UNIVERSITEIT TWENTE.

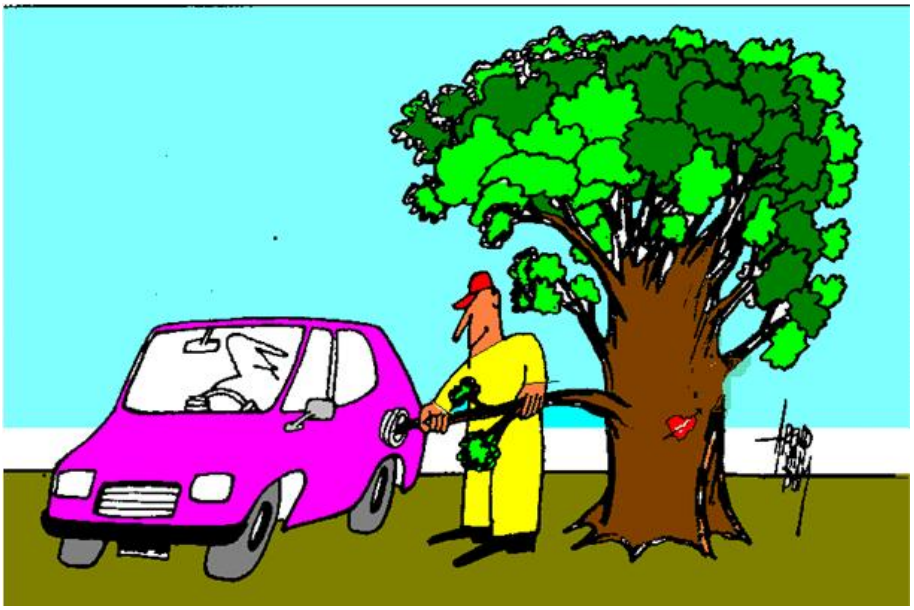
ENEXIS

# Duurzaam inzetten van biogas

## Een groene toekomst voor de gemeente Olst-Wijhe

Gerwin Schimmel en Anne de Jong

11-12-2009



## Voorwoord

Dit rapport is opgesteld als verslag van de case die gedaan is voor het programma "Made in Overijssel". Voor dit programma hebben wij, Gerwin Schimmel en Anne de Jong van de studie Mechanical Engineering de case van Enexis bv uitgevoerd. Enexis is een bedrijf dat zich bezighoudt met beheer van energie-infrastructuur en is netwerkbeheerder van de gas- en elektriciteitsnetten in Noord-, Oost- en Zuid-Nederland.

## Inleiding

De case beschrijft de onbenutte mogelijkheden van biogasproductie in de gemeente Olst-Wijhe. In deze gemeente is een redelijk groot potentieel aan biogasproductie. Het biogas komt voornamelijk uit mest en kan m.b.v. een (co)vergistingsinstallatie geproduceerd worden. Als opdracht van Enexis hebben wij de volgende vragen uit moeten werken:

- Toon aan wat het beste gedaan kan worden met het biogaspotentieel. Er zijn grofweg twee opties; namelijk verbranden om elektriciteit en warmte te genereren, of opwerken naar groen gas en invoeden in het aardgasnet.
- Kom met creatieve oplossingen om het capaciteitsprobleem op het Enexisnet te omzeilen. Vind uit wat macro-economisch gezien de beste oplossing is.

Om aan de toekomstige energiebehoefte te voldoen en mogelijke klimaatverandering tegen te gaan, is het belangrijk om is het belangrijk zo veel mogelijk duurzame energiebronnen aan te wenden. In de regio Olst-Wijhe is een initiatief geboren om een vergister te bouwen en biogas te gaan produceren. Het geproduceerde biogas kan op verschillende manieren duurzaam ingezet worden. In dit rapport worden enkele mogelijkheden uiteengezet. Van elke mogelijkheid wordt bekeken wat de economische kosten/baten zijn en welke techniek de laagste $CO_2$-voetafdruk heeft. Afhankelijk van deze resultaten kan bekeken worden welke partijen mogelijk interesse hebben om het biogas succesvol in te zetten. Vanwege de korte tijdsspanne van de case, is het onderzoek beperkt gebleven. Het tweede deel van de case richt zich op Enexis. Als infrastructuurbeheerder kan Enexis een sleutelrol spelen in het distribueren en stimuleren van de groene energieproductie.

## Mogelijkheden voor biogasbenutting

Het biogas wordt geproduceerd met een vergister. Een vergister is een 'biologische' reactor, waarin biomassa anaeroob verteerd wordt door een gistbacterie. Het afvalproduct van de gistbacterie is een gas. Dit gas wordt biogas genoemd en bestaat voornamelijk uit methaan (± 60 vol. %) en koolstofdioxide (± 40 vol. %). Het gas is zeer brandbaar en kan als energiebron gebruikt worden. De voeding van de vergister gebeurt meestal met een mengsel van verschillende producten, zoals rioolslib, mest, groenafval en maïs. Om de vergisting goed op gang te houden is een constant 'menu' voor het gist belangrijk, alsmede een constante temperatuur van ongeveer 40 graden Celsius.

In de huidige energie-infrastructuur kan biogas op verschillende manieren benut worden. Grofweg zijn er twee mogelijkheden om biogas als duurzame energiebron te gebruiken; als energiebron voor elektriciteit en als bron voor (aard)gas. Wanneer biogas als elektriciteitsbron gebruikt wordt, gebeurt dit meestal met behulp van een warmtekrachtkoppeling (WKK). Een WKK bestaat praktisch uit twee delen, een gasmotor en een warmteterugwinning. Een gasmotor verbrandt het gas en drijft een generator aan waarmee elektriciteit wordt geproduceerd. De warmteterugwinning zorgt ervoor dat de geproduceerde warmte nuttig gebruikt kan worden. Een voorbeeld van het nuttig gebruiken van warmte is het verwarmen van huizen of kassen. Door het nuttig gebruik van zowel elektriciteit als warmte kan een zeer hoog rendement behaald worden. Wanneer biogas als gasbron gebruikt wordt, moet het opgewerkt worden naar Gronings aardgaskwaliteit. In deze vorm wordt het 'groen gas' genoemd en kan direct gebruikt worden als aardgasvervanger. Biogas kan niet onbewerkt gebruikt worden als gasbron voor de huidige Nederlandse aard-gasinfrastructuur, omdat de energie-inhoud te laag is. Een opwerkingsinstallatie is nodig om de kwaliteit te verbeteren.

Toegepast op de biogaspotentie in de regio Olst-Wijhe zijn enkele verschillende scenario's doorgerekend op vermeden $CO_2$-emissie en economische afwegingen. In alle gevallen zijn de uitgangscondities constant aangenomen, of zijn aannames overgenomen uit eerdere rapporten.[1] In Tabel 1 zijn de belangrijkste gegevens weergegeven.

De gemeente Olst-Wijhe heeft in het plaatsje Middel (gem. Olst-Wijhe) een boerderij opgekocht waar de vergister mogelijk kan komen te staan. De volgende scenario's zijn vergeleken:

---

[1] Rapport 'co-vergisting Olst Wijhe', opgesteld door Cornelissen Consulting Services B.V.

| | | |
|---|---|---|
| Invoer biomassa | 36.000 | ton/jaar |
| Biogasproductie | 4.200.000 | $m^3$/jaar |
| Methaanpercentage | 60 | Vol % |
| Koolstofdioxidepercentage | 40 | Vol % |

**Tabel 1: rekendata voor de vergister**

1. **Stroomproductie in Olst-Wijhe**
   Dit scenario beschrijft het effect van enkel stroomproductie door biogas. De restwarmte die ontstaat bij de elektriciteitsproductie wordt niet nuttig gebruikt. De motor zal op dezelfde plek komen te staan als de vergister (in Middel).
2. **Een WKK in Olst-Wijhe**
   Wanneer warmte nuttig gebruikt wordt, moet de opwekkingslocatie zo dicht mogelijk bij de gebruiker liggen, om warmteverliezen te voorkomen. Daarom zal er een biogasleiding aangelegd moeten worden van de vergister naar de plaats waar de warmte nuttig gebruikt kan worden. Het is op dit moment nog niet geheel duidelijk of er in de buurt voldoende mogelijkheden zijn voor warmtebenutting in de gemeente Olst-Wijhe. In dit geval is ook nog een kleine WKK nodig bij de vergister, om de warmte te leveren die deze nodig heeft.
3. **Een WKK in Deventer**
   In Deventer is de kans op een goede warmtebenutting groter. Hier is namelijk al een stadsverwamingsnet aanwezig. Hierop is altijd een hoge warmtevraag en de warmteverliezen zullen klein zijn. Een nadeel is dat het biogas getransporteerd moet worden van de vergister naar Deventer. Hiervoor is biogasleiding nodig, die dan aangelegd moet worden. Ook is bij dit scenario nog steeds sprake van een kleine WKK in de buurt van de vergister (zie scenario 2).
4. **Opwerken van biogas naar groen gas in Olst-Wijhe**
   Ook in het geval van opwerking naar groen gas is nog steeds een kleine WKK benodigd bij de vergister. Ongeveer tweederde van het biogas kan dan opgewerkt worden tot groen gas. Dit groen gas wordt ingevoerd in het lokale gasnetwerk en voor de doorrekening van dit scenario wordt aangenomen dat het geproduceerde groen gas voor 100% afgezet kan worden in één van de gasnetwerken. Er zijn twee mogelijkheden voor het invoeren van groen gas; het lagedruknetwerk van Enexis, of het hogedruknetwerk van Gasunie (GTS). De tweede keuze heeft - in tegenstelling tot het Enexisnet - voldoende netwerkcapaciteit, maar als nadeel dat het gas gecomprimeerd moet worden, wat extra energie kost. Ook zijn de aansluitkosten voor het hogedruknet hoger.

## Economisch resultaat en vermeden $CO_2$-emissie

Met behulp van eerdere resultaten is het economisch resultaat en de vermeden CO2-emissie vergeleken voor de vier bovenstaande scenario's. Van de verschillende scenario's is gekeken naar benodigde investeringen, onderhoudskosten, subsidiëring, gasleidingen en elektriciteitsverbruik om tot een geschat jaarlijks bruto resultaat te komen. Deze resultaten zijn weergegeven in Tabel 2. Ook is voor elk scenario een schatting gegeven van de benodigde investering. De hoogte van de benodigde investering is een maat voor het investeringsrisico van het scenario. In deze vergelijking zijn de kosten die te maken hebben de vergister niet meegenomen, omdat die voor elk scenario hetzelfde zijn. Om een algemene indruk te krijgen van de economische haalbaarheid zal hiervoor dus nog een vervolgstudie gedaan moeten worden. De geproduceerde groene stroom en het groen gas kan op het bestaande elektriciteits- en aardgasnetwerk afgezet worden. De vergoeding hiervoor is berekend op basis van de SDE (subsidiëring duurzame energie) voor biomassa en gaat uit van de geleverde hoeveelheid groen gas en groene stroom. In 2009 bedroegen deze vergoedingen 17,7 cent/kWh bij volledige warmtebenutting van de WKK en 15,2 cent/kWh indien de warmte niet nuttig gebruikt werd. De subsidie voor groen gas bedraagt 58,3 cent/$m^3$ groen gas. Over de geleverde warmte wordt dus geen subsidie gegeven, terwijl dit ook nuttige energie is. Verder komt alleen groen gas in aanmerking voor subsidiëring, terwijl biogas ook rechtstreeks nuttig gebruikt zou kunnen worden.

| Scenario | Schatting jaarlijks bruto resultaat | Geschatte benodigde investering |
|---|---|---|
| 1. Elektriciteitsproductie in Olst-Wijhe | € 1.165.000,- | €770.000,- |
| 2. Een WKK in Olst-Wijhe | €1.458.000,- | €1.470.000,- |
| 3. Een WKK in Deventer | €1.501.000,- | €2.070.000,- |
| 4. Opwerken naar groen gas in Olst-Wijhe en invoeden op het Enexisnetwerk | €1.352.000,- | €1.060.000,- |

**Tabel 2: vergelijking van het jaarlijks bruto resultaat**

De vermeden emissie houdt in, dat 'groene' productie een deel van het elektrisch vermogen of gasafzet nu uit een $CO_2$-neutrale of fossiel $CO_2$-emissie-arme bron komt.

| Scenario | Vermeden $CO_2$-emissie (ton/jaar) |
|---|---|
| 1. Elektriciteitsproductie in Olst-Wijhe | 2.170.000 |
| 2. Een WKK in Olst-Wijhe | 2.800.000 |
| 3. Een WKK in Deventer met een biogasleiding vanaf Olst-Wijhe | 3.200.000 |
| 4. Opwerken naar groen gas in Olst-Wijhe en invoeden op het Enexisnetwerk | 3.970.000 |

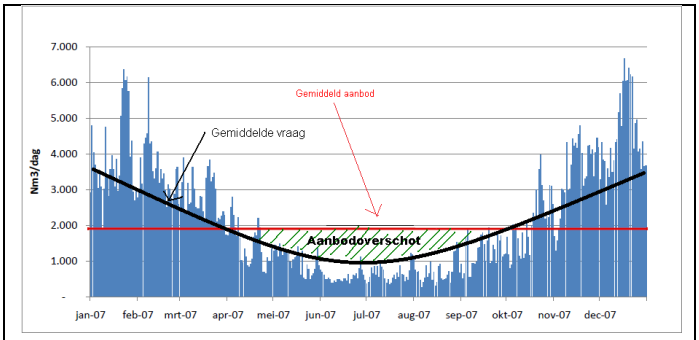
**Tabel 3: vermeden $CO_2$-emissie voor de verschillende scenario's**

Uit de studies kan geconcludeerd worden dat het rechtstreeks verstromen in een WKK economisch gezien de meest rendabele optie is. Dit komt mede doordat de subsidie hierop hoger is. Het produceren van groen gas zorgt echter voor een hogere vermeden $CO_2$-emissie en is dus het 'groenste' scenario. In alle gevallen kan hogere economische rendabiliteit bereikt worden door het clusteren van industrie rondom de energiebron. Wanneer bron en verbruiker dicht bij elkaar liggen, ontstaan de minste verliezen. Een hoge samenwerkingsgraad tussen bedrijven is hiervoor van groot belang.

## Biogasbenutting door Enexis

In het doorgerekende scenario van groen gasproductie als aardgassubstitutie is aangenomen dat 100% van het gas afgezet kan worden in het regionale netwerk van Enexis. Dit is in werkelijkheid niet het geval en daarom heeft Enexis gevraagd oplossingen te verzinnen om het capaciteitsprobleem op het gasnet te ondervangen. Een overschot aan gas op het net is eigenlijk een 'luxeprobleem'. Er is immers gemiddeld te veel gas voor de afnemers in het net. De mogelijkheden moeten macro-economisch interessant zijn, maar natuurlijk is het van belang om ook te kijken naar het maatschappelijk draagvlak van een oplossing.

De aardgasvraag in het net van Enexis is afhankelijk van de tijd van het jaar en volgt de zogenaamde 'badkuipkromme'. Dit is weergegeven in Figuur 1. In de zomermaanden zal er gasoverschot zijn. Omdat de biogasproductie een continue proces is, zal het aanbod relatief constant blijven. Hierdoor zou een deel van de productie afgefakkeld moeten worden als het aanbod te groot is. Affakkelen is verspilling van nuttige energie, daarom dragen wij in dit hoofdstuk oplossingen aan om de vraag meer af te stemmen op het aanbod.




**Figuur 1: voorbeeld van het aardgasgebruik in een regio**

### Gasnetwerken koppelen

Het koppelen van verschillende gasnetwerken die bij elkaar in de buurt liggen kan een mogelijkheid bieden om de capaciteit van een netwerk te vergroten. Wanneer er een overschot aan gas is in een bepaald gebied, kan door het slim koppelen van netwerken de afzet vergroot worden. Dit maakt het mogelijk voor meer bedrijven om in te voeden op een lokaal gasnetwerk. Dit vergt echter wel een dynamisch netbeheer, wat volgens een deskundige van Enexis lastig wordt.

**Micro-WKK's**
De gemiddelde vraag aan aardgas op het net kan verhoogd worden door het inzetten van micro-WKK's voor huishoudens. Een micro-WKK is een warmtekrachtkoppeling op kleine schaal die stroom en warmte produceert voor een groep huizen. Hiermee wordt de gemiddelde gasvraag verhoogd en gemiddelde de elektriciteitsvraag verlaagd. In feite is het dus een uitstekende oplossing om de energievraag van huishoudens in de regio Olst-Wijhe 'groener' te maken. Een nadeel is wel dat een micro-WKK een flinke investering met zich meebrengt. De technologie is nog volop in ontwikkeling, maar biedt goede mogelijkheden, mits de subsidie hiervoor goed geregeld is.

**Een CGG-tankstation**
Aardgas is een schone brandstof voor auto's. Steeds meer autofabrikanten hebben modellen in hun programma die op aardgas kunnen rijden. Om in een voertuig te kunnen gebruiken wordt het aardgas gecomprimeerd. Het wordt dan CNG (Compressed Natural Gas) genoemd. CNG wordt in Nederland steeds meer toegepast en is al bij 45 tankstations te tanken. Het biogas kan een medespeler op deze markt worden. In dit geval moet het biogas opgewerkt en gecomprimeerd worden, om zo als 'Compressed Green Gas' (CGG) een alternatief voor CNG te zijn. Dit heeft als grote voordeel dat de vraag naar brandstof voor mobiliteit gedurende het hele jaar ongeveer gelijk is. Wanneer al het geproduceerde gas van deze vergister gebruikt wordt voor het aftanken van auto's, kunnen 200 auto's hierop gemiddeld 100.000 km/jaar rijden. In de regio Zwolle-Deventer is nog geen tankstation voor CNG aanwezig, dus er is veel potentie. Wanneer Enexis haar eigen auto's op CNG zou laten rijden zou dit een uitstekende mogelijkheid zijn duurzaam te werken en duurzaamheid uit te dragen.

**Plantenkassen**
In een opwerkingsinstallatie wordt het koolstofdioxide gescheiden van het methaan. Dit betekent dat er een stroom koolstofdioxide is, die normalerwijs niet nuttig is en geloosd wordt in de atmosfeer. Dit koolstofdioxide kan ook gebruikt worden om plantenkassen te voorzien van een schone $CO_2$-bron. Plantenkassen hebben ook warmte nodig.

**Biogasinfrastructuur**
In plaats van de aanpassing van biogas aan de infrastructuur, is het beter om in de toekomst de infrastructuur aan te passen voor het gebruik van biogas. Dit kan wanneer de afzet groot genoeg wordt een zeer interessante optie worden. Wanneer biogas in de toekomst een grotere rol gaat spelen in de energiemix, is het zonde dat het gas opgewerkt moet worden naar een ander gas, met alle energieverspillende tussenstappen. Wanneer er een groot leidingnetwerk aangelegd wordt speciaal voor biogas, kunnen alle producenten en afnemers direct op hetzelfde netwerk aangesloten worden. Dit maakt het ook aantrekkelijker om op kleine schaal gas te gaan produceren, omdat er geen investeringen meer benodigd zijn voor dure opwerkingsinstallaties.

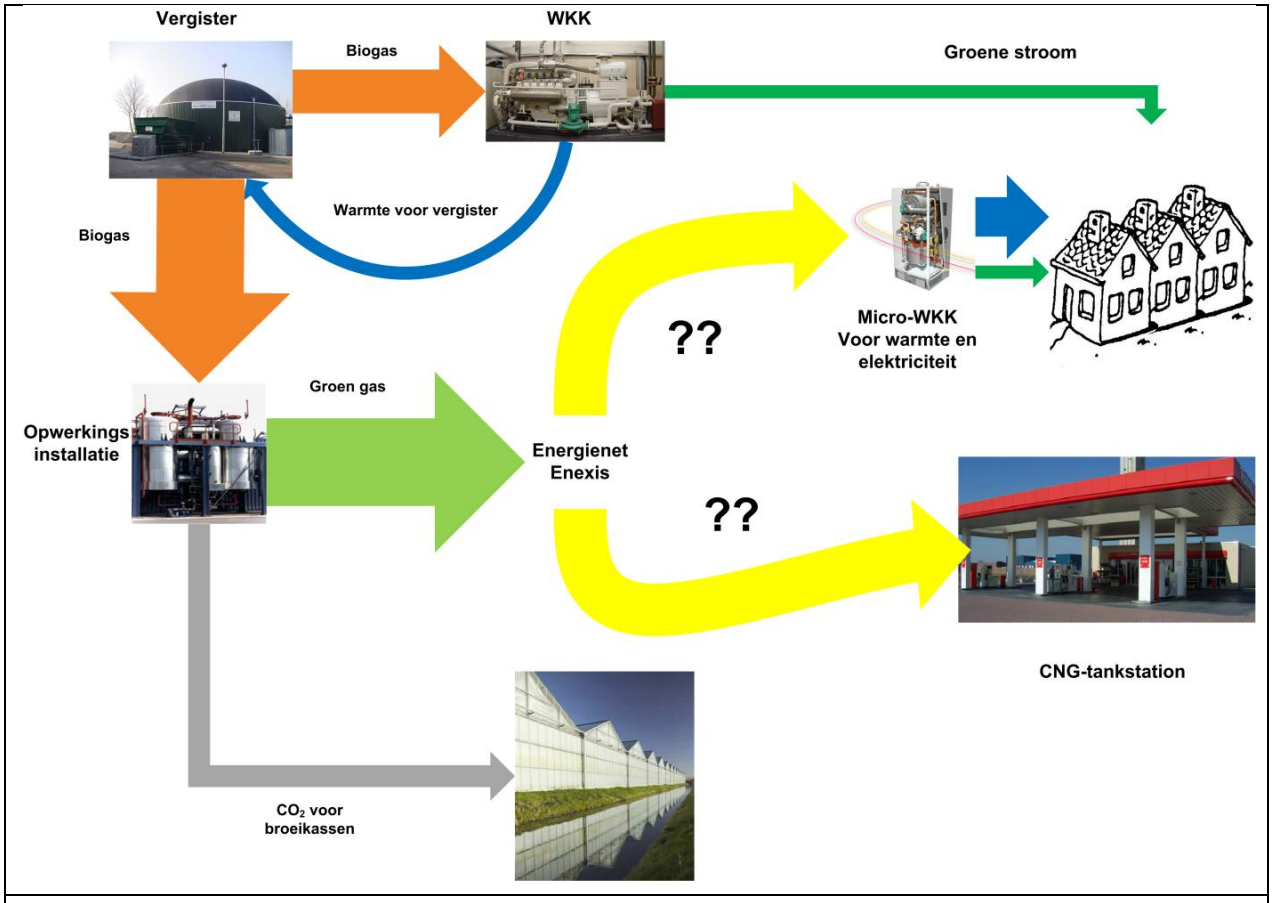
## Conclusie
Wanneer in de regio warmte nuttig afgezet kan worden is economisch gezien de meest aantrekkelijke optie om een WKK te plaatsen voor de productie van zowel stroom als warmte. Op dit moment lijkt de meest voor de hand liggende optie om de warmte nuttig in te zetten in Deventer, omdat hier al een stadsverwamingsnet bestaat. Dit brengt wel een grote investering en dus financieel risico met zich mee, omdat een biogasleiding moet worden aangelegd voor het gastransport naar Deventer. De grootste vermeden $CO_2$-emissie wordt behaald wanneer het biogas opgewerkt wordt naar groen gas en dient als vervanger van aardgas. Het is dus eigenlijk vreemd dat de SDE subsidie voor een WKK hoger is dan voor het opwerken naar groen gas, terwijl de laatste optie de hoogste $CO_2$-reductie geeft.

De beste oplossing op de korte termijn voor het capaciteitsprobleem op het Enexisnetwerk is het gebruik van CGG als voertuigbrandstof en micro-WKK's bij woningen en bedrijven. Op deze manier wordt groene energie dichter bij de consument gebracht.

Op de lange termijn is het beter om een biogasnetwerk aan te leggen in plaats van een aardgasnetwerk. Het aanbod van aardgas neemt af terwijl het aanbod van biogas zal stijgen. Hier ligt een enorme potentiële markt voor Enexis.

# Appendix A Stroomdiagram van groen gasgebruik.

In Figuur 2 is een stroomdiagram met alle mogelijke oplossingen weergegeven.




Figuur 2: stroomdiagram van groen-gasgebruik