

Eindrapportage ECHO

EleCtrical fermentation feedstock HydrOlyses (ECHO)

514203
P000197
P000295
P000297

| | |
|-----------------------|---------------------------------|
| Aan | : RVO |
| Referentie | : TEG0414008 |
| Verslagperiode | : 01-01-2015 – 31-5-2017 |
| Versie | : 2 |
| Auteur | : E. Broeders |
| Datum | : 07-07-2017 |
| Distributie | : RVO |
| CC | : WM, BL, EB, WDODelta |
| Goedkeuring | : |
| Datum | : |

Inhoudsopgave

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Inleiding | 3 |
| 1.1 | Achtergrond | 3 |
| 1.2 | Doelstelling | 3 |
| 1.3 | Onderzoeksvragen | 4 |
| 2 | Materialen en methode | 5 |
| 2.1 | Principe elektrokinetische slibbehandeling..... | 5 |
| 2.2 | Proeflocatie voor de pilotinstallatie..... | 9 |
| 2.3 | Omschrijving pilotinstallatie..... | 10 |
| 2.4 | Analyses..... | 12 |
| 3 | Resultaten | 14 |
| 3.1 | Algemeen | 14 |
| 3.2 | Fase 1 eenmalige slib behandeling..... | 14 |
| 3.3 | Fase 2 recirculatie over slibbuffertank | 16 |
| 3.4 | Massabalans | 19 |
| 3.5 | Ontwateringsresultaten na vergisting | 20 |
| 3.6 | Temperatuur vergisting..... | 21 |
| 3.7 | Verblijftijd vergisting..... | 22 |
| 3.8 | Gloeirest na vergisting | 23 |
| 3.9 | Biogasproductie..... | 24 |
| 3.10 | Energieverbruik | 26 |
| 4 | Discussie | 27 |
| 4.1 | Operationele problemen | 27 |
| 4.2 | Invloed resterend volume in slibbuffer | 27 |
| 4.3 | Wisselende bedrijfsvoering en operationele problemen op de zuivering | 27 |
| 5 | Conclusies | 29 |
| 6 | Vervolg en aanbevelingen | 30 |

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Voor realisatie van de duurzame energiedoelstellingen is optimale benutting van substraten gewenst. Het is van belang dat hiervoor kosteneffectieve technieken beschikbaar komen. Het Turbo Sludge Booster concept kan hieraan mogelijk een bijdrage leveren. De basis voor dit concept is gelegd door een Oostenrijkse uitvinder (opererend onder de naam Innovum GmbH, www.innovum.at) met de ontwikkeling van een proces voor ontsluiting op basis van een sterk elektrisch veld. Tijdens het elektrokinetische proces wordt in een module waar substraat doorheen wordt geleid een hoogspanningsveld opgewekt om agglomeraties (aggregaten/colloïden) van dood organisch materiaal en bacteriën open te breken. Hierdoor wordt de in de cel ingesloten organische stof en vocht ontsloten. Het wisselende sterke elektrische veld leidt tot een groot pulsmatig ionentransport door de celwand, waardoor deze wordt opengebroken. Voor de ontwikkeling en marktintroductie van een eerste generatie versie van dit concept is Innovum een samenwerking aangegaan met Vogelsang (www.vogelsang.info). Omdat de prestaties van deze eerste generatie achter bleven bij de verwachting heeft Innovum de reactormodule doorontwikkeld. De module bleek gevoelig voor vervuiling en de opbouw van het elektrisch veld was niet optimaal. In de tussentijd is de samenwerking met Vogelsang beëindigd, en heeft Innovum in NWT een nieuwe partner gevonden voor doorontwikkeling en vermarkting van deze tweede generatie.

Met een bench schaal testopstelling heeft Innovum testen gedaan met zuiverings-slib monsters van een viertal rwzi's. Een duidelijke structuurverandering van de slib-vlok is waarneembaar, de biogasproductie wordt met circa 20% verhoogd (theoretisch blijkt 30 – 35% haalbaar), het flocculant gebruik voor indikken van het slib met 10% teruggebracht en het slibvolume met 10% gereduceerd. Resultaten van labschaal testen laten zelfs een toename van de biogasproductie met ruim 33% zien. Het energieverbruik is onder meer afhankelijk van het droge stofgehalte van het substraat, en wordt op basis van ervaringen met generatie 1 en de lab- en bench schaal proeven met generatie 2 thans geraamd op 1,75 – 7 Wh/m³ behandeld slib.

NWT is een intentieovereenkomst aangegaan met Innovum voor het exclusieve recht om de technologie door te ontwikkelen en te vermarkten.

1.2 Doelstelling

De geschetste onderzoeksresultaten en praktijkervaringen met elektrische hydrolyse van zuiverings-slib en mest, alsmede eerste kleinschalige resultaten van testen met een twee generatie ontwerp van dit concept (turbo sludge booster: TSB) lijken veelbelovend. De potentie voor een duidelijke verbetering van de kosteneffectiviteit (> 15%) lijkt aanwezig. Projectpartners willen in een representatieve pilot de prestatie van het concept op de substraten mest en zuiverings-slib onder Nederlandse condities testen, en op basis van deze resultaten het concept beoordelen en doorontwikkelen. Vanwege de eenvoud van het concept, en om tot voldoende betrouwbare resultaten te komen, is besloten om de veldexperimenten op full-scale met bestaande vergisters uit te voeren. Op basis van historische prestaties van de vergisters, alsmede flankerend aan de veldexperimenten uit te voeren labchaal fermentatie testen kan de prestatie van het systeem optimaal worden onderzocht en beoordeeld

1.3 Onderzoeksvragen

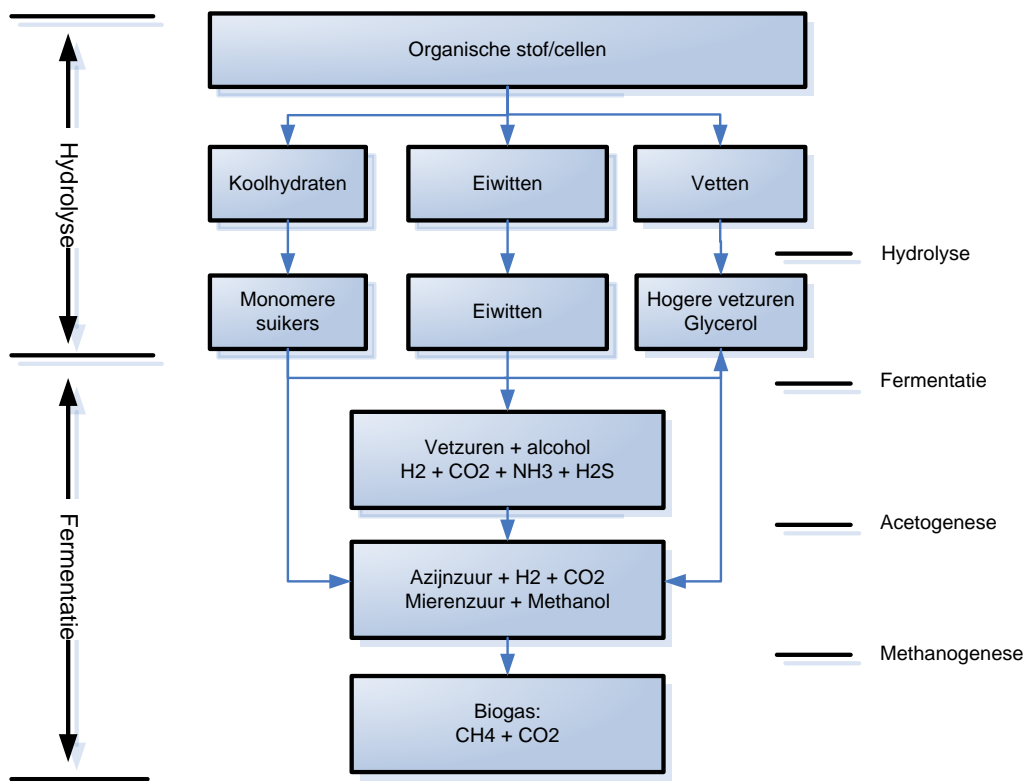
Doordat er verschillende optimalisatiestappen hebben plaatsgevonden gedurende de veldexperimenten, is het onderzoeksprogramma aangepast. De volgende onderzoeksvragen komen aan de orde:

- Wat is de bijdrage van het TSB systeem aan verhoogde hydrolyse?
- Wat is de impact op samenstelling en verwerkbaarheid slib/digestaat?
- Wat is de impact op de biogasproductie?
- Wat is het energieverbruik van het TSB systeem?
- Is er een effect van mogelijke vervuiling van de elektroden op mogelijke/gewenste voorbehandeling substraat?
- Wat is de robuustheid/standtijd van het TSB systeem en in het bijzonder de elektroden?
- Wat is de optimale configuratie in combinatie met vergisting (voorgeschakeld, of als side stream behandeling)?
- Hoe kosteneffectief is de TSB bij behandeling op mest en zuiveringslib toepassingen(cases)?

2 Materialen en methode

2.1 Principe elektrokinetische slibbehandeling

De vergisting van biomassa vindt globaal plaats in 4 stappen. Dit wordt geïllustreerd met figuur 1. De hydrolyse van gesuspendeerd materiaal wordt in het algemeen gezien als snelheidsbeperkende stap in dit proces. Deze hydrolyse vindt plaats met exo-enzymen die de bij de omzetting betrokken bacteriën uitscheiden. De hydrolysesnelheid wordt veelal gemodelleerd met een eerste orde kinetiek. Uit Figuur 1 blijkt duidelijk dat de vier reactie stappen in een vergister goed op elkaar moeten zijn afgestemd. Wanneer dit onvoldoende het geval is, zal tussenproduct van één of meer reacties ophopen, en zal onherroepelijk remming van het proces als geheel optreden. Ophoping van propionaat, acetaat en/of waterstof is bekend als versturende factor tijdens de methanogenese.



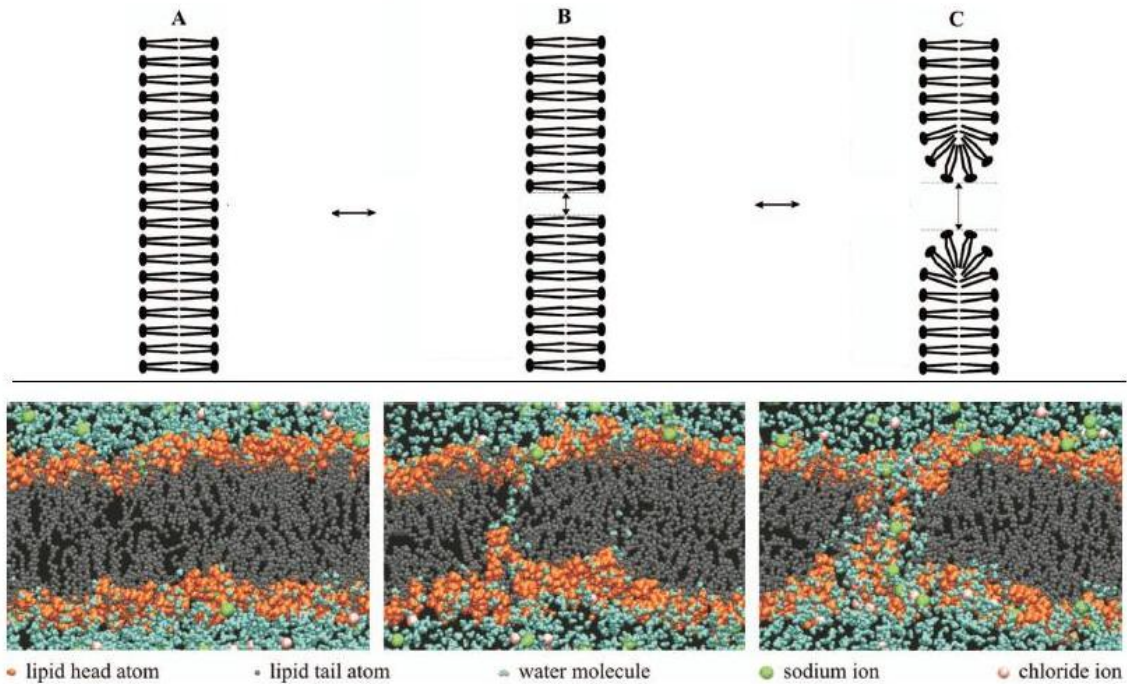
Figuur 1 Vereenvoudigde weergave van vergistingsproces

De afbreekbaarheid van biomassa wordt in hoge mate bepaald door de afbreekbaarheid van de afzonderlijke componenten. Suikers zijn over het algemeen goed afbreekbaar, en vetzuren die de bacteriën kunnen omzetten naar methaan worden snel gevormd. Gesuspendeerde vetten zijn in principe goed om te zetten naar methaan, maar de hydrolysesnelheid is sterk afhankelijk van de deeltjesgrootte van het vet. Daarnaast is het essentieel omzetting van gevormde vrije vetzuren

kan plaatsvinden. De aanwezigheid van een actieve methanogene populatie is hiervoor vereist. Ook eiwitten zijn afhankelijk van de pH ook relatief gemakkelijk om te zetten.

De omzetting van plantaardig celmateriaal en celmateriaal van micro-organismen (zuiveringsslib) is veelal problematischer voor zover de celwand nog in tact is. De celwand is moeilijk afbreekbaar en verhindert de toegankelijkheid van de binnen de cel ingesloten organische stof voor de bij de vergisting betrokken enzymen en micro-organismen. Deze celwand moet eerst worden "opengebrouwen" voordat omzetting van de celinhoud kan plaatsvinden. Substraten met hogere gehalten aan celmateriaal van plantaardige oorsprong of van micro-organismen kennen daarom veelal duidelijk lagere omzetzendementen voor organische stof. De praktische omzetting en biogasproductie verschillen voor deze stromen veelal sterk van de theoretisch maximaal haalbare waarden. Hier blijft dus een aanzienlijk biogaspotentieel onbenut. Vanwege het hoge gehalte aan intercellulair vocht in zuiveringsslib leidt de beperkte ontsluiting door vergisting ook slechts tot een beperkte verbetering van de ontwaterbaarheid van het residu-slib, waardoor de reductie van de slibvracht als gevolg van vergisting beperkt is.

Voor realisatie van de duurzame energiedoelstellingen is echter optimale benutting van substraten gewenst. Zoals aangegeven moeten hiervoor kosteneffectieve technieken voor ontsluiting van organische stof beschikbaar komen. Het Turbo Sludge Booster concept kan hieraan mogelijk een bijdrage leveren. De basis voor dit concept is gelegd door een Oostenrijkse uitvinder (opererend onder de naam Innovum GmbH, www.innovum.at) met de ontwikkeling van een proces voor ontsluiting op basis van een sterk elektrisch veld. Tijdens het elektrokinetische proces wordt in een module waar substraat doorheen wordt geleid een hoogspanningsveld opgewekt om agglomeraties (aggregaten/colloïden) van dood organisch materiaal en bacteriën open te breken. Hierdoor wordt de in de cel ingesloten organische stof en vocht ontsloten. Het wisselende sterke elektrische veld leidt tot een groot pulsmatige vervorming van de celwand/membraan en ionentransport door de celwand, waardoor deze wordt opengebrouwen. Dit wordt geïllustreerd in figuur 2.



Figuur 2 Elektroporatie

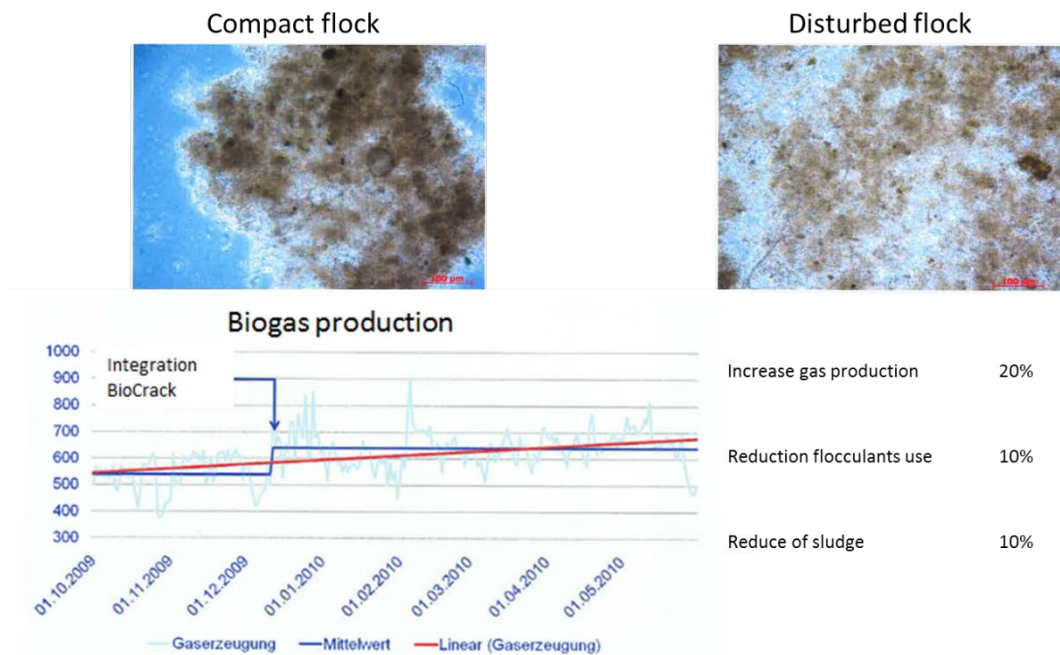
Voor de ontwikkeling en marktintroductie van een eerste generatie versie van dit concept is Innovum een samenwerking aangegaan met Vogelsang uit Duitsland (www.vogelsang.info). Omdat de prestaties van deze eerste generatie achter bleven bij de verwachting heeft Innovum de reactormodule doorontwikkeld. De module bleek gevoelig voor vervuiling en de opbouw van het elektrisch veld was niet optimaal. In de tussentijd is de samenwerking met Vogelsang beëindigd, en heeft Innovum in NWT een nieuwe partner gevonden voor doorontwikkeling en vermarkting van deze tweede generatie.

Met een bench schaal testopstelling heeft Innovum testen gedaan met zuiveringsslib monsters van een viertal rwzi's in Oostenrijk. De foto's in figuur 3 geven een beeld van substraat (zuiveringsslib) voor en na behandeling. Ze tonen duidelijk een wijziging in de slibstructuur, welke het gevolg is van de celontsluiting. Het is zichtbaar dat het zogenaamde celwater uit de cel is vrijgekomen en tevens dat de viscositeit van het slib is afgenomen.



Figuur 3 Foto's resultaten testen elektrostatische slibbehandeling

In figuur 4 worden de resultaten van deze testen weergegeven. Een duidelijke structuurverandering van de slib-vlok is waarneembaar, de biogasproductie wordt met circa 20% verhoogd (theoretisch blijkt 30 – 35% haalbaar), het flocculant gebruik voor indikken van het slib met 10% teruggebracht en het slibvolume met 10% gereduceerd.



Figuur 4 Resultaten bench schaal testen met rwzi slib

2.2 Proeflocatie voor de pilotinstallatie

De pilotinstallatie is bij rwzi Deventer getest behorend bij Waterschap Drents en Overijsselse Delta (WDODelta).

Rwzi Deventer is een actief slibinstallaties met voorbezinking en gisting ontworpen voor behandeling van 165.013 i.e. à 150 gr. TZV / dag. De actief slibinstallaties zijn in 2003 omgebouwd tot een laagbelast actief slibproces met biologische P-verwijdering volgens het BCFS®-proces. De slibgisting van rwzi Deventer verwerkt ook structureel slib van één andere laagbelaste actief slibinstallatie in Olst. Het primaire en secundaire slib van rwzi Raalte wordt ontwaterd op de kunstmatige slibontwateringsinstallatie (KSO) te Deventer. Het centraat wordt verwerkt op de rwzi Deventer. 'De RWZI Deventer beschikt over een installatie voor opslag en continue dosering van drinkwaterslib. Dit ijzerhoudende slib dient voor het vasthouden van fosfaat en het voorkomen van sulfidevorming in de gistingstanks.

Rwzi Deventer bestaat uit de volgende procesonderdelen:

- Roostergoedverwijdering
- Zandvang
- Voorbezinktanks
- Actiefslibinstallatie
- Nabezinktanks
- Gravitaire slibindickers
- Zeefbandindikker voor indikking secundair slib
- Vergisters
- Ontwateringscentrifuges

In figuur 5 geeft een foto van rwzi Deventer weer en figuur 6 de pilotopstelling van de Turbo Sludge Booster (TSB).



Figuur 5 Luchtfoto rwzi Deventer



Figuur 6 TSB pilot installatie opgesteld bij rwzi Deventer

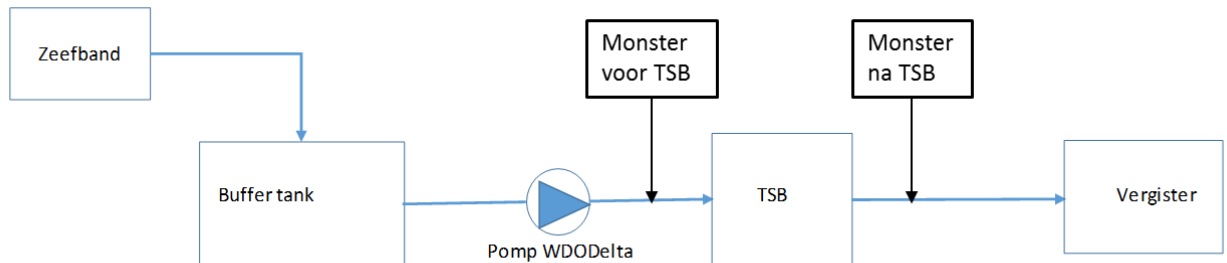
2.3 Omschrijving pilotinstallatie

De pilot bevat de volgende componenten:

- Maccerator voor het versnijden van vezelig materiaal om verstoppingen in het systeem te voorkomen
- 6 Elektrodes voor de elektrokinetische behandeling van het slib
- Flowmeter
- Temperatuursensoren voor en na de elektrodes
- Druksensoren voor en na de elektrodes

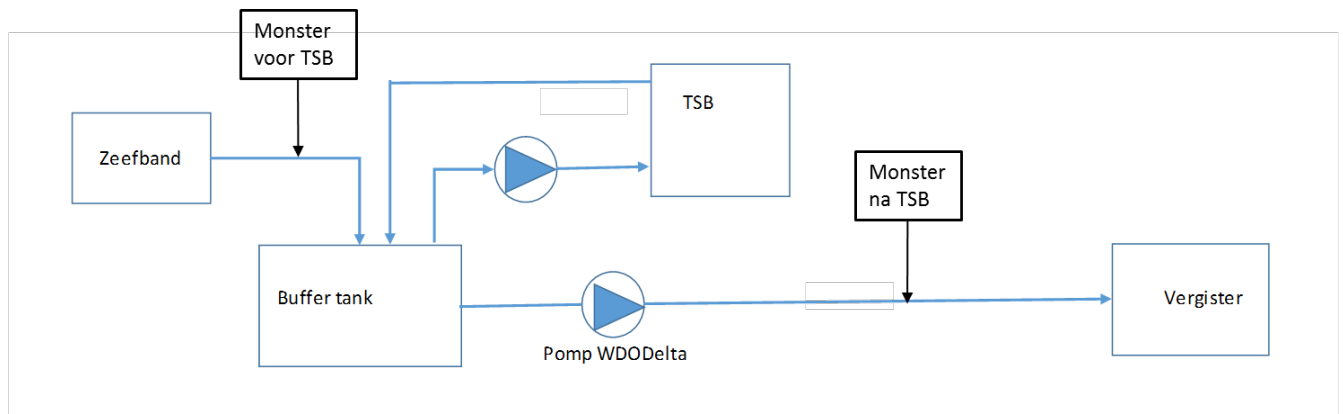
Het slib wordt verpompt door de bestaande secundaire slibpomp van rwzi Deventer. Vervolgens wordt het ingedikte secundaire slib van rwzi Deventer eenmalig door de pilot behandeld, voordat wordt getransporteerd naar de vergisters.

De opstelling voor de behandeling van secundair slib op rwzi Deventer in fase 1 is weergegeven in figuur 7. Hierbij worden de monsters direct voor en na behandeling van de pilot genomen.



Figuur 7 Opstelling TSB pilot op RWZI Deventer voor fase 1

Gedurende de eerste 2 maanden (februari en maart 2016) van de veldexperimenten bleek dat de werkdruk door de installatie met regelmaat dermate hoog werd (> 7 bar), waardoor de pomp van rwzi Deventer op overdruk uitviel en de pakkingen van de macerator gingen lekken. Daardoor is in samenspraak met Waterschap WDOdelta en Innovum in april 2016 besloten om de opstelling aan te passen. Hierbij heeft Nijhuis Industries een extra pomp geplaatst die het ingedikte secundaire slib vanuit de slibbuffer aan heeft gezogen en via behandeling van de TSB pilot weer retourneerde in de slibbuffer. De opstelling is in de 2^e helft van juni weer opgestart. Hierdoor werd het slib per uur gemiddeld 3-4 keer gerecirculeerd alvorens het naar de vergister verpompt werd. De gewijzigde opstelling is schematisch weergegeven in figuur 8. Een tweede reden voor de aanpassing was dat Innovum aan gaf dat door het recirculeren het slib nog verder gehydrolyseerd zal worden.



Figuur 8 Opstelling TSB pilot op rwzi Deventer voor fase 2

Door de gewijzigde opstelling voor fase 2 kan er niet meer direct voor en na de pilot bemonsterd worden, omdat het slib meerdere malen gerecirculeerd wordt. Om zo nauwkeurig mogelijk de vast te stellen wat het effect van de pilot is, zijn de monsternamenpunten gewijzigd. Hierbij wordt, wanneer de put tot laag niveau afgepompt is, het slib direct vanaf de zeefbandpers bemonsterd tijdens het opvullen van de put (diverse steekmonsters gedurende ongeveer een uur tijd). Wanneer de pomp start met het leegpompen van de slibbuffer naar de

vergisters toe, worden een aantal steekmonsters na de pomp genomen (gedurende 15 minuten tijd). Hierbij moet opgemerkt worden dat de slibbuffer nooit geheel leeggepompt wordt en er zal altijd ongeveer eenderde van het volume overblijven.

Het aanzuigen van het viskeuze ingedikte slib is gedurende de 4 maanden, dat de installatie in de bovenstaande configuratie gedraaid heeft, een probleem geweest. Door de hoge viscositeit in combinatie met de aanzuighoogte van 2,5 meter slijt de stator van de monopomp in ongeveer een maand tijd. Door gebrek aan een betere optie heeft Nijhuis Industries de stator iedere maand vervangen. Na 4 maanden testen was de pomp versleten en zijn de veldtesten stopgezet. Het was in een dergelijk korte tijd niet mogelijk om een nieuwe pomp te plaatsen en de proeven voort te zetten. Door de levertijd van een nieuwe pomp of onderdelen (4-5 weken), zou er wederom 1,5 tot 2 maanden gewacht moeten worden tot er weer 2 -3 slibleeftijden gepasseerd zouden zijn. In samenspraak met Waterschap WDODelta en met het oog op de resterende projecttijd is besloten om de proef te stoppen. Na de uitwerking van het eindrapport zal samen met Waterschap WDODelta beslist worden of er een vervolg gegeven wordt aan het project, waarbij de installatie goed geïntegreerd zal worden in het huidige proces om de technische knelpunten op te lossen.

2.4 Analyses

In 2015 is er een eerste nulmeting gedaan als referentie voor het pilotonderzoek. Vervolgens worden dezelfde slibstromen gedurende het pilotonderzoek bemonsterd en worden de debieten gemeten. Het totale meetplan bestaat uit de volgende slibstromen

- Ingedikt primair slib rwzi Deventer
- Ingedikt secundair slib rwzi Deventer
- Extern vet van AV Stegeman
- Extern slib van rwzi Olst en Raalte
- Digestaat na de 2 vergisters
- Ingedikt slib na ontwatering
- Centraat na ontwatering

Van de bovenstaande slibstromen worden de volgende parameters gemeten:

- DS (droge stof)
- Gloeirest (ter bepaling van organische droge stof)
- Totaal CZV
- Opgelost CZV
- PO₄-P (ortho-fosfaat)
- NH₄-N
- Biogas (online meting WDODelta)

Om vast te stellen wat het effect is van de slibbehandeling met de TSB pilot worden en monsters voor en na de TSB pilot genomen. Deze monsters worden geanalyseerd op:

- DS (droge stof)
- Gloeirest (ter bepaling van organische droge stof)
- Totaal CZV
- Opgelost CZV

- PO₄-P (ortho-fosfaat)
- NH₄-N
- Biomethaan potentie testen (vergistingsproeven)

Op basis van de werking van elektrokinetische voorbehandeling wordt een toename in de fracties voor opgelost CZV, ortho-fosfaat en ammonium verwacht doordat het slib ontsloten wordt. Deze parameters gelden als een indicatie voor de werking. Uiteindelijk wordt door middel van het uitvoeren van vergistingsproeven vastgesteld wat het potentiële effect van de TSB pilot is na behandeling van het ingedikte secundaire slib.

Voor de totale beoordeling van het project dient de massabalans inclusief ontwatering in beeld gebracht te worden. Metingen voor en na de TSB pilot geven enkel een indicatie van het potentieel. Om een verbeterde werking van de vergisting vast te stellen moeten er eerst 2-3 slibleeftijden gewacht worden totdat er een representatieve situatie ontstaat. Bij een slibleeftijd van 20 dagen betekent dit 1,5 tot 2 maanden in tijd. Met labonderzoek is een verbetering van ontwaterbaarheid niet goed vast te stellen. Samen met een eventuele reductie in polymeerverbruik zal dit op de full-scale vergisting gemeten moeten worden.

3 Resultaten

3.1 Algemeen

In deze tussenrapportage worden de volgende resultaten behandeld:

- Kwalitatieve analyses en vergistingsproeven op het laboratorium voor en na benadeling van de TSB pilot voor:
 - Fase 1 met een enkele behandeling van het slib
 - Fase 2 waarbij het slib gerecirculeerd werd over de slibbuffer
- Vergelijking van ontwateringsresultaten ten opzichte van voorgaande jaren

In 2015 is een nulmeting uitgevoerd, zodat op basis hiervan een massabalans opgesteld kan worden. Op basis van de nulmeting kan vervolgens de werking van de pilot vergeleken worden. Gedurende juni tot en met augustus 2015 is de nulmeting uitgevoerd. Hierbij zijn de diverse slibstromen voor en na de vergisting bemonsterd en de bijbehorende debieten worden normaal gesproken online gemeten en opgeslagen in de database van WDODelta. In deze periode is Waterschap WDODelta overgegaan op een ander databeheerssysteem, Z-info. Door deze overgang naar Z-info zijn de debieten van de diverse slibstromen niet goed opgeslagen en verloren gegaan. Hierdoor is het niet mogelijk geweest om de massabalans over de nulmeting op te stellen. In samenspraak met RVO is er besloten om een nieuwe nulmeting in 2017 op te stellen. Na afronding van de nulmeting zal de massabalans opnieuw opgesteld worden. De massabalans zal deel uitmaken van de eindrapportage.

3.2 Fase 1 eenmalige slib behandeling

In tabel 1 zijn de resultaten van februari 2016 weergegeven, waarbij het slib enkel eenmalig door de TSB pilot behandeld is.

In deze opstelling behandeld de TSB pilot het ingedikte secundaire slib wanneer de slibpomp naar de vergisting aan staat. Dit is ongeveer 15 minuten per uur met een debiet van 8-12 m³/h.

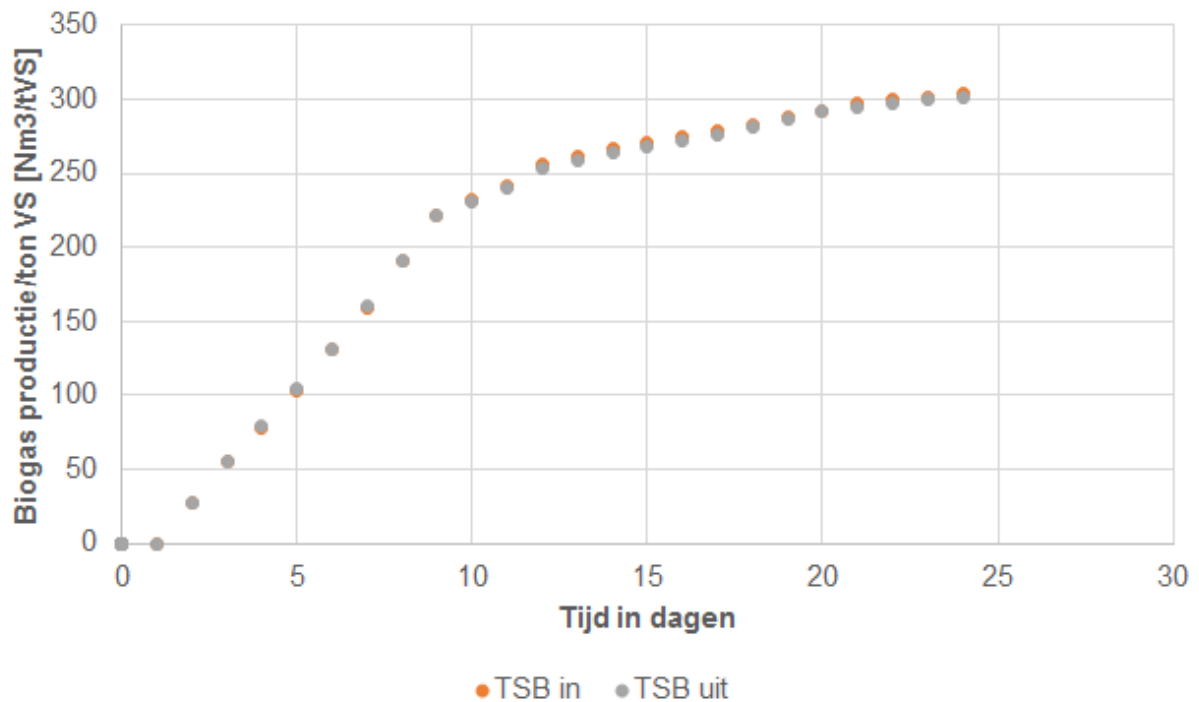
Gedurende maart 2016 heeft de installatie veelvuldig uitgestaan door een te hoge druk en lekkages bij de macerator vanwege de hoge druk.

Tabel 1 Resultaten voor totaal CZV, opgelost CZV, PO₄-P en NH₄-N voor en na behandeling met de TSB

| Datum | CZV totaal | | | Opgelost CZV | | | PO ₄ -P | | | NH ₄ -N | | |
|------------------|-------------|-------------|------------|--------------|-------------|------------|--------------------|------------|-----------|--------------------|-------------|------------|
| | in | uit | % | in | uit | % | in | uit | % | in | uit | % |
| | g/kg DS | g/kg DS | | mg/l | mg/l | | mg/l | mg/l | | mg/l | mg/l | |
| 15-2-2016 | 1180 | 1120 | -5% | 830 | 760 | -8% | 250 | 300 | 20% | 41,6 | 48,7 | 17% |
| 18-2-2016 | 1180 | 1130 | -4% | 820 | 800 | -2% | 290 | 250 | -14% | 55,3 | 53,4 | -3% |
| 22-2-2016 | 1150 | 1150 | 0% | 1280 | 1550 | 21% | 450 | 440 | -2% | 87 | 71,6 | -18% |
| 25-2-2016 | 1170 | 1130 | -4% | 820 | 1430 | 74% | 120 | 150 | 25% | 31,2 | 32,5 | 4% |
| 29-2-2016 | 1170 | 1160 | -1% | 550 | 1400 | 155% | 80 | 120 | 50% | 17 | 22,3 | 31% |
| Gemiddeld | 1170 | 1138 | -3% | 860 | 1188 | 38% | 238 | 252 | 6% | 46,4 | 45,7 | -2% |

Uit tabel 1 blijkt dat:

- Het totaal CZV gelijk blijft.
- Op de eerste 2 metingen na een toename te zien in opgelost CZV van gemiddeld 38%.
- Een wisselend resultaat voor $PO_4\text{-P}$ en $NH_4\text{-N}$. Bij een toename in opgelost CZV zou ook een toename in deze parameters te verwachten zijn.



Figuur 9 Biogasmeting voor en na de TSB pilot

Figuur 9 laat de resultaten van een vergistingstest zien waarbij het slib voor en na behandeling van de TSB pilot vergist is op laboratoriumschaal. Uit deze test blijkt dat bij eenmalig het slib te behandelen er geen extra biogas gemeten is ten opzichte van het onbehandelde slib.

3.3 Fase 2 recirculatie over slibbuffertank

In tabellen 2 en 3 zijn de metingen weergegeven voor DS, VS, totaal CZV, opgelost CZV, ortho-fosfaat en ammonium. Hierbij is de opstelling aangepast en wordt het slib gemiddeld 3-4 keer behandeld door de TSB pilot.

In deze opstelling recirculeert de TSB pilot 24 uur per dag het ingedikte secundaire slib met een debiet van 10 m³/h.

De periode half juni tot en met juli (ruim 2 slibleeftijden) is nodig in de vergister om zich in te stellen op de nieuwe situatie waarbij het secundaire slib behandeld is door de TSB installatie. Het effect van de installatie moet vervolgens in de periode augustus tot en met half oktober waar te nemen zijn.

Tabel 2 DS, VS en totaal CZV voor en na behandeling

| Datum | Tijd | DS | | | VS | | | Totaal CZV | | |
|------------------|-------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-----------|--------------|--------------|-----------|
| | | In | Uit | Vershil | In | Uit | Vershil | In | Uit | Vershil |
| | | [g/l] | [g/l] | [%] | [g/l] | [g/l] | [%] | [mg/l] | [mg/l] | [%] |
| 15-6-2016 | 11:30 | 50,6 | 48,237 | -5% | 38,1 | 36,2 | -5% | 58650 | 54333 | -7% |
| 17-6-2016 | 09:15 | 51,4 | 47,510 | -7% | 38,5 | 35,5 | -8% | 61208 | 52250 | -15% |
| 21-6-2016 | 09:15 | 51,0 | 48,501 | -5% | 38,1 | 36,2 | -5% | 55050 | 54850 | 0% |
| 23-6-2016 | 09:00 | 56,1 | 53,416 | -5% | 41,5 | 39,4 | -5% | 61800 | 59200 | -4% |
| 23-6-2016 | 09:35 | 56,5 | 53,384 | -6% | 41,7 | 39,5 | -5% | 56950 | 59300 | 4% |
| 29-06-16 | 14:30 | 57,9 | 56,537 | -2% | | | | 65007 | 59936 | -8% |
| 30-06-16 | 09:25 | 58,8 | 56,679 | -4% | | | | 67797 | 65234 | -4% |
| 30-06-16 | 09:50 | 59,8 | 56,987 | -5% | | | | 60749 | 62477 | 3% |
| 4-7-2016 | 13:50 | 61,0 | 55,342 | -9% | | | | 61927 | 59781 | -3% |
| 08-07-16 | 09:50 | 52,5 | 57,426 | 9% | | | | 60550 | 71900 | 19% |
| 19-07-16 | | 53,3 | 47,705 | -11% | 38,0 | 34,0 | -11% | 69145 | 55790 | -19% |
| 02-08-16 | 09:29 | 63,9 | 55,895 | -13% | 47,6 | 41,6 | -13% | 59176 | 62641 | 6% |
| 03-08-16 | 10:04 | 56,4 | 56,372 | 0% | 42,0 | 42,0 | 0% | 64779 | 58812 | -9% |
| 08-08-16 | 14:01 | 58,3 | 62,013 | 6% | 43,4 | 46,2 | 6% | 62590 | 68264 | 9% |
| 17-08-16 | 12:25 | 45,5 | 58,387 | 28% | 33,9 | 43,5 | 28% | 47011 | 64246 | 37% |
| 24-8-2016 | 09:00 | 50,3 | 65,270 | 30% | 37,4 | 48,6 | 30% | 42881 | 66423 | 55% |
| Gemiddeld | | 56,2 | 56,570 | 0,7% | 40,7 | 41,9 | 3% | 60028 | 62616 | 4% |

Uit tabel 2 blijkt dat:

- De gehalten voor DS, VS en totaal CZV voor en na behandeling regelmatig afwijken. Dit is een indicatie dat het volume dat niet verpompt wordt vanuit de slibbuffer een invloed heeft op de metingen.
- Er een gemiddelde toename is van DS, VS en totaal CZV. Dit komt voornamelijk door de laatste 2 metingen. Er is echter geconstateerd dat normaal gesproken gedurende de dag het droge stofgehalte vanaf de bandindikker toeneemt.

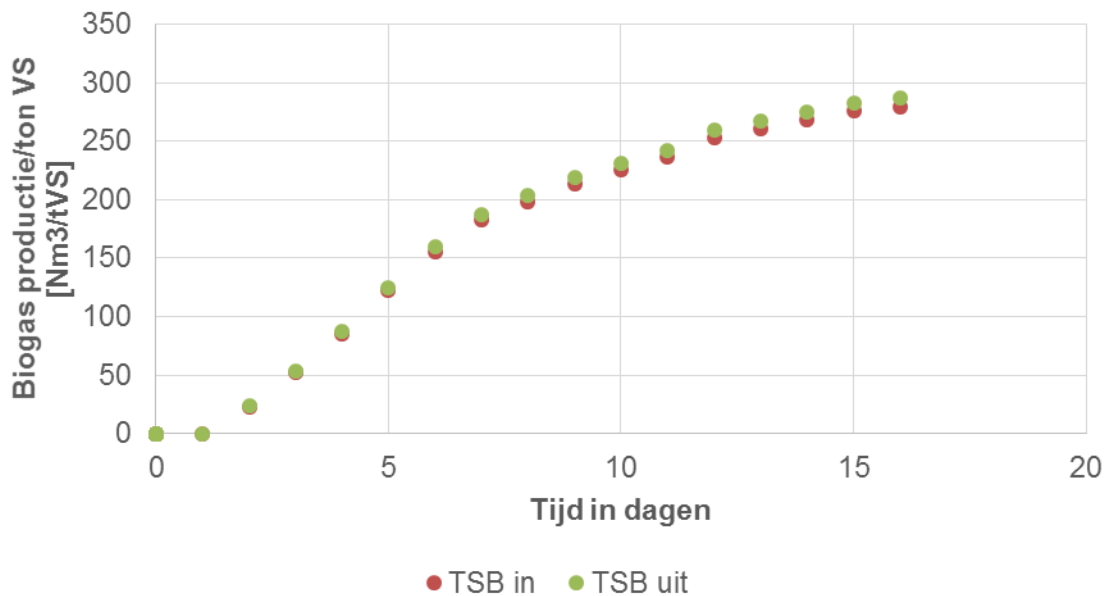
Tabel 3 Opgelost CZV, ortho-fosfaat en ammonium voor en na behandeling

| Datum | Tijd | Opgelost CZV | | | NH4-N | | | PO4-P | | |
|------------------|-------|--------------|---------------|-------------|-----------|-----------|-------------|-----------|------------|-------------|
| | | In | Uit | Vershil | In | Uit | Vershil | In | Uit | Vershil |
| | | [mg/l] | [mg/l] | [%] | [mg/l] | [mg/l] | [%] | [mg/l] | [mg/l] | [%] |
| 15-6-2016 | 11:30 | 264 | 794 | 201% | 5 | 20 | 293% | | | |
| 17-6-2016 | 09:15 | 238 | 997 | 319% | 145 | 347 | 139% | | | |
| 21-6-2016 | 09:15 | 189 | 813 | 330% | 9,9 | 21,6 | 118% | | | |
| 23-6-2016 | 09:00 | 227 | 965 | 325% | 11,7 | 37,2 | 218% | 53,1 | 160,2 | 202% |
| 23-6-2016 | 09:35 | 216 | 942 | 336% | 12,3 | 33,7 | 174% | 55,86 | 143,4 | 157% |
| 29-06-16 | 14:30 | 328 | 787 | 140% | 18 | 48 | 173% | 87 | 213 | 145% |
| 30-06-16 | 09:25 | 233 | 1143 | 391% | 10 | 20 | 102% | 61 | 186 | 205% |
| 30-06-16 | 09:50 | 223 | 1308 | 487% | 9 | 37 | 305% | 57 | 181 | 217% |
| 4-7-2016 | 13:50 | 178 | 1812 | 918% | 10 | 42 | 317% | 53 | 227 | 327% |
| 08-07-16 | 09:50 | 192 | 1310 | 582% | 6 | 43 | 579% | 42 | 175 | 314% |
| 19-07-16 | | 367 | 1601 | 336% | 24 | 129 | 444% | 120 | 480 | 300% |
| 02-08-16 | 09:29 | 279 | 1519 | 444% | 22 | 100 | 359% | 137 | 499 | 264% |
| 03-08-16 | 10:04 | 203 | 1501 | 639% | 16 | 95 | 498% | 103 | 521 | 406% |
| 08-08-16 | 14:01 | 319 | 1776 | 457% | 30 | 129 | 324% | 176 | 532 | 202% |
| 17-08-16 | 12:25 | 188 | 1095 | 482% | 9 | 54 | 476% | 72 | 238 | 231% |
| 24-8-2016 | 09:00 | 247 | 1457 | 490% | 5,07 | 62 | 1123% | 53,3 | 270 | 407% |
| Gemiddeld | | 246,2 | 1324,3 | 438% | 14 | 64 | 352% | 82 | 294 | 257% |

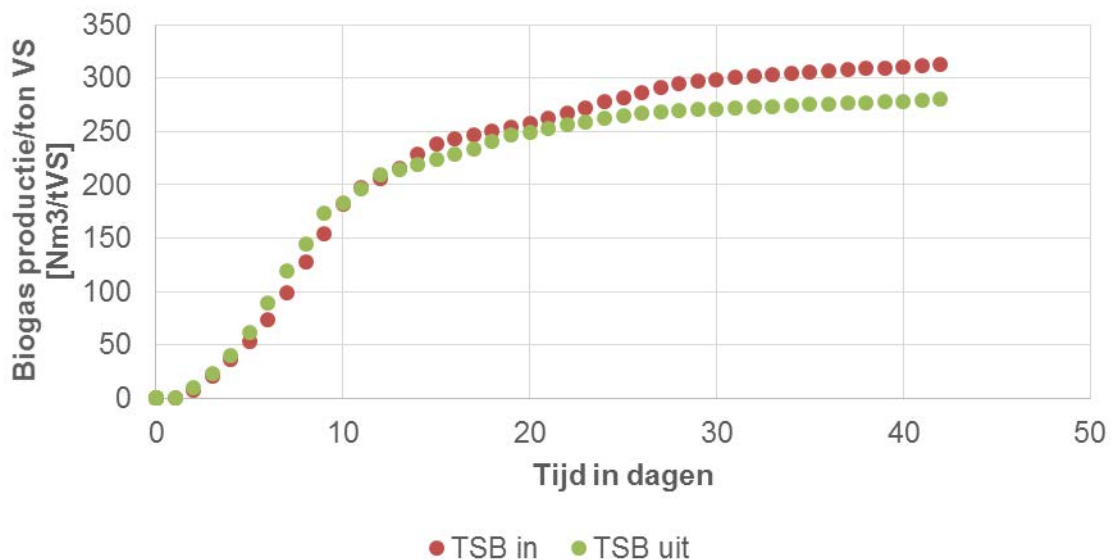
Uit tabel 3 blijkt dat door een toenemende mate van behandeling het gehalte aan opgelost CZV, ammonium en ortho-fosfaat toeneemt met respectievelijk 438%, 352% en 257%. In vergelijking

met 38% voor opgelost CZV en vrijwel geen toename voor ortho-fosfaat en ammonium vanuit de opstelling van fase 1 is dit een significante toename.

In figuren 10 en 11 is de biogasproductie voor en na behandeling weergegeven voor de monsters genomen op 23 juni en 19 juli 2016.



Figuur 10 Biogasproductie monster 23 juni 2016



Figuur 11 Biogasproductie monster 19 juli 2016

Uit figuren 10 en 11 blijkt dat:

- De biogasproductie per hoeveelheid organische droge stof na behandeling van de monsters van 23 juni gelijk is aan de biogasproductie voor behandeling.
- De biogasproductie per hoeveelheid organische droge stof na behandeling van de monsters van 19 juli minder is aan de biogasproductie voor behandeling.

3.4 Massabalans

Gedurende de periode augustus en september is getracht een massabalans op te stellen. Voor het opstellen van de massabalans dient de vracht voor en na vergisting opgesteld te worden. Hiervoor wordt het debiet van iedere stroom vermenigvuldigd met de concentratie van de betreffende parameter.

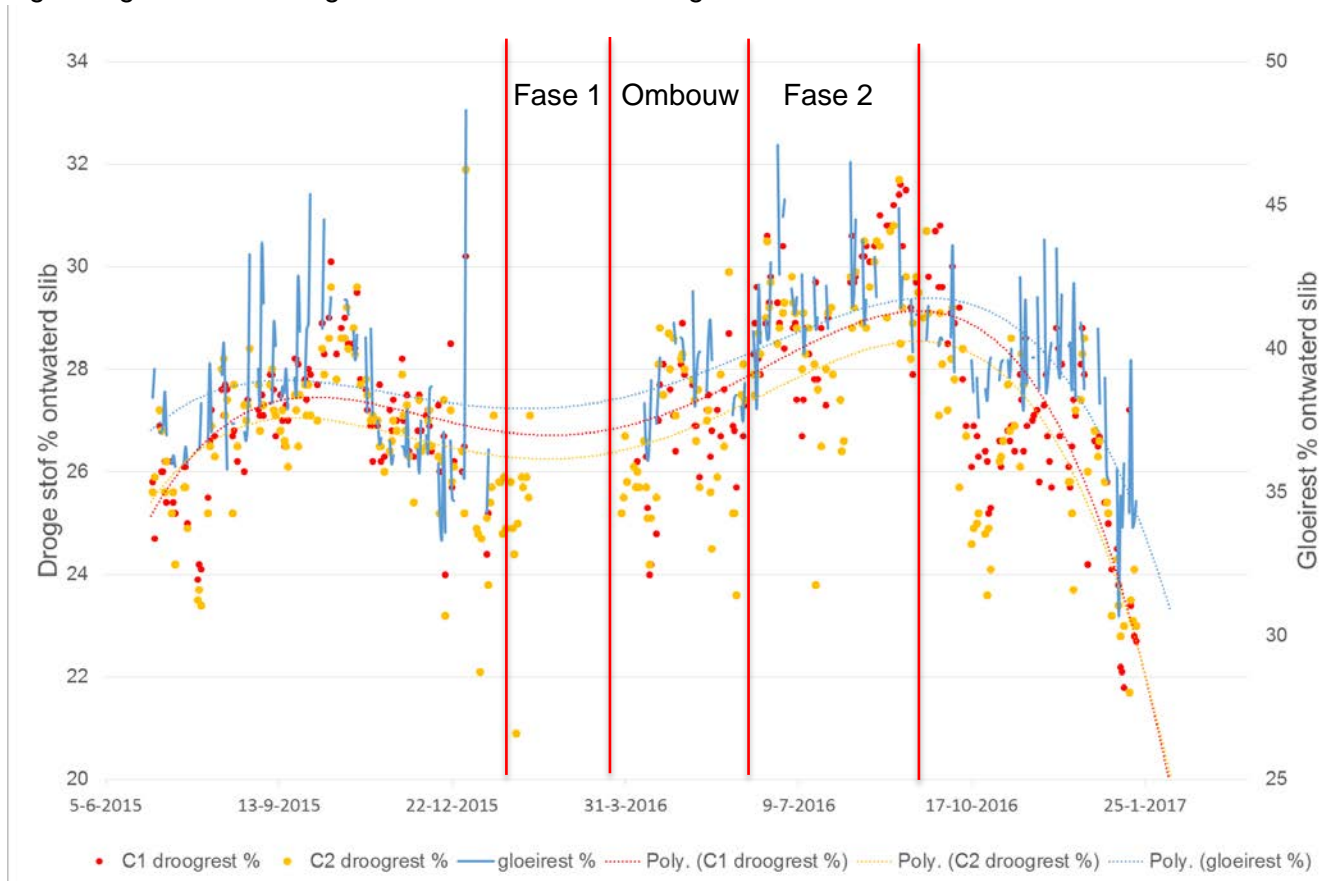
Bij het opstellen van de massabalans is er eerst gekeken om de debieten sluiten te krijgen. Hierbij valt het volgende op:

Het totaal (gemiddeld) dag debiet van alle ingaande slibstromen is 162 m³/dag. Het totaal gemiddeld dagdebiet uit de vergister is 222 m³/dag in dezelfde periode. Indien er gerekend wordt met een vertraging door de verblijftijd in de vergisting, is het dagdebiet 215 m³/dag. Dit betekent dat er volgens de gegevens 32,5% meer aan volume uit de vergisting komt dan erin gaat. Met een dergelijke afwijking in debiet, kan een massabalans op vuilvracht niet sluitend gemaakt worden.

Vanwege het ontbreken van een sluitende massabalans is besloten om de werking van de TSB installatie te beoordelen aan de hand van de ontwateringsresultaten en de gloeirest. Een hogere organische afbraak is af te leiden vanuit een verbetering van de ontwatering en verhoging van de groeirest (dus het aandeel anorganische componenten).

3.5 Ontwateringsresultaten na vergisting

In figuur 12 is het droge stofgehalte en de gloeirest over 2015 en 2016 uiteengezet in combinatie met het polymeerverbruik, Hierbij zijn C1 en C2 de twee centrifuges die het gemengde slib van vergister 1 en 2 vanuit de sliblagune behandelen.

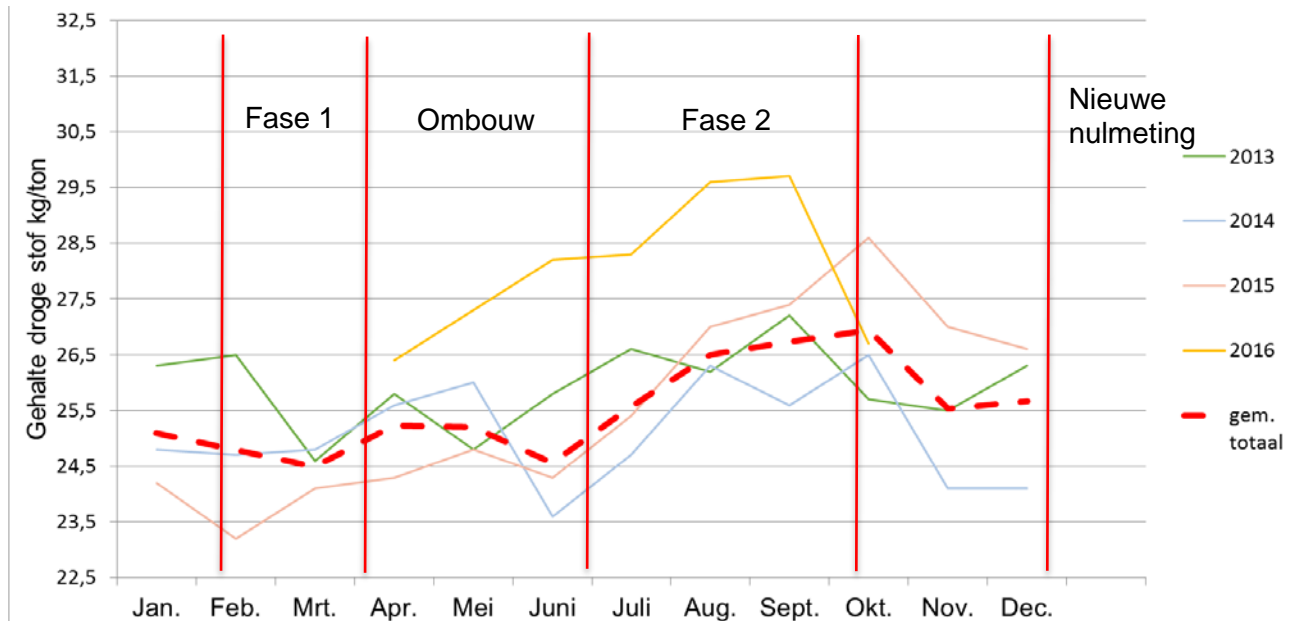


Figuur 12 Droge stofgehalte, gloeirest en polymeerverbruik na ontwatering

Uit figuur 12 blijkt dat:

- Er over de periode van juli tot en met september een hoger droge stofgehalte en gloeirest te zien is in vergelijking met dezelfde periode in 2015. Dit duidt op een hogere biogasproductie (hogere gloeirest) en een verbeterde ontwaterbaarheid van ongeveer 2%.
- Het polymeerverbruik stijgt met het droge stofgehalte van het ingedikte slib.

Vervolgens zijn droge stof gehaltes van de jaren 2013 tot en met 2016 tegen elkaar uitgezet om inzicht te krijgen van de prestaties ten opzichte van de voorgaande jaren. De resultaten zijn weergegeven in figuur 13.



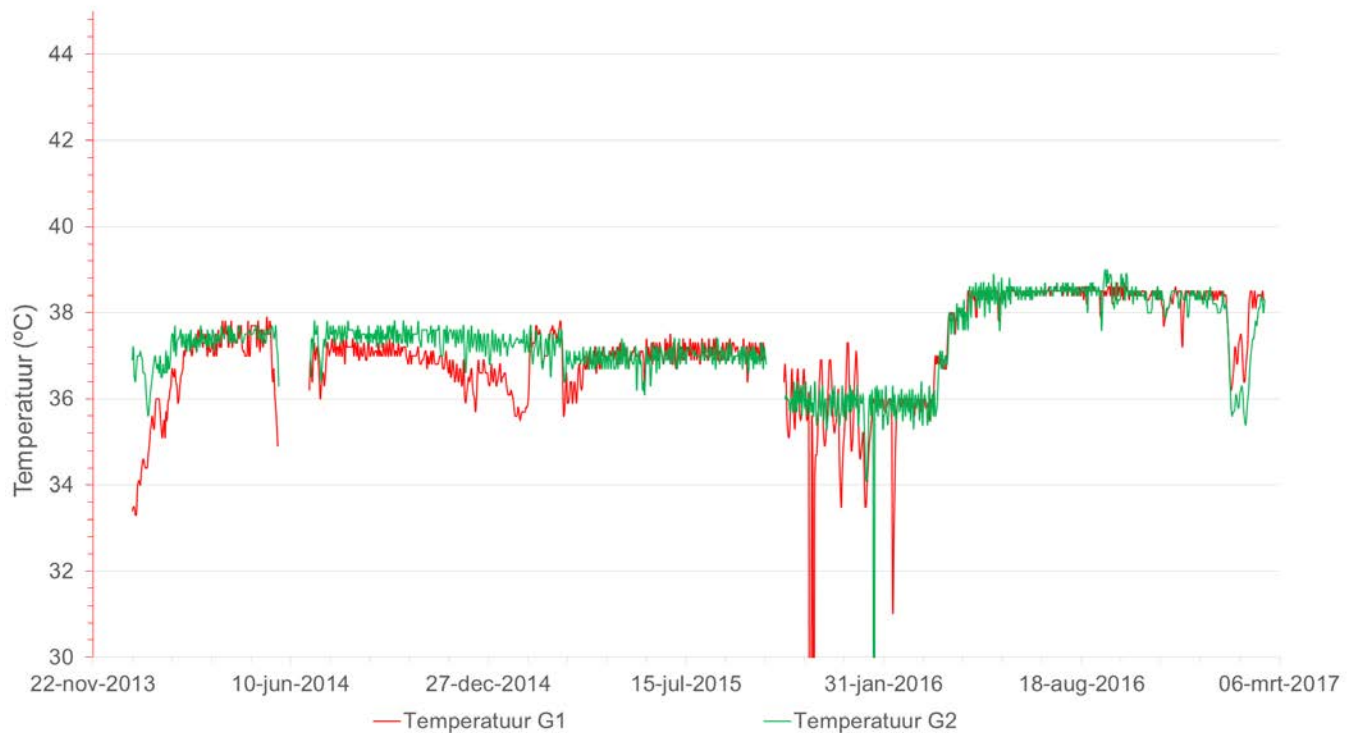
Figuur 13 droge stof gehalte ontwaterd slib over de periode 2012 t/m 2016

Uit figuur 13 blijkt voor fase 2 dat:

- Er ieder jaar een stijging in DS gehalte is in de periode juli tot en met september.
- Gedurende de proefperiode van juli tot en met september een significant hoger droge stofgehalte van ongeveer 3% ten opzichte van het gemiddelde behaald is.

3.6 Temperatuur vergisting

In figuur 14 is de temperatuur van de 2 vergisters gedurende de periode van 2013 tot heden weergegeven.



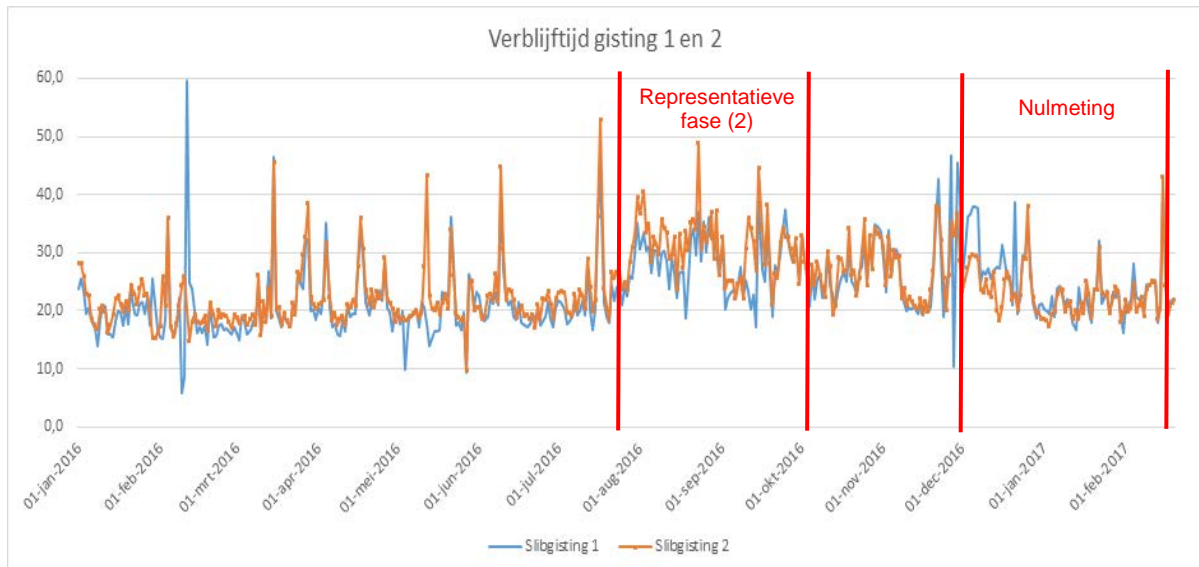
Figuur 14 **Temperatuur per vergister over de periode 2013 t/m 2016**

Uit figuur 14 blijkt dat:

- In de winter van 2015 op 2016 de vergisting op 36,5 °C gedraaid heeft.
- In april 2016 de temperatuur van de vergisting verhoogd is naar een setpoint van 38,5 °C, waar de vergistingstemperatuur de voorgaande jaren ongeveer 36,5 - 37 °C was.
- Er een temperatuurval van ongeveer 3°C heeft plaatsgevonden in het begin van 2017 (13 januari tot 6 februari) tijdens de nulmeting.

3.7 **Verblijftijd vergisting**

De verblijftijd in de vergisting is afhankelijk van de hoeveelheid slib dat behandeld wordt, omdat het volume van de vergisting gelijk blijft. Indien de slibtoevoer afneemt, zal de hydraulische verblijftijd en daarmee ook de afbraak van de organische stoffen toenemen. De vergisting van rwzi Deventer is ontworpen voor een verblijftijd van 20 dagen. De verblijftijd van vergisting 1 en 2 van rwzi Deventer zijn weergegeven in figuur 15.



Figuur 15 Verblijftijd vergisting 2016 en begin 2017

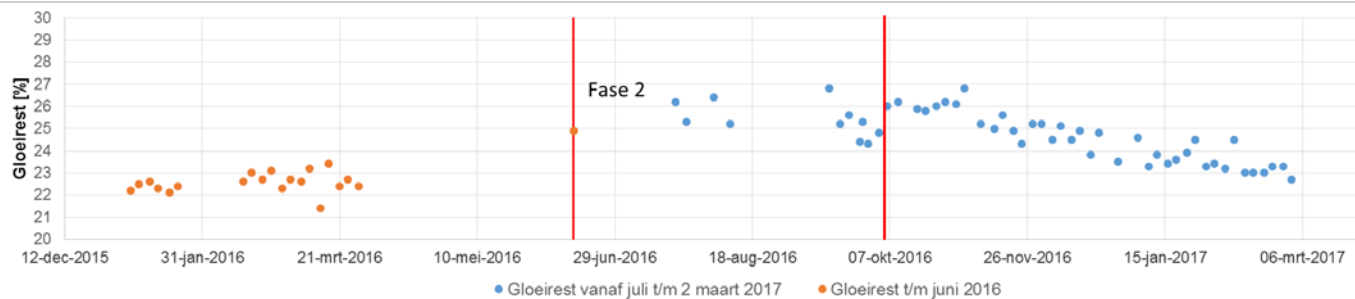
Uit figuur 15 blijkt dat de gemiddeld verblijftijd tot en met juli 2016 ongeveer 20 dagen is. De representatieve periode waarin het effect van de TSB installatie waar te nemen moet zijn, is de periode van augustus tot oktober. Juist in deze periode is de verblijftijd ruim 30 dagen. Gedurende de nulmeting (december 2016 tot en met maart 2017) is de verblijftijd weer afgenomen tot een gemiddelde van 20 dagen. De toename van de verblijftijd heeft een aantal oorzaken:

- In augustus 2016 is het droge stofgehalte in de beluchting van het actiefslibstelsysteem verhoogd. Het gevolg hiervan is dat er minder slib wordt gespuid, dit leidt o.a. tot een hoger fosfaat gehalte/ concentratie in het slib en een langere verblijftijd in de slibgisting.
- In de zomerperiode is de vuilbelasting van een rwzi doorgaans lager. Doordat inwoners binnen het gebied van de rwzi op vakantie gaan en veel bedrijven sluiten of een verminderde productie hebben, resulteert dit in een lagere vuilbelasting in het rioolwater. Bij een lagere vuilbelasting, wordt er minder primair en secundair slib geproduceerd.

Door zowel een lagere slibproductie door de verhoging van het droge stofgehalte in het actief slibstelsysteem en de lagere vuilbelasting van de rwzi heeft ertoe geleid dat precies gedurende de representatieve periode de slibverblijftijd met 50% is toegenomen en daarbij ook de afbraak van organische stof.

3.8 Gloeirest na vergisting

In figuur 16 is de gloeirest na vergisting weergegeven. De gloeirest is het anorganische deel van het droge stofgehalte. Indien de gloeirest toeneemt, dan duidt dit op een toename van de organische omzetting en dus biogasproductie per hoeveelheid droge stof.



Figuur 16 **Gloeirest na vergisting**

Uit figuur 16 blijkt dat:

- De gloeirest in begin 2016 (januari tot en met maart) gemiddeld 22,6% was bij een verblijftijd van 20 dagen (figuur 15) en waarbij de TSB niet of niet representatief heeft gedraaid).
- De gloeirest gedurende fase 2 gemiddeld 25,5% was bij een verblijftijd van ongeveer 30 dagen en een waarbij de TSB installatie gedraaid heeft.
- De gloeirest in de periode januari tot en met maart 2017 23,6% was bij een verblijftijd van 20 dagen en waarbij de TSB installatie niet gedraaid heeft.

Uit het bovenstaande is af te leiden dat de temperatuursverhoging een effect heeft gehad op de gloeirest. De periode januari tot en met maart 2017 heeft geleid tot een toename in gloeirest van ongeveer 1% ten opzichte van dezelfde periode januari tot en met maart in 2016.

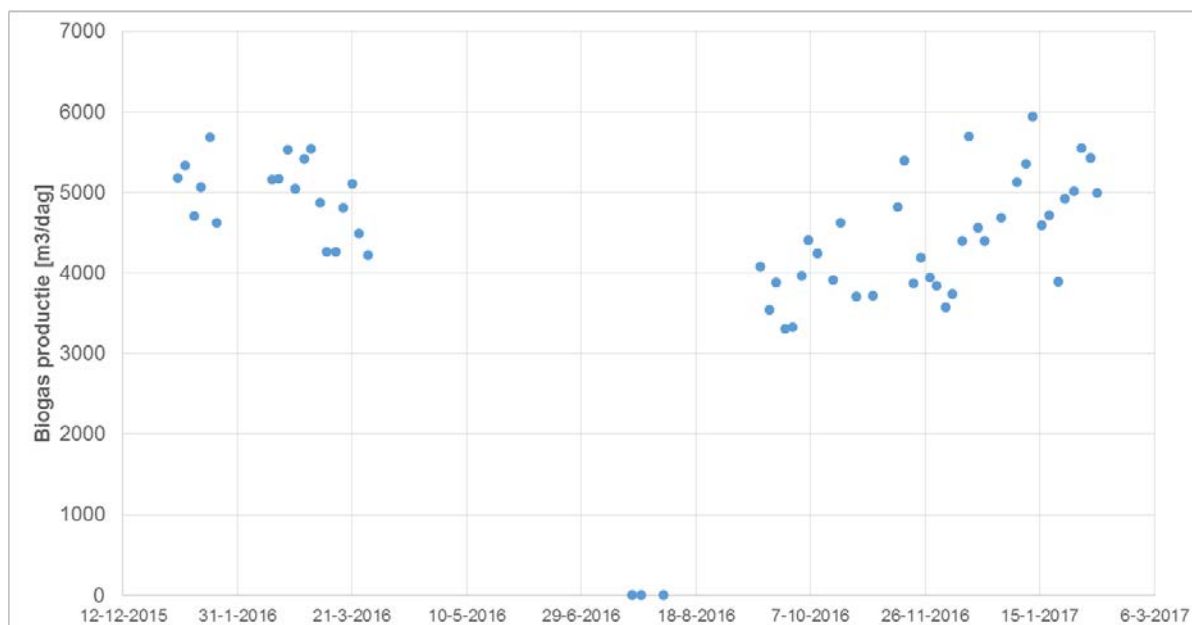
Waarschijnlijk bevat het ingaande slib ook een hogere gloeirest/ lagere organische stof gehalte vanwege de verminderde slib productie van de rwzi gedurende deze periode. Dit fenomeen noemt men slibmineralisatie en leidt ook tot een hogere gloeirest na vergisting.

Gedurende beide perioden was de verblijftijd circa 20 dagen en heeft de TSB installatie niet of niet (of niet representatief) gedraaid.

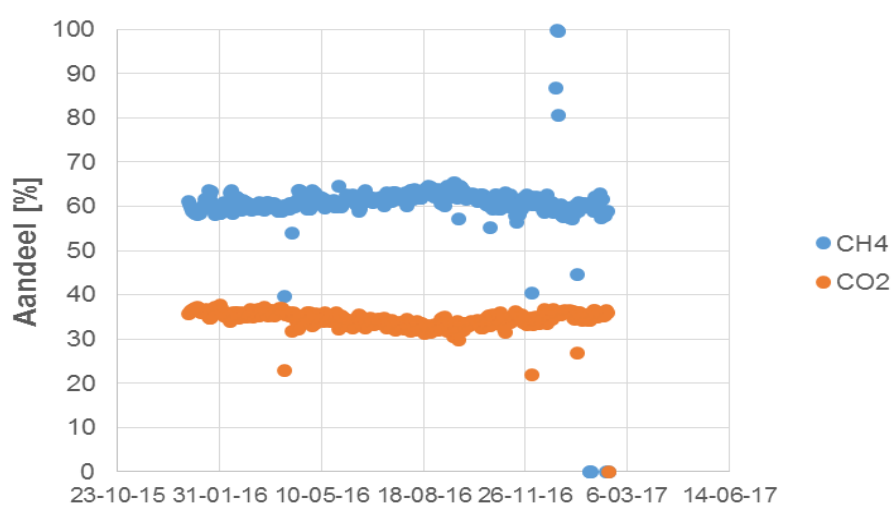
3.9 Biogasproductie

De effecten op de biogasproductie kunnen niet bepaald worden aan de hand van de totale biogasproductie op zichzelf. Bij een variërende slibhoeveelheid zal de biogasproductie ook variëren. Een toename in de efficiëntie in afbraak van organische stof kan enkel bepaald worden als biogasproductie per hoeveelheid organische stof.

Om het effect op de biogasproductie te bepalen dient de volledige massabalans opgemaakt te worden. De massabalans over de representatieve periode van augustus en september kon niet sluitend gemaakt worden zoals in paragraaf 3.4 is omschreven. Figuren 14 en 15 geven de biogasproductie in m³/dag en de kwaliteit van het biogas voor de volledigheid.



Figuur 17 Biogasp productie per dag in 2016 en het begin van 2017



Figuur 18 Biogaskwaliteit in 2016 en het begin van 2017

Figuren 17 en 18 geven aan dat:

- Er data ontbreekt van mei tot en met september 2016.
- Hoewel de gloeirest in oktober hoger is dan in de periode erna en in de periode van begin 2016, de biogasp productie lager is gedurende deze periode. Dit is een gevolg van de verminderde slibproductie van de desbetreffende rwzi's in deze periode.
- De biogaskwaliteit is in de representatieve periode beter dan de perioden ervoor en erna. Dit is te zien aan een kleine toename van het aandeel CH₄ ten opzichte van het aandeel CO₂. Ook dit (naast de toename in gloeirest) duidt op een verhoogde afbraak van organische stof.

3.10 Energieverbruik

In tabel 4 is het energieverbruik van de pilotinstallatie weergegeven voor zowel fase 1 als fase 2. In fase 1 is het energieverbruik van de aanvoerpomp niet meegenomen, aangezien de bestaande pomp tussen de slibbuffertank en de vergister is gebruikt. Er is in deze situatie dus geen extra pomp nodig. In het geval van fase 2 is een extra pomp nodig voor de recirculatie over de slibbuffertank.

Tabel 4 Energieverbruik per m³ behandeld slib voor fase 1 en 2 van de veldexperimenten

| Parameter | Fase 1 (1x behandeld) | | Fase 2 (recirculatie) | |
|--|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Debiet onbehandeld slib | 40 | m ³ /d | 40 | m ³ /d |
| Debiet onbehandeld slib per uur | 1,7 | m ³ /h | 1,7 | m ³ /h |
| Aanvoerpomp | - | | 5,5 | kW |
| Maccerator | 5,5 | kW | 5,5 | kW |
| Electrodes | 0,06 | kW | 0,06 | kW |
| Totaal geïnstalleerd | 5,6 | kW | 11,1 | kW |
| Operationeel per uur | 0,25 | uur/uur | 1,0 | uur/uur |
| Gelijktijdigheid | 0,85 | | 0,85 | |
| Totaal opgenomen | 4,73 | kW | 9,40 | kW |
| Energie per m³ behandeld | 0,7 | kW/m³ | 5,5 | kW/m³ |

Uit tabel 4 blijkt dat:

- Het energieverbruik voor fase 1 is 0,7 kW/m³ behandeld slib.
- Het energieverbruik voor fase 2 is 5,5 kW/m³ behandeld slib.
- Het verschil in energieverbruik tussen fase 1 en 2 komt voornamelijk vanuit het aantal draaiuren per dag en het feit dat voor fase 2 ook nog een extra pomp nodig is.
- De elektroden verbruiken maar een fractie van de energie die nodig is voor de maccerator en de pomp.

4 Discussie

4.1 Operationele problemen

Gedurende het onderzoek hebben zich diverse operationele problemen voorgedaan. Ten eerste was er het probleem dat de initiële drukverhoging (tot meer dan 7 bar) van de TSB het onmogelijk maakte om de TSB direct tussen de transportpomp en de vergisting van rwzi Deventer te plaatsen. Dit probleem is opgelost door de TSB pilot als recirculatie over de slibbuffer te plaatsen. De behandeling van het ingedikte secundaire slib heeft geresulteerd in een verlaging van de pompdruk naar de vergisting toe van ongeveer 6,5 bar naar 5 bar.

Ingedikt secundair slib heeft een vrij hoge viscositeit. Hierdoor zijn er diverse problemen geweest met slijtage van de stator van de meertraps monopomp (speciaal aangevraagd voor dit project) waardoor deze maandelijks vervangen is totdat de pomp geheel begeven heeft. Desondanks heeft de pilot gedurende 3,5 maanden vrijwel continue gelopen om zodoende resultaten te genereren. Gedurende 1,5 maand heeft de vergisting zich in moeten stellen op de nieuwe situatie, waarbij het secundaire slib behandeld wordt door middel van de TSB installatie. Dit betekent dat gedurende 2 maanden tijd het effect van de TSB installatie bepaald moet worden.

4.2 Invloed resterend volume in slibbuffer

Zoals de wisselende resultaten voor DS, VS en totaal CZV in combinatie met de biogastesten in paragraaf 3.3 aangeven, kan er geen sluitende balans over de slibbuffer gemaakt worden vanuit de monsternamen direct na de bandindikker en na de pomp richting de vergister. Dit komt door het feit dat niet de gehele slibbuffer geleegd kan worden, waardoor er ongeveer eenderde "oud" volume in de slibbuffer achterblijft. Daarnaast zal bij een laag tankniveau het slib relatief vaker behandeld worden dan bij een hoog niveau. In samenspraak met Waterschap WDO Delta is besloten dat metingen voor en na behandeling geen representatief beeld kunnen geven en dat de totale massabalans over de zuivering doorslag zal geven over de prestaties van het totale systeem.

4.3 Wisselende bedrijfsvoering en operationele problemen op de zuivering

Diverse veranderingen in de bedrijfsvoering van de rwzi en vergisting en organisatorische veranderingen hebben een impact gehad op de resultaten. Ten eerste heeft de overgang naar een ander databeheersysteem, Z-info, ertoe geleid dat er geen debieten gekoppeld konden worden aan de bemonsteringen van de diverse slibstromen gedurende de nulmeting.

Daarnaast zijn er ook operationeel een aantal zaken gewijzigd:

- In april 2016 (na de nulmeting) is de temperatuur van de vergisting verhoogd van 36,5 naar 39 °C. In paragraaf 3.8 is aangetoond dat deze temperatuurstijging een invloed heeft op de afbraak van organische stof, vanwege de toename in gloeirest.
- In augustus 2016 is het droge stofgehalte in de beluchting van het actiefslibstelsysteem verhoogd. Het gevolg hiervan is dat er minder slib wordt gespuid, dit leidt o.a. tot een hoger fosfaat gehalte/ concentratie in het slib en een langere verblijftijd in de slibgisting. In combinatie met een verlaagde vuilvracht in de zomerperiode heeft dit ertoe geleid dat

de hydraulische verblijftijd in de vergister is toegenomen van 20 naar 30 dagen. Hierdoor zal de toename in afbraak van organische stof toenemen.

- Daarnaast is de samenstelling van het slib wezenlijk veranderd, wat invloed heeft gehad op het vergistingsproces en de slibontwatering.
- In oktober 2016 is de leiding voor secundair slib verstopt geraakt, waardoor er tijdelijk geen secundair slib naar de vergisting gebracht kon worden. Dit vond echter plaats na het besluit om de pilot stop te zetten.
- In januari 2017 wordt deels de VBT van rwzi Deventer gebypassed, dit heeft als gevolg dat er relatief wat minder primair slib en meer secundair slib wordt geproduceerd. Dit heeft een gevolg op de biogasproductie van de vergisting.
- In januari 2017 is een tijdelijk een probleem geweest met de verwarming waardoor de temperatuur van de vergisting is gedaald naar 36°C gedurende een periode. Dit heeft uiteraard een invloed op de prestaties van de vergisting en valt midden in de nieuwe nulmeting.

Een aantal van de bovenstaande zaken zijn niet te voorkomen en hoort simpelweg bij het beheren van een rwzi. Aanpassingen in de waterlijn zijn zaken die voor kunnen komen en zijn noodzakelijk voor het waterschap om aan de zuiveringsdoelstellingen te blijven voldoen. De aanpassing van de temperatuur had plaatsgevonden zonder dat de projectgroep ervan op de hoogte was. Uit het bovenstaande blijkt dat dit een effect heeft gehad op de gloeirest en dus organische afbraak.

Er hebben zich meerdere effecten op de organische afbraak voorgedaan gedurende de representatieve periode van het ECHO project:

- Verhoging van de afbreekbaarheid door het toepassen van de TSB installatie.
- Verhogen setpoint temperatuur in de vergisting.
- Verhoging van de hydraulische verblijftijd, door een afname van de hoeveelheid slib dat aangeleverd is aan de vergisting.

De wisselende omstandigheden (voornamelijk de slibhoeveelheden naar de vergisting) tijdens de representatieve periode hebben ertoe geleid dat er niet voldoende meetpunten gegenereerd konden worden binnen de relatief korte periode van 2 maanden om een goede massabalans op te stellen. Zelfs al was de massabalans sluitend geweest, dan is het niet mogelijk om de invloed van de TSB installatie inzichtelijk te maken. De verblijftijd in de vergisting heeft een invloed op de afbraak van organische stof. Tijdens de representatieve periode was de verblijftijd 50% hoger dan tijdens de nulmeting. Hierdoor zou bij een sluitende massabalans het gecombineerde effect van de TSB installatie en de toegenomen verblijftijd weergegeven worden. Hieruit is niet af te leiden wat het aandeel van de TSB installatie en het aandeel van de toename in verblijftijd is op de verhoogde afbreekbaarheid.

5 Conclusies

De veldexperimenten hebben geleid tot de volgende conclusies:

- Verhoging van de ontwaterbaarheid van ongeveer 3% van het digestaat ten opzichte van het gemiddelde van de jaren 2013-2015. Dit is echter een gecombineerd effect van de:
 - TSB installatie
 - Toename in verblijftijd
 - Hogere temperatuur van de vergisters
- Een significante verhoging van opgelost CZV (438%), ortho-fosfaat (257%) en ammonium (352%) door behandeling met de TSB installatie. Dit geeft aan dat een bepaalde mate van hydrolyse plaatsvindt door behandeling met de TSB installatie.
- Het verhoogde aandeel van de gloeirest van het ontwaterd slib geeft aan dat er relatief meer organische stof tot biogas is omgezet. Doordat de massabalans niet sluitend gemaakt kan worden op basis van debiet, is het niet mogelijk om exact aan te geven wat de daadwerkelijke verbetering is geweest gedurende de representatieve periode.
- Doordat de slibbuffertank niet compleet leeggepompt kan worden, bleef er een “oud” volume achter. Dit resterend volume heeft ertoe geleid dat het niet mogelijk was om een representatief monster voor (direct achter de zeefbandpers) en na (achter de pomp naar de vergisting) de pilot te nemen.
- Het energieverbruik van de installatie is hoger ($5,5 \text{ kW/m}^3$) dan vooraf ingeschat ($0,7 \text{ kW/m}^3$). Dit komt doordat in fase 2 de installatie volcontinu operationeel moet zijn om over de slibbuffertank te recirculeren. Het energieverbruik van de pomp en maccerator is vele malen hoger dan het energieverbruik van de elektroden.
- Het is niet mogelijk om vanuit de beschikbare gegevens te bepalen wat het aandeel is van de TSB installatie en van de verhoogde verblijftijd. Beiden hebben een invloed, maar het is niet vast te stellen hoeveel het aandeel van de TSB installatie is. De wisselende slibhoeveelheden door seizoensinvloeden en door operationele invloeden (andere bedrijfsvoering in de waterlijn) en de beschikbaarheid van de juiste momentane operationele gegevens maken het zeer moeilijk om een sluitende massabalans te maken.
- Doordat het aandeel van de TSB op de biogasproductie en de ontwatering niet inzichtelijk gemaakt kan worden, is het niet mogelijk om voor rwzi Deventer de business case op te stellen.

6 Vervolg en aanbevelingen

Zowel Waterschap WDODelta en Nijhuis Industries erkennen dat de gegevens laten duidelijk zien dat er een effect te meten is. Het is helaas niet duidelijk aan te geven wat het aandeel van de TSB installatie hierin is.

In overleg met Waterschap WDODelta is besloten om in 2018 opnieuw af te stemmen naar de mogelijkheid om de installatie nogmaals te testen voor een langere periode. Eind 2017, begin 2018 zullen de vergisters compleet gereinigd worden. Testen in de relatief korte periode voor de reiniging heeft geen toegevoegde waarde.

Indien er besloten wordt om verder te gaan met het testen van de TSB installatie zullen de volgende overwegingen en uitgangspunten meegenomen worden:

- Testen zullen uitgevoerd worden op enkel 1 van de 2 vergisters. Hierbij zal vergister 1 fungeren als referentie en het slib naar vergister 2 door de TSB installatie voorbehandeld worden. Bij deze opstelling zullen invloeden in de waterlijn en seizoensinvloeden uitgesloten worden doordat het effect ten opzichte van de referentievergisting bepaald wordt. Dit was ook de originele opzet, maar het waterschap heeft destijds aangegeven dat door ophoping van zand de verblijftijd en efficiëntie tussen de 2 vergisters kan verschillen. Om deze reden is vooraf gekozen om te werken met een nulmeting als referentie.
- Er dient goed gekeken te worden naar de nauwkeurigheid en beschikbaarheid van de meetgegevens. Door o.a. de overstap naar Z-info zijn er perioden geweest waar de data niet beschikbaar of betrouwbaar was.
- Er dient minimaal voor een aaneengesloten periode van een half jaar en bij voorkeur een jaar lang gedemonstreerd te worden.
- Een aparte gemengde buffer voor recirculatie van het secundaire slib te gebruiken, waarbij de complete inhoud behandeld wordt en vervolgens naar de vergisting getransporteerd wordt. Op deze wijze is het effect van de TSB installatie op het secundaire slib goed vast te stellen en is er geen verschil in de recirculatiegraad.
- Een alternatief voor het voorgaande punt is om de TSB installatie in de recirculatie van de vergisting te plaatsen.