de gemiddelde elektriciteitsprijs van een jaar. Dit bedrag wordt ieder jaar door de overheid bepaald. Het is steeds een voorlopig correctiebedrag (bv. voor 2013). *“Het voorlopige correctiebedrag wordt in het kalenderjaar volgend op het productiejaar definitief vastgesteld, waarop een bijstelling van reeds uitbetaalde voorschotbedragen plaatsvindt. Het correctiebedrag wordt jaarlijks opnieuw vastgesteld (voorlopig en definitief) aan de hand van de ontwikkeling van de energieprijzen”* (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2013)

- SDE +bijdrage = basisbedrag – correctiebedrag.

**Tabel 6. Opbouw SDE+ bijdrage**

<b>SDE+ bijdrage = basisbedrag – correctiebedrag</b>
<b>Basisbedrag (kostprijs groene energie)</b>
<b>SDE+ bijdrage</b>
<b>Correctiebedrag (kostprijs groene energie)</b>
<b>Basisenergieprijs</b>

Figuur 6: schematische weergave SDE+bijdrage

Opmerking: basisenergieprijs = € 0,170/Nm<sup>3</sup>)

Tabel 7. Rekenvoorbeeld voor vergisting SDE+ (Agentschap NI, 2013)

Rekenvoorbeeld : Allesvergisting groen gas	
<b>max. basisbedrag (=vanaf fase 3) (of basisbedrag fase 1 (vrije categorie) à 48,28 €/Nm<sup>3</sup>)</b>	59,4 €/Nm <sup>3</sup>
<b>voorlopig correctiebedrag 2013</b>	0,259 €/Nm <sup>3</sup>
<b>Voorlopige bijdrage SDE+2013 vanaf fase 3</b>	59,4-25,9 = 33,5 €/Nm <sup>3</sup>
<b>Max. aantal subsidiabele vollasturen per jaar</b>	8000
<b>Max. subsidiabele jaarproductie bij een installatie met een vermogen van 500 Nm<sup>3</sup>/uur</b>	500*8000 = 4.000.000 Nm <sup>3</sup>
<b>Voorlopige bijdrage SDE+2013 bij aanvraag vanaf fase 3</b>	0,335*4.000.000 = €1.340.000
<b>Voorlopige bijdrage SDE+2013 vanaf fase 1= € 895.200</b>	

### 6.2.2 Indirecte subsidie

Energie Investeringsaftrek (EIA)

Opmerking In 2013 nog combineerbaar, met SDE2014 niet langer combineerbaar.

## 6.3 Duitsland

### 6.3.1 Directe subsidie

**EEG2012** (Erneuerbare-Energien-Gesetz) regelt de prioritaire toegang van hernieuwbare energie (HE) tot het net en de feed-in tarieven (FIT) voor biomassa-installaties (o.a. vergistingsinstallaties) die stroom op het elektriciteitsnet injecteren. (Deutsche Bundestages, 2012)

De FIT omvat een basisvergoeding met bonussen (in €/kWh). De basisvergoeding is afhankelijk van de capaciteit van de biomassa-installatie, de bonussen zijn afhankelijk van de eigenschappen en de exploitatie van de installatie. Bv. bonus voor gas feed-in onder bepaalde voorwaarden.

**Gasopwerkingsbonus** : Voor stroom die in een (satelliet) WKK tot 5MW werd opgewekt en waarbij een overeenkomstige hoeveelheid biomethaan uit het gasnet werd gebruikt voor injectie in het gasnet. Dit is van toepassing voor een WKK op afstand indien dit binnen een optimale warmtebenutting past.

**Voorwaarden**: Gebruik van biomethaan ontvangt terugleveringsvergoedingen alleen wanneer zij wordt gebruikt in een (satelliet)WKK met 100% warmtebenutting. Ook de gasopwerking dient te gebeuren onder bepaalde voorwaarden:

- Maximum 0,2% CH<sub>4</sub> emissie bij gasopwerking.
- Maximum 0,5kW stroomverbruik per Nm<sup>3</sup> ruw gas.
- Proceswarmte voor opwekking en opwerking wordt voorzien zonder gebruik van fossiele energie.



**Duur:** 20 jaar vast. De vergoeding blijft voor een eenmaal in gebruik genomen installatie voor 20 jaar ongewijzigd.

**Degressie:** Voor elke installaties die na deze datum nieuw in gebruik werd genomen worden de vergoedingen over het algemeen vanaf 1 januari van elk daaropvolgend jaar met een vast percentage verminderd.

**Tabel 8. FIT voor stroom uit biomassa (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorischerheit, 2011) (Weiler, 2013)**

Vergoeding voor (in 2013/2014 in gebruik genomen) 2013/2014 <sup>5)</sup>						
Vermogen (kWe)	Biogasinstallaties (zonder GFT) en verbrandingsinstallaties				GFT-vergisting - installaties (§ 27a) <sup>3)</sup>	Kleine mestvergisters (§ 27b)
	Basis vergoeding (€ct/kWh) <sup>1)2)</sup>	Input materiaal vergoedings klasse I	Input materiaal vergoedings klasse II <sup>2)</sup>	Gasopwerkingsbonus (§27c Abs.2)		
(€ct/kWh)						
≤ 75	14,01/13,73	6/6	8/8	≤ 700 Nm <sup>3</sup> /h: 2,94/2,88 ≤ 1.000 Nm <sup>3</sup> /h: 1,96/1,92 ≤ 1.400 Nm <sup>3</sup> /h: 0,98/0,96	15,68/15,37	24,5/24,01
≤ 150	12,05/11,81					
≤ 500	10,78/10,56	5/5	13,72/13,45			
≤ 750	10,78/10,56 <sup>4)</sup>	4/4	8/6			
≤ 5.000	5,88/5,76 <sup>4)</sup>	-				
≤ 20.000						

1. Met inbegrip van de warmtegebruiksverplichting, d.w.z. ten minste 60% van de in de installatie opgewekte elektriciteit moet worden opgewekt via warmtekrachtkoppeling en de warmte moet worden gebruikt overeenkomstig het EEG2012. Uitzonderingen: Installaties ≥ 60% (massa) drijfmest of deelname aan directe vermarkting.

2. Voorwaarde: max.60% mais en tarwe

3. 700 Nm<sup>3</sup>/ha (circa 2,8 MW), 1.000 Nm<sup>3</sup>/h (circa 4 MW), 1.400 Nm<sup>3</sup>/h (circa 5,5 MW)

4. vanaf 2014 voor nieuwe installaties > 750 kW vergoeding alleen via direct vermarkting (markt premiemodel) (< 750 kW<sub>e</sub> : keuze EEG-vaste vergoeding of EEG-marktpremiemodel)

5. jaarlijkse degressie van 2% op het basistarief en de bonussen, maar niet op het input substraat tarief

Opmerking: Voor alle gedetailleerde voetnoten verwijzen we naar de originele tabel (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorischerheit, 2011)

Opmerking. Nieuw in EEG2012 is de directe vermarkting (via een marktpremie of flexibiliteitspremie) om de vraaggedreven opwekking van stroom/biomethaan bv. tijdens piekuren te stimuleren.

De biogasexploitant verkoopt zijn eigen opgewekte stroom meteen, i.p.v. deze aan de netbeheerder tegen betaling van de EEG-vergoeding af te geven. Bovenop deze vermarkttingswinsten ontvangt de installatiebeheerder een marktpremie. Deze bestaat uit het verschil van de installatiespecifieke EEG-vergoeding en de energiedragerspecifieke referentiewaarde inclusief een managementpremie, waarmee o.a. de nodige kosten voor de beurstoelating, handelsrelaties, iT-infrastructuur of de kost voor voorspellingsfouten gecompenseerd worden. (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 2012)

### 6.3.2 Indirecte subsidie

Er zijn verschillende systemen van toepassing, waarvan er enkele worden toegelicht:

### 6.3.2.1 Belastingvoordelen:

Energie wetgeving (Energiesteuergesetz): (FNR, 2013)

- Energie opgewekt uit biomethaan geniet belastingvermindering. Dit betekent dat er minder accijnzen aangerekend worden.
- Biomethaan voor toepassing als autobrandstof, geniet belastingvrijstelling tot 2015

Opmerking: De BTW is 19%.

### 6.3.2.2 Vermindering net gerelateerde kosten/ juridische voorwaarden voor een netaansluiting.

- GasNEV: Gas Netwerktarief Verordening (Deutsche Bundesregierung, 2013)

In de GasNEV wordt de werkwijze voor de tariefbepaling voor de toegang tot het gastransport -en gasdistributienet vastgelegd. Volgens die overeenkomst ontvangen biogastransporteurs van de netbeheerder – in wiens net wordt gevoed - op dit moment een vast tarief per kilowattuur geïnjecteerd biomethaan, gedurende tien jaar vanaf de ingebruikname van de overeenkomstige netaansluiting. Dit is een commissiebonus voor vermeden nettarieven van € cent 0,7/kWh geïnjecteerd biomethaan, een beloning voor het niet gebruik van het transmissie gaspijpleidingensysteem.

- GasNZV: gasnettoegangsverordening

De netbeheerder wordt verplicht om biogasopwerkings- en injectie-installaties voorrang te verlenen bij aansluiting op het gasnet.

## 7 Conclusie en wensen: Biomethaan als hernieuwbare energiebron in Vlaanderen

Biomethaan in Vlaanderen: een nieuwe technologie en toepassing waar het beleid zich nog dient op aan te passen/af te stemmen om dergelijke concepten in Vlaanderen te kunnen ontwikkelen.

De opschoning van biogas tot aardgaskwaliteit gevolgd door injectie in het aardgasnet en al of niet te gebruiken als transportbrandstof roepen nog heel wat vragen op: niet alleen technische en praktische vragen, maar ook juridische en beleidsvragen. Ook het transporteren van biogas door een pijpleiding naar een biogashub doet vragen rijzen.

Uit ervaring van verschillende partijen binnen de Werkgroep Biomethaan zijn hieronder de belangrijkste actiepunten opgesteld waar vanuit de overheid en andere partijen een antwoord dient gevonden te worden om duidelijkheid te creëren. Deze randvoorwaarden zijn absoluut noodzakelijk aangezien de antwoorden de keuzes in techniek zullen beïnvloeden en het beleid op deze manier zowel een technische als ook een economische impact heeft.

### 7.1 Groen gas/biomethaan

Een eerste heel belangrijke stap als we in Vlaanderen een markt voor biomethaan willen creëren, is biomethaan beleidsmatig-juridische erkennen. Officieel bestaat 'biomethaan' in Vlaanderen nog niet.

Er is een onafhankelijke instantie nodig die aan de producent van biomethaan een label/certificaat/Garantie van Oorsprong kan geven per eenheid biomethaan.

Deze erkenning is absoluut noodzakelijk als eerste stap gezien het de basis is om officieel te kunnen handelen met biomethaan: zowel in het binnenland naar de verschillende mogelijke toepassingen als handelen met het buitenland.

De VREG zien wij als instantie die dit het best zou opnemen in Vlaanderen, dit omwille van hun onafhankelijke en regulerende opdracht die zij reeds hebben en ook gezien zij heel wat expertise hebben omtrent Garanties van Oorsprong voor groene stroom. VREG heeft ook toegang tot de overkoepelende Europese AIB organisaties rond Garanties van Groene Stroom, waar ook werkgroepen zijn rond Garanties van Oorsprong voor Groen Gas. Ook VEA (Vlaams Energieagentschap) zou hierin een rol kunnen spelen.

De concrete vraag van de Werkgroep Biomethaan in Vlaanderen aan de politiek is om de VREG een officieel mandaat en mankracht te geven om een Garantie van Oorsprong en zo een erkenning van biomethaan in Vlaanderen mogelijk te maken. Wij raden ook aan dat VREG hiervoor de ervaring die reeds in het buitenland hieromtrent aanwezig is gebruikt.

## 7.2 Technische specificaties

Het is belangrijk vast te leggen welke kwaliteiten en specificaties het biomethaan dient te hebben vooraleer het mag geïnjecteerd worden op het net. Synergrid heeft hiervoor de nodige specificaties vastgelegd, wat een grote stap vooruit is om zo tot een correcte keuze aan opschoningstechniek te komen. Synergrid volgt ook het gebeuren rond Europese normering zeer nauw op en zal zich in de toekomst wanneer de Europese norm voor biomethaan injectie een feit is, hierop aligner.

VREG heeft zich akkoord verklaard met de technische specificaties van Synergrid en heeft deze verwerkt in haar Technisch Regelement Distributie gas.

Dergelijke gecoördineerde aanpak verheugt de Werkgroep Biomethaan en dient blijvend te worden voortgezet.

## 7.3 Aansluitingsvoorwaarden

De injectie van biomethaan in het bestaande aardgasnet gebeurt in de meeste gevallen op middendruk. Het middendruk net is de verantwoordelijkheid van de distributienetbeheerder. Duidelijke aansluitingsvoorwaarden dienen met de distributienetbeheerder te worden afgesproken. De Werkgroep Biomethaan pleit ook sterk voor uniforme en transparante aansluitingsvoorwaarden over de verschillende distributienetbeheerders heen.

Om deze aansluitingsvoorwaarden te kunnen opstellen stellen we voor de piste van een pilootinstallatie te volgen. Uit een dergelijk project kunnen alle betrokken partijen ervaring opdoen en lessen trekken, zodat aansluitingsvoorwaarden met kennis van zaken kunnen worden opgesteld.

## 7.4 Biogasleiding

Een biomethaan-opchoningsinstallatie heeft een minimum aan biogas nodig om op een rendabele wijze te kunnen functioneren. Niet elke individuele vergistingsinstallatie zal hiervoor voldoende

biogas produceren. De realiteit zal dus in heel wat gevallen zijn om een combinatie van biogas uit verschillende installaties samen te nemen in een biogas hub, om dan te gaan opschonen. Om tot een biogashub te komen zal het noodzakelijk zijn verschillende biogassites met biogasleidingen te verbinden.

Momenteel zijn er op het openbaar domein in Vlaanderen nog geen biogasleidingen aangelegd. Het onduidelijk statuut van een dergelijke leiding is een knelpunt, dat verduidelijkt zal moeten worden in de toekomst.

Soms kunnen ook kleinere opwerkingsinstallaties in een standalone unit functioneren, waarbij er geen biogasleiding nodig is.

## 7.5 Financiële ondersteuning

Een opschoningsinstallatie van biogas tot biomethaan, de nageschakelde meet- en regelstraat en mogelijk ook compressor, extra biogasleidingen enz. zijn extra investeringen die dienen uitgevoerd te worden door de producent. Daartegenover staat de diversiteit aan toepassingen die het biomethaan kan dienen.

Deze extra investeringen zullen weerspiegeld worden in de prijs van biomethaan en zullen op die manier niet kunnen concurreren met de fossiele aardgasprijs. Zoals ook andere hernieuwbare energie, zal ook biomethaan financiële ondersteuning nodig hebben.

Financiële ondersteuning kan op verschillende manieren gebeuren. Deels door het in te passen binnen bestaande systemen vb. groene stroomcertificaten, deels of volledig door een volledig aangepast kader te creëren met behulp van investeringssteun of exploitatiesteun. Biomethaan, zoals ook de meeste andere bio-energie systemen, heeft de nood aan exploitatiesteun wegens de blijvende brandstofkost.

We verwijzen naar hoofdstuk 6.1, waar het actuele steunkader in Vlaanderen wordt toegelicht.

Er kunnen steunaanvragen ingediend worden voor een **investeringssubsidie** voor een installatie voor de productie en injectie van biomethaan (maximaal bedrag van de totale steun van de call = **€ 671.200**). De steun is bedoeld voor nieuwe projecten gelegen in het Vlaamse gewest, die niet in aanmerking komen voor groenestroom- of warmtekrachtcertificaten, noch voor (strategische) ecologiesteun. De werkgroep biomethaan is tevreden met deze 1<sup>e</sup> stap van financiële ondersteuning. Dit is een investeringssteun, zodat de installatie kan gebouwd en opgestart worden. Wij pleiten echter ook voor een exploitatiesteun, zodat de installatie ook rendabel kan gerund worden.

## 7.6 Eindgebruik biomethaan

### 7.6.1 Biomethaan als hernieuwbare brandstof voor groenestroomproductie

De Werkgroep Biomethaan is tevreden met de communicatie van de Vlaamse Overheid die wil nagaan of het gebruik van biomethaan als hernieuwbare brandstof in een aardgas WKK kan ingepast worden in het bestaande systeem van Groene Stroom Certificaten. Dit wil zeggen dat voor de productie van elektriciteit uit biomethaan de producent van deze stroom Groene Stroom Certificaten (GSC) zal ontvangen. De praktische uitwerking naar een mogelijk register of verificatie van het hernieuwbare karakter en het evenwicht tussen productie en gebruik van biomethaan dient nog

ingevuld te worden. De werkgroep hoopt hierin haar expertise te mogen delen met de Vlaamse Overheid en is vragende partij om mee aan tafel te zitten om dit te bediscussiëren.

### **7.6.2 Biomethaan als hernieuwbare brandstof voor groene warmte productie**

De Werkgroep Biomethaan vraagt dat bij de verdere uitwerking van beleid rond groene warmte, ook biomethaan als hernieuwbare brandstof wordt erkend en wordt meegenomen.

Binnen het steunkader van groene warmte werd recentelijk opschoning van biogas tot biomethaan opgenomen (zie 6.1)

### **7.6.3 Biomethaan als hernieuwbare brandstof in transport**

De Werkgroep Biomethaan is van oordeel dat biomethaan in transport een haalbaar perspectief biedt voor de overheid om op korte termijn een belangrijke bijdrage aan de hernieuwbare doelstelling voor transport te kunnen bieden en pleit daarom ook sterk voor een inpassing van biomethaan als hernieuwbare transportbrandstof in het beleid.

Het beleid rond biomethaan dient ingepast te worden binnen het beleid van hernieuwbare transportbrandstoffen, maar ook binnen de acties rond transport op aardgas als brandstof.

In Duitsland, Frankrijk en Nederland is biomethaan al ingepast in het beleid rond hernieuwbare brandstof in transport. De werkgroep biomethaan wijst op het bestaan van het systeem van 'Biotickets' in Nederland waarbij biomethaan op een eenvoudige wijze als parallel route wordt gebruikt naast het bestaande systeem van biodiesel en bio-ethanol. De werkgroep vraagt aan de Federale Overheid om dit toch opnieuw in overweging te willen nemen en de bezorgdheden van de federale overheden rond mogelijke fraudegevoeligheid van het systeem, met bijkomende maatregelen aan te vullen.

Naast een systeem om het in te passen om te kunnen tellen voor de 10% doelstelling, zal ook moeten gekeken worden om biomethaan binnen het duurzaamheidssysteem dat de federale overheid heeft opgezet voor hernieuwbare transportbrandstoffen, een plaats te geven.

### **7.6.4 Biomethaan als hernieuwbare 'technologie' bij nieuwbouw en in EPB**

Aangezien biomethaan zonder technische aanpassingen in een condensatieketel of WKK kan gebruikt worden, is het inzetten van biomethaan voor de productie van warmte een mogelijk eenvoudig en haalbaar alternatief voor de productie van hernieuwbare energie bij een nieuwbouw.

Een aantal aanknopingspunten zijn reeds aanwezig binnen de Vlaamse wetgeving. Zo is er de bepaling van het minimumaandeel hernieuwbare energie in de bouw in de regelgeving rond Energieprestatieregelgeving voor bouwers (EPB), die tot stand is gekomen uit een verplichting van de Europese Richtlijn Hernieuwbare Energie (2009/28/EG) (EU, 2009a) en via een wijziging in het Energiebesluit (definitieve goedkeuring 28 september 2012) is opgenomen in de Vlaamse energieprestatieregelgeving. (Vlaamse Regering, 2013)

Voornamelijk de invulling rond participatie zou van toepassing kunnen zijn voor biomethaan projecten.

Verder bouwend op de redenering van ‘participatie’ of op de redenering rond ‘aansluiting op stadsverwarming’ in het besluit, zou ook kunnen gedacht worden om binnen de EPB-regelgeving een mogelijkheid te voorzien om een contract voor aankoop van groen gas voor bv. de komende 10 jaar als mogelijkheid voor hernieuwbaar minimumaandeel binnen de EPB-regelgeving te voorzien.

## 8 Eindconclusie

De Werkgroep Biomethaan concludeert dat België en Vlaanderen en de bevoegde instanties m.b.t. het gebruik van biomethaan zowel voor injectie in het net als voor gebruik als transportbrandstof nog een weg af te leggen hebben. Het wetgevend en steunegend kader dient verder uitgewerkt te worden. Voor de ontwikkeling van een dergelijk scenario, vraagt de Werkgroep Biomethaan met aandrang aan de verschillende bevoegde overheden om dit op een gecoördineerde manier aan te pakken. De Werkgroep Biomethaan vraagt tevens aan de Vlaamse overheid om met openheid te kijken naar de eerste demonstratieprojecten, waaruit we samen kunnen leren.

## 9 Bibliografie

- AFSSET. (2008). *Risques sanitaires du biogaz. Evaluation des risques sanitaires liés à l' injection de biogaz dans le réseau de gaz naturel.*
- Agentschap NL. (2013). *Rekenvoorbeeld biomassa.*
- Agentschap NL. (2013). *SDE+ 2013.*
- Biogas-E. (2010). *Groen gas voor Vlaanderen .*
- Biogas-E. (2013). *Voortgangsrapport 2013.*
- British Environment Agency. (2013). *Quality Protocols.* Opgeroepen op december 15, 2013, van [www.environment-agency.gov.uk](http://www.environment-agency.gov.uk).
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. (2012). *Das Erneuerbare - Energien - Gesetz. Daten und fakten zur biomasse- Die Novelle 2012.*
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorischerheit. (2011). *EEG 2012: Vergütungssätze, Degression und Berechnungsbeispiele nach dem neuen Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG).*
- De Meerlanden. (2013, april). Omzetting van biomassa naar energie. Workshop provincie Vlaams Brabant 25 april 2013.
- De Vogeleer, G. (2009). *Master paper: technologieverkenning industriële droogtechnieken, Howest.*
- Dena. (2011). *Erdgas und biomethan im künftigen kraftstoffmix. Deutsche Energie-Agentur GmbH.*
- Deutsche Bundesregierung. (2013). *Verordnung über die Entgelte für den Zugang zu Gasversorgungsnetzen (Gasnetzentgeltverordnung - GasNEV).*
- Deutsche Bundestages. (2012). *Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG).*
- ECN. (2013). *Projecten/sde/sde-2014.* Opgeroepen op oktober 15, 2013, van [www.ecn.nl](http://www.ecn.nl).
- Energie Overleggroep Staat-Gewest. (2010, november). *Nationaal actieplan hernieuwbare energie.* Opgeroepen op augustus 15, 2013, van [www.economie.fgov.be](http://www.economie.fgov.be).
- EU. (2006). *REGULATION (EC) No 1907/2006 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 18 december 2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH). Annex V Exemption from the obligation to register.*
- EU. (2009a). *DIRECTIVE 2009/28/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC.*

- EU. (2009b). *DIRECTIVE 2009/73/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 13 July 2009 concerning common rules for the internal market in natural gas and repealing Directive 2003/55/EC.* THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL.
- EU. (2010). *Mandate to CEN for standards for biomethane for use in transport and injection in natural gas pipelines.*
- European Expert Group. (2011). *Report on Future Transport Fuels.*
- FNR. (2007). *Biokraftstoff.*
- FNR. (2013). *Gesetze und Verordnungen.* Opgeroepen op oktober 21, 2013, van [www.biokraftstoffe.fn.de](http://www.biokraftstoffe.fn.de).
- FOD Economie, KMO, Middenstand & Energie. (2013). *Consumentenbescherming: de biobrandstoffen.* Opgeroepen op december 10, 2013, van [www.economie.fgov.be](http://www.economie.fgov.be).
- FOD Economie, KMO, Middenstand & Energie. (2013). *Wet van 17 juli 2013 houdende de minimale nominale volumes duurzame biobrandstoffen die de volumes fossiele motorbrandstoffen, die jaarlijks tot verbruik worden uitgeslagen, moeten bevatten.* Publicatie Belgisch Staatsblad 26 juli 2013.
- Haffmans. (2013). *Biogas Upgrading.* Opgeroepen op juni 20, 2013, van [www.haffmans.nl](http://www.haffmans.nl).
- NGVGlobal. (2013, november). *Ports of Antwerp, Zeebrugge and Singapore Jointly Opt for LNG.* Opgehaald van [www.NGVglobal.com](http://www.NGVglobal.com).
- OVAM. (2013). *Inventaris biomassa 2011-2012.*
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2013). *Subsidies-regelingen/stand-van-zaken-sde-2013.* Opgeroepen op oktober 15, 2013, van [www.rvo.nl](http://www.rvo.nl).
- Smart Power Generation. (2013). *Current Technologies / gas engine.* Opgeroepen op december 10, 2013, van [www.smartpowergeneration.com](http://www.smartpowergeneration.com).
- Synergrid. (2011). *Technische aanbevelingen biomethaan.*
- Vandeweyer , H., Baert , R., Ryckebosch, E., Leenknecht, J., Drouillon, M., & Vervaeren, H. (2008). *Tetra-project biomethaan, opwerking van biogas tot aardgaskwaliteit.*
- VEA. (2013). *Bouwen en verbouwen / Energieprestatieregeling/ hernieuwbare energie.* Opgeroepen op december 5, 2013, van [www.energiesparen.be](http://www.energiesparen.be).
- VEA. (2013). *Groene energie en WKK/ steunregeling.* Opgehaald van [www.energiesparen.be](http://www.energiesparen.be).
- Vinneras B. & Schönning C. (2007). *Microbiological community in biogas systems and evaluation of microbial risks from gas usage.*
- Vlaams Parlement. (mei 2012). *Decreet van 8 mei 2009 houdende algemene bepalingen betreffende het energiebeleid.*



Vlaamse Regering. (2006, januari). Omzendbrief RO/2006/01: afwegingskader en randvoorwaarden voor de inplanting van installaties voor mestbehandeling en vergisting.

Vlaamse Regering. (2013). *Besluit algemene bepalingen energiebeleid. Besluit van de Vlaamse Regering van 19 november 2010 houdende algemene bepalingen over het energiebeleid.*

Vlaamse Regering. (2013). *Ministerieel besluit van 22 november 2013 houdende de organisatie van een call voor het indienen van steunaanvragen voor installaties voor de productie en injectie van biomethaan. Belgisch Staatsblad 2 december 2013.*

Weiler, K. (2013). *Persoonlijke communicatie over FIT voor stroom uit biomassa in Duitsland.*