



Anaerobe processen voor waterzuivering in Singapore

Artikel | 1 juni 2017

Alexander van Dorssen

Singapore heeft een gunstig klimaat voor anaerobe vergisting met een gemiddelde temperatuur van rond de 30 graden. Daarnaast heeft de overheid het doel om energiezuinige waterzuiveringsinstallaties te realiseren. Het reinigen van water zonder het toevoegen van zuurstof en het terugwinnen van biogas uit anaerobe vergisting zijn motiverende factoren om anaerobe technologieën toe te passen in Singapore.

Het gebruik van anaerobe processen voor waterzuivering in Singapore

De Public Utilities Board (PUB) is de nationale waterautoriteit van Singapore. De PUB heeft vier *National Taps* uitgeroepen om Singapore van water te voorzien: geïmporteerd water, lokaal opgevangen regenwater, gezuiverd afvalwater en ontzilt zeewater. De PUB is verantwoordelijk voor de watervoorziening, wateropvang en zuivering van afvalwater. De PUB valt onder het Ministerie van Water en Milieu.

Anaerobe processen hebben geen zuurstof nodig, bacteriën zetten in afwezigheid van zuurstof organische stof om naar biogas. Hierdoor is sprake van een lagere energievraag. Het proces heeft geen zuurstoftoevoer nodig en levert daarnaast biogas. Anaerobe vergisting gedijt goed in een tropisch klimaat en is daarmee aantrekkelijk voor Singapore. PUB test samen met onderzoeksgroepen van de Nanyang Technological University en de National University of Singapore verschillende anaerobe toepassingen.

Onderzoek en ontwikkeling

De twee grootste centra die onderzoek doen naar anaerobe processen zijn het Centre for Water Research (CWR), onderdeel van het Department of Civil and Environmental Engineering van de National University of Singapore (NUS) en de Nanyang Environment and Water Research Institute (NEWRI) van de Nanyang Technological University (NTU). De National Research Foundation stelt fondsen beschikbaar voor projecten van NEWRI, de Economic Development Board (EDB), onderdeel van de Ministry of Trade and Industry (MTI) en de PUB geven deze fondsen uit. Binnen NEWRI is het Advanced Environmental Biotechnology Centre (AEBC) grotendeels verantwoordelijk voor onderzoek naar anaerobe processen. Zowel AEBC als CWR doen het meeste van hun onderzoek op lab-schaal, succesvolle projecten kunnen resulteren in *pilot tests* binnen proefinstallaties of werkende installaties van PUB, met uiteindelijk als doel volledige implementatie. Het onderzoek van AEBC en CWR gerelateerd aan anaerobe processen is schematisch weergegeven in de onderstaande tabel.

NTU – NEWRI *	NUS – Centre for Water Research (CWR) *
Advanced Environmental Biotechnology Centre (AEBC)	
Anaerobe voorbehandeling	Anaerobe membraanbioreactors
Anaerobe membraanbioreactors	Upflow anaerobic sludge blanket (UASB)
Anaerobe vergisting	Anaerobic sequencing batch reactor (AnSBR)
Anammox processen	
Multi-staged anaerobe processen voor het behandelen van industrieel afvalwater	Anaerobe processen voor biogaswinning
Snel-screenen van bruikbare bacteriën voor anaerobe processen	

Water Reclamation Plant (WRP) en Integrated Wastewater Management Facility (IWMF)

Momenteel passeert al het afvalwater in Singapore één van de vier Water Reclamation Plants (WRP's). De PUB heeft bestaande rioleringsystemen gekoppeld aan het Deep Tunnel Sewage System (DTSS). De DTSS is een aflopende tunnel, waardoor afvalwater zonder extra pompen naar de WRP stroomt. Een deel van het gereinigde water gaat naar de oceaan en het andere deel wordt verder gereinigd tot NEWater, Dit gebeurt in drie stappen, te weten: microfiltratie; reverse osmosis; en UV. De PUB levert het NEWater aan de industrie en gebruikt het NEWater voor het aanvullen van reservoirs en daarmee indirect voor drinkwater.

In 2025 zullen drie WRP's in Singapore operationeel zijn. Twee WRP's zal PUB vervangen door de Tuas WRP. PUB bouwt de Tuas WRP naast de Integrated Waste Management Facility (IWMF) van de National Environment Agency (NEA). De precieze synergiën tussen Tuas WRP en de IWMF liggen nog niet vast. Voor de toekomstige integratie hebben de PUB en NEA meermalen een bezoek gebracht aan Waternet en de het Amsterdam Afval Energie Bedrijf (AEB). PUB en Waternet tekende tijdens de Singapore International Water Week in juli 2016 een samenwerkingsovereenkomst. Voor de co-locatie hebben de PUB en NEA tien gebieden geïdentificeerd voor synergie. Momenteel onderzoeken de instanties welke synergiën geïmplementeerd zullen worden.

Integrated Waste Management Facility	Tuas Water Reclamation Plant
Food Waste	Dewatered Sludge
Power supply	Grit
Steam supply	Biogas
Sludge drier condensate	Water supply
	Odour Air
Physical synergies including the Administration Building and Site-wide infrastructure	

Bron: PUB & NEA (<http://www.nea.gov.sg/docs/default-source/energy-waste/waste-management/overview-of-iwmf.pdf>)

Op lange termijn bekijkt PUB of anaerobische processen ingezet kunnen worden voor afvalwaterbehandeling en hergebruik om slibproductie te verminderen en processen energieneutraal te maken. Technologieën die momenteel door PUB en onderzoekscentra zoals NEWRI en CWR onderzocht worden zijn de Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB), ANaerobic AMMonium OXidation (ANAMMOX) en Anaerobic Membrane Bioreactor (AnMBR).

Zowel de PUB als NEA hebben faciliteiten beschikbaar om op laboratoriumschaal in een realistische omstandigheden te testen. De Integrated Validation Demo Plant (IVP), gebouwd op het terrein van de Ulu Pandan WRP, is een voorbeeld van een PUB-testfaciliteit. De IVP zal technologieën testen die gebruikt kunnen worden bij de toekomstige WRP in Tuas. De IVP is een model van de toekomstige WRP in Tuas. Mitsubishi Corporation bouwt te testinstallatie onder de opdracht van PUB. Verder hebben de NEA en NEWRI een Waste-To-Energy (WTE) onderzoeksfaciliteit gezamenlijk opgezet. Deze WTE zal eind 2018 opgeleverd worden in Tuas. Deze WTE onderzoeksfaciliteit heeft als doel om WTE technologieën van laboratoriumschaal tot pilot-schaal te brengen. Biogas winning door anaerobe vergisting is een van de thema's voor deze onderzoeksfaciliteit. De IVP en WTE onderzoeksfaciliteiten bieden Nederlandse bedrijven en onderzoeksinstanties de mogelijkheid om technologieën in realistische condities te testen voor potentiële implementatie bij de huidige en toekomstige WRP's.

Upflow Anaerobic Sludge Blanket

De UASB is een technologie voor het reinigen van gebruikt water, vooral geschikt voor industrieel afvalwater. De UASB is ontwikkeld door Professor Gatze Lettinga van de Wageningen University &

Research, Het afvalwater stroomt met een hoge snelheid omhoog door een reactor waarbij micro-organismen organisch materiaal degraderen. Het resulterende biogas wordt opgevangen aan de bovenkant van de reactor. Omdat het hele proces afspeelt binnen één reactor is deze technologie ruimtebesparend, wat voor ruimteschaars Singapore een bijkomend voordeel is. Daarnaast levert de technologie biogas op en produceert weinig slib. In 2014 opende PUB in samenwerking met Meiden Singapore een 4.546m³ demonstratie installatie bij de Jurong Water Reclamation Plant (JWRP) voor behandeling van industrieel afvalwater.

ANAerobic AMMonium OXidation (Anammox)

Anammox is een bacterieel proces om nitriet en ammonium om te zetten in stikstof. Het proces is ontwikkeld door Professor Mark van Loosdrecht, in Singapore heeft hij hiervoor de Lee Kuan Yew Waterprijs ontvangen in 2012. Het grote voordeel van deze technologie is dat er minder beluchting nodig is doordat het bacterieel proces de omzettingsschapel van ammonium naar nitraat overslaat. Het Anammox proces is uitermate geschikt voor afvalstromen met een hoge ammonium concentratie, zoals ontwaterd slib uit afvalwaterzuivering. Het gebruik van Anammox voor ontwaterd slib noemt met zijstroom Annamox. Hoofdstroom Anammox is het toepassen van Anammox op de gehele inkomende afvalwaterstroom, toepassing op deze schaal is nog in het stadium van ontwikkeling. De PUB installeert op dit moment zijstroom Anammox bij de Changi WRP om ammoniumrijk slib op een energie-efficiënte manier te behandelen. De PUB levert de installatie eind 2017 op. Het onderzoeksinstituut AEBC van NEWRI onderzoek op laboratoriumschaal naar efficiënte manieren van Anammox toepassing.

Anaerobic membrane bioreactor (AnMBR)

Een AnMBR maximaliseert biogaswinning en zorgt voor een consistente levering van gereinigd water. AnMBR is vooral geschikt voor industrieel afvalwater met een hoog chemisch zuurstofverbruik en vetten. In nutriënten verwijdering, zoals ammonium, is de AnMBR minder sterk. Vandaar dat er nog een stap nodig is om de nutriënten uit het water te halen. De PUB onderzoekt een optimale configuratie voor een AnMBR proces. Zowel AEBC en CWR onderzoeken procesoptimalisering voor de AnMBR. Tussen AEBC en CWR is ook onderling contact op dit onderzoeksthema.

Kansen voor Nederland

Technologieën die voor de PUB interessant zijn met betrekking tot anaerobe processen van waterzuivering zoals UASB en Anammox, worden getest bij PUB faciliteiten onder realistische omstandigheden. Voor de PUB is het belangrijk dat technologieën bewezen zijn. Singapore heeft twee onderzoeksinstanties van wereldniveau, het AEBC en CWR, die zich bezig houden met onderzoek en optimalisatie van anaerobe processen. Deze instanties staan open voor internationale samenwerking. Het merendeel van het onderzoek wordt op laboratoriumschaal gedaan, maar zodra er economische potentie in zit zal de PUB of NEA deze technologie willen testen om het potentieel op grotere schaal te laten brengen.

Meer informatie?

Neem contact op met de innovatieadviseurs in Singapore via sin-ia@minbuza.nl of kijk op de website: www.ianetwerk.nl

Het IA-Netwerk in Singapore verbindt in opdracht van het ministerie van Economische Zaken kennis over internationale innovatieve ontwikkelingen en daaraan gerelateerde trends aan Nederlandse bedrijven, kennisinstellingen en overheden.

Bronnen

1. Voor de laatste updates over Singapore's beleid omtrent anaerobe processen voor waterzuivering: www.pub.gov.sg & www.mewr.gov.sg
2. Website van verschillende onderzoekscentra die zich bezig houden met grondstoffen terugwinning vindt u op: <http://cee.nus.edu.sg/CWR/CWR-Home.html> & <http://newri.ntu.edu.sg/aebc/Pages/Home.aspx>
3. Interviews met respondenten van AEBC, CWR en PUB.
4. Towards Energy Self-Sufficient Water Reclamation Plants (1st edition) (April, 2013). Recent developments and future opportunities for Singapore. Water Reclamation Plants Department & Technology Department, PUB.
5. Innovation in Water Singapore (volume 8) (June, 2016). An R&D publication of PUB, Singapore's National Water Agency.
6. Clean, Green and Blue (2009). Singapore's Journey Towards Environmental and Water Sustainability. ISEAS Publishing, Pasir Panjang, Singapore.
7. The Singapore Water Story (2013). Sustainable Development in an Urban City-state. Routledge, Abingdon, United Kingdom.
8. Verdere bronnen die gebruikt zijn:
 - NTU and NEA collaborate to develop a waste-to-energy research facility
<http://media.ntu.edu.sg/NewsReleases/Pages/newsdetail.aspx?news=61b5c940-453a-4217-acb3-5132341fa1a9>
 - Anaerobic membrane bioreactors (AnMBR): For high strength industrial wastewater
https://www.gewater.com/sites/default/files/2016-07/FSatAnMBR_EN.pdf
 - Tenders to be called for Tuas waste management system
<http://www.channelnewsasia.com/news/singapore/tenders-to-be-called-for-tuas-waste-management-systems-7917532>