



Bijlage

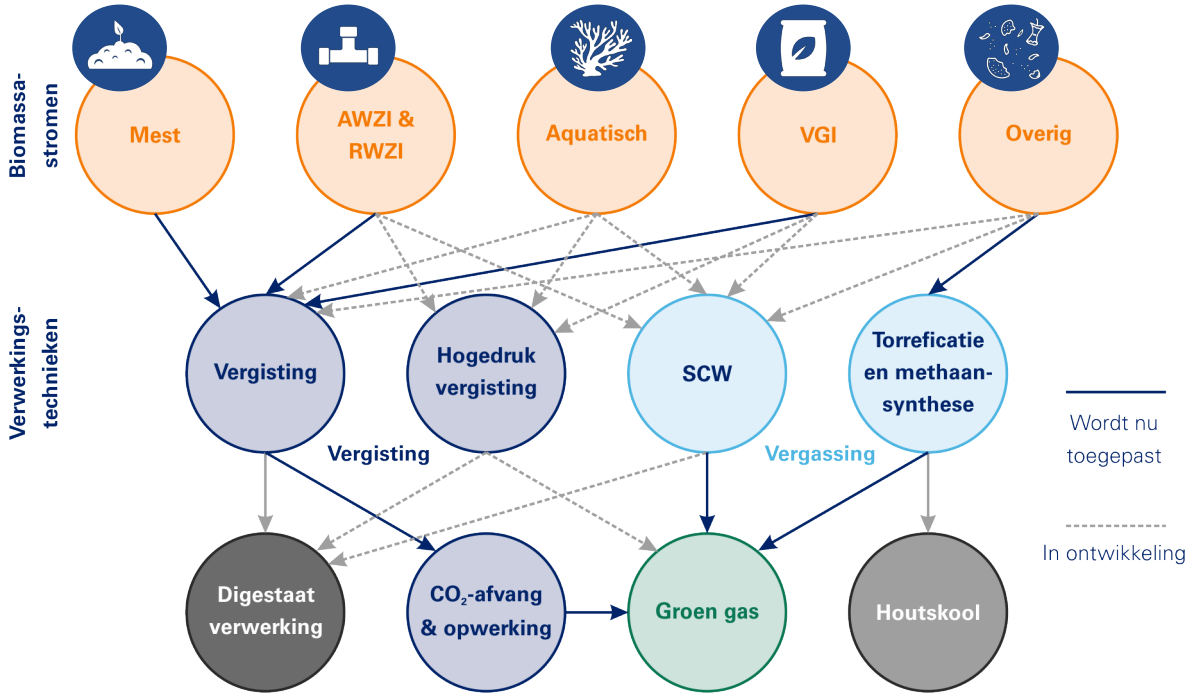
Strategische hubs voor de opschaling van groen gas in Nederland

In opdracht van Energiebeheer Nederland

22 mei 2018

Berenschot

In deze bijlage worden verschillende verwerkingstechnieken behandeld met betrekking tot het verkrijgen van biogas uit biomassa. Figuur 1 laat de verschillende biomassastromen en verwerkingstechnieken zien.



Figuur 1. Visualisatie van biomassastromen en verwerkingstechnieken.

De hier behandelde technologieën zijn:

- Vergisting;
- Hogedruk vergisting;
- Superkritische watervergassing;
- Torreficatie en methaansynthese.

Voor deze verschillende technieken wordt een beknopte beschrijving gegeven en wordt tevens de fase van technologische ontwikkeling middels de TRL (Technology Readiness Level) weergegeven (figuur 2). De TRL geeft aan wat de status is van een technologie, waarmee de technologische volwassenheid van verschillende technieken met elkaar kunnen worden vergeleken.



Figuur 2. Technology Readiness Level (TRL) schaal

Vergisting

Met vergisting, ook wel anaerobe digestie (AD), kunnen natte biomassa (afval-)stromen omgezet worden in biogas. Natte invoer wordt in een zuurstofvrije omgeving met behulp van vergisting omgezet in CO₂

en methaan. Dit proces gebeurt in twee stappen. Allereerst wordt de biomassa omgezet in zuren, waarna de zuren weer worden omgezet in methaan. De landbouw kent voor AD twee vormen. Bij monovergisting wordt slechts één grondstof gebruikt, normaliter mest van één veesoort. Bij covergisting bestaat de grondstof uit (een mix van) mest en verschillende soorten vegetatie (gift, landbouw restproducten). Covergisting levert meer gas/kg op dan monovergisting. De opbrengst en samenstelling van het gas is afhankelijk van de versheid en afkomst van de biomassa¹. Het middels AD geproduceerde biogas bestaat doorgaans voor 55- tot 70% uit methaan, 29- tot 44% uit CO₂ en <1% uit overige gassen (fosfaten, sulfaten, etc.)². Momenteel worden de rendementen voor biogas het meest verhoogd door het aanpassen van stallen tot gesloten systemen, waardoor dagverse mest in de vergister kan worden gevoerd. Over het algemeen geldt: hoe verser de mest, hoe meer energie eruit gehaald kan worden. Daarom is het van belang de mest zo vers mogelijk om te zetten.

TRL: 9

Hogedruk Vergisting

Hogedruk vergisting betreft een innovatie op het gebied van vergisting. Met deze techniek kunnen natte biomassastromen onder hoge druk worden omgezet in groen gas, dat geschikt is voor directe invoeding in het aardgasnetwerk.

Door de hoge druk (10-50 bar) kan de methaan die geproduceerd wordt direct van CO₂ gescheiden worden. Dit omdat CO₂ onder druk eerder vloeibaar wordt dan methaan. Het gas dat afgevangen wordt zal dus grotendeels uit methaan bestaan, waardoor opwerking niet nodig is.³ Het mixen van methaan en CO₂ is ook niet nodig. De reactor omstandigheden kunnen afgesteld worden op de juiste methaan/CO₂-verhouding. ;De samenstelling van het gas hangt af van de druk waaronder de vergisting plaatsvindt. Het gas bevat tot 90-95% methaan en 5-10% CO₂.

TRL: 4

1 Schanbacher, F. (2009) Anaerobic Digestion: Overview & Opportunities. Ohio Agric. Res. & Dev. Center The Ohio State University. http://www.midwestchptap.org/Archive/pdfs/090407_Ohio/Schanbacher.pdf

2 Weiland, P. (2009) Biogas production: current state and perspective. Applied Microbiology and Biotechnology. January 2010, Volume 85, Issue 4, pp 849–860. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00253-009-2246-7>

3 Meijden, van der, C. (n.d.) Development of the MILENA gasification technology for the production of Bio-SNG. ECN. Last visited: December 2017. <https://www.scribd.com/document/350408989/MILENA-Gasification-Technology>

Vergassing



Vergassing bestaat uit de synthese van methaan uit waterstof en CO (syngas). Een ontwikkelde technologie voor deze synthese heet ESME. Vooraf aan de synthese vindt vergassing van houtachtige biomassa plaats.

Dit proces wordt ook wel torreficatie genoemd. De biomassa wordt tijdens de torreficatie omgezet in syngas. Dit syngas wordt vervolgens gezuiverd en gesynthetiseerd tot groen gas. De techniek toegepast in het momenteel lopende Ambigo-project heet MILENA⁴. Naast syngas wordt door MILENA ook houtskool gevormd dat een hoge energiedichtheid heeft en kan worden verbrand in reguliere energiecentrales. Torreficatie op grote schaal ligt gevoelig. Dit doordat houtachtige biomassa niet op grote schaal beschikbaar is in Nederland en geïmporteerd moet worden om voldoende biogas te produceren. De samenstelling van het gas hangt af van het type ingevoerde biomassa⁵. Binnen Nederland kan er verreweg onvoldoende biomassa geproduceerd worden om onszelf van energie te voorzien. Op kleine schaal is vergassing uiteraard wel mogelijk, met als grondstoffen houtachtige afvalstromen van eigen bodem zoals snoeihout en bermgrassen.

TRL: 7

Superkritische watervergassing



Superkritische watervergassing betreft een innovatie op het gebied van biomassa vergassing, gestoeld op een al langer bekend proces. Met deze techniek kunnen natte biomassa (afval-) stromen onder hoge druk en hoge temperatuur worden

omgezet in groen gas, dat geschikt is voor directe invoeding in het hogedruk aardgasnetwerk. Bij superkritische vergassing wordt biomassa onder natte conditie (in water boven 300 bar en 400 °C) ontleedt in methaan, mineralen en verschillende restproducten tot syngas. Het omzettingsrendement van biomassa naar methaan is met 70% behoorlijk hoog. Door de hoge druk en temperatuur bereikt de input een superkritische toestand, waarin de input uiteenvalt in de gassen CH₄, CO₂, H₂ en CO. Reststoffen worden uitgekristalliseerd en kunnen gemakkelijk gefilterd worden van het syngas.⁶ Een nadeel van SCW is dat de reactie traag is (na meerdere minuten is slechts 5% uit elkaar gevallen). De samenstelling van het gas hangt af van de gebruikte biomassa en toegepaste druk. Deze samenstelling kan bestaan uit 90- tot 95% methaan en 5- tot 10% CO₂ bevatten.⁷

TRL: 7

4 Meijden, van der, C. (n.d.) Development of the MILENA gasification technology for the production of Bio-SNG. ECN. Last visited: December 2017. <https://www.scribd.com/document/350408989/MILENA-Gasification-Technology>

5 Ambigo (2016) Onze ambitie vraagt om innovatie. Last visited december 2017 <https://www.ambigo.nl/innovatie>

6 Yakaboylu, O. (2016). Supercritical Water Gasification of Wet Biomass: Modeling and Experiments. TU Delft file:///C:/Users/Emma%20Groot/Downloads/Yakaboylu_PhDThesis.pdf

7 Gasunie new energy (2017). SCW. Last visited: december 2017. <https://www.gasunienewenergy.nl/in-ontwikkeling/scw>