Openbaar eindrapport Supersludge 2a

PILOTPLANT PROEFPROGRAMMA

Dit rapport is samengesteld in samenwerking met het Supersludge consortium:

Contactpersoon: Ing. R. van de Sande (rvandesande@aaenmaas.nl)
Projectnummer: **TEG0414035**
Publicatiedatum: November 2021

Exemplaren gratis opvraagbaar bij contactpersoon

Mede mogelijk gemaakt door:

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

Alle rechten voorbehouden. Het Supersludge consortium aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

Inhoudsopgave

1. Aanleiding ..... **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.**
2. Opzet van de Pilot 4
   2.1. Het proces 5
3. Resultaten 6
   3.1. Slibvoedingssysteem 6
   3.2. Verwarmen naar procescondities 6
   3.3. Glycerolvergassing 6
   3.4. Zoutafscheiding 7
   3.5. Technische verbeteringen 7
4. Conclusie 8
5. Perspectief 9
6. Publicaties 10

1. Inleiding

Op dit moment wordt zuiveringsslib, dat vrijkomt bij het behandelen van huishoudelijk afvalwater, hoofzakelijk eerst vergist en daarna verbrand. Hieruit komt een beperkte hoeveelheid energie waardoor het behandelen van afvalwater een significante energievraag heeft. Met het superkritisch vergassen van zuiveringsslib heeft labonderzoek aangetoond dat een energie neutrale behandeling van afvalwater mogelijk is. Dit komt doordat bij superkritisch vergassen een energierijk gas geproduceerd wordt. En dat tegen een vergelijkbare kostprijs als de huidige verbrandingsroute.

Daarom is in 2018 het Supersludge consortium, bestaande uit Probiomass, Electron, STOWA, SNB, Waterschap de Dommel en Waterschap Aa en Maas, gevormd om dit in de praktijk aan te tonen. Met als doel een demonstratie installatie op praktijkschaal te bouwen. Vooronderzoek heeft echter ook aangetoond dat het technisch uitdagend is om een dergelijke installatie te realiseren. Daarom is eerst een pilotinstallatie gebouwd met extra inspectiemogelijkheden en meetapparatuur. Het voorliggende eindrapport geeft de resultaten van deze pilotinstallatie weer.

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

2. Opzet van de Pilot

In de pilot wordt beoogd het installatieontwerp te optimaliseren zodat een betrouwbare bedrijfsvoering mogelijk wordt tegen acceptabele kosten. Belangrijke procesparameters worden geïdentificeerd en het procesontwerp wordt geoptimaliseerd in procesmatige en bedrijfseconomische zin. Dit kan leiden tot verdere verbeteringen van de demonstratie-installatie. De pilotfase is daarmee gericht op het creëren van een solide businesscase (investeringsniveau ±40%) voor de verwerking van het slib op een RWZI, zie ook STOWA rapport 2018-33. Daarvoor is globaal het volgende testprogramma opgesteld.

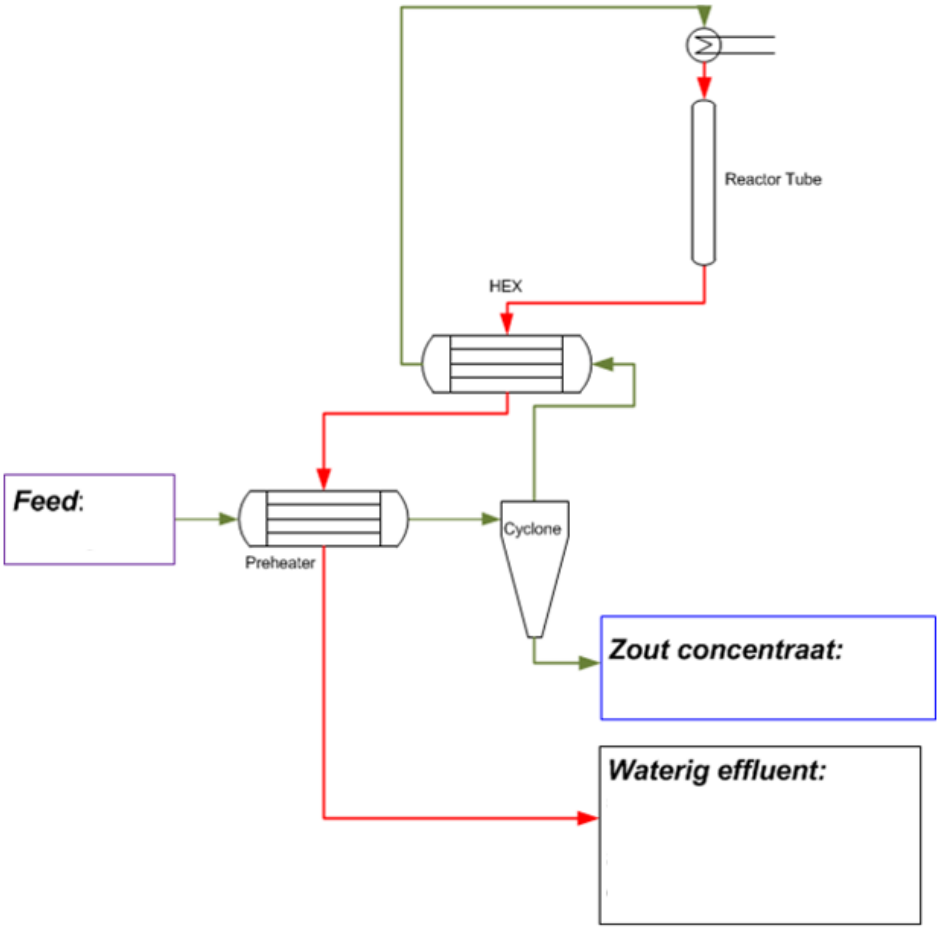
1) Ingebruikstelling met glycerine, zout en slib met verschillende drogestofgehaltes
2) Karakterisering en optimalisatie aan de hand van een serie experimenten
3) Duurtest om de lange termijn operabiliteit aan te tonen
4) Evaluatie en rapportage

Het testprogramma is door technische uitdagingen niet volledig uitgevoerd. Dit eindrapport geeft daarom vooral inzicht in de technische leerpunten wat betreft het opereren van deze technologie. De R&D-plant staat opgesteld op de RWZI Dinther en is ondergebracht in twee containers: een 30 voet container voor de procesapparatuur en een 10 voet container als controlekamer, zie Figuur 1.

Figuur 1 Gerealiseerde pilotinstallatie

2.1. Het proces

Via warmtewisselaars wordt de invoer opgewarmd. Met behulp van aanvullende elektrische verwarming wordt de reactietemperatuur bereikt die in de reactor gedurende enige tijd gehandhaafd wordt. In het opwarmingstraject kan in het superkritische gebied een afscheider ingevoegd worden die minerale componenten, inclusief neerslagen gevormd boven de superkritieke temperatuur, kan verwijderen uit de slibstroom. Onderstaande figuur geeft een schematische weergaven van de pilotplant.



Figuur 2 Schematische weergave proces super kritische watervergassing

3. Resultaten

De resultaten van de pilot zijn onderverdeeld in 4 delen, het slibvoedingssysteem, het verwarmen naar procescondities, glycerolvergassing en de zoutafscheiding. Hieronder worden deze afzonderlijk behandeld en afgesloten met een overzicht van technische verbeteringen.

3.1. Slibvoedingssysteem

Rioolslib Zuiveringsslib is, afhankelijk van de concentratie, lastig verpompbaar bij hogere concentraties door de hoge viscositeit. Omdat de viscositeit afneemt bij verhoogde temperatuur is de proefinstallatie te Dinther voorzien van een opslagvoorziening waarin het te verwerken slib kan worden voorverwarmd. Ook de gebruikte wormpomp is uitgelegd op het verpompen van sterk viskeuze media. Dit voorverwarmen moet uiteindelijk met effluent van de vergassingsinstallatie gebeuren. In de pilot plant is een extra verwarmingssysteem geplaatst om de uitvoering van de experimenten te versnellen.

Het doel van de pilot was om een grote range aan drogestofgehaltes aan zuiveringsslib te gaan testen. Daarom is het slibvoedingssysteem getest met drogestofgehaltes variërend van 0% tot 16%. Hieruit is gebleken dat een robuust roermengsysteem nodig is om een homogene slibvoeding te realiseren. Het slibvoedingssysteem voldoet daarmee aan de doelen van de proef. Wel is ondervonden dat slib haren en vezels bevat wat kan leiden tot extra verstoppingsrisico. Dit is inherent aan het testen van een kleinere installatie zoals de huidige pilot plant waar leidingdiameters en procescomponenten kleiner zijn uitgevoerd dan op commerciële schaal. Als aanvulling op het proefprogramma is daarom als wens opgenomen ook testen te doen met zuiveringsslib waar een slibzeef of influentzeef aan vooraf is gegaan.

3.2. Verwarmen naar procescondities

De installatie is in diverse stappen op procescondities gebracht. Als eerste is de temperatuur naar 200 graden en vervolgens 400 graden gebracht. Uit deze proeven is gebleken dat de gebruikte thermokoppels en pakkingen zijn gaan lekken. Samen met de toeleveranciers zijn deze lekkages structureel opgelost.

Vervolgens is met bedrijfswater getracht de installatie op de beoogde procescondities te brengen van >600 graden en >300 bar). Om deze procescondities te behalen zijn diverse runs uitgevoerd waarbij diverse faalmechanismen zijn opgetreden zoals het doorbranden van de tracing, lekkages op de druksensoren en het verstopt raken van de installatie door zoutafzettingen.

Met name vanwege de verstopping door zoutafzetting is gekozen om in het vervolg de installatie op te starten met demiwater. De overige faalmechanismen zijn structureel opgelost door aanpassingen te doen aan de installatie. Vanwege de condities waaronder gewerkt wordt zijn bij grotere wijzigingen herkeuringen nodig van een bevoegde instantie. Dit, gecombineerd met lange levertijden van onderdelen, heeft gezorgd voor een flinke vertraging in het operationeel krijgen van de installatie. Hierdoor is het pas begin 2021 gelukt om de installatie op procescondities te kunnen bedrijven.

3.3. Glycerolvergassing

In totaal zijn een drietal succesvolle glycerolvergassingsproeven uitgevoerd. Tijdens de eerste vergassingsproef zijn alle meetapparatuur en gasleidingen gecontroleerd en goed afgesteld. Vervolgens zijn een tweetal proeven gedaan met circa 10% glycerol mengsel. Uit de analyses van het geproduceerde gas en het effluentmonster blijkt dat een omzettingsrendement van ruim 95% is behaald.

Het energierijke HD gas bestaat uit bijna de helft waterstof, en de rest vrijwel gelijk verdeeld over methaan en kooldioxide. Op lagere druk komt gas vrij wat vooral bestaat uit CO_2. De massa en energiebalans kan sluitend worden gemaakt. Uit de verdeling van de gasproductie blijkt dat het beter zou zijn om de eerste flash te bedrijven op een lagere druk.

Het externe energiegebruik van de installatie tijdens de proeven bestaat uitsluitend uit elektriciteit. Door relatief grote warmteverliezen is het procesrendement nog beperkt en de noodzaak tot verdere thermische isolatie van procescomponenten evident. Omdat de temperatuur van het effluent slechts ca 30-40 K hoger is dan de influent, is het ontwerp van de warmtewisselaar juist zeer effectief gebleken.

3.4. Zoutafscheiding

Om de werking van de zoutaflaat te testen is een extra proef uitgevoerd. Daarbij is gewerkt met een modelmengsel. Geconstateerd is dat er een intern probleem is met de cycloon. Na afloop van het experiment is een nieuwe cycloon gemaakt waarmee vervolgexperimenten kunnen worden uitgevoerd. Tijdens de looptijd van het subsidietraject is de werking hiervan niet meer gevalideerd.

3.5. Technische verbeteringen

Tijdens het proefprogramma met de installatie zijn verschillende technische problemen ondervonden. Bij ieder probleem is de oorzaak onderzocht en is in gezamenlijkheid met de projectpartners en toeleveranciers een oplossing uitgewerkt en geïmplementeerd. Afhankelijk van de aard van het technische probleem en de en complexiteit om een tevredenstellende oplossing uit te werken hebben de ondervonden problemen tot meer of minder vertraging geleid. De belangrijkste oorzaak van de opgestreden problemen hangen samen met het gelijktijdig aanwezig zijn van een hoge druk en een hoge temperatuur waardoor veel onderdelen (kleppen, bevestigingen) tot hun maximale specificatie worden belast. Tijdens het schrijven van deze eindrapportage zijn alle technische issues hersteld en is de pilotinstallatie gereed om verder te gaan met slibproeven.

4. Conclusie

Dit project is opgezet om middels een pilot plant aan te tonen dat er uitzicht is om zuiveringsslib op efficiënte wijze te vergassen tot een bruikbaar syngas. De uitvoering van het praktijkonderzoek met de pilotplant is om verschillende redenen vertraagd, waarbij technisch falen van verschillende procesonderdelen een belangrijke rol hebben gespeeld in de vertraging. Hierdoor was het experimentele onderzoek per 1 sept 2021 nog niet volledig afgerond en zijn nog niet alle doelstellingen behaald. Zo is er nog niet succesvol met zuiveringsslib gedraaid. Toch geven de wel behaalde successen voldoende aanleiding om ook na het subsidietraject door te gaan met onderzoek.

Zo is de pilotplant na verschillende aanpassingen in staat gebleken om glycerine te vergassen met een thermische vermogen wat vergelijkbaar is met het beoogde doelvermogen op basis van slib. Daarbij is een omzetting van de organische stof van ca 95% van de voeding gehaald.

Ook is aangetoond dat slib tot een drogestofgehalte van ten minste 16% in het proces kan worden ingevoerd. De beperking daarbij zit vooralsnog niet in de wormpomp, maar in de roerder in de slibsilo. De gebruikte roerder is moeilijk in staat om slib van hoger drogestofgehalte goed te mengen. Deze roerder is eenvoudig aan te passen.

Er is nog niet aangetoond dat de cycloon met zoutaflaat adequaat werkt. Door mechanisch falen heeft de interne cycloon niet goed gefunctioneerd. Met de installatie van een nieuwe cycloon is naar verwachting dit probleem opgelost.

Het daadwerkelijk vergassen van zuiveringsslib is vanwege verschillende korte en langdurige vertragingen tijdens het subsidieproject helaas nog niet gelukt. Daarom wordt dit onderzoek na de subsidieperiode worden vervolgd. Er bestaat vertrouwen dat dit zal slagen.

5. Perspectief

De belofte van het superkritisch vergassen van zuiveringsslib is binnen de looptijd van het project niet in de praktijk aangetoond. Desondanks gaat het consortium op eigen kracht verder om in de huidige pilotinstallatie zuiveringsslib te verwerken. Dit ook omdat de technologie niet alleen voor het verwerken van zuiveringsslib, maar voor alle waterige reststromen een kansrijke verwerkingsroute beloofd te zijn. In concept is superkritisch vergassen namelijk een oplossing voor het leveren van een duurzame gasbron. Vanuit de verwerking van alleen zuiveringsslib kan op jaarbasis ca. 260 miljoen m3 groengas geproduceerd worden. En dit vanuit een continue beschikbare grondstofstroom. Andere kansrijke grondstofstromen zijn dierlijke mest en chemische afvalstromen van (zware) industrie.

Maar ook vanuit de water en zoutstroom die ontstaat kunnen nuttige producten gehaald worden. Zo kunnen de metalen en fosfor teruggewonnen worden uit de zoutslurry en uit de stikstofrijke waterstroom kan een kunstmest worden gemaakt.

Daarom zal, nadat succesvolle proeven gedaan zijn met zuiveringsslib, het Supersludge consortium de voorbereiding starten voor de oorspronkelijk beoogde demonstratie installatie. Om deze demonstratie te realiseren zal uitbreiding gezocht worden voor het bestaande consortium. Partijen die geïnteresseerd zijn om deel te nemen in het vervolg kunnen contact opnemen met het Supersludge consortium.

6. Publicaties

STOWA 2016-16:
https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202016/STOWA%202016-16.pdf

STOWA 2018-33:

https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202018/STOWA%202018-33%20supersludge.pdf

Website:

www.supersludge.nl