

# Energieopwekking uit industrieel afvalwater

*Verskillende industrieën worden geconfronteerd met geconcentreerde afvalwaterstromen die beschouwd worden als afval of als bijproducten van het productieproces. Verdunning van deze afvalstromen met huishoudelijk afvalwater levert een medium op waaruit op diverse manieren energie gewonnen kan worden met biologische processen. Een aantal Vlaamse onderzoekspartners vergelijkt momenteel een scala aan innovatieve technieken en concepten voor maximale energierecuperatie uit aangerijkt huishoudelijk afvalwater of Sewage+.*

**H. De Wever<sup>1</sup>, L. Diels<sup>1</sup>, K. Van Broekhoven<sup>1</sup>, W. Verstraete<sup>2</sup>,  
I. Vankelecom<sup>3</sup>, J. Robbens<sup>4</sup> en X. Gellynck<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>VITO, Mol

<sup>2</sup>Laboratorium voor Microbiële Ecologie en Technologie, Universiteit Gent

<sup>3</sup>Centrum voor Oppervlaktechemie en -Katalyse, Katholieke Universiteit Leuven

<sup>4</sup>Laboratorium voor Ecofysiologie, Biochemie en Toxicologie, Universiteit Antwerpen

<sup>5</sup>Departement Landbouweconomie, Universiteit Gent

Op dit ogenblik gebeurt de zuivering van huishoudelijk afvalwater in conventionele actiefslibsystemen. Hierin vinden aerobe biologische processen plaats, met andere woorden er is zuurstof nodig voor de afbraak van organische componenten tot koolstofdioxide en water. Zuurstofinbreng via beluchting vormt een belangrijk aandeel van de totale energiekosten, die ongeveer 15 kWh per inwoner per jaar bedragen. Een anaerobe zuivering is veel voordeliger op het vlak van energieverbruik. Hierbij wordt organisch materiaal in afwezigheid van zuurstof en door middel van reductieve biologische processen omgevormd tot het eindproduct methaan. De energie kan worden gerecupereerd onder de vorm van stroom of warmte. Anaerobe zuivering vindt vooral een toepassing bij stromen rijk aan organisch materiaal. De ideale werkingstemperaturen liggen enerzijds rond 30 - 35°C of anderzijds rond 50 - 55°C. Dit proces kan niet worden toegepast voor de zuivering van huishoudelijke afvalwaters in regio's waar het water sterk verdund is en een te lage temperatuur heeft.

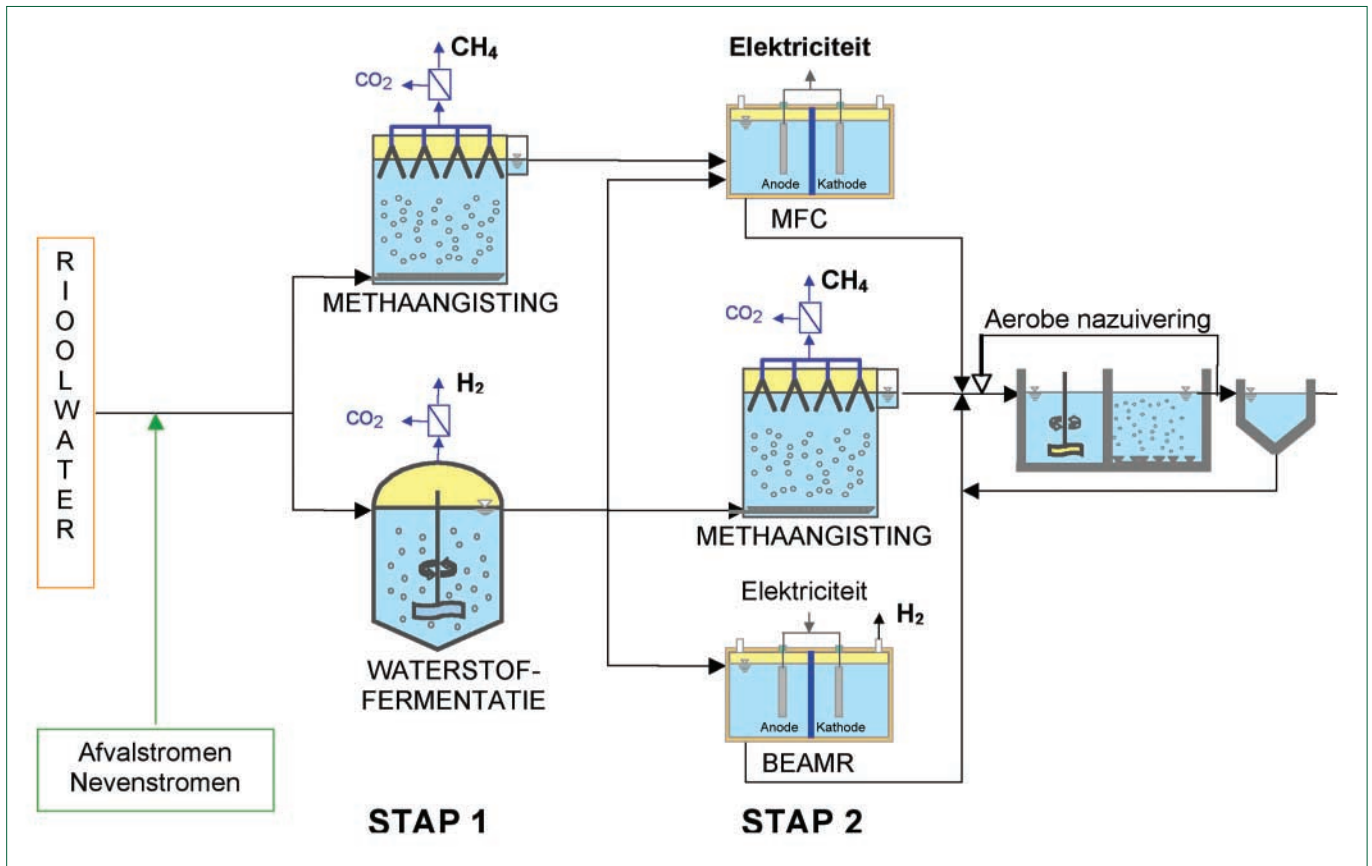
## Opwaardering van organische afvalstromen

Energie recuperatie uit huishoudelijk afvalwater veronderstelt dus een aanrijking met organisch materiaal. Hiervoor komen verschillende types van afvalstromen in aanmerking. Zo wordt bijvoorbeeld in het huishouden een deel vlot verteerbaar organisch materiaal afgevoerd als 'vast afval'. Optimaal komt deze fractie in het selectief opgehaalde GFT terecht. In stede-

lijke gebieden voegt men deze fractie echter vaak bij de grijze afvalstoffen, die normaal gezien worden verbrand. Plaatsgebrek en geuroverlast verhinderen daar immers de aparte afvoer van groente- en fruitafval. Ook de industrie wordt geconfronteerd met geconcentreerde stromen die beschouwd worden als afval of als bijproducten van het productieproces, zoals glycerol in de productie van biodiesel en vinasse in de productie van bioethanol. Verdunning van deze afvalstromen met huishoudelijk afvalwater levert een medium op waaruit op diverse manieren energie gewonnen kan worden met biologische processen. Een aantal Vlaamse onderzoekspartners vergelijkt momenteel een scala aan innovatieve technieken en concepten voor maximale energierecuperatie uit aangerijkt huishoudelijk afvalwater of Sewage+.

## Energie recuperatie onder de vorm van methaan, waterstof of elektriciteit

Het Sewage+-concept is opgevat als een cascade van reductieve en oxidatieve technieken (Figuur 1). In een eerste stap worden de verdunde organische afvalstromen onderworpen aan een anaerobe behandeling. Dit is ofwel een typische anaerobe digestie met als eindproduct methaan. Ofwel gaat het om biologische waterstofproductie. Waterstof is in feite een tussenproduct in het methaanvormingsproces. Door het aanleggen van procescondities die de vorming van methaan verhinderen, kan waterstof accu-



Figuur 1. Schematische voorstelling van de mogelijke behandelingstreinen voor energieopwekking uit aangerijkt rioolwater. MFC: microbiële brandstofcel, BEAMR: bioelectrochemically assisted microbial reactor.

muleren en als energiebron dienen. Methaan- en waterstofproductie hebben elk een eigen energetische efficiëntie die proefondervindelijk vergeleken zal worden. Het gegenereerde effluent wordt dan naar een tweede behandlingsstap gestuurd. Het effluent van de methaan-gistingsstap is eerder laag in residuele organische componenten en zal enkel verder getest worden in microbiële brandstofcellen. Het effluent van de donkere waterstoffermantatie is veel rijker aan onder meer vluchtige vetzuren en kan op verschillende manieren verder worden behandeld: via methaanfermentatie of via bio-elektrochemische processen zoals microbiële brandstofcellen of bio-elektrolyse. Al deze technieken zorgen voor een verdere reductie van de COD (chemische zuurstofvraag) van het afvalwater met een gelijktijdige recuperatie van energie. Methaanfermentatie werd hoger reeds besproken. Bio-elektrochemische waterzuivering is gebaseerd op het gebruik van elektrochemisch actieve micro-organismen die tijdens de verwerking van organisch materiaal elektronen overdragen naar een anode. In een microbiële brandstofcel stromen de elektronen naar de kathode waar ze met zuurstof reageren tot water. Er wordt dus elektriciteit geproduceerd. In afwezigheid van zuurstof en mits het aanleggen van

een kleine spanning, is het ook mogelijk om waterstof te genereren aan de kathode. Dergelijke gemodificeerde microbiële brandstofcel wordt omschreven als het BEAMR-proces (bioelectrochemically assisted microbial reactor). De tweede stap in de Sewage+-cascade resulteert dus in de vorming van methaan, elektriciteit en/of waterstofgas. Uiteraard worden methaan en waterstof niet als zuiver gas geproduceerd. Een belangrijk aspect is de ontwikkeling van gasscheidende membranen die zuiver methaan of zuiver waterstofgas kunnen opleveren. Het onderzoek zal moeten uitwijzen welke combinatie van biologische technieken optimaal is vanuit energetisch oogpunt. De combinatie van een primaire en een secundaire techniek zal dan als behandelingstrein verder worden getest. Als nabehandeling is een conventionele waterzuivering waarschijnlijk noodzakelijk voor de finale verwijdering van restanten COD en van nutriënten.

**Is het Sewage+-concept ecologisch en economisch verantwoord?**

Afvalwaterzuivering met zo veel mogelijk energierecuperatie is uiteraard het hoofd-

doel van het Sewage+-onderzoek. Dat neemt niet weg dat ook de milieu-impact van het globale concept geëvalueerd zal worden. Vermits het finale effluent uiteindelijk zal worden geloosd in oppervlaktewater of ingezet voor hergebruik, moeten ecotoxiciteitstests een reductie in - of de afwezigheid van - toxiciteit tegenover hogere organismen aantonen. De economische validatie zal starten met het inventariseren van de beschikbare afvalstromen. Verder onderzoek zal verschillende scenario's vergelijken, een kosten-batenanalyse maken en peilen naar de houding van eindgebruikers ten opzichte van het voorgestelde concept. Hieruit zal het potentieel van het Sewage+-concept moeten blijken.

Het Sewage+-project wordt gefinancierd door het Milieu- en energie-innovatieplatform in Vlaanderen. De projectpartners zijn Universiteit Gent, Katholieke Universiteit Leuven, Universiteit Antwerpen en VITO (Vlaamse instelling voor technologisch onderzoek).

heleen.dewever@vito.be