

## Praktijkproef met een biologische boost van rwzi Halsteren

*Hans Wouters (Brightwork BV), Farah Al-Massri (BW Products BV), Hans Mollen, Melanie Nuchelmans (waterschap Brabantse Delta), Malcolm E. Fabiyi (Drylet LLC, Verenigde Staten)*

**Op rwzi Halsteren is in 2019 een praktijkproef uitgevoerd met dosering van het microporeuze materiaal Aqua Assist in de biologie om de impact daarvan op de zuiveringsprestaties en slibafbraak te bepalen. Hiermee is een positieve businesscase bereikt en de dosering is daarom ook dit jaar doorgezet.**

Het handhaven van een optimale actiefslibconcentratie vormt de kern van een goed en efficiënt functionerende huishoudelijke biologische afvalwaterzuiveringsinstallatie. Dit onderzoek richt zich op de dosering van micro-poreus granulair materiaal, geïnoculeerd met specifieke microbiële populaties, die leidt tot het optimaliseren van de biologische zuiveringsprestaties in combinatie met een significante reductie van de productie van spuislib [1].

Om het effect te testen is op rwzi Halsteren (van waterschap Brabantse Delta) in 2019 een proefonderzoek op praktijkschaal doorgevoerd waarbij het materiaal is gedoseerd in de actiefslibtank (AT). De resultaten zijn geëvalueerd en vertaald naar de potentiële economische voordelen (de businesscase).

### Hoe werkt het?

Om micro-organismen een goede overlevingskans te bieden in een competitieve omgeving, zoals een actiefslibinstallatie, moet voldaan worden aan drie belangrijke randvoorwaarden [2].

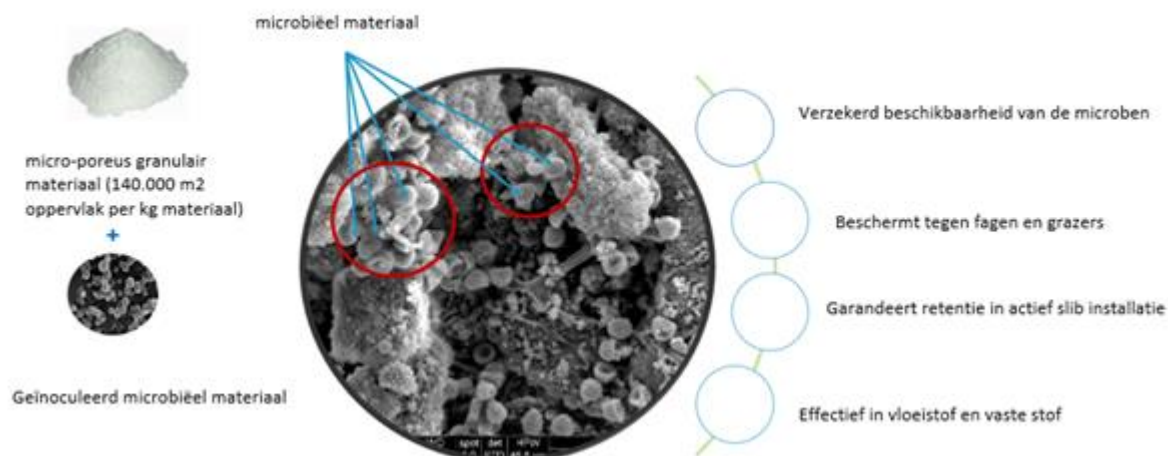
Ten eerste: de toegang tot voedsel (substraat) moet worden vergemakkelijkt. Het mechanisme hierachter is dat het substraat aan het buitenoppervlak van de cel wordt geadsorbeerd, vóórdat diffusie van de moleculen in de cel kan plaatsvinden. Ten tweede moeten microben zoveel mogelijk worden beschermd tegen predatie door andere organismen en/of gifstoffen. Ten slotte moet het microbiële materiaal zo lang mogelijk in de actiefslibinstallatie verblijven om zoveel mogelijk substraat te verwerken (zie afbeelding 1 en 2).

De geteste techniek richt zich op het voldoen aan alle drie de criteria door een gunstige omgeving van zorgvuldig geselecteerde bacteriën te creëren. Dit vindt plaats door het regelmatig doseren van een microporeus, op siliciumoxide gebaseerd, granulair mengsel met een deeltjesgrootte in het bereik van 200 - 600 micron, specifieke dichtheid 590 kg/m<sup>3</sup>, geïnoculeerd met een specifieke microbiële populatie (zie afbeelding 1).



Afbeelding 1. Productieproces Aqua Assist [3]

De deeltjes worden rechtstreeks in de actiefslibinstallatie gedoseerd, waar ze een verblijftijd hebben die gelijk is aan de retentietijd van het slib. Ze beschermen de microben tegen predatoren en/ of gifstoffen en fungeren als kweekvijver voor de biomassa om elke 2-3 uur onder min of meer optimale omstandigheden te verdubbelen. Terwijl de microben zich vermenigvuldigen in de poriën van de granulaire deeltjes (de 'kraamkamer'), verlaten ze de matrix en maken ze deel uit van het actief slib.



Afbeelding 2. Het beoogde mechanisme voor de bioremediatie van het actief slib [4]

De microben die op het microporeuze medium van anorganisch siliciumdioxide worden geïnoculeerd, worden gekenmerkt door een efficiënt metabolisme. Ze zijn niet draadvormig maar vlokvormig en zijn in staat tot een efficiënte hydrolyse, onder zowel lipofiele (vetminnende) als halofiele (zoutminnende) omstandigheden. De populatie bestaat zowel uit facultatieve (dit wil zeggen dat de microben zowel in aerobe als anaerobe omstandigheden kunnen overleven) als aerobe microben[3].

De hoge groeisnelheid van de microben in de granulaire omgeving heeft een relevante impact op de totale biomassa die aanwezig is in het actiefslibassin. Deze impact is berekend voor rwzi Halsteren, gekarakteriseerd door een totaal volume van 2.580 m<sup>3</sup> actief slib, een gemiddelde slibmassa van 9.000

kg en een slibverblijftijd van 19 dagen. 1 Kg Aqua Assist-materiaal bevat 50 g micro-organismen (5 massaprocent), die zich onder ideale beschermde condities kunnen vermeerderen. Tijdens de testperiode (april - november 2019) werd dagelijks 600 gram materiaal gedoseerd, overeenkomend met de toevoeging van 30 gram microbiële materiaal.

Hoewel de dosering van het Aqua Assist-product laag is, zorgen de hoge absorptiecapaciteit van de poreuze media voor substraat en de beschermende omgeving ervoor dat de microben in een exponentiële groeifase terechtkomen. Met typische verdubbelingstijden van ongeveer 2 tot 3 uur kunnen de lage dagelijkse doses Aqua Assist binnen een tijdsbestek van 24 uur maar liefst 50-100 kg biomassa opleveren [5].

De Aqua Assist-techniek wordt soms vergeleken met biomassagroei op dragers in systemen met een *moving bed biofilm reactor* (MBBR), maar deze vergelijking gaat niet op, omdat het groeimechanisme verschillend is. In een MBBR-systeem begint de groei van biofilm van buiten naar binnen. De microben zijn niet zorgvuldig geselecteerd, maar zijn al aanwezig in het systeem en gebruiken de drager om te groeien in een voedselrijk milieu [6], [7], [8].

### **Verschuiving in de microbiële populatie als gevolg van Aqua Assist-dosering**

Om de impact van de Aqua Assist-dosering op de aanwezige populaties micro-organismen te bepalen, zijn deze populaties geïnventariseerd in enkele afvalwaterzuiveringen vóór en na dosering. In onderstaande tabel 1 zijn de resultaten samengevat voor een Amerikaanse huishoudelijke afvalwaterzuivering. Hierbij zijn de populaties bepaald in twee actiefslibtanks (AT1 en AT3) voorafgaande aan de start van de dosering en ná één jaar dosering.

De resultaten laten een verschuiving in aanwezige populaties zien: bepaalde populaties groeien, terwijl andere populaties afnemen. Deze verschuiving draagt bij aan de groei van een populatie van microben die gunstig zijn voor de biologische processen in de afvalwaterzuiveringsinstallatie [9].

Tabel 1. Groei of afname van microbiële populaties in twee actiefslib tanks voor huishoudelijke afvalwaterzuivering, vóór en ná dosering van Aqua Assist gedurende een jaar

AT1				AT3		
	% van totale populatie biomassa		% verandering	% van totale populatie biomassa		% verandering
	T=0	T=1j		T=0	T=1j	
<b>Arcobacter sp</b>	9.3	7.9	-15%	6.1	28,9	+370%
<b>Comamonas sp</b>	2.5	0.0	-100%	2.3	0.0	-100%
<b>Curvibacter sp</b>	2.2	3.6	+67%	3.2	2.2	-30%
<b>Denitromonas sp</b>	2.9	0.0	-100%	4.2	0.0	-100%
<b>Flavobacterium sp</b>	2.1	6.8	+221%	2.3	4.5	+98%
<b>Haliea sp</b>	6.3	0.0	-100%	5.6	0.0	-100%
<b>Hoeflea sp</b>	0.3	10.4	+3694%	0.2	10.7	+6682%
<b>Hydrogenophaga taeniospiralis</b>	3.4	0.9	-74%	3.3	0,5	-84%
<b>Hyphomonas jannaschiana</b>	3.9	0.2	-94%	4.1	0.1	-97%
<b>Marimicrobium arenosum</b>	3.8	0.0	-100%	3.9	0.0	-100%
<b>Psychroserpens mesophilus</b>	13.1	0.0	-100%	14.8	0.0	-100%
<b>Rhodobacter sp</b>	3.0	11.0	+271%	1.6	8.9	+471%
<b>Vitellibacter nionensis</b>	7.9	0.1	-99%	9.1	0.1	-99%
<b>Sulfurimonas sp</b>	–	–	–	0.4	2.4	+431%
<b>Lewinella nigricans</b>	0.7	8.6	+1086%	–	–	–
<b>Thauera phenylacetica</b>	2.1	0.0	+100%	–	–	–

### Proefresultaten voor rwzi Halsteren

Rwzi Halsteren (afbeelding 3) is een laag belaste biologische zuiveringsinstallatie met een capaciteit van 12.700 inwonerequivalenten, een maximale hydraulische capaciteit van 525 m<sup>3</sup>/h en een spuislibproductie van 190 ton droge stof (DS)/jaar. Fosfaat wordt chemisch verwijderd door middel van een aluminiumdosering in de afloop naar de nabezinktank. Het spuislib wordt ingedikt en opgeslagen in de slibopslag, voorafgaand aan transport naar de centrale slibgisting.



Afbeelding 3. Rwzi Halsteren

Om de effectiviteit van de Aqua Assist-dosering te beoordelen is een vergelijking gemaakt met de procesgegevens uit 2017, een jaar met min of meer vergelijkbare procesomstandigheden.

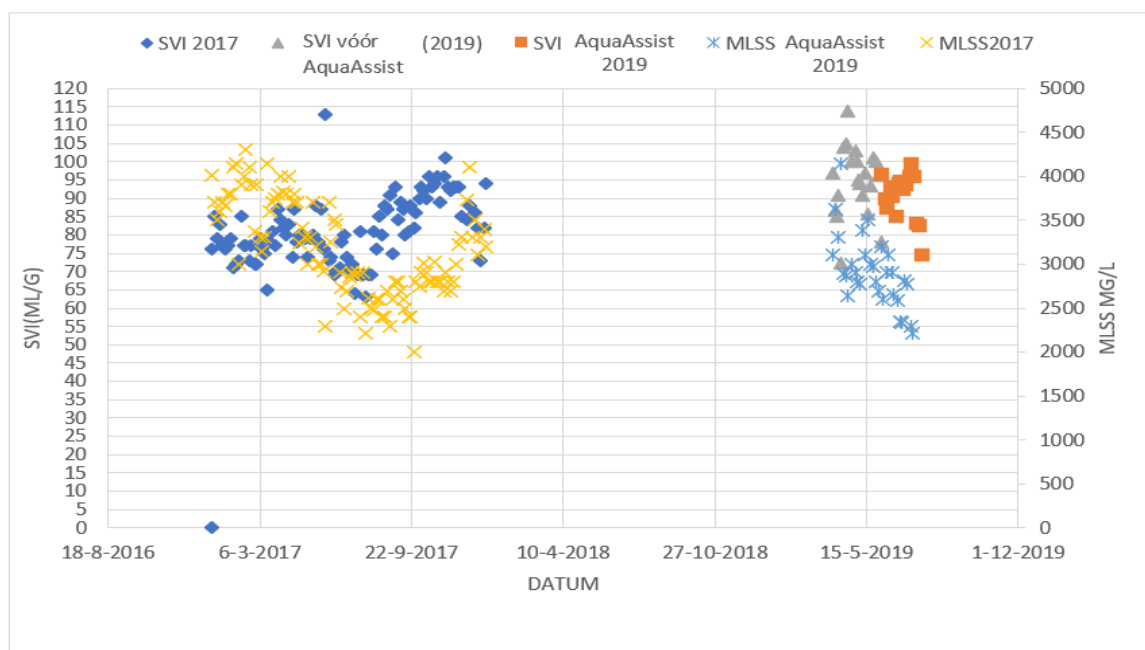
De dosering begon begin juni 2019 en werd voortgezet tot eind november 2019. Tweemaal per week (meestal maandag en donderdag) werd in deze periode een vaste hoeveelheid van 2,1 kg Aqua Assist handmatig gedoseerd in de retourslibstroom op het punt waar het retourslib wordt gemengd met het influent. Dit zorgde voor een ideale menging van het materiaal.

In eerste instantie is de slibconcentratie (MLSS) onveranderd gehouden (en gelijk aan de slibconcentratie in 2017): 2,7 g/l. Na circa 6 weken (eind juli 2019) is de slibconcentratie in een paar stappen verhoogd van 2,7 naar 3,7 g/l. Een samenvatting van de resultaten is gegeven in tabel 2, waarbij de vergelijking is gemaakt tussen de behaalde resultaten in 2017 en 2019 voor dezelfde periode (juli – november).

Tabel 2. Resultaten Aqua Assist-dosering rwzi Halsteren (juni – november 2019)

Jaar	Gemiddelde SVI (ml/ g)	Gemiddelde MLSS (mg/ l)	Gemiddelde spuislib-debiet (m <sup>3</sup> / d)	Totale spuislib volume (m <sup>3</sup> )	Gemiddelde slibafvoer drogestof concentratie (g/ L)	Gemiddelde spuislibafvoer drogestof (kg/ d)	Totale slibafvoer drogestof (kg)	Slibgroei gebaseerd op BZV in voeding (kg/ kg)	Slibgroei gebaseerd op CZV in voeding (kg/ kg)
2017	87	2.673	163	19.688	21,8	540	64.795	0,76	0,27
2019	91	3.650	103	12.492	19,1	426	51.101	0,55	0,21

In afbeelding 4 zijn de gegevens van zowel 2017 als 2019 uitgezet voor MLSS en slibvolume-index (SVI). Er is geen indicatie dat de SVI wijzigt als gevolg van de toenemende MLSS. De combinatie van Aqua Assist-dosering en de mogelijkheid om de installatie te laten draaien met een verhoogde MLSS-concentratie resulteerde in een significante afname van de slibproductie met ongeveer 30%. Tegelijkertijd is vastgesteld dat de effluentkwaliteit onverminderd goed was en voldeed aan alle lozingscriteria. Vergelijking van de gegevens van 2017 en 2019 laat zien dat er in 2017 af en toe hogere concentraties zwevende stof werden gemeten in het effluent, direct gerelateerd aan regenweercondities. Dit effect is in 2019 niet geconstateerd.



Afbeelding 4. SVI en MLSS uitgezet in de tijd (data 2017 en 2019, periode juni – november)

### Evaluatie

Het proefonderzoek met de dosering van Aqua Assist in de actiefslibinstallatie, in combinatie met een verhoging van de actiefslibconcentratie van 2,7 naar 3,7 g/l en de vergelijking van de operationele resultaten met die van 2017, laten zien dat een aanzienlijke reductie in spuislib wordt gerealiseerd, zonder negatieve effecten voor de zuiveringsprestaties.

De dosering van Aqua Assist kan zo een bijdrage leveren aan de vermindering van de productie van spuislib, en daarmee de druk op de verwerking van huishoudelijk afvalwaterslib.

In aanvulling op dit 'proof-of-principle'-onderzoek is het zinvol verder aandacht te besteden aan de fosforbalans, de impact op de energiehuishouding (zuurstofverbruik) en de specifieke wijzigingen in de microbiële populaties in het actiefslibvolume. In 2020 is het onderzoek op rwzi Halsteren voortgezet en is tevens een nieuw onderzoek gestart op rwzi Baarle-Nassau.

## Referenties

1. Bitton, G. (2005). *Wastewater microbiology*, third edition. New Jersey: WILEY-LISS.
2. Xu, S.J. Y. (2018). *Analysis of bacterial community structure of activated sludge from wastewater treatment plants in winter*. Xinjang: Hindawi.
3. Brown & Gay Engineers. (2017). *Evaluation of DryLet LIFT at Atascosita Regional WasteWater Treatment Plant*. BGE Job.
4. Fabiyi, M. (2019). *Anaerobic digestion optimization using biocatalysis*. Drylet, LLC.
5. Gray, N. F. (2010). *Water technology, an introduction for environmental scientists and engineers*. Londen: Elsevier.
6. Kruijff, J. N. (1988). *Handboek voorkomen en bestrijden van licht slib*. Amersfoort: STOWA
7. Loosdrecht, M.C.M. van, Henze. M. (1999). 'Maintenance, endogeneous respiration, lysis, decay and predation'. *Water Science and Technology*. Volume 39, Issue 1, 1999, Pages 107-117. [https://doi.org/10.1016/S0273-1223\(98\)00780-X](https://doi.org/10.1016/S0273-1223(98)00780-X)
8. Xamxidín, M.Y.H. (2016). 'Aquaticitelea liplytica gen. nov., sp. nov., isolated from Antarctic Seawater'. *International journal of systematic and evolutionairy microbiology*, 2661.
9. Zhang, M.J.Y. (2019). *The microbial community in filamentous bulking sludge with the ultra-low sludge loading and long sludge retention time in oxidation ditch*. Shanghai, Urumqi: nature research.