

Rwzi Dokhaven: met koude Anammox op weg naar een energiefabriek

Nederland gonst van de energiefabrieken en de pogingen om rwzi's met alle beschikbare middelen energieneutraal of zelfs producerend te krijgen. Met 13 andere Waterschappen heeft ook Waterschap Hollandse Delta één van haar rwzi's onder de (energie)loep genomen. De keus is gevallen op rwzi Dokhaven en slibverwerking Sluisjesdijk: door de ondergrondse ligging van Dokhaven is dit niet de eenvoudigste zuivering voor energieneutraliteit, maar aan de andere kant is de inrichting volgens het AB-zuiveringsproces zeer veelbelovend voor de energiefabriek van de toekomst.

Daarnaast is de stikstofverwijdering op deze zuivering al jaren een punt van aandacht en is er al een slibverwerking met rejectiewaterbehandeling (SHARON-Anammox) aanwezig. Of energieneutraliteit hier ooit haalbaar wordt, hangt samen met de uitslag van het pilot-onderzoek over de toepassing van Anammox in de hoofdstroom van Dokhaven. Dit onderzoek start vanaf juni bij WSHD, in samenwerking met Paques B.V., Technische Universiteit Delft, Radboud Universiteit Nijmegen, STOWA en Agentschap.NL.

DOKHAVEN OP WEG NAAR EEN ENERGIEFABRIEK

Rwzi Dokhaven (ontwerpbelasting 620.400 v.e. (136 g TZV), huidige belasting ±450.000 v.e. (150 g TZV)), is ontworpen volgens een zogenaamd AB-zuiverings-



Figuur 1. Procesdiagram van het AB-zuiveringsproces op rwzi Dokhaven.

proces met twee gescheiden slibsystemen. In de A-trap wordt in zeer korte tijd het aanwezige CZV geadsorbeerd en verwijderd door de zeer snel groeiende biomassa, waarna het slib bezinkt in tussenbezinktanks. In deze A-trap wordt relatief veel slib geproduceerd dat naar de slibvergisting wordt afgevoerd voor biogaswinning. In de B-trap van de rwzi vindt de nitrificatie plaats, waarna het slib van het effluent wordt gescheiden in een nabezinkstap.

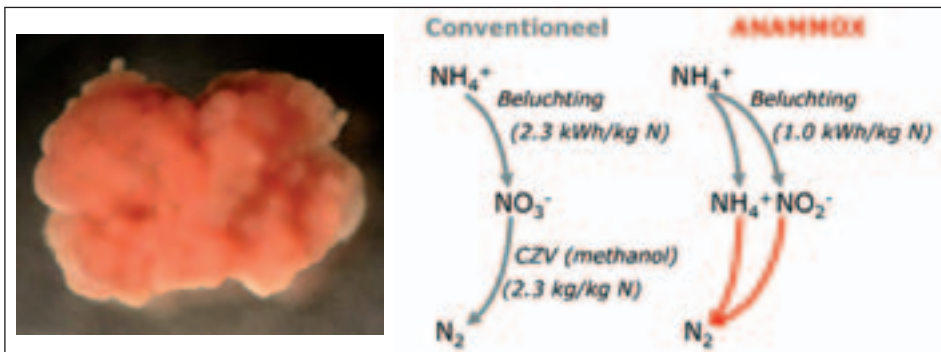
Door efficiënte binding van organische stof in de A-trap, gevolgd door slibgisting en elektriciteitsopwekking in WKK's, wordt ongeveer 7,3 miljoen kWh per jaar zelf geproduceerd. Er is echter 20,5 miljoen kWh per jaar nodig, waarvan 32% voor rekening komt van de ondergrondse ligging (gaswassing, ventilatie, verlichting, oppompen van het effluent richting Maas). Kortom, ondanks de effectieve scheiding van de energiedrager in het influent (organische stof) en de overige processen, moeten er voor energieneutraliteit nog andere maatregelen gezocht worden. In eerste instantie gaan de huidige energiefabrieken uit van bestaande technologieën. Daarom hebben we voor rwzi Dokhaven berekend hoeveel energie we zouden kunnen besparen door de ventilatie en verlichting te optimaliseren, door thermische slibhydrolyse (zoals Turbotec[®] of Cambi[®]), optimalisatie van de WKK's en grotere benutting van hun warmte, zoals uitwisseling restwarmte met de omgeving (warmtenet Rotterdam). Wanneer al deze maatregelen doorgevoerd zouden kunnen worden zou dat leiden tot 2,5 miljoen kWh per jaar minder energieverbruik en 3,2 miljoen kWh per jaar extra energieproductie, maar een snelle rekensom leert dat dit nog onvoldoende is voor een energieneutrale zuivering.

ANAMMOX IN DE HOOFDSTROOM ALS ENERGIEFABRIEK

Het AB-zuiveringsproces is in concept uitermate geschikt om Anammox in de hoofdstroom toe te passen door de gescheiden slibsystemen en omdat in de hoogbelaste A-trap de BZV verwijderd wordt en de laagbelaste B-trap nu al gebruikt wordt voor nitrificatie. Na de B-trap is echter geen BZV meer aanwezig om het geproduceerde nitraat te denitrificeren waardoor totaal stikstof concentraties in het effluent relatief hoog blijven (op rwzi Dokhaven jaargemiddeld ± 17 mg/L). Door gebruik te maken van Anammox (figuur 2), kan de stikstofconcentratie in het effluent sterk gereduceerd worden, zonder dosering van methanol of toepassing van ingewikkelde recirculatiestromen én met een zeer laag energieverbruik doordat er veel minder zuurstof nodig is voor de stikstofverwijdering.

De Biotechnologen Boran Kartal (RU Nijmegen), Gijs Kuenen en Mark van Loosdrecht (TU Delft) publiceerden in Science van 7 mei jl. een artikel over de potentie van de Anammox-bacterie voor toepassing in de hoofdstroom van een rwzi. De techniek wordt al sinds 2005 met succes toegepast op het warme en ammoniumrijke effluent van slibgistingsinstallaties, maar het proces nu ook toepassen op rioolwater kan kosten en energie besparen en de uitstoot van broeikasgassen (CO₂ en N₂O) terugbrengen.

Een eerdere wetenschappelijke publicatie van Siegrist et al (2008) laat de potentiële halvering van het energieverbruik op een rwzi zien wanneer Anammox ingezet wordt voor de behandeling van effluent van de slibgisting. Op dezelfde manier en onder de zelfde omstandigheden berekenden Kartal, Kuenen en Van



Figuur 2 Anammox in een korrel en de omzettingen in de stikstofverwijdering.

Loosdrecht dat toepassing van Anammox in de hoofdstroom kan leiden tot een netto energieproducerend systeem.

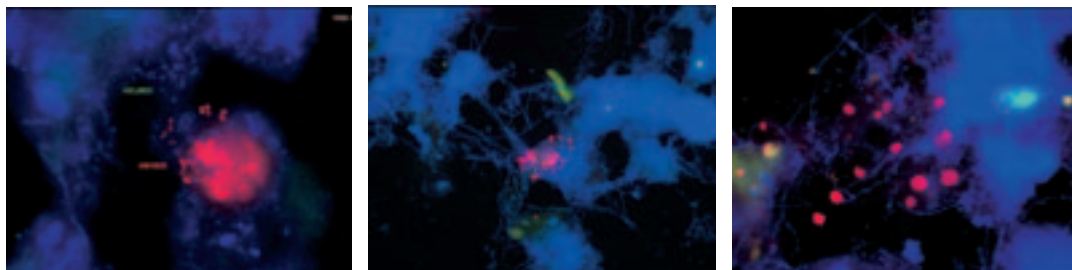
„Nu verbruiken we bij rioolwaterzuivering in Nederland ongeveer 16 kWh per persoon (equivalent) per jaar. Met deze nieuwe technologie kunnen we 9 kWh per persoon (equivalent) per jaar produceren. De technologie maakt van rioolwaterzuivering dus een netto energieproducent en zorgt er tevens voor dat nutriënten (zoals ammonium en nitraat) effectief worden verwijderd. De meeste andere energiebesparende zuiveringsconcepten lopen mank op het gebied van nutriëntenverwijdering”, aldus professor van Loosdrecht. Aan benodigd vermogen zou deze omslag, in Nederland alleen, ongeveer 85 MW per jaar kunnen uitmaken.

ANAMMOX IN DE B-TRAP OP DOKHAVEN

Toepassing van Anammox in de hoofdstroom op Dokhaven is ook meegenomen in de berekeningen van de energiefabriek, waarbij natuurlijk allerlei aannames zijn gemaakt, omdat dit een nog te ontwikkelen technologie is. Duidelijk is wel dat dit ook hier een enorme energiebesparing zou kunnen opleveren, namelijk 5,2 miljoen kWh per jaar. Door de ondergrondse ligging zou de zuivering dan nog steeds net niet energie neutraal zijn, maar wanneer verlichting en ventilatie niet nodig zijn (dus bij een bovengrondse situatie), zou de zuivering energie over hebben.

Wat op rwzi Dokhaven nog veel belangrijker is, is verbetering van stikstofverwijdering. Zoals eerder gezegd is Dokhaven in de jaren '80 slechts ontworpen om te nitrificeren en door het gebrek aan ruimte in de ondergrondse 'bak' is een makkelijke oplossing voor extra stikstofverwijdering uit het effluent niet zomaar voor handen. Wel kan het nitraatrijke water onder DWA omstandigheden deels gerecirculeerd worden naar de A-trap om gedenitrificeerd te worden. Ook met de toepassing van het Sharon-Anammox-systeem op het effluent van de slibgisting is een grote slag gemaakt voor de effluentkwaliteit. Ondanks de mogelijkheid tot recirculatie en de aparte rejectiewaterbehandeling is de stikstof concentratie in het effluent nog relatief hoog (jaargemiddelde: ± 17 mg/L), met zuiveringsreagentia voor stikstof tussen de 55-60% op jaarbasis. Toepassing van Anammox zou kunnen leiden tot grote verbetering van de effluentkwaliteit (tot ruim onder

de 10 mg totaal N/L) met relatief geringe aanpassingen in de configuratie van de B-trap en dus tegen verantwoorde kosten.



Figuur 3. Anammox bacteriën gevonden in de overloop van de nabezinktank van rwzi Dokhaven, zichtbaar gemaakt met FISH techniek (blauw= Eubacteria, Groen= Nitrobacter, Rood = Anammox)

De vraag rijst of toepassing van het Anammox-proces bij de lage temperaturen en overige eigenschappen van het A-trap effluent eigenlijk wel zou kunnen. Wanneer we de natuur bestuderen, zien we dat de Anammox-bacterie voorkomt in koude zeeën, rivieren en beken; regio's met lage ammoniumconcentraties en vooral lage temperatuur. Dit wijst erop dat de Anammox-bacterie zou moeten kunnen groeien op afvalwater. Het eerste bewijs hiervan is gevonden in de biofilm in de overloop van de nabezinktank op Dokhaven: met FISH techniek gekleurde bacteriën laten duidelijk de aanwezigheid van Anammox zien in de overloopgoot (figuur 3).

Om te bezien of de potentie van de Anammox-bacterie ook voor gewoon huishoudelijk afvalwater waar gemaakt kan worden, start deze zomer een onderzoeksproject dat wordt gesubsidieerd door Agentschap.NL (KRW subsidie) en STOWA (programma 'energie uit afvalwater') en uitgevoerd wordt door WSHD, Paques BV, TU Delft en RU Nijmegen. In het kader van de KRW subsidie zijn in totaal 71 projecten beoordeeld en is 'Anammox in de hoofdstroom van Dokhaven – een quantum leap in stikstofverwijdering' als het meest veelbelovend en innovatief beoordeeld: het werd nummer 1 in de ranking van Agentschap.NL. Om uit te vinden of de Anammox bacterie het afvalwater van Dokhaven adequaat zal zuiveren bij de lage temperaturen in de B-trap, zal een pilot-installatie op Dokhaven worden geïnstalleerd. Over twee jaar worden de resultaten verwacht van deze veelbelovende zuiveringstechniek die een energieneutrale zuivering dichterbij kan brengen.

*Merle de Kreuk,
Waterschap Hollandse Delta*

Literatuur:

Kartal, B., J.G. Kuenen, M.C.M. van Loosdrecht (2010) Sewage treatment with anammox Science 238. 702-703.

Siegrist, H., D. Salzgeber, J. Eugster and A. Joss (2008). 'Anammox brings WWTP closer to energy autarky due to increased biogas production and reduced aeration energy for N-removal'. Water Science & Technology 57(3). 383-388.