

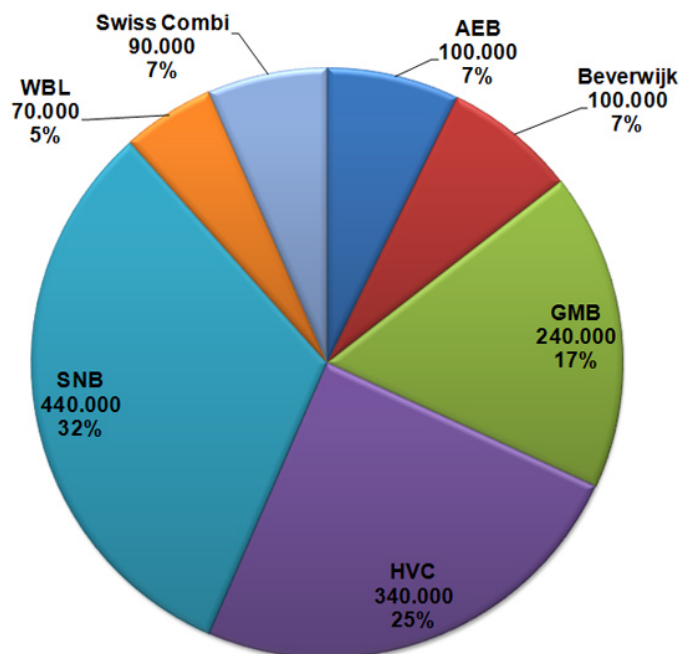
## Thermische hydrolyse als de motor voor centrale slibverwerking

*Davy Ringoot (Cambi A.S.), Berend Reitsma (Tauw), Remmie Neef (Brightwork)*

Anno 2014 is de markt voor slib(eind)verwerking sterk in beweging. De waterschappen zoeken naar nieuwe doelmatige en duurzame oplossingen: centralisatie, verdergaande gisting en volumereductie (Energiefabrieken). Daarnaast speelt voor sommige waterschappen voor de komende jaren het afsluiten van nieuwe slibverwerkingscontracten. Tegen deze achtergrond is toepassing van thermische hydrolyse (TDH) een kansrijke techniek. Door toepassing hiervan wordt meer gas geproduceerd, wordt de beschikbare vergistingscapaciteit beter benut en verloopt de ontwatering beter met als gevolg een volume- en kostenreductie. In dit artikel wordt ingegaan op de kansen van thermische hydrolyse.

### Slib(eind)verwerking anno 2014

De totale hoeveelheid te verwerken zuiveringsslib in Nederland bij de eindverwerkers is circa 1.380.000 ton koek per jaar (cijfers 2012, gemiddeld 24 % ds [1]). Op dit moment wordt dit ontwaterde slib verwerkt via een aantal routes/bedrijven: monoverbranding (SNB en HVC), coverbranding (AEB), biologisch drogen (GMB), thermisch drogen (Beverwijk, Swiss Combi en WBL (tot 2015)). Het biologisch gedroogde slib van GMB wordt toegepast als secundaire brandstof in kolencentrales in Nederland en/of bruinkoolcentrales in Duitsland. Granulaat van Beverwijk gaat naar de BMC in Alkmaar. Gedroogd slib van Swiss Combi en WBL gaat naar de cementindustrie (ENCI). Uiteindelijk wordt dus al het slib verbrand. In afbeelding 1 wordt het marktaandeel van de verschillende slibverwerkers in Nederland weergegeven [1].



**Afbeelding 1** Marktaandeel slibverwerkers in Nederland

De kosten voor slibeindverwerking bepalen voor een groot deel de kosten van het zuiveren van afvalwater. De tarieven van de huidige slibeindverwerking variëren tussen de 60 en 100 euro per ton koek (inclusief btw en transport). Tot voor kort waren deze tarieven weinig aan variatie onderhevig, want circa 60% van de waterschappen is aandeelhouder bij één van de slibverwerkers en daarnaast liepen er de laatste 10-15 jaar diverse langlopende contracten met eindverwerkers. Echter de markt voor slib(eind)verwerking is aan het veranderen. Bij een achttal waterschappen lopen de komende jaren de slibcontracten af. Daarnaast is er de laatste jaren op de rwzi's meer oog voor duurzamere (meer biogas en minder transport) en doelmatigere (goedkopere) alternatieven voor de slibverwerking. Centrale slibverwerking op de rwzi biedt kansen om de slibverwerkingskosten verder te reduceren en om het maximale uit het slib te halen door centrale vergisting. Al met al levert dit nieuwe mogelijkheden voor centrale slibverwerking met thermische hydrolyse vóór de gisting. Daardoor kan meer slib in dezelfde gisting worden verwerkt, wordt het slib verder afgebroken (en meer gas geproduceerd) en vindt een volumereductie plaats door een betere slibontwatering.

### **De techniek thermische hydrolyse**

Thermische hydrolyse is een voorbehandelingstechniek voor slib en andere complexe organische stromen. Ingedikt of ontwaterd slib wordt bij hoge temperatuur (140-165 °C) en bij verhoogde druk (4-8 bar) behandeld, waarbij het slib 'vervloeit'. De onopgeloste componenten worden gedeeltelijk omgezet in opgeloste verbindingen, waardoor een versnelde en verhoogde biogasproductie plaatsvindt. De viscositeit van het slib wordt drastisch gereduceerd waardoor hogere voedingsconcentraties kunnen worden toegepast en het vereiste gistingsvolume wordt gereduceerd. Op wereldschaal zijn circa 40 installaties voor thermische hydrolyse operationeel. De meeste daarvan zijn van het type Cambi, zie afbeelding 2.



**Afbeelding 2 Cambi-installatie voor thermische hydrolyse op de centrale slibverwerking Davyhulme, Manchester (capaciteit 120.000 ton ds/jaar)**

### Meer slib door dezelfde gistingstanks

Thermische hydrolyse heeft als eigenschap dat de viscositeit van het slib wordt verlaagd, waardoor in de gisting een hoger drogestofgehalte gehanteerd kan worden zonder dat mengproblemen ontstaan. Daarnaast mag de verblijftijd in de gisting korter zijn voor eenzelfde resultaat. Tabel 1 geeft hiervan een voorbeeld. Uit tabel 1 blijkt duidelijk dat de slibverwerkingscapaciteit van een bestaande gisting sterk wordt verhoogd wanneer het slib met thermische hydrolyse wordt voorbehandeld. Hierbij zijn in principe geen grote aanpassingen aan de gistingstanks zelf vereist. Wel zal de gasproductie sterk toenemen en moet de gasbehandeling hierop worden aangepast. Doordat de verwerkingscapaciteit met een factor drie toeneemt moet er uiteraard extra slib aangevoerd worden.

**Tabel 1. Verwerkingscapaciteit in gisting zonder en met thermische hydrolyse (TDH)**

Parameter	Eenheid	Gisting zonder TDH	Gisting met TDH
Gistingsvolume	m <sup>3</sup>	10.000	10.000
Verblijftijd	dagen	25	16
Voedingsdebiet	m <sup>3</sup> /d	400	625
Droge stof in voeding	% ds	5	10 <sup>(1)</sup>
Slibtoevoer	ton ds/dag	20	63
Jaarlijkse slibverwerkingscapaciteit	ton ds/jaar	<b>7.300</b>	<b>22.800</b>

(1) Niet alle thermische hydrolysetechnieken laten het toe om de gisting met een hoge drogestofconcentratie te voeden. Enkele zogenaamde 'direct contact processen' (met stoominjectie, zonder warmtewisselaars) laten dit wel toe.

In de meeste centrale slibgistingen in Nederland wordt enkel vloeibaar (ingedikt) slib toegevoerd. In een aantal gevallen wordt ook ontwaterd slib aangevoerd. Sommige systemen voor thermische hydrolyse (zoals het Cambi-systeem en het Veolia Exelys-systeem) kunnen ook ontwaterd, steekvast slib verwerken en omzetten tot een vloeibaar substraat voor de slibgisting. Hierdoor wordt het makkelijker om slib vanuit een grotere regio aan te voeren met beperkte transportbewegingen (minder kosten en minder CO<sub>2</sub> emissies per ton droge stof). In een aantal landen (UK, VS) wordt thermische hydrolyse toegepast op zowel primair slib als biologisch slib. Het eindproduct is pathogeen-vrij en wordt in de landbouw afgezet. In Nederland is slibafzet in de landbouw niet mogelijk en wordt voornamelijk gekeken naar thermische hydrolyse van secundair slib.

### Extra energieopwekking

Tabel 2 geeft een typische energiebalans voor een conventionele gisting en voor een gisting op basis van thermische drukhydrolyse. Thermische-hydrolyse-installaties hebben uiteraard ook een eigen warmtebehoefte. Het slib moet immers tot een temperatuur van 140 à 165 °C opgewarmd worden. De diverse systemen doen dit op verschillende manieren (direct of indirect), doch alle hebben ze hoogwaardige warmte nodig. Installaties die enkel secundair slib verwerken, hebben vanzelfsprekend een lager energieverbruik en hebben een betere energiebalans dan installaties waar ook primair slib doorheen gaat. Doorgaans wordt de energie voor de hydrolyse geheel of voor een groot deel gewonnen uit de rookgassen van gasmotoren (WKK). Soms kan er voor een deel energie van derden of restwarmte toegepast

worden. Bij grootschalige centrale slibgisting is er een sterk schaalvoordeel te realiseren. Grote WKK installaties (> 1 MW) halen een aanzienlijk hoger elektrisch en totaalrendement. Ook de investeringskosten per verwerkte ton droge stof worden lager. Bij gisting na thermische hydrolyse is de hoogwaardige warmte vereist (warmte met een hoge temperatuur) voor het hydrolyseren van het slib. Bij conventionele gisting wordt doorgaans zowel de laag- als de hoogwaardige warmte toegepast voor het opwarmen van de gisting.

**Tabel 2. Energiebalans gisting zonder en met thermische hydrolyse (TDH)**

Parameter	Eenheid	Gisting zonder TDH	Gisting met TDH
Slibproductie	ton ds/jaar	10.000	10.000
Verhouding primair/biologisch slib	%	35/65	35/65
Organische stof	% van droge stof	70	70
ODS afbraak	%	42	55
Verwachte gasproductie	Nm <sup>3</sup> /dag	7.000	9.000
Electriciteitsproductie bij 38% E-rendement	kWe	690	890
Stroomproductie bij 8.300 h/j E-productie	MWh/jaar	5.730	7.400
Hoogwaardige warmte (20% van energieinput)	MWh/jaar	3.016	3.900
Laagwaardige warmte (25% van energieinput)	MWh/jaar	3.770	4.875

Bij toepassing van TDH blijft de laagwaardige warmte over, aangezien het mengsel van warm gehydrolyseerd biologisch slib en koud primair slib voldoende warmte bevat (ca. 50 °C bij bovenstaande verhoudingen). Bij conventionele gisting is de absolute warmtevraag toch hoger, omdat een groter slibdebiet opgewarmd moet worden. Door thermische hydrolyse kan daardoor een aanzienlijke toename van de elektriciteitsproductie worden verkregen bij eenzelfde substraathoeveelheid. Door ook gebruik te maken van de verhoogde slibverwerkingscapaciteit is de energieproductie per eenheid gistingsvolume vele malen hoger bij gisting na thermische hydrolyse dan bij conventionele gisting.

Een zeer interessant alternatief vanuit energetisch oogpunt is het combineren van een centrale slibverwerking met thermische hydrolyse met een drooginstallatie en een (mono)verbrandings- of vergassingsinstallatie [2]. Het ontwaterde slib kan rechtstreeks gevoed worden aan het droogproces en vervolgens aan het verbrandingsproces, zonder verder transport. Uit de verbrandingsgassen kan stoom teruggewonnen worden die kan worden aangewend voor de thermische hydrolyse. Al het gevormde biogas kan dan desgewenst opgewerkt worden tot groen gas en geïnjecteerd worden in het aardgasnet en/of gebruikt worden als transportbrandstof. Op deze wijze ontstaat een zeer hoge netto energie-efficiëntie.

#### **Volumereductie door verbeterde ontwaterbaarheid**

Door thermische hydrolyse van slib wordt naast de hogere doorzet door de (bestaande) gisting en extra gasproductie ook een sterke verbetering van de ontwaterbaarheid gerealiseerd. Na thermische hydrolyse en anaerobe gisting worden drogestofgehaltes van 30-35% behaald.

Zowel centrifuges als zeefbandpersen geven goede resultaten met hoge drogestofgehalten. Met zeefbandpersen zijn bovendien hoge bandbelastingen aangetoond, tot 1.000 kg ds/m band per uur [3], waardoor met bestaande machines hogere slibdoorzetten kunnen worden gerealiseerd. De combinatie van verhoogde organischestofafbraak en verbeterde ontwaterbaarheid is de sleutel tot het reduceren van de slibverwerkingskosten. Enerzijds wordt de af te voeren slibmassa gereduceerd en anderzijds blijft de calorische waarde van het slib (op natte basis) behouden. Dit laatste is cruciaal, aangezien in Nederland uiteindelijk al het slib wordt verbrand. Tabel 3 toont het effect op de massabalans en de slibsamenstelling voor een slibverwerkingscapaciteit van 10.000 ton droge stof per jaar.

**Tabel 3. Reductie slibkoek met behoud van verbrandingswaarde**

Parameter	Eenheid	Gisting zonder TDH	Gisting met TDH
Slibmassa	ton ds per jaar	10.000	10.000
Organische stof	%	70	70
OS afbraak	%	42	55
Organische stofafbraak	ton ds/jaar	2.940	3.850
Rest slibmassa	ton ds/jaar	7.060	6.150
Organische stof uitgegist slib	%	58	51
Af te voeren ods	ton ods/jaar	4.060	3.150
Droge stofgehalte	% ds	23	30
Af te voeren water	ton/jaar	23.600	17.350
Ods/water	kg ods/ ton H2O	172	182
Af te voeren slibkoek	ton/jaar	30.700	20.500

Uit bovenstaande tabel blijkt dat de af te voeren slibmassa sterk afneemt (in bovenstaande berekening met ongeveer 1/3), maar dat gelijktijdig de verhouding tussen organische stof en water min of meer gelijk blijft of zelfs stijgt. Dat is gunstig voor de verbrandingsprocessen. Deze verhouding (ods/water) is een cruciale parameter in de eindverwerking van ontwaterd slib.

### Doelmatigheid

Na thermische hydrolyse is de verbrandingswaarde van het slib gelijkwaardig aan of hoger dan de verbrandingswaarde van slib zonder thermische hydrolyse, en de hoeveelheid is ca 1/3 minder. Dat kan voor het waterschap een forse reductie van de slibverwerkingskosten betekenen. In het totale kostenplaatje moeten de afschrijving van de thermische-hydrolyse-installatie en de opbrengsten van de extra gasproductie worden meegenomen. Ook de grotere doorzet van slib door bestaande gistingstanks moet in de businesscase worden betrokken. Voor de waterschappen die 'ongebonden' zijn (geen aandeelhouder in een eindverwerker) levert dit direct een positieve businesscase op. Voor waterschappen die wel aandeelhouder zijn, maken de vastrechtkosten de businesscase minder gunstig. Toch kan ook hier de balans doorslaan in het voordeel van toepassen van thermische hydrolyse (zoals bijvoorbeeld in de projecten Tilburg en Hengelo).

Voor de slibeindverwerkers neemt het aanbod van slib de komende jaren af. Bovendien zijn er afvalverwerkers die overwegen zich ook op de slibmarkt te begeven [4]. De concurrentie op de

markt neemt dus toe, waardoor de slibtarieven wellicht gaan dalen. De keerzijde daarvan is dat het kostenvoordeel van THD daarmee kleiner wordt.

### **Duurzaamheid**

Naast kostentechnische voordelen zijn er ook duurzaamheidsvoordelen. Er wordt meer groen gas geproduceerd en er hoeft minder slib getransporteerd te worden. Hierdoor is de CO<sub>2</sub>-emissie lager en wordt een relevante bijdrage geleverd aan de MJA3-doelstellingen en het klimaatakkoord.

### **Verwerking van nutriënten**

Door de thermische hydrolyse is het slibgehalte in de gisting sterk verhoogd en komen extra nutriënten vrij door de verhoogde afbraak van organische stof. Dit biedt kansen voor een eventuele terugwinning van nutriënten. Fosfaat kan teruggewonnen worden zowel in de slibfase (bijvoorbeeld met het PCS Airprex procédé of Nuresys reactor) als in de (rejectie)-waterfase (bijvoorbeeld met Nuresys, Ostara of Phospaq). Terugwinning in de slibfase heeft als voordeel dat precipitatie van struviet in de leidingen en apparatuur voorkomen wordt. Daarnaast is (wellicht) een nog verdergaande verhoging van het drogestofgehalte voor de eindontwatering mogelijk.

Ammoniumterugwinning uit rejectiewater is niet doelmatig en niet duurzaam [10]. Hierdoor is bij een centrale slibgisting met thermische hydrolyse een deelstroombehandeling (op basis van de anaerobe ammoniumoxidatie) zonder meer noodzakelijk. De extra vrijgekomen ammoniumstikstof kan in een klein reactorvolume en met een relatief gering energieverbruik omgezet worden in stikstofgas. Anaerobe ammoniumoxidatie vereist geen koolstofbron voor denitrificatie. Door het verwijderen van de ammoniumstikstof in het rejectiewater verbetert ook de C/N verhouding van de waterzuivering en kan gemakkelijker aan de N-totaal eis in het effluent worden voldaan (geen aanpassingen aan de waterlijn van de rwzi).

### **Concrete projecten in Nederland**

In Nederland worden op dit moment en in de nabije toekomst circa 12 rwzi's omgebouwd tot 'Energiefabriek'. Centraal daarin staat centralisatie van de slibverwerking, gisting van al het slib, maximale benutting van het biogas voor elektriciteitsopwekking en warmteproductie en/of omzetting naar groen gas. Bij een aantal van de energiefabrieken wordt thermische hydrolyse al toegepast, bijvoorbeeld in Venlo (Turbotec) In aanbouw zijn installaties voor thermische hydrolyse in Tilburg (Cambi), Apeldoorn (Turbotec) en Amersfoort (Lysotherm). Voor de rwzi Hengelo loopt nu de aanbesteding van een TDH installatie, andere waterschappen zijn aan het studeren op de toepassing van TDH.

### **Kwantitatieve inschatting kansen voor TDH voor heel Nederland**

Om in te schatten wat de kansen voor heel Nederland zijn, hebben de auteurs op basis van CBS-gegevens en literatuur enkele kwantitatieve berekeningen uitgevoerd. De interessante vragen zijn: hoeveel slib wordt er op dit moment in Nederland vergist, hoeveel gistingvolume is er totaal en hoeveel slib zouden we theoretisch kunnen vergisten met en zonder TDH. In

tabel 4 is een berekening gegeven van het percentage van het slib dat in Nederland wordt vergist. In 2012 waren er in Nederland 348 rwzi's, die samen circa 23.000.000 i.e. verwijderden. Van deze rwzi's hebben er 78 een slibgisting [5], samen goed voor circa 12.000.000 i.e. [5]. Dus 22% van de rwzi's heeft een eigen slibgisting. Deze rwzi's behandelen 52% van het afvalwater. Hierbij is nog geen rekening gehouden met het slib van andere rwzi's, dat centraal wordt vergist. Inclusief dit extern vergiste slib wordt in totaal 80% van het Nederlandse slib vergist (zie tabel 4 voor de berekening).

**Tabel 4. Berekening percentage slib dat vergist wordt in Nederland**

Parameter	Waarde	Eenheid	Referentie
Biogasproductie	105.500.000	Nm <sup>3</sup> /jaar	[5]
Slibafbraak <sup>(1)</sup>	130.000	ton ods/jaar	vuistregels
Slib in gisting <sup>(2)</sup>	370.000	ton ds/jaar	vuistregels
Slib uit gisting	240.000	ton ds/jaar	calculatie
Niet vergist slib	91.000	ton ds/jaar	calculatie
Slib in eindverwerking	331.000	ton ds/jaar	[1, 7]
Totaal slib vóór SGT	461.000	ton ds/jaar	calculatie en [6]
Vergist in NL	80 <sup>(3)</sup>	%	calculatie

(1) CZV afbraak Gas\* 60 % methaan/0,35/1,4

(2) Totaal ds-afbraak in gisting = 80%

(3) 370.000/461.000 = 80 %

In tabel 5 is berekend hoeveel meer slib theoretisch verwerkt kan worden met het bestaande gistingsvolume. Hierbij gaan we nu even voorbij aan regionale verschillen en logistieke problemen. We kunnen dus theoretisch al het Nederlandse slib kwijt in de bestaande gistingstanks. We hebben zelfs nog iets aan verwerkingscapaciteit over. Met TDH hebben we veel ruimte over. Deze ruimte zou kunnen worden benut door andere organische reststoffen toe te voegen. Of dit doelmatig is, is natuurlijk de vraag. Eindverwerken van zuiveringsslib (inclusief andere stoffen) is duur. De ruimte die TDH creëert, kan lokaal wel voor een optimale logistieke situatie zorgen (zoals bij de Energiefabrieken Tilburg en Hengelo, waar met TDH veel meer slib door de bestaande gistingstanks zal gaan dan voorheen).

**Tabel 5. Te verwerken slib in Nederland, uitgaande van het beschikbare gistingsvolume**

Parameter	Huidige situatie	Maximale capaciteit	Maximaal na Cambi
Totaal volume SGT NL (m <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>	467.000	467.000	467.000
Verblijftijd in SGT (d)	27 <sup>(2)</sup>	20	20
Doorzet (m <sup>3</sup> /jaar)	6.300.000	8.500.000	8.500.000
Ingaand ds gehalte (%)	5,8	5,8	10
Slibvracht (ton ds/jaar)	331.000 <sup>(3)</sup>	495.000	853.000
Slibproductie 2012 (ton ds/jaar)	461.000 <sup>(3)</sup>	461.000	461.000
Reserve capaciteit (%)	nvt	7,5 %	85 %

(1) Bron: [6]

(2) Gemiddeld in Nederland [3]

(3) Zie tabel 4

In tabel 6 is weergegeven hoeveel gas we kunnen produceren als we al het Nederlandse slib gaan vergisten en als we overal TDH gaan toepassen (hierbij is weer voorbijgegaan aan de regionale verschillen en logistieke knelpunten). Tevens is aangegeven hoeveel procent van het energieverbruik voor transport en zuivering van afvalwater voor heel Nederland door eigen slibgisting kan worden opgewekt. Lokaal kan dit percentage natuurlijk veel groter zijn door de aanvoer van extern slib.

**Tabel 6. Potentie biogasproductie zonder en met TDH en percentage zelfvoorzienendheid**

Parameter	Huidige situatie	Maximale capaciteit	Maximaal na Cambi
Biogasproductie (Nm <sup>3</sup> /jaar)	105.000.000 <sup>(1)</sup>	126.600.000 <sup>(2)</sup>	181.000.000 <sup>(3)</sup>
Primaire energie (GJ <sub>p</sub> /jaar) <sup>(4)</sup>	2.400.000	2.900.000	4.200.000
Elektriciteitsverbruik waterschappen <sup>(5)</sup>	7.800.000	7.800.000	7.800.000
Aandeel eigen E opwekking (%)	31 %	37 %	53 %

(1) Bron: [5]

(2) Voor heel NL 20 % extra (zie tabel 4)

(3) Extra afbraak door TDH 50%/35 % = 1,43 (factor)

(4) 23 MJ/N m<sup>3</sup> biogas

(5) Het totale E-verbruik van afvalwaterzuivering, transport, zuiveren en slibontwatering bij 337,6 GJp/1.000 i.e. en 23.000.000 omgezette i.e.'s [5]

In tabel 7 is weergegeven wat het effect van TDH is op de totale hoeveelheid slibkoek in Nederland en welk effect dat heeft op de kosten van slibeindverwerking (uitgaande van een vast tarief).

**Tabel 7. Hoeveelheden slibkoek en kostenbesparing als overal TDH wordt toegepast**

Parameter	Waarde	Eenheid	Referentie
Slib vóór SGT in NL	461.000	ton ds/jaar	Tabel 4
Afbraak	50	%	vuistregel
Restant NL na TDH/SGT	230.000	ton ds/jaar	calculatie
Ds gehalte na ontwateren	30	%	[4]
Hoeveelheid slibkoek naar eindverwerkers	768.000	ton koek/jaar	calculatie
Huidige slibkoek (24% ds) naar eindverwerkers	1.380.000	ton koek/jaar	[1]
Besparing op slibkoek naar eindverwerkers	612.000	ton koek/jaar	calculatie
Besparing op slibafzetkosten <sup>(1)</sup>	43.000.000	euro/jaar (all in)	calculatie

(1) Uitgaande van 70 euro per ton koek, all in, geen rekening gehouden met aandeelhouderschap

## Conclusies

Centrale slibgisting met thermische hydrolyse is een bewezen technologie, met diverse operationele installaties in het buitenland en de eerste realisaties in Nederland. Door centrale slibgisting met thermische hydrolyse komt in principe al het beschikbare zuiveringsslib in aanmerking voor verdergaande gisting en verbeterde ontwaterbaarheid. Op deze wijze wordt de productie van biogas uit zuiveringsslib gemaximaliseerd en worden de slibverwerkingkosten gereduceerd. Toepassing van thermische hydrolyse is dus doelmatig en duurzaam.



## Literatuur

- [1] STOWA 2013 38. (Voor)droging van zuiveringsslib in kassen met en zonder restwarmte.
- [2] Reitsma, B, Bulk van den, J, Giessen, van der, M, Elizen, M, (2013), Economische haalbaarheid van vergassing van zuiveringsslib voor de Nederlandse situatie, STOWA 2013-15, ISBN 978.90.5773.602.5
- [3] SenterNovem, Inventarisatie biogas rwzi's (2009), Witteveen & Bos
- [4] Reitsma, B, Berg, R, Brandse, F, Geerse, H (2011), Nieuwe slibeindverwerking Noord Nederland, kansen voor slibdroging met restwarmte en een slibenergiefabriek, H2O 19 2011
- [5] Bedrijfsvergelijking Zuiveringsbeheer 2012 (BVZ 2012) versie 24 september 2013 Aa en Maas, Unie van Waterschappen en ABF Research
- [6] VvZB, Slibeindverwerking in Nederland (2013), Advies aan CWE, RoyalHaskoningDHV
- [7] CBS Statline 2011-2012

## Verder te raadplegen

- [8] Leon Korving, manager process en milieu. Slib = energie?. De afvalwaterzuivering als energiefabriek: utopie of realiteit, 13 februari 2009.
- [9] Bill Barber, United Utilities. The Impact of Advanced and standard digestion on incineration of sewage sludge
- [10] Panter, K, Ebcor Ltd, UK, (1009) Comparison of Centrifuge and Belt Press for Compressible Digested Sludge After Thermal Hydrolysis, WEFTEC 2009
- [11] Cambi (Chertsey, Cardiff & Afan) <http://www.cambi.no/wip4/publications>
- [12] Reitsma B, Nieuwe slibeindverwerking, kansen voor slibdroging met restwarmte en slibenergiefabriek, 20 april 2011, Tauw rapport nummer: R002-4748020BWP-jmb-V01-NL, te verkrijgen op hydrotheek <http://edepot.wur.nl/170068>
- [13] Reitsma, B, Bulk van den, J, Weijma, J, Eekert van, M, Verdoes, N, (2012), Research on innovative nitrogen recovery, STOWA 2012-51, ISBN 978.90.5773.585.1.
- [14] Agentschap NL, Biogasinventarisatie rwzi's verdieping en analyses (2010), Witteveen en Bos