



Position Paper Autogenerative High Pressure Digestion

Miljarden Nm³ groengas, terugwinning grondstoffen,
medicijnresten en schoon water in één circulair proces

Ir. Kirsten Zagt, BAREAU

In samenwerking met:

Dr. Bernard de Geus, I&IG
Prof.dr. Frans N. Stokman, RuG
Drs.Ing. Ruud Vink, ECOS

Onder begeleiding van:

Prof.dr. Gert Jan Euverink, RuG
Dr. Ralph Lindeboom, TU Delft
Dr. Miriam van Eekert, WUR

Medegefinancierd door:

Economische Zaken
Gasunie
Gasterra
Gemeente Groningen

21 Mei 2017

Voor contact, vragen en technische bijlagen: info@bareau.nl
url: <http://bareau.nl/images/position-paper-ahpd.pdf>

1. Inleiding

Dit paper beoogt beleidsmakers en opinieleiders te informeren over een geheel nieuwe, in de laatste 10 jaar verder ontwikkelde en geperfectioneerde, technologie, Autogenerative High Pressure Digestion (AHPD), om met afvalwater, zuiveringsslib uit rioleringen en keukenafval een grote hoeveelheid groengas van de kwaliteit van het huidige aardgas uit Slochteren te maken.

In een gesloten systeem bouwen reeds in het water en slib aanwezige bacteriën een hoge druk op. Druk en biologische omzetting leidt tot productie van groengas en verwijdering van CO₂ zonder dat energie aan dit proces toegevoegd hoeft te worden. Dit gas kan direct worden ingevoerd in het bestaande gasnetwerk en daarin worden opgeslagen. Het proces is de afgelopen twee jaren getest en verbeterd in een proefopstelling op EnTranCe, het experimenteerterrein van de Rijksuniversiteit Groningen en de Hanzehogeschool. Gebleken is dat toevoeging van waterstof aan het systeem, verkregen uit niet-verkoopbare pieken zonne- en windenergie, de groengas productie kan verdubbelen. Ook de experimenten om belangrijke reststoffen te verwijderen bleken succesvol te verlopen. Hiermee kunnen successievelijk fosfor, stikstof, rest-metalen en waarschijnlijk medicijnresten worden teruggewonnen en/of verwijderd.

In heel Nederland toegepast kan 3 tot 10 miljard Nm³ gas per jaar worden geproduceerd. De kosten van de installaties kunnen, op basis van de huidige zuiveringsslib- en gastarieven, binnen 7 jaar worden terugverdiend, waarmee waterzuivering en slibverwerking commercieel aantrekkelijk worden.

2. Maatschappelijke effecten van de transitie van een lineaire naar een circulaire economie

De transitie van de huidige lineaire economie naar een circulaire economie is niet alleen een omvangrijke technologische, maar ook maatschappelijke evolutie. Dit komt omdat vele, zo niet alle, maatschappelijke organisaties gestoeld zijn op lineaire processen. En daarmee is ook de verdeling van bevoegdheden daarvan afgeleid. Het gevolg hiervan is dat processen in de water-, energie-, afval- en voedselsectoren nauwelijks of suboptimaal met elkaar zijn verbonden (zie Tabel 1). Deze scheiding van verantwoordelijkheden en organisaties maakt de overgang naar een circulaire economie extra moeilijk omdat gevestigde belangen en zelfs wettelijke verantwoordelijkheden moeten worden opgebroken.

Tabel 1: Gescheiden verantwoordelijkheden in de lineaire economie

Verantwoordelijke Organisaties	Lineaire sectoren			
	Water	Energie	Afval	Voedsel
<i>Waterschappen</i>	Waterpeil, -veiligheid en -kwaliteit		Waterzuivering	
<i>Drinkwaterbedrijven</i>	Waterlevering			
<i>Gemeenten</i>	Riolering		Afvalinzameling	
<i>Elektriciteitsbedrijven</i>		Elektriciteitsproductie		
<i>Gasbedrijven</i>		Gasproductie en -opslag		
<i>Netwerkbeheerders</i>		Energiedistributie		
<i>Afvalbedrijven</i>			Afvalverwerking	
<i>Agrarische bedrijven</i>				Productie

Bijvoorbeeld:

1. Terwijl de waterschappen verantwoordelijk zijn voor de afvalwaterzuivering en de verwerking van het zuiveringsslib, mogen zij wettelijk slechts energie produceren voor zover dat voor hun eigen processen noodzakelijk is. Omdat het beheer van de waterkwaliteit en –kwantiteit hun hoofdtaak is, is de verwerking van het zuiveringsslib voor hen slechts een afgeleide taak. Tot op heden is dit een kostenpost en een overheidsprerogatief.
2. De gas- en elektriciteitsmarkt zijn volledig gescheiden markten met eigen producenten en onafhankelijke prijsstellingen. Gas wordt wel gebruikt om elektriciteit te produceren, maar wordt omgekeerd niet gezien als alternatief om overvloedige zonne- en windenergie op te slaan. Voor zover dat laatste wel gebeurt, wordt vooral gedacht aan opslag in waterstof, een gas dat zich daar erg slecht voor leent.
3. Gemeenten scheiden veelal groen- en grijsafval, maar deze scheiding is niet optimaal voor hergebruik van het groene afval voor energieproductie, waartoe keukenafval zich wel leent en tuinafval niet.

Hoezeer de verantwoordelijkheden in de circulaire economie verschillen van die in de lineaire economie kan worden duidelijk gemaakt aan de hand van de nieuwe technologie van **Autogenerative High Pressure Digestion (AHPD)** van Bareau. In deze technologie zijn waterzuivering, duurzame energieproductie, opslag van energie (door een verbinding tussen gasproductie en elektriciteit) en terugwinning van alle kostbare reststoffen geïntegreerd in één proces met hoog rendement en lage kosten. Hiermee wordt met **minimaal gebruik van externe energie** groen gas van de kwaliteit van het aardgas uit Slochteren geproduceerd en worden alle waardevolle en schadelijke reststoffen voor hergebruik teruggewonnen. Water wordt hergebruikt en restslib wordt met 70% gereduceerd, in plaats van de huidige 30%.

Enkele hoofdkenmerken van het proces zijn:

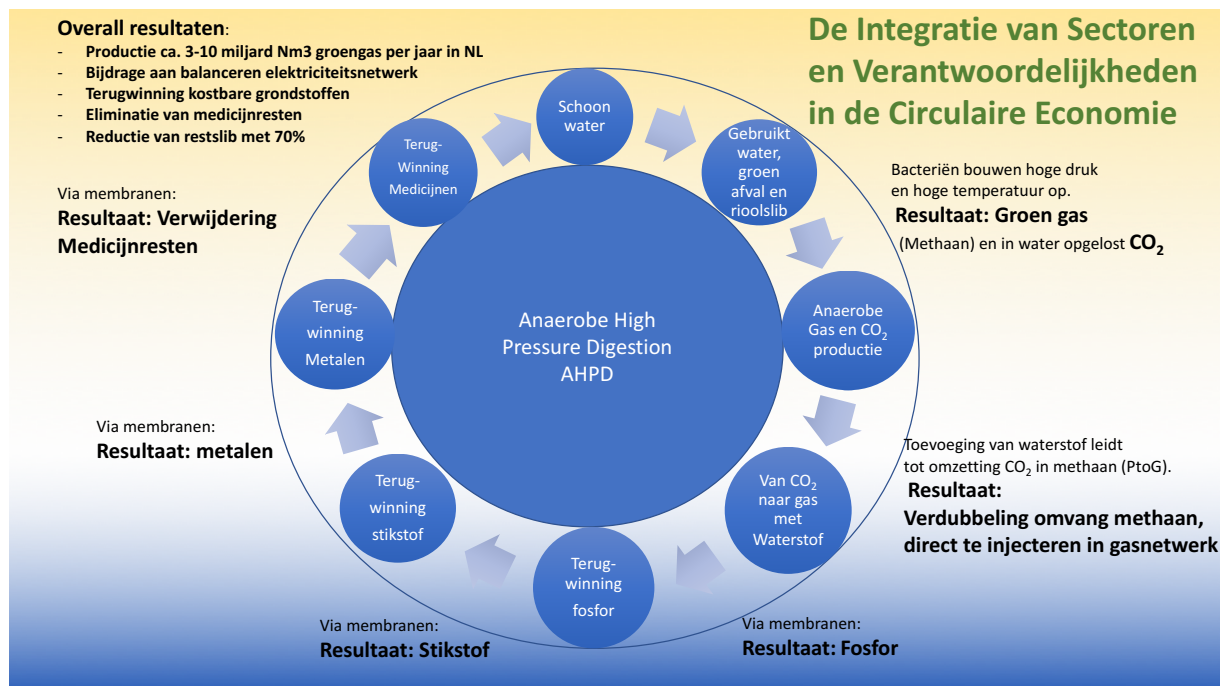
1. In het huishoudelijk afvalwater (eventueel gemengd met keukenafval) van nature aanwezige bacteriën bouwen in een anaerobe zuiveringsinstallatie een druk op van 20 bar en een hoge temperatuur van 50°C of meer. De druk wordt gebruikt voor de aandrijving van het hele systeem, waaronder membraanfilters.
2. Dit leidt tot productie van methaan in de gasfase en in water opgelost CO₂.
3. Door toevoeging van waterstof, bijvoorbeeld verkregen via elektrolyse van wind- en zonne-energie, wordt de waterstof door de bacteriën gebonden aan de opgeloste CO₂ tot methaan. Daarmee verdubbelt de groengas productie en komt de kwaliteit van het gas op of zelfs boven dat van Slochteren uit (Power to Gas). Dit gas kan direct opgeslagen worden in het gasnetwerk en daarmee bijdragen aan zowel vergroening van het gasgebruik alsook opslag van schone elektriciteit.
4. Via nageschakelde zuiveringstechnieken kunnen vervolgens fosfaat, zware metalen, stikstof en medicijnresten worden afgescheiden en zo nodig teruggewonnen, waarmee fundamentele bijdragen worden geleverd aan de circulaire economie en het behoud van een goede water- en omgevingskwaliteit.
5. Het toepassen van anaerobe waterzuivering bij hoge druk en temperatuur vormt, in combinatie met ultrafiltratie-membranen, een belangrijke barrière voor de verspreiding van ziekteverwekkende- en antibiotica-resistente bacteriën.

Omdat AHPD toepasbaar is gemaakt in het proces van bestaande rioolwaterzuiveringsinstallaties, is de gasopbrengst veel groter dan de gasopbrengst in de huidige praktijk van het vergisten van alleen zuiveringsslib.

De uiteindelijke groengasproductie, bij brede toepassing van de AHPD technologie, leidt tot een productie van **3-10 miljard Nm³** per jaar. Daardoor levert deze technologie dan een fundamentele bijdrage aan **opslag van duurzame energie** en aan **terugwinning van waardevolle stoffen voor hergebruik**. Hiermee worden waterzuivering en riolslibverwerking bovendien **winstgevender**, waardoor deze processen kunnen worden overgeheveld naar de private sector. De huidige heffingen voor waterzuivering voor burgers en bedrijven kunnen dan aanzienlijk verminderd worden.

Een bijkomend voordeel van deze technologie is dat de invoering kan worden afgestemd op het vigerende investeringsritme van de waterschappen door het in eerste instantie toe te passen op het restslib. Daarnaast is de AHPD technologie goed te combineren met lokale projecten die energieneutraliteit beogen. Bij toepassing in het huidige zuiveringsproces van afvalwater kunnen andere innovatieve technologieën voor de verwijdering van stikstof, zwavel en fosfaat goed en eenvoudig in het AHPD proces ingepast worden. Dit geldt ook voor innovatieve nanofiltratie om medicijnresten en hormoon verstorende stoffen uit afvalwater en restslib te verwijderen.

Een en ander is in **Figuur 1** weergegeven. Ook daar wordt duidelijk hoezeer een circulaire economie niet alleen technologisch maar ook organisatorisch fundamenteel anders is dan een lineaire economie. **Alleen wanneer gevestigde partijen hun rollen in de lineaire economie op tijd aanpassen aan de eisen van de circulaire economie hebben ze kansen om te overleveren, maar ook kansen om bij te dragen aan versnelling van die fundamentele transformatie en zo onderdeel te worden van de nieuwe economie.**

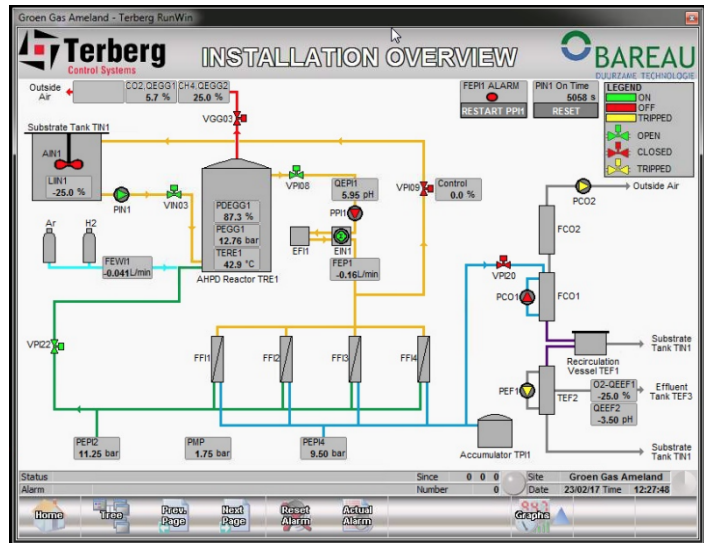
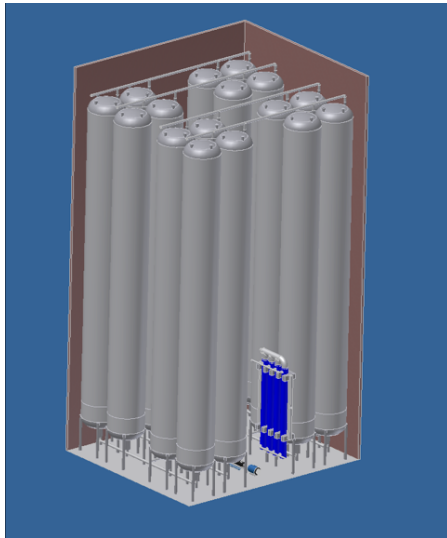


Figuur 1: Integratie van sectoren en verantwoordelijkheden in de Circulaire economie, zoals geïllustreerd in het AHPD proces

3. De haalbaarheid van het AHPD proces

De hoogte van de hogedruk reactor in de proefinstallatie (4,5 meter) is bijna de helft van de beoogde reactoren in de uiteindelijke installaties, waardoor geen noemenswaardige opschalingsproblemen te verwachten zijn. In de beoogde definitieve installaties zijn de ketels modulair geschakeld en geordend in boxen van 16 reactoren (zie Figuur 2). Op basis van een uitgebreid onderzoek heeft ENGIE Services vastgesteld dat 'het systeem zich heeft bewezen en kan worden opgeschaald'. Zij heeft vastgesteld dat een volwaardig systeem voor de behandeling van zuiveringsslib en keukenafval van een standaard project bij een rioolwaterzuivering installatie van 300.000 inwonerequivalenten een terugverdientijd heeft van 7 jaar. Het AHPD proces vindt geheel geautomatiseerd plaats in continubedrijf met afstandsbediening. Voor het bouwen van AHPD-installaties is een consortium van bedrijven gevormd waarin alle noodzakelijke deskundigheden zijn gebundeld.

Diverse partijen in Nederland, Luxemburg, Duitsland en China hebben belangstelling getoond om het systeem te gaan installeren.



Figuur 2: Modulaire box van 16 AHPD-reactoren (zonder dak) en AHPD besturing

4. Perspectief

Toepassing van AHPD in het rioolwater zuiveringsproces is volgens modelberekeningen haalbaar tot zeer lage organische stof concentraties in de afvalwaterstroom. Daarbij wordt de voorbezinking (indien aanwezig) vervangen door een AHPD-reactor terwijl de beluchting wordt omgebouwd tot Anammox systeem waardoor nitraat wordt vernietigd. Bovendien wordt bij toepassing van AHPD in het zuiveringsproces van afvalwater ook het risico op de verspreiding van resistente bacteriën via afvalwaterlozingen fors gereduceerd. Er ontstaat daardoor een dubbele desinfectie barrière: hoge druk met drukvariatie is een combinatie waar een aantal pathogenen niet tegen bestand is, gevolgd door ultrafiltratie.

Ultrafiltratie membranen in een AHPD-installatie, gevolgd door nanofiltratie, voor de verwijdering van organische microverbindingen en hormoon versturende stoffen, zijn een aantrekkelijk alternatief voor de kostbare “vierde trap” in de huidige rioolwaterzuiveringsinstallaties, bestaande uit een ozon- en actiefkool proces na conventionele voorbezinking, beluchting en na-bezinking.

Daarmee wordt AHPD een zeer interessante innovatieve energiezuinige technologie voor groengas productie, desinfectie én verwijdering van medicijnresten en hormoon-versturende stoffen.