



# **Openbare eindrapportage Topsector Energie**

**'Demonstratie langdurige toepassing  
van pyrolyse-olie in een ultra low  
NO<sub>x</sub>-ketelinstallatie bij  
FrieslandCampina in Borculo'  
(TEBE2013003)**

**Publicatie: medio 2018**

# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting .....</b>	<b>3</b>
<b>1 Inleiding - uitgangspunten .....</b>	<b>4</b>
1.1 Het belang van bio-energie in de duurzame energiemix.....	4
1.2 Pyrolyse olie als hernieuwbare biobrandstof .....	4
1.3 De Empyro pyrolysefabriek.....	5
1.4 Toepassing van de pyrolyse olie bij FrieslandCampina .....	5
<b>2 Doelstelling en resultaten.....</b>	<b>7</b>
2.1 Doelstelling .....	7
2.2 Resultaten.....	7
<b>3 Bijdrage van het project aan het TKI programma .....</b>	<b>11</b>
<b>4 Mogelijkheden voor spin-off en vervolgactiviteiten.....</b>	<b>12</b>
<b>5 Disseminatie van het project .....</b>	<b>13</b>
<b>6 Kerngegevens project.....</b>	<b>15</b>
6.1 Samenwerkende partijen .....	15
6.2 Contactpersonen voor meer informatie.....	15
6.3 Financiering.....	15
6.4 Publicatiedatum.....	15
6.5 Kosten van het rapport.....	15

## Samenvatting

Duurzame energie speelt een belangrijke rol in het verminderen van broeikasgas emissies en kan meer leveringszekerheid dan fossiele brandstoffen bieden. Ook de recente problemen met de winning van aardgas in Groningen laten het belang van duurzame alternatieven zien. Bio-energie is een essentiële pijler in de duurzame energiemix. In het Energieakkoord is afgesproken dat het aandeel duurzame energie in 2023 van 4% naar 16% gebracht zal worden.

Productie van pyrolyse olie op commerciële schaal was tot dusver nog niet gerealiseerd. Hier is verandering in gekomen door het Empyro project. In het kader hiervan wordt de pyrolyse technologie – ontwikkeld door het bedrijf BTG Biomass Technology Group BV – op werkelijke schaal gedemonstreerd in Nederland. De Empyro fabriek is eind 2014 gerealiseerd en er wordt nu pyrolyse olie geproduceerd.

FrieslandCampina wil – als onderdeel van haar Route2020 strategie - graag haar productieprocessen verduurzamen, en haar groei klimaatneutraal realiseren. Op haar locatie in Borculo is een nieuwe fabriek gebouwd voor de productie van melkpoeder. Onderdeel van deze nieuwe fabriek is een ketel die geschikt is gemaakt voor zowel aardgas als ook pyrolyse olie.

Het op grote schaal en langdurig verstoken van pyrolyse olie is nog nooit eerder gedaan. De ketelinstallatie en verbrandingstechniek die toegepast is bij FrieslandCampina is daarmee ook zeer innovatief: wereldwijd is niet eerder een stoomketel met een vergelijkbare capaciteit gebouwd en geïnstalleerd. Recentelijk in gebruik genomen stoomketels (USA en Finland) hebben een kleinere capaciteit. Gegevens over bedrijfsvoering en emissies zijn nauwelijks bekend.

Dit project was dus een essentiële schakel tussen Empyro en FrieslandCampina en paste binnen de doelstellingen van beide bedrijven. Het project paste daarnaast zeer goed in de strategie van de andere twee deelnemers BTG Biomass Technology Group en BTG-BTL. Het demonstreren van een technisch en economisch haalbare toepassing van pyrolyse olie zal zorgen voor realisatie van meer fabrieken en zal hoogwaardiger toepassingen dichterbij brengen.

De ketel op pyrolyse olie is in het kader van dit project gerealiseerd en is in de zomer van 2015 opgestart. De dagelijkse logistiek van transport en opslag van pyrolyse olie functioneert inmiddels goed. Productie van pyrolyse olie in commerciële hoeveelheden is vrijgegeven omdat Empyro zich aangesloten heeft bij een consortium dat de REACH registratie (EU verordening) van pyrolyse olie op zich genomen heeft. De gehele leveringsketen van pyrolyse olie is gecertificeerd met het NTA8080 “Better Biomass” certificaat, waarmee de duurzaamheid van de gehele keten geborgd is. Op dit moment (oktober 2016) is het project afgerond met uitzondering van de NO<sub>x</sub> emissie, deze moet nog verder verlaagd worden. Via een recent opgestart onderzoeksprogramma zal hier de komende tijd aan gewerkt worden.

Op dit moment draait de ketel al ca. 1 jaar op pyrolyse olie en levert deze op continue basis stoom aan de fabriek van FrieslandCampina.

# 1 Inleiding - uitgangspunten

## 1.1 Het belang van bio-energie in de duurzame energiemix

Duurzame energie wordt krachtig gestimuleerd door de Europese en Nederlandse overheid. Redenen hiervoor zijn het verminderen van broeikasgassen en leveringszekerheid. Ook de recente problemen met de winning van aardgas in Groningen laten het belang van duurzame alternatieven zien.

Bio-energie is een essentiële pijler in de duurzame energiemix. In het Energieakkoord is afgesproken dat het aandeel duurzame energie in 2023 van 4% naar 16% gebracht zal worden. Dit is een enorme opgave, waar energie uit biomassa een belangrijk deel van zal vormen. In 2014<sup>1</sup> werd meer dan 70% van het bruto finaal eindgebruik aan duurzame energie (namelijk 79,1 PJ) opgewekt door biomassa.

## 1.2 Pyrolyse olie als hernieuwbare biobrandstof

Pyrolyse olie is een hernieuwbare tweede generatie biobrandstof, die geproduceerd wordt uit biomassa met het snelle pyrolyse proces. De toepassing van pyrolyse olie draagt bij aan de vermindering van het broeikaseffect en concurreert niet met de voedselketen. De voordelen ten opzichte van vaste biobrandstoffen zijn dat het eenvoudig is te transporteren, op te slaan en te gebruiken. Daarnaast kan de bestaande infrastructuur gebruikt worden bij de toepassing van pyrolyse olie.

Dit project betreft de toepassing van pyrolyse olie voor het opwekken van warmte. Dit is een mooie, eerste stap naar de steeds hoogwaardiger toepassing van

pyrolyse olie. In de nabije toekomst wordt verwacht dat elektriciteitsproductie en WKK mogelijk zal zijn.

Daarnaast wordt nu al gewerkt aan toepassingen om uit pyrolyse olie waardevolle stoffen te winnen. Deze toepassingen zijn al gedemonstreerd op kleine schaal en zullen verder ontwikkeld worden. Zo kan pyrolyse olie één van de sleuteltechnologieën worden in het kader van de bio-economie.



Figuur 1: Pyrolyse olie

<sup>1</sup> CBS, Hernieuwbare energie in Nederland 2014, <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/industrie-energie/publicaties/publicaties/archief/2015/2014-hernieuwbare-energie-in-nederland-2014.htm>

### 1.3 De Empyro pyrolysefabriek

Productie van pyrolyse olie op commerciële schaal was tot dusver nog niet gerealiseerd. Hier is verandering in gekomen door het Empyro project. In het kader hiervan wordt de pyrolyse technologie – ontwikkeld door het bedrijf BTG Biomass Technology Group BV – op werkelijke schaal gedemonstreerd in Nederland. De Empyro fabriek is eind 2014 gerealiseerd en er wordt nu pyrolyse olie geproduceerd. In Figuur 2 is een foto van deze fabriek te zien.



**Figuur 2:** De Empyro pyrolysefabriek. Hier wordt pyrolyse olie uit hout gemaakt

De Empyro fabriek produceert pyrolyse olie, stoom en elektriciteit. Olie is het belangrijkste product en wordt commercieel op de markt gezet worden. De stoom wordt aan de naastgelegen fabriek geleverd, en de elektriciteit wordt aan het net verkocht. Ook de demonstratie van extractie van organische zuren uit biomassa is onderdeel van de fabriek.

### 1.4 Toepassing van de pyrolyse olie bij FrieslandCampina

Deze eindrapportage betreft het project "Demonstratie langdurige toepassing van pyrolyse-olie in een ultra low NO<sub>x</sub>-ketelinstallatie bij FrieslandCampina in Borculo".

FrieslandCampina wil – als onderdeel van haar Route2020 strategie - graag haar productieprocessen verduurzamen, en haar groei klimaatneutraal realiseren. Op haar locatie in Borculo is een nieuwe fabriek gebouwd voor de productie van melkpoeder die geschikt is voor de productie van bepaalde types hoogwaardige kindervoeding voor kinderen/baby's ouder dan twee jaar. Met deze investering speelt FrieslandCampina in op de groeiende vraag vanuit de markt naar hoogwaardige

kindervoeding en de toename van de hoeveelheid melk vanuit de leden melkveehouders i.v.m. het verdwijnen van het melkquotum in 2015. Onderdeel van deze nieuwe fabriek is een ketel die geschikt is gemaakt voor zowel aardgas als ook pyrolyse olie.

Voor Empyro was het vinden van een eerste “launching customer” die bereid is een groot deel van de afzet van de jaarproductie van 25.000 ton pyrolyse-olie af te nemen een belangrijke uitdaging waar zij – ondersteund door BTG en BTG-BTL - al enkele jaren intensief mee bezig is. Omdat de pyrolyse-olie productietechnologie op deze schaal ook nieuw is, kan de continue levering de eerste jaren niet 100% gegarandeerd worden. Het is daarom van belang dat de afnemer niet 100% afhankelijk is van de pyrolyse-olie is en geen harde garanties voor levering van pyrolyse-olie eist. Deze ideale eerste afnemer is gevonden in FrieslandCampina.

Het op grote schaal en langdurig verstoken van pyrolyse olie is nog nooit eerder gedaan. De ketelinstallatie en verbrandingstechniek die toegepast is bij FrieslandCampina is daarmee ook zeer innovatief: wereldwijd is niet eerder een stoomketel met een vergelijkbare capaciteit gebouwd en geïnstalleerd. Recentelijk in gebruik genomen stoomketels (USA en Finland) hebben een kleinere capaciteit. Gegevens over bedrijfsvoering en emissies zijn nauwelijks bekend.

Dit project was dus een essentiële schakel tussen Empyro en FrieslandCampina en paste binnen de doelstellingen van beide bedrijven. Het project paste daarnaast zeer goed in de strategie van de andere twee deelnemers BTG Biomass Technology Group en BTG-BTL. Het demonstreren van een technisch en economisch haalbare toepassing van pyrolyse olie zal zorgen voor realisatie van meer fabrieken en zal hoogwaardiger toepassingen dichterbij brengen.

### **Inhoud van de rapportage**

In deze rapportage wordt ingegaan op de doelstellingen en de resultaten van het project (hoofdstuk 2), de bijdrage aan het TKI programma (hoofdstuk 3), mogelijkheden voor spin-off en vervolgvactiteiten (hoofdstuk 4) en de disseminatie van het project (hoofdstuk 5). In hoofdstuk 6 worden tenslotte enkelen kerngegevens van het project opgenoemd, zoals samenwerkingspartners, contactpersonen, publicatiedatum etc.

## 2 Doelstelling en resultaten

### 2.1 Doelstelling

Doelstelling van dit project was het demonstreren van de langdurige en bedrijfszekere toepassing van pyrolyse-olie in een middelgrote ketelinstallatie, waarbij inzicht zou worden verkregen in de lange termijn effecten van het stoken van pyrolyse-olie op o.a. ketelcorrosie en aangetoond zou worden dat aan de geldende emissie-eisen van met name  $\text{NO}_x$  kon worden voldaan zonder toepassing van nageschakelde technieken. Hiermee zou de afzet van pyrolyse-olie van de pyrolysefabriek in Hengelo gerealiseerd worden, waarbij ook de weg vrijgemaakt wordt voor de verdere toekomstige ontwikkelingen van meer geavanceerde pyrolyse-olie toepassingen. Tevens zou waardevolle praktijkervaring opgedaan worden t.a.v. de aanvoer en opslag van pyrolyse-olie.

### 2.2 Resultaten

#### *Ketelontwerp*

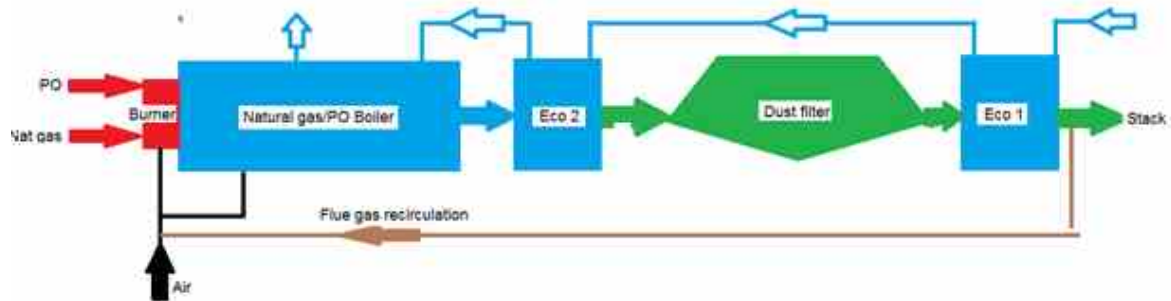
Onder de supervisie van BTG-BTL zijn randvoorwaarden gesteld aan de installatie, in samenspraak met twee belangrijke leveranciers, Stork Thermeq en Kaisec. Vooral de rol van Stork Thermeq was hier van belang, omdat Stork Thermeq de garantie op het functioneren van de brander afgegeven had. Deze garantie was een sine qua non (essentiële randvoorwaarde) voor het gehele project. Stork Thermeq was in staat om deze garantie af te geven omdat zij in het verleden experimenten heeft uitgevoerd met pyrolyse olie in haar eigen test-ketel. De ketel is gerealiseerd in het "Energie Centrum" van de Borculo locatie van FrieslandCampina (zie Figuur 3).



**Figuur 3:** Locatie van de pyrolyse olie ketel bij FrieslandCampina



De werking van de pyrolyse olie ketel kan duidelijk worden gemaakt met behulp van het volgende diagram (zie Figuur 4).



**Figuur 4:** Werking van de pyrolyse olie ketel

De pyrolyse olie ketel wordt gevoed met een mix van pyrolyse olie en aardgas (links op het diagram). In de brander worden deze brandstoffen tot ontbranding gebracht (reactie met zuurstof) en hete gassen ontstaan. Deze hete gassen worden langs warmtewisselaars geleid (in de ketel zelf, Eco 2 en Eco 1), waardoor de energie van de hete gassen wordt overgedragen aan water, met als resultaat stoom op 22 bar, welke benut wordt in de FrieslandCampina fabriek. De (afgekoelde) rookgassen verlaten het proces via een schoorsteen.

#### *Ketelrealisatie*

De ketel was geheel gemonteerd in juni 2015. In de bijgevoegde foto is de gerealiseerde ketel te zien.



**Figuur 5:** De FrieslandCampina pyrolyse stoomketel



### *Opstart en ingebruikname ketel*

In de periode juni 2015 tot en met september 2015 is de ketel opgestart. Sinds de inbedrijfname is er ca 6.000 ton pyrolyse olie verstoek in de FrieslandCampina ketel. De ketel draait vrijwel continu op pyrolyse olie.

### *Logistieke aspecten*

De uiteindelijke logistiek is recht-toe-recht-aan opgezet. Bij Empyro is een 250 m<sup>3</sup> pyrolyse opslagtank gerealiseerd, waar pyrolyse olie enkele dagen kan worden opgeslagen. Als de fabriek op volle capaciteit draait – volgens de planning zal dat drie jaar na opstart zijn - , dan zal ca 3 keer per dag een speciale truck de pyrolyse olie naar FrieslandCampina brengen. Het laden van de truck is weergegeven in Figuur 6.



**Figuur 6:** Transport van pyrolyse olie: laden van de truck

Bij FrieslandCampina wordt de truck afgeladen in een 100 m<sup>3</sup> pyrolyse olie opslag. Vanuit deze opslag wordt de pyrolyse olie benut in de ketel. Het afladen van de pyrolyse olie bij FrieslandCampina gebeurt nu door de chauffeur zelf, waarbij er wel cameratoezicht is.



**Figuur 7:** Afladen van de pyrolyse olie bij FrieslandCampina.

Onderdeel van het valideren van de gehele waardeketen was het aantonen van de duurzaamheid. Hiertoe is het NTA 8080 certificaat aangevraagd en verkregen (zie Figuur 8).



**Figuur 8:** Het "Better Biomass" NTA 8080 certificaat. Dit certificaat bewijst de duurzaamheid van de gehele pyrolyse olie keten.

### *Knelpunt: emissies*

Verbranding van brandstoffen zoals aardgas en pyrolyse olie zorgt voor uitstoot van emissies. Voor deze stoomketel zijn de belangrijkste hiervan stof en NO<sub>x</sub>. Op dit moment worden alle emissies gehaald met uitzondering van NO<sub>x</sub>. Om aan de doelstelling te voldoen om zonder nageschakelde technieken beneden de vergunde limieten te blijven is recent een onderzoeksprogramma opgezet voor verdere verlaging van deze emissie. Meerdere methoden zullen worden onderzocht om er zeker te van zijn dat de emissies binnen anderhalf jaar conform specificaties zijn.

### **3 Bijdrage van het project aan het TKI programma**

Het project heeft subsidie gekregen vanuit het TKI-BBE programma. In het kader van TKI programma was het de bedoeling om tot een verlaging van de kostprijs voor de productie van elektriciteit en warmte uit biomassa te komen. Hiertoe ondersteunde het TKI-BBE programma die helpen om innovatieve verbouwingstechnologieën te ontwikkelen en te demonstreren.

Directe voordelen van het project zijn o.a. een CO<sub>2</sub> emissiereductie van maximaal 16.000 ton per jaar, welke bereikt wordt als de Empyro pyrolyse olie productie op volle capaciteit werkt en als er geen nageschakelde technieken nodig zijn voor NO<sub>x</sub> reductie.

Daarnaast is een bijdrage aan het TKI programma dat in dit project pyrolyse olie - een innovatieve hoogwaardige energiedrager - voor het eerst op grote schaal wordt toegepast. Dankzij de afzet van pyrolyse-olie in Borculo is grootschalige productie van pyrolyse-olie mogelijk gemaakt. Hierdoor kunnen in de toekomst ook andere toepassingen van pyrolyse-olie die op lab-schaal zijn getest op grotere schaal worden gedemonstreerd, zoals het grootschalig testen en commercialiseren van upgrading van pyrolyse-olie voor biodiesel, co-raffinage in aardolieraffinaderijen en fractioneren voor de productie van biobased chemicaliën en materialen. Dit betekent dus een grote bijdrage van dit project aan het versterken van de duurzame energiehuishouding en aan de Nederlandse kennispositie.

## 4 Mogelijkheden voor spin-off en vervolgactiviteiten

De doelstellingen van het project zijn voor een groot gedeelte behaald. Dit betekent dat conversie van pyrolyse olie in warmte technisch en economisch haalbaar is. Dit opent mogelijkheden voor spin-off en vervolgactiviteiten. Deze vervolgactiviteiten concentreren zich op de volgende deelgebieden:

1. Verkoop van meer pyrolysefabrieken. Dit project is een belangrijk verkoopargument voor nieuwe pyrolyse fabrieken, omdat nu deze toepassing van pyrolyse olie onomstotelijk is bewezen. BTG-BTG heeft als kerntaak het realiseren van meer fabrieken. Hierbij worden mogelijkheden binnen en buiten Nederland onderzocht
2. Upgrading van de pyrolyse olie naar transportbrandstoffen en hoogwaardige chemicaliën. Toepassing van pyrolyse olie bij FrieslandCampina is een essentieel onderdeel van de gehele waardeketen, waardoor het meer pyrolyse olie geproduceerd wordt. Dit stimuleert het onderzoek naar hoogwaardiger toepassingen. Met name BTG is actief op dit gebied.

Hieruit blijkt dat het perspectief voor toepassing van de opgedane kennis hoog is.

## 5 Disseminatie van het project

Het project is op diverse manieren onder de aandacht gebracht. Hieronder worden de belangrijkste activiteiten vermeld.

**De opening van de FrieslandCampina fabriek in Borculo op 11 mei 2015.** De Minister van Economische Zaken, dhr. Henk Kamp was aanwezig en heeft een toespraak gehouden. In deze toespraak wordt zowel aandacht gegeven aan de nieuwe fabriek, als ook aan de productie van duurzame energie met de pyrolyse ketel<sup>2</sup>.



**Figuur 9:** Minister Henk Kamp bij de opening van de FrieslandCampina fabriek in Borculo op 11 mei 2015

**De opening van de pyrolyse fabriek in Hengelo op 20 mei 2015** door Eddy van Hijum, gedeputeerde van de provincie Overijssel. Bij deze opening is – op een vergelijkbare manier als bij de opening bij FrieslandCampina – expliciet aandacht gegeven aan de toepassing van de pyrolyse olie, o.a. via een presentatie van FrieslandCampina. Deze bijeenkomst werd door ca. 100 mensen bezocht, waaronder diverse mensen van de persdiensten. Één voorbeeld (er zijn er meer) hiervan is het artikel in de Tubantia van die dag<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/toespraken/2015/05/11/toespraak-van-minister-kamp-bij-de-start-van-de-duurzame-energievoorziening-frieslandcampina>

<sup>3</sup> <http://www.tubantia.nl/regio/hengelo/opening-pyrolysefabriek-in-hengelo-1.4935631>





**Figuur 10:** Bezoekers tijdens de opening van de Empyro pyrolysefabriek op 20 mei 2015

**Diverse youtube video's** zijn er gemaakt door zowel BTL<sup>4</sup> als FrieslandCampina<sup>5</sup>. Hieruit blijkt dat de diverse acties elkaar versterken en zo een completer beeld geven van het belang van de ontwikkeling.

Naast genoemde disseminatie activiteiten zijn er nog diverse andere acties geweest, zoals persberichten, interviews, een presentatie bij de EBC2015 in Wenen, etc. Daarnaast is dit project gepresenteerd op de European Biomass Conference in 2016 in Amsterdam<sup>6</sup> in juni 2016.

---

<sup>4</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=aX8OidLKBss>

<sup>5</sup> [https://www.youtube.com/watch?v=Ow\\_5jpg80wo](https://www.youtube.com/watch?v=Ow_5jpg80wo)

<sup>6</sup> <http://www.eubce.com/home.html>



## **6 Kerngegevens project**

### **6.1 Samenwerkende partijen**

Dit project was een samenwerkingsverband van B.T.G Biomass Technology Group B.V., FrieslandCampina Nederland Holding B.V. en BTG BioLiquids B.V.

### **6.2 Contactpersonen voor meer informatie**

Voor meer informatie kan contact opgenomen worden met de volgende personen:

*BTG Biomass Technology Group BV*

Douwe van den Berg

T: 053 486 1186

E: [vandenbergt@btgworld.com](mailto:vandenbergt@btgworld.com)

*FrieslandCampina*

Winnette de Graaf

T: 0561 692 457

E: [winnette.degraaf@frieslandcampina.com](mailto:winnette.degraaf@frieslandcampina.com)

*BTG Bioliquids*

Ardy Toussaint

T: 053 431 8444

E: [ardy.toussaint@btg-btl.com](mailto:ardy.toussaint@btg-btl.com)

### **6.3 Financiering**

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Subsidieregeling energie en innovatie (SEI), Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

### **6.4 Publicatiedatum**

De publicatiedatum van dit rapport is medio 2018

### **6.5 Kosten van het rapport**

Dit rapport is zonder kosten digitaal beschikbaar bij BTG ([www.btgworld.com](http://www.btgworld.com))