

Thermofiele slibgisting past perfect in duurzame slibverwerking

Met het oog op de ontwikkelingen van het klimaat, de (fossiele) brandstofvoorraden en het grondstoffenverbruik verschuift de trend sinds jaren steeds meer naar duurzaamheid. Veel bedrijven en instanties nemen reeds hun verantwoordelijkheid, door te kiezen voor duurzame ontwikkelingen en zo steeds zuiniger om te gaan met energie en grondstoffen.

In dit kader zijn er vanuit de waterschappen initiatieven als ‘De Energiefabriek’ ontstaan, waarbij wordt gestreefd naar energieneutrale of zelfs energie leverende rwzi’s. Daarnaast moeten zuiveringsinstallaties ook financieel aantrekkelijk zijn.

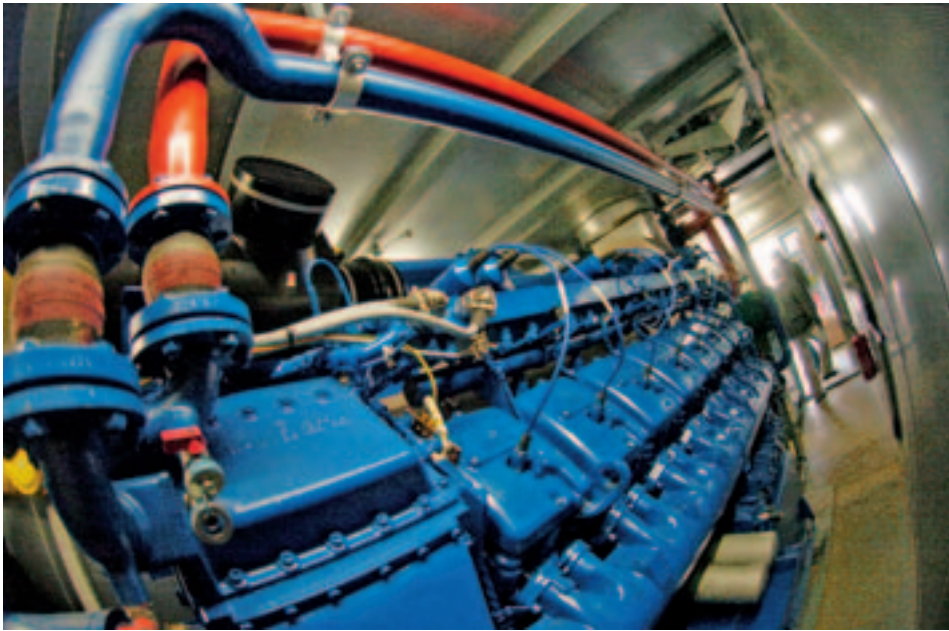
Na het zuiveren van afvalwater blijft een restproduct over: zuiveringsslib. Communale- en bedrijfszuiveringen in Nederland produceren jaarlijks enorme hoeveelheden zuiveringsslib. Dit slib is een biologisch product dat voornamelijk bestaat uit water en bacteriën (actief slib) die het afvalwater hebben gereinigd. Het slib bevat een deel van de verontreinigde stoffen uit het afvalwater, als zware metalen en organische verontreinigingen, die niet in het oppervlaktewater terecht mogen komen. Het slib is daardoor niet geschikt voor hergebruik.

De kosten voor het verwerken van zuiveringsslib op een rwzi beslaan een aanzienlijk deel van de totale zuiveringkosten. Uit een door Colsen BV uitgevoerde haalbaarheidsstudie komt naar voren, dat de slibverwerkingskosten voor een rwzi die zijn slib mesofiel vergist en daarna, samen met extern aangevoerd slib ontwaart en afvoert naar een slibverbranding, ca. € 330,- per ton ds bedragen.

Daarnaast bevat het slib ook waardevolle elementen als stikstof, koolstof en fosfaat, die deels verloren gaan doordat slib sinds de jaren ‘80 niet meer wordt ingezet als meststof. Door thermofiele vergisting kunnen de totale kosten voor de slibverwerking met meer dan 36% worden verlaagd.

DUURZAME SLIBVERWERKING

Al met al is het niet verwonderlijk dat er wordt gezocht naar alternatieve manieren om zuiveringsslib op een meer duurzame manier te verwerken. Een reeds lang bestaande slibverwerkingsmethode is vergisting. Hierbij wordt biogas opgewekt uit de afbraak van organische droge stof uit het slib, die kan worden omgezet in groene energie. Bij het verbranden van biogas in moderne WKK-installaties kan tot meer dan 40% elektrisch rendement en 42% thermisch rendement worden behaald.



Figuur 1: Biogasmotor in een WKK-installatie.

Vergisting is een anaëroob biologisch proces, waarbij organische stof door verschillende anaërobe bacteriën wordt afgebroken. Het anaërobe proces van vergisting bestaat uit vier stappen:

- hydrolyse, waarbij complexe, niet opgeloste materialen onder invloed van exo-enzymen van zuurvormende bacteriën worden omgezet in minder complexe, opgeloste bestanddelen;
- verzuring of acidogenese, waarbij de opgeloste stoffen door fermentatieve bacteriën worden omgezet in een reeks kleinere verbindingen, zoals vluchtige vetzuren, alcoholen, melkzuur, CO_2 , H_2 , NH_3 , H_2S en in nieuw celmateriaal;
- acetogenese, waarbij de eindproducten van de fermentatie worden omgezet in propionzuur, boterzuur, valeriaanzuur en acetaat, waterstof, carbonaat en nieuw celmateriaal;
- methanogenese, waarbij propionzuur, boterzuur, valeriaanzuur en acetaat worden omgezet in methaan, CO_2 en nieuw celmateriaal.

Het vergistingproces kent bij twee verschillende temperatuurzones een optimale activiteit; bij $30\text{-}40^\circ\text{C}$ en bij $50\text{-}55^\circ\text{C}$. Vergisting bij de eerste zone wordt mesofiele vergisting genoemd en bij de tweede thermofiele vergisting.

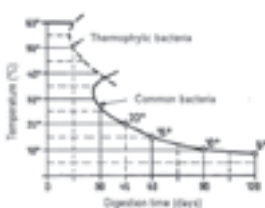
Het vergisten van zuiveringslib kent naast het produceren van biogas een aantal andere belangrijke voordelen:

- de hoeveelheid droge stof neemt af door omzetting van organische droge stof, waardoor minder slib moet worden verwerkt (afgevoerd);
- de ontwaterbaarheid van het uitgediste slib neemt toe, waardoor bij de ontwatering aanzienlijk minder polymeer moet worden gebruikt;

- er is na slibgisting aanzienlijk minder geurhinder bij de verdere slibverwerking, doordat het slib is gestabiliseerd;
 - een groot deel van de aanwezige pathogene micro-organismen sterft af en in het slib aanwezige organische verontreinigingen worden gedeeltelijk afgebroken. De mate van reductie van pathogenen hangt af van de hoogte van de temperatuur. Thermofiele vergisters zullen daarom een grotere reductie bewerkstelligen dan mesofiele vergisters. Bovendien neemt de reductie toe met de tijd van blootstelling aan de temperatuur.
- In Nederland zijn alle bestaande slibgistingen mesofiele installaties.

Alternatief: Thermofiele vergisting

In het vergistingsproces is de activiteit van enzymen en de snelheid van de chemische reacties afhankelijk van de temperatuur. In het algemeen geldt hoe hoger de temperatuur, hoe sneller de processen verlopen.



*Figuur 2: Thermofiele en mesofiele temperatuur range
Uit Imhoff's Handboek
'Taschenbuch der Stadtentwässerung' (1990).*

Een belangrijke eigenschap van thermofiele bacteriën ten opzichte van mesofiele bacteriën is, dat zij hogere maximale omzetsnelheden hebben waardoor er een hogere omzetting kan worden bereikt. Het afbraakproces van vast materiaal loopt bij thermofiele vergisters dubbel tot drie maal zo snel als bij mesofiele vergisting. Hierdoor neemt ook de benodigde hydraulische verblijftijd af.

Bij een verblijftijd van ca. 20 dagen wordt er bij thermofiele vergisting meer organisch materiaal omgezet dan bij mesofiele vergisting. Afhankelijk van de invoerstromen kan bij thermofiele vergisting tot > 90% van de biomassa worden omgezet in biogas. Wereldwijd en ook binnen Nederland bestaan

verschillende thermofiele vergisting installaties waar deze rendementen worden behaald.

Bij thermofiele slibgisting wordt, afhankelijk van de verhouding primair/secundair slib ca. 60-70% van de organische ds omgezet, tegen 40-50% bij mesofiele slibgisting. Dit komt neer op een ds verwijdering van >50% bij thermofiele gisting ten opzichte van ca. 30% ds afbraak bij mesofiele gisting. Het ODS-rendement van primair slib ligt bij thermofiele slibgisting rond 90% en van secundair slib rond 50%.

Door de hogere organische droge stofafbraak wordt ook meer biogas geproduceerd. Bij het thermofiel vergisten van primair en secundair zuiveringsslib in een verhouding van 1: 1 worden specifieke biogasopbrengst gevonden van ca. 1.200 l biogas/kg delta ODS, tegen een opbrengst van ca. 850 l biogas/kg delta ODS bij mesofiele slibgisting.

Door de hogere omzetting van organische droge stof bij thermofiele gisting neemt de asrest in het digestaat relatief toe. Tegelijkertijd neemt de calorische waarde van het ontwaterde slib evenals de hoeveelheid ontwaterd slib af, waardoor de kosten voor de verdere verwerking sterker dalen bij thermofiele slibgisting dan bij mesofiele slibgisting.

Een veelgehoord nadeel van thermofiele slibgisting zou de grotere gevoeligheid voor storingen en remmingen zijn. Wanneer bij het thermofiele slibgistingproces echter de juiste uitgangspunten worden gehanteerd, zodat de invloed van bijvoorbeeld temperatuurwisselingen worden geminimaliseerd en er geen toxische effecten van bijvoorbeeld NH_3 optreden, draait de thermofiele vergisting stabiel en is het een robuust proces.

PROCESOPTIMALISATIE SLIBVERWERKING

Om de productie van groene energie op rwzi's te optimaliseren, moet worden gestreefd naar een maximale benutting van de vergistingcapaciteit. Afhankelijk van de reeds beschikbare gistingruimte op een rwzi betekent dit, dat het te vergisten slib vergaand kan worden ingedikt voordat dit in gistingtank wordt gebracht.

Om de gistingstanks bij een hogere slibconcentratie goed te laten functioneren en om wisselingen in temperatuur en concentraties te voorkomen, is een goede (mechanische) menging van de gistingtank noodzakelijk. Bij een goede menging vormt een hogere droge stof concentratie geen belemmering en kunnen de temperatuur en concentraties gelijk worden gehouden. Ook wordt de vorming van drijfslagen en schuim effectief voorkomen bij een goede menging.

Als voorbeeld van een mechanische menger is door Colsen BV een uniek concept ontwikkeld onder de naam DIGESTMIX[®]. Dit systeem zorgt voor een goede menging en verwarming van de gistingtank en voorkomt de vorming van drijfslagen. Door dit concept worden de anaërobie bacteriën tevens beter in contact gebracht met de organische droge stof, waardoor er dus meer biogas geproduceerd kan worden. Daarnaast is het opgenomen vermogen van dit mengsysteem aanzienlijk lager (ca. 45% lager) in vergelijking met menging door middel van biogasinblazing.



Figuur 3: schematische weergave DIGESTMIX[®] systeem (pat. pending)

Uit een in augustus 2010 afgeronde haalbaarheidsstudie naar thermofiele slibgisting op een rwzi van ca. 350.000 IE blijkt, dat de extra gegenereerde opbrengst uit biogasproductie en de besparingen in exploitatiekosten (zoals slibverwerking en chemicaliën dosering) goed opwegen tegen de (her)investeringskosten.

Jaarlijks wordt bij de implementatie van een thermofiel gistingproces, waarbij ook het extern aangevoerde slib wordt meevergist om de capaciteit van de vergisters volledig te benutten, ten opzichte van de huidige mesofiele vergisting 5.808.000 kWh per jaar extra aan elektrische energie opgewekt, hoeft 2.277 ton ds minder te worden ontwaterd en hoeft 1.981 ton ds minder te worden afgevoerd naar een grote slibverbranding. Bij een opbrengst van € 0,10/kWh wordt er jaarlijks € 580.800,- aan extra opbrengsten uit elektrische energie gegenereerd. Voor slibontwatering is minder polymeer nodig en bij kosten voor slibontwatering van € 58,5/ton ds en slibafzet van € 272,96/ton ds wordt jaarlijks voor € 697.786,- bespaard op de



Full scale ANPHOS®-installatie bij LWM Krui-ningen

slibgisting. De $\text{NH}_4\text{-N}$ concentratie in het rejectiewater kan na thermofiele slibgisting van primair en secundair slib oplopen tot ca. 1.500 mg/l en de ortho-fosfaat concentratie tot ca. 100 mg/l.

Hierdoor leent het rejectiewater na thermofiele slibgisting zich uitstekend voor een deelstroombehandeling, waarbij stikstof en fosfaat kunnen worden terugge- wonnen.

Ammoniumstikstof kan bijvoorbeeld met het AMFER®-proces uit het rejectie- water worden verwijderd. Bij dit proces ontstaat ammoniumsulfaat als product. Dit kan worden afgezet als meststof en vormt zo (nagenoeg) een sluiting in de stikstofkringloop.

Ortho-fosfaat kan door middel van het ANPHOS®-proces uit het rejectiewater worden verwijderd onder de vorming van struviet, wat als meststof kan worden afgezet. Dit vormt (nagenoeg) een sluiting in de fosfaatkringloop. In het kader van de toekomstige schaarste aan grondstoffen als fosfaat wordt middels een deelstroombehandeling aangesloten bij de doelstelling van een duurzame leef- omgeving. Tevens kan het NAS®-proces als nageschakelde technologie worden ingezet om het resterende stikstof op een 'kostenefficiënte' manier vergaand te verwijderen.

Het implementeren van een thermofiele slibgisting op rwzi's in combinatie met deelstroombehandeling op het rejectiewater sluit aan bij de doelstelling om tegen zo laag mogelijke maatschappelijke kosten een optimale balans tussen mens, omgeving en economie te realiseren.

Ten opzichte van mesofiele slibgisting wordt bij thermofiele slibgisting:

- tot 30% meer ods omgezet (tot 20% meer ds omgezet)
- tot 70% meer biogas geproduceerd
- > 20% minder uitgestikt slib verder te verwerken, dus ook > 20% besparing op ontwateringskosten (elektriciteit, polymeer e.d.) en afzetkosten (transport, verwerking).

Davey Smet, Colsen BV

kosten voor slibverwerking. Een investering die binnen twee jaar kan worden terugverdiend.

NUTRIËNT RECOVERY

Door de verhoogde slibactiviteit en de betere en snellere hydrolyse (ontsluiting) die plaats vindt bij de hogere temperaturen tijdens ther- mofiele slibgisting, zal de concen- tratie aan (ammonium)stikstof en (ortho-)fosfaat in het rejectiewater na thermofiele slibgisting groter zijn in vergelijking met mesofiele