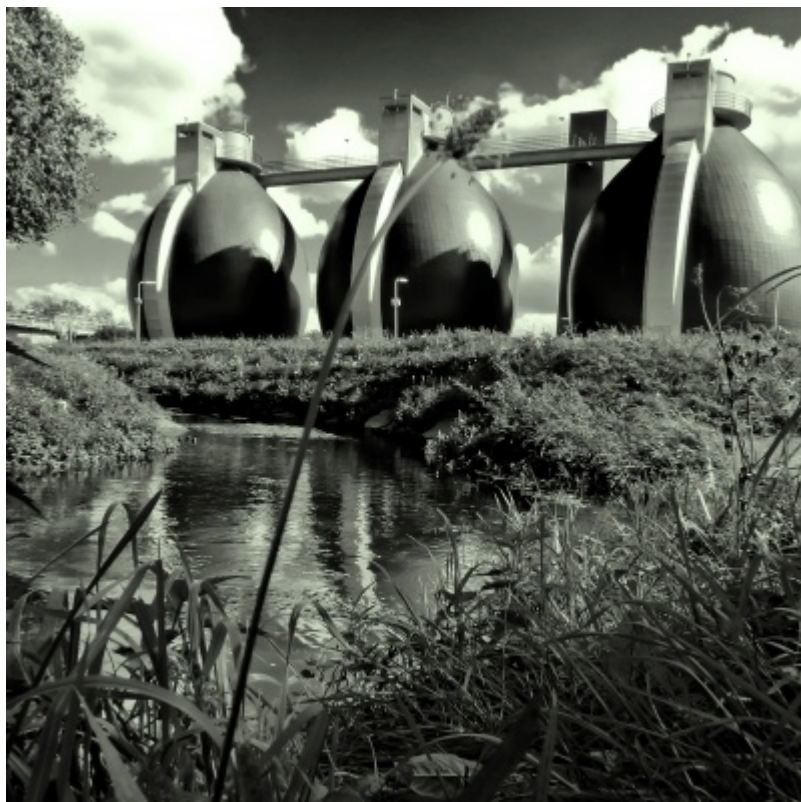


## **Thermische slibontsluiting rwzi Hengelo Pilotonderzoek 2011**



**Waterschap Regge en Dinkel  
December 2011**

# Inhoud

<b>Inleiding</b> .....	<b>3</b>
<b>Proefopzet</b> .....	<b>3</b>
<b>Resultaten</b> .....	<b>5</b>
<b>Conclusies</b> .....	<b>12</b>

## **Bijlage**

- **pH-metingen**
- **Balansen**
- **Resultaten batchtest**
- **Samenstelling biogas**

# Inleiding

Op rwzi Hengelo heeft in 2011 een pilotonderzoek gelopen naar het effect van thermische slibontsluiting (TSO), op de organische stofafbraak van secundair slib tijdens slibvergisting. De aanleiding voor het onderzoek lag in een aantal ontwikkelingen:

1. De slibvergisting in Enschede is afgeschreven en moet gereviseerd worden.
2. Testen met thermische slibontsluiting bij andere waterschappen bleken veelbelovend.

Door adviesbureau MWH is in 2010 geadviseerd om de slibvergisting van waterschap Regge en Dinkel te centraliseren op rwzi Hengelo waarbij het secundaire slib wordt voorbehandeld met TSO. De slibvergisting in Enschede hoeft dan niet te worden gereviseerd wat een grote investering van circa 8 miljoen euro scheelt. Verder zal de organische stof afbraak toenemen en de ontwatering verbeteren. Het waterschap heeft op dit advies in 2011 een haalbaarheidsonderzoek TSO op rwzi Hengelo opgestart. Het onderzoek was opgebouwd uit de volgende deelonderzoeken:

1. Pilotproef
2. Referentiestudie Cambi installaties
3. Gevoeligheidsanalyse centrale slibvergisting in combinatie met TSO

Het pilotonderzoek is meegefinancierd door de Stowa. In deze rapportage zijn de resultaten van het pilotonderzoek beschreven.

## Proefopzet

De pilotinstallatie bestond uit een pilot van de firma Cambi waarmee secundair slib kan worden voorbehandeld en een viertal slibvergisters (8 liter inhoud). In dit hoofdstuk worden achtereenvolgens de technische installaties en de werkwijze beschreven.

### **Cambi pilot**

De installatie bestaat uit een reactorvat van 10 liter waaraan via een trechter handmatig secundair slib kan worden toegevoegd. In de reactor wordt het slib ontsloten door middel van stoominjectie. De temperatuur en druk lopen hierbij op tot 165 °C en 6 bar. Na 20 minuten wordt er stoom afgelaten tot 2 bar waarna het reactorvat leegloopt in een zogenaamde flashtank waar de druk verder afneemt tot atmosferische druk. Vanuit de flashtank wordt het ontsloten slib opgevangen in een emmer. Onderstaand een foto van de installatie.



### **Slibvergisters**

De 4 cilindrische slibvergisters hebben een inhoud van 8 liter en zijn dubbelwandig. Met behulp van een thermostaatbad is warm water door de wand gepompt om de vergisters op temperatuur te houden. Er werd continu gemengd. De voeding en bemonstering zijn handmatig uitgevoerd.

De gasproductie is geregistreerd met gasklokken, zie foto.



### **Werkwijze**

Secundair slib is periodiek ontwaterd tot circa 20% ds en gekoeld opgeslagen. Vanuit deze slibkoek werd wekelijks secundair slib behandeld in de Cambi pilot.

Met dit ontsloten slib en primair slib werden slibmengsels gemaakt om de vergisters mee te voeden. Hierbij is een mengverhouding van 80% secundair / 20% primair aangehouden op basis van droge stof gehalte. De mengsels werden afgewogen in potjes van 450 ml en een week bewaard in de koeling.

Twee vergisters werden als referentie aangehouden en werden gevoed met een dunner slibmengsel maar met dezelfde verhouding primair sec slib.

De referentievergisters zijn opgestart met slib uit de slibvergisting in Hengelo. De hydrolysevergisters zijn opgestart met ontwaterd slib uit een slibvergisting in Fredericia, Denemarken. Op deze installatie wordt een thermische slibontsluiting van Cambi toegepast. Slib uit deze installatie was mogelijk beter geadapteerd aan hoge ammoniumgehalten en andere toxische componenten.

Dagelijks werden de vergisters eerst bemonsterd en vervolgens gevoed. De gasproducties werden genoteerd en enkele malen per week werden gasanalyses gedaan (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S). Twee keer per week werden de monsters door het LAB geanalyseerd op de volgende parameters:

Tabel 1 Analyses

	vergisters	voeding	Sec slib	Gehydr slib
Ds	X	X	X	X
Gloeirest	X	X	X	X
pH	x			
Vluchtige vetzuren	X			
Alkaliniteit	X			
NH <sub>4</sub>	X			
P	X	x	x	x
CZV	x	x	x	x

#### Extra analyses en metingen

Bovenop het analyseprogramma zoals hierboven weergegeven zijn nog een aantal extra parameters bepaald:

- Ontwaterbaarheid van het uitgegiste slib (uitbesteed aan dr. Julia Kopp, Duitsland)
- Fractie inert CZV in centraat
- Siloxaan in biogas
- CZV in quench water waarmee de stoom direct gekoeld werd.
- Schuim potentie testen met uitgegist slib

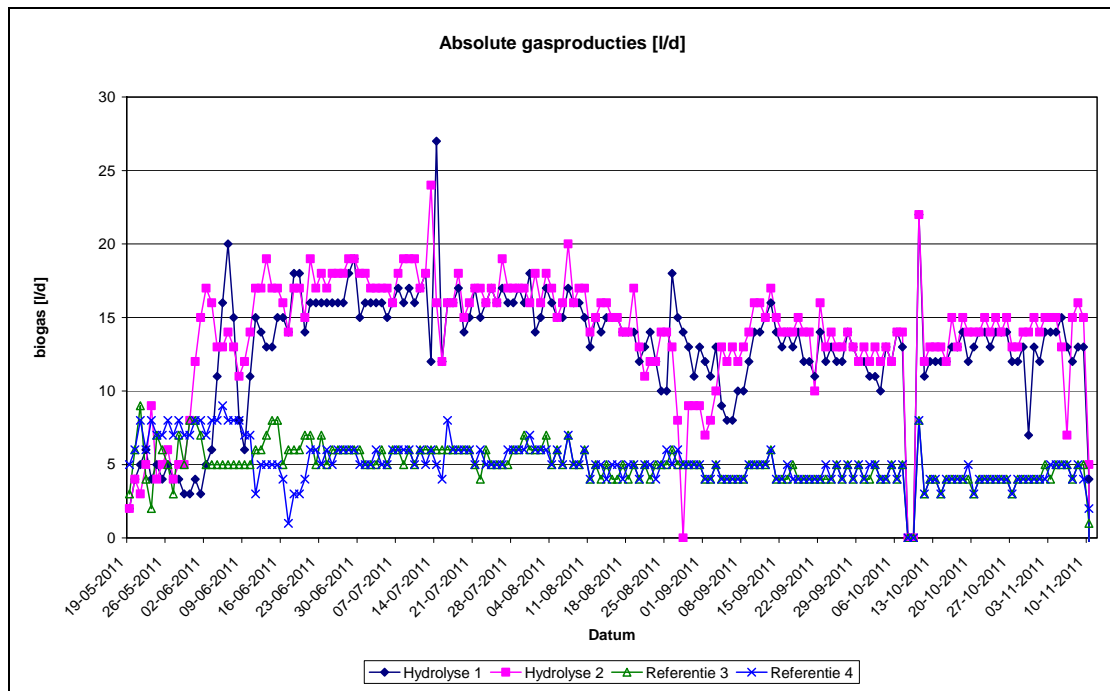
#### Looptijd van de proeven

De pilotproef heeft gelopen van 19 mei tot 10 november 2011.

## Resultaten

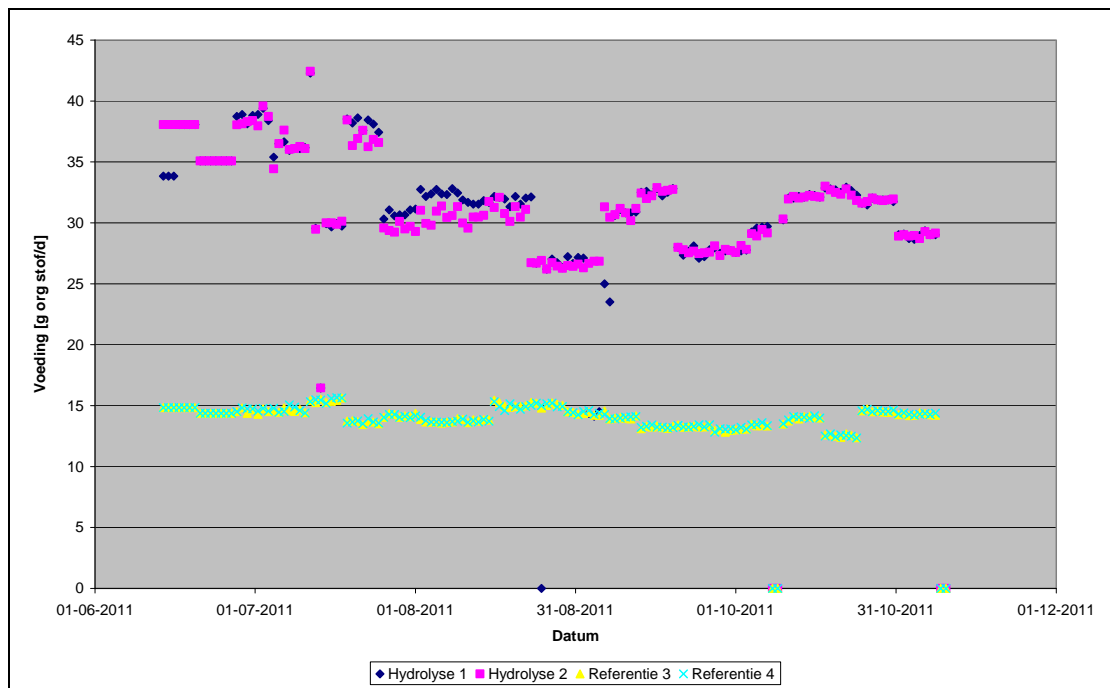
In dit hoofdstuk worden de resultaten van de pilotproef besproken. Het effect van TSO is af te leiden uit de specifieke biogasproductie en organische stofafbraak. Om een indruk te geven van het verloop van de proef, is in figuur 1 de absolute biogasproductie weergegeven. De voeding van Hydrolyse 1 en 2 bevatte gemiddeld 10,4% ds, de voeding van referentie 3 en 4 zijn bevatte gemiddeld 4,5% ds.

Uit Figuur 1 wordt duidelijk dat de hydrolyse vergisters ongeveer 3 keer zoveel biogas produceren. In de maand mei was nog sprake van opstartproblemen bij de hydrolysevergisters maar vanaf juni hebben alle vergisters min of meer stabiel gedraaid. In augustus is een daling te zien in de gasproductie die te wijten is aan een dalende organische stofbelasting, zie figuur 2. Overige pieken en dalen worden veroorzaakt door kapotte gasmeters, een voeding die is overgeslagen, etc.



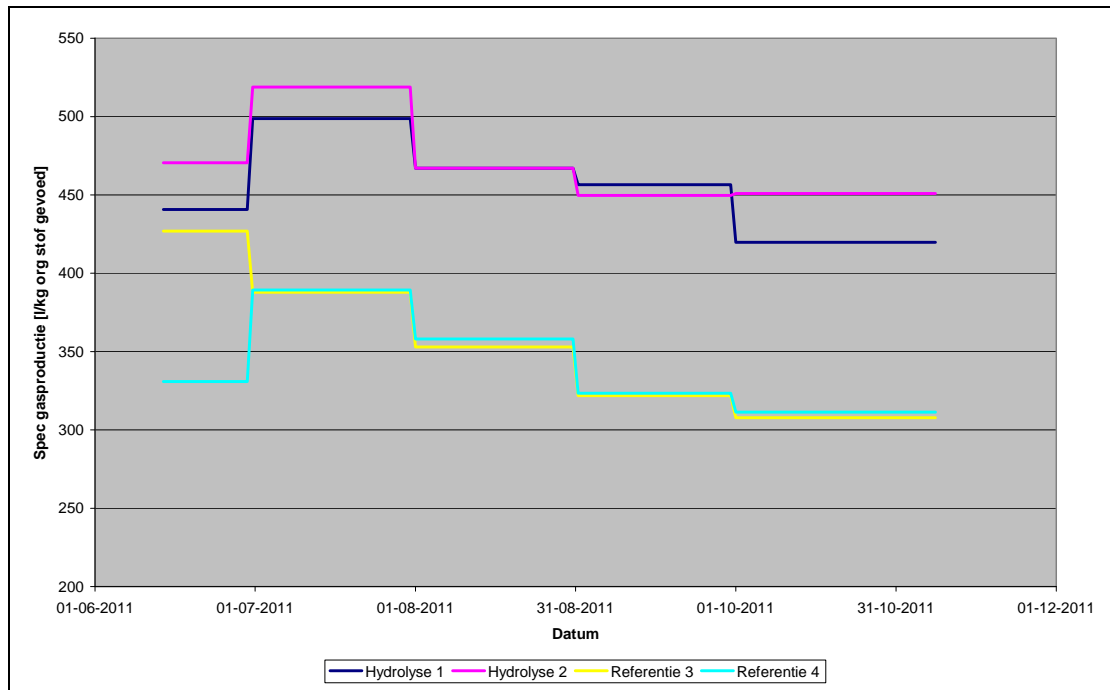
Figuur 1 Absolute gasproducties van de 4 pilotvergisters

In Figuur 2 is de organische stofbelasting voor de verschillende vergisters weergegeven. De data zijn gebaseerd op weging van de voedingspotjes en op ds en gloeirest bepalingen door het lab. De hydrolyse vergisters hadden aan het begin van de pilot een hogere organische stofbelasting dan aan het eind van de proef. De reden van deze daling is gelegen in een variërend ds gehalte van secundair slib voor hydrolyse en primair slib. De verhouding 80%/20% sec/prim slib is leidend geweest bij het aanmaken van de slibmengsels. De variaties in organische stofbelasting zijn acceptabel geacht.



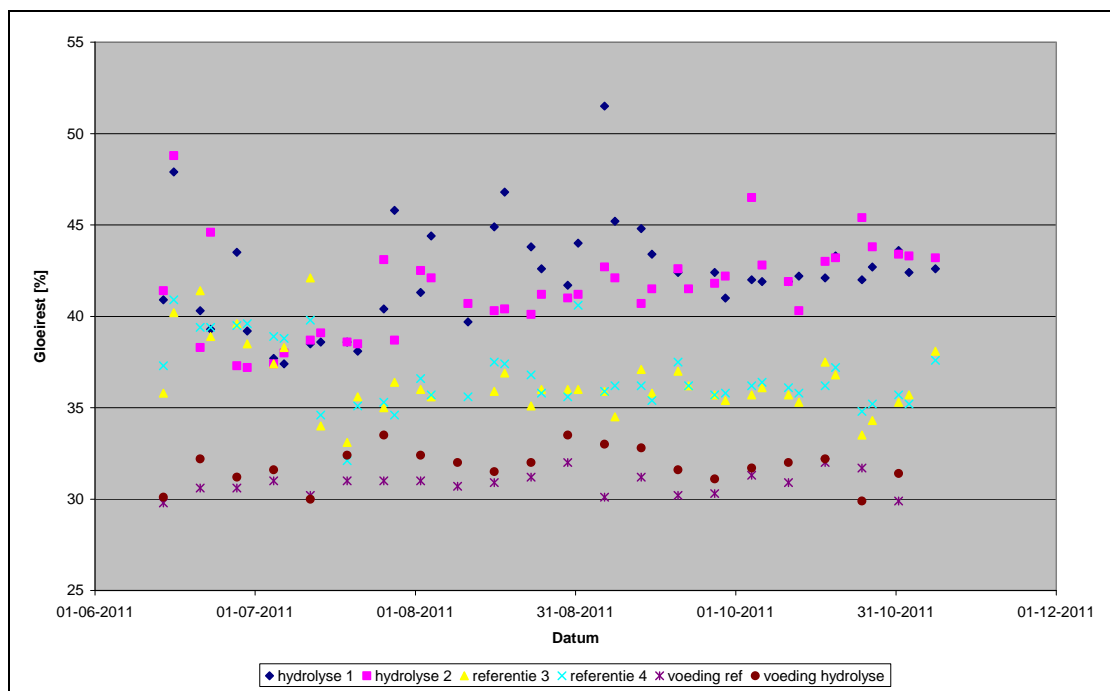
Figuur 2 Organische stof belasting vergisters

In Figuur 3 is maandgemiddelde specifieke gasproductie [l/kg org gevoed] weergegeven. Wat opvalt is dat de specifieke gasproductie gestaag bij alle vergisters daalt vanaf de zomer. Dit lijkt een gevolg van aerobe mineralisatie van het secundaire slib. Het "zomerslib" is vergaand gemineraliseerd en levert als gevolg minder biogas op. De specifieke gasproductie is in de hydrolyse vergisters hoger dan in de referentievergisters +20% (juni), +30% (juli, augustus) + 40% (sept, oktober).



Figuur 3 Maandgemiddelde specifieke gasproductie

De verbetering in organische stof afbraak wordt duidelijk uit Figuur 4. Aan het eind van de proef heeft het slib uit de hydrolyse vergisters een gloeirest van ongeveer 43% tegen een gloeirest van circa 36% in de referentievergisters.



Figuur 4 Gloeiresten uitgegist slib en voeding hydrolyse en referentie vergisters

De organische stofafbraak is te berekenen aan de hand van de verschillende gloeiresten en ds percentages. Hieronder zijn de gemiddelde gloeiresten, ds gehalten en grammen voeding en monster over de periode 24 juni tm 8 nov weergegeven:

Tabel 2 Organische stofafbraak vergisters (24 juni tm 8 nov)

	Gloeirest [%]	Ds [%]	[g/d]	[g os/d]	[g as/d]	Ods verw [%]
Voeding referentie	30,8%	4,5%	443	13,8	6,1	
Voeding hydrolyse	31,8%	10,4%	438	31,1	14,5	
Uitgest referentieslib	36,6%	3,44%	429	9,4	5,4	31,8%
Uitgest hydrolyse slib	41,9%	7,37%	400	17,1	12,4	45,0%

Op basis van bovenstaande getallen blijkt de toename in organische stofafbraak 40% te zijn. Dit komt goed overeen met de stijging in specifieke gasproductie. De asbalans (in/uit) is 89% voor de referentie en 86% voor de hydrolyse vergisters en lijkt dus redelijk nauwkeurig als men zich bedenkt dat er onnauwkeurigheden zitten in de monsternamen en in de metingen. De organische stofafbraak in zowel de referentievergisters als de hydrolysevergisters is relatief laag omdat de voeding voor 80% uit secundair slib bestaat.

Uitgaande van een organische stof afbraak van 50% bij prim slib (28% as) kan de afbraak van secundair slib berekend worden:

Tabel 3 Schatting organische stof afbraak secundair slib

	In [g os/d]	Uit [g os/d]	Afbraak [g os/d]	Afbraak [%]
<b>Primair slib</b>				
Ref	2,9	1,45	1,45	50%
Hydrolyse	6,6	3,3	3,3	50%
<b>Secundair slib</b>				
Ref	10,9	7,95	2,95	27%
Hydrolyse	24,5	13,8	10,7	43,7%
<b>Totaal</b>				
Ref	13,8	9,4	4,4	31,9%
Hydrolyse	31,1	17,1	14	45%

De afbraak van sec slib is dus 27% in de referentie vergisters en 43,7% in de hydrolyse vergisters, een verhoging van 62%.

Uit Tabel 2 blijkt dat de voeding van de hydrolyse vergisters een iets hoger asgehalte heeft dan de voeding van de referentie vergisters. Dit wordt veroorzaakt door een organische stof verlies tijdens thermische slibontsluiting. Het CZV gehalte neemt door thermische slibontsluiting af van 987 mg/kg ds naar 935 mg/kg ds (-5,3%). Het asgehalte neemt toe van 32% naar 32,5% (+1,5%). Het is niet duidelijk wat de oorzaak is van de CZV afname. Het CZV verlies via het quench water (water waarmee stoom gekoeld wordt) is slechts 0,1%. Het eerste deel stoom dat vrij komt bij het verlagen van de druk van 6 bar naar 2 bar wordt niet gekoeld. Hier zitten mogelijk veel vetzuren in.

Een andere verklaring voor de afname van het CZV gehalte is dat de slibmonsters niet aangezuurd zijn. Vluchtige vetzuren die ontstaan tijdens de ontsluiting vervluchtigen mogelijk in de tijd tussen monsternamen en CZV bepaling. De toename van het asgehalte zou kunnen worden verklaard door een gedeeltelijke omzetting van organische stof naar CO<sub>2</sub> tijdens thermische slib ontsluiting.

Balansen voor fosfaat en CZV zijn bepaald voor dezelfde periode en blijken redelijk nauwkeurig, zie bijlage.



### Performance vergisters

De verschillende vergisters hebben redelijk stabiel gedraaid maar een aantal zaken zijn opgevallen:

pH: de pH komt in de hydrolysevergisters aanzienlijk hoger uit (circa 8) tegen een pH van ongeveer 7,5 in de referentievergisters. De hogere ammoniumgehalten in de hydrolysevergisters (3-4 g/l NH<sub>4</sub>-N) bepalen in belangrijke mate de pH.

Vetzuren en alkaliniteit: De gemiddelde vetzuurgehalten en alkaliniteit zijn in onderstaande tabel weergegeven:

Tabel 4 VVZ en alkaliniteit

	Hydrolyse	Referentie
VVZ [mg/l]	2500	320
Alk [mg/l]	13600	4000
VVZ/Alk	0,18	0,08

Uit de getallen wordt duidelijk dat de vetzuurgehalten in relatie tot de alkaliniteit beduidend hoger zijn in de hydrolysevergisters dan in de referentievergisters. Door de leverancier (Cambi) wordt een richtwaarde van 0,15-0,25 gehanteerd voor de verhouding VVZ/Alkaliniteit. Aangezien de vergisters doorgaans in deze range zaten was er nauwelijks sprake van verzuring. Op 25 augustus was het VVZ gehalte 6800 mg/l in Hydrolyse 1. De belasting is tijdelijk wat teruggebracht maar achteraf is gebleken dat de vetzuurgehalten al gedaald waren voordat er maatregelen werden genomen.

Schuim: Er was regelmatig sprake van schuimvorming in de hydrolysevergisters. Er zijn enkele schuimtesten gedaan om na te gaan wat de schuimpotentie en de schuimstabiliteit is van het slib uit de verschillende vergisters. De testen zijn uitgevoerd conform de beschrijving in Stowa rapport 2010-43.

Tabel 5 Schuimtesten

	0,1 liter/min		1 liter/min	
	schuimpotentie	schuimstabiliteit	schuimpotentie	schuimstabiliteit
Hydrolyse	13%	0%	90%	80%
Referentie	6%	0%	52%	0%
Ref praktijk	Geen gegevens	Geen gegevens	22%	0%

De metingen geven aan dat de schuimpotentie en schuimstabiliteit van het slib in de hydrolysevergisters hoger zijn dan in de referentievergisters. De hogere vetzuurgehalten in de hydrolysevergisters lijken een logische verklaring voor meer schuim. De gassnelheid van 0,1 liter/min komt overeen met een gassnelheid van 2 m/h die ook geldt in de praktijksituatie waarbij gemengd wordt d.m.v. gasinblaas.

### Biogasmetingen

Wekelijks is het opgevangen biogas met een detector bepaald op CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> en O<sub>2</sub>. De resultaten zijn opgenomen in de bijlage. Het blijkt dat er geen duidelijk verschil is tussen de methaangehalten in het biogas van de verschillende vergisters. Gedetecteerd zuurstof kan worden verklaard doordat de gaszak niet helemaal afgesloten was tijdens de meting. Als hiervoor gecorrigeerd wordt dan is het CH<sub>4</sub> gehalte ongeveer 65%.

Van elke vergister is eveneens een gasmonster geanalyseerd op siloxaanverbindingen. Deze analyses geven ook geen eenduidige verschillen tussen de verschillende vergisters.

### Ontwaterbaarheid

Slibmonsters zijn aangeboden aan dr Julia Kopp in Duitsland die met behulp van een zogenaamde thermografiemetrische bepaling voorspelt welk ds gehalte haalbaar is met mechanische ontwatering. De resultaten zijn weergegeven in onderstaande tabel:

Tabel 6 Ontwaterbaarheid uitgegist slib

	Ds gehalte voorspeld	PE verbruik voorspeld	Eigen ds bepaling
	[%ds]	[kg PE/ton ds]	[%ds]
Uitgegist slib rwzi Hengelo	24,1%	10	23,3%
Uitgegist slib ref vergisters	26%	10,5	
Uitgegist slib hydr vergisters	33,9%	18	
Uitgegist slib hydr vergisters + Al toevoeging	34,5%	16	

Uit de ontwateringstesten valt op dat de ontwaterbaarheid van het slib enorm verbeterd maar het polymeerverbruik ook aanzienlijk stijgt. Hier wordt door Julia Kopp wel een kanttekening bij geplaatst. Het polymeerverbruik is namelijk afhankelijk van de ontwateringstechniek. Gebruik van centrifuges zal waarschijnlijk een hoger polymeerverbruik met zich meebrengen omdat het slib snel ontwaterd moet worden. Bij een zeefbandpers ligt het polymeerverbruik waarschijnlijk een stuk lager. NB: uit de controle met onze referentie blijkt dat er een verschil is van 0,8% tussen de voorspelling van Julia Kopp en onze eigen ontwatering met centrifuges. Haar voorspelling is dus vrij nauwkeurig.

### Centraatmetingen

Introductie van thermische hydrolyse zou een verhoging van het gehalte inert CZV in het centraat met zich meebrengen. Er zijn een paar metingen gedaan aan handmatig ontwaterde slibmonsters.

Op labschaal zijn een aantal slibmonsters (100 ml, 7,5% ds) uit de hydrolysevergisters ontwaterd door polymeer toe te voegen. De bovenstaande waterfase is geanalyseerd op CZV, BZV en PO<sub>4</sub>-P. In onderstaande tabel zijn de analyseresultaten weergegeven waarbij er gecorrigeerd is voor verdunning door polymeer.

Tabel 7 Samenstelling centraat

CZV [mg/l]	BZV [mg/l]	CZV inert [mg/l]	PO <sub>4</sub> -P [mg/l]	Kwaliteit filtraat
3820	803	3017	172	Fines
1470	255	1215	129	Helder

Op grond van bovenstaande analyses is een inerte CZV vracht te berekenen van 16-40 kg CZV/ton ds ontw slib. Of het centraat veel of weinig fines bevat, zal in belangrijke mate het gehalte inert CZV bepalen. Bij een verwerking van 10.000 ton ds/jaar op een rwzi met een capaciteit van 100.000 ie (30.000 m<sup>3</sup>/d incl regenwater) betekent dit een verhoging van 14-36 mg/l. NB: deze berekening berust op slechts twee metingen en is dus indicatief. Bovendien is onduidelijk wat er met het inerte CZV gebeurt als het rejectiewater nog in contact komt met actief slib.

Het gehalte ortho-fosfaat is opvallend laag. De hoge pH in de hydrolyse vergisters (circa 8) lijkt een logische reden voor een laag gehalte ortho-P. Immers, bij een hoge pH zal een deel van het fosfaat precipiteren in het slib als struviet of calciumfosfaat.

### Batchtest

Het effect van thermische hydrolyse is eveneens onderzocht met behulp van een batchtest bij Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. De resultaten staan hieronder weergegeven:

Tabel 8 Resultaten batchtest slibvergisting

	Biogas [l/kg ods] na 21 d
Prim slib	660
Sec slib	199
Gehydrolyseerd slib	408

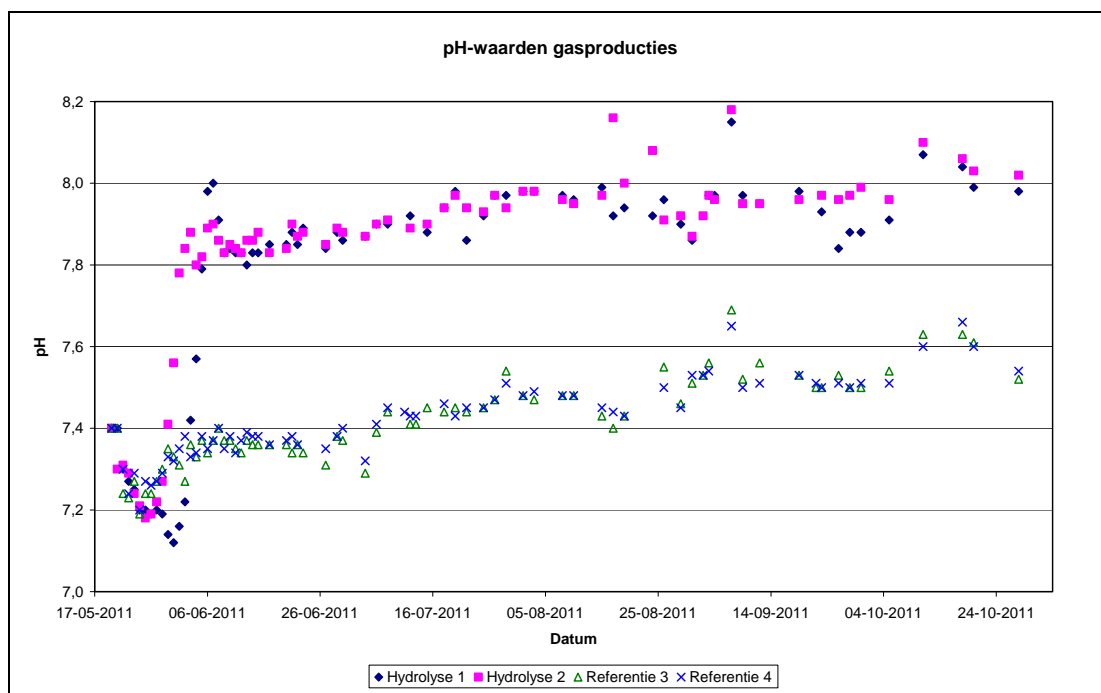
Op grond van bovenstaande gegevens kan worden berekend dat de referentie voeding, bestaande uit 20% ds prim slib en 80% ds sec slib een gasproductie geeft van circa 292 l/kg ods. De voeding vd hydrolyse vergisters geeft een berekende gasproductie van circa 460 l/kg ods. Deze getallen kloppen aardig met de data uit figuur 3.

# Conclusies

Uit de pilotproef zijn de volgende conclusies te trekken:

1. De organische stofafbraak en de specifieke biogasproductie stijgen met circa 40% ten gevolge van thermische slibontsluiting van secundair slib als de vergister wordt gevoed met een mengverhouding 20%/80% prim/sec slib op ds basis.
2. Uitgaande van een vaste organische stofafbraak van 50% van prim slib, stijgt de org stof afbraak van sec slib van 27% naar 44%.
3. Ontwateringstesten met behulp van de thermografiemetrische bepaling van Julia Kopp wijzen op een aanzienlijke verbetering in ontwaterbaarheid tot circa 34% ds. Het polymeerverbruik zal waarschijnlijk wel toenemen maar dit is afhankelijk van de ontwateringstechniek.
4. Ondanks een hoge ds belasting van 5 à 6 kg ds/m<sup>3</sup>.d en geringe verblijftijd van 17-20 dagen, is sprake geweest van een stabiel vergistingsproces. Er was geen sprake van ammoniumremming, schuimvorming is een aandachtspunt.
5. Thermische slibontsluiting heeft geen noemenswaardige invloed op de biogassamenstelling.
6. De pH komt in de vergisters met thermisch ontsloten slib hoger uit en leidt mogelijk tot meer fosfaatprecipitatie in slib en in leidingen.
7. Tijdens thermische slibontsluiting neemt het CZV gehalte licht af maar het is niet duidelijk of dit veroorzaakt wordt door fouten bij de monsternamen of door het vrijkomen van vetzuren bij het afdalen van stoom.

## Bijlage



Figuur B1 pH in de verschillende vergisters

Tabel B1 Gegevens P- en CZV-balans

	[g/d]	Ds [%]	P [g/kg ds]	CZV [mg/kg ds]	[mg P/d]	[g CZV/d]
Voeding referentie	443	4,5%	26,6	1062	530	21,2
Voeding hydrolyse	438	10,4%	27,8	1043	1266	47,5
Uitgestig referentieslib	429	3,44%	31,3	938	461	13,8
Uitgestig hydrolyse slib	400	7,37%	37,7	896	1111	26,4
	I/d					
Biogas ref	4,8					7,9*
Biogas hydr	14,3					23,6

\*CZV biogas is berekend op basis van 65% CH<sub>4</sub>, 0,72 kg CH<sub>4</sub>/Nm<sup>3</sup>, temperatuur 37 °C

Tabel B2 P-balans en CZV-balans

<b>P-balans</b>	<b>In</b>	<b>Uit</b>	<b>In/Uit</b>
Referentie	530	461	1,14
Hydrolyse	1266	1111	1,14
<b>CZV-balans</b>	<b>In</b>	<b>Uit</b>	<b>In/Uit</b>
Referentie	21,2	21,7	0,98
Hydrolyse	47,5	50,0	0,95

Resultaten batchtest

dag	gasproductie ml		
	slibkoek	ingedikt versslib	Hydrolyse
1	0	0	0
2	2926	1158	3943
3	3641	2152	4946
4	4064	2714	5801
5	3948	3324	6630
6	3833	3828	7290
7	3717	4499	8187
8	3318	4410	8177
9	3909	4469	8354
10	4438	4665	8705
11	4285	4877	9004
12	4132	5031	9262
13	3979	5182	9477
14	5364	5335	9687
15	5505	5514	9869
16	5516	5527	9918
17	5615	5667	10110
18	5670	5786	10211
19	5725	5791	10213
20	5780	5797	10225
21	5835	5861	10271

		zelf gemeten			waardes Mathijs	
1	slibkoek	209,67	gram		30,6	as rest
		19,98%	% ds		21,3	% ds
		x	g czv/kg.ds		1020	g czv/kg.ds
2	ingedikt versslib	207,14	gram			as rest
		6,26	% ds		6,45	% ds
		x	g czv/kg.ds			g czv/kg.ds
3	Gehydrolyseerd slib	207,14	gram		31,9	asrest
		17,9	% ds		16,9	% ds
		x	g czv/kg.ds		1060	g czv/kg.ds

## Biogasmetingen

Tabel B3 Samenstelling biogas

week		Hydrolyse 1	Hydrolyse 2	Referentie 3	Referentie 4
35	CH <sub>4</sub>	53	0	0	52
	CO <sub>2</sub>	29	0	0	28
	O <sub>2</sub>	5,4	0	0	5,8
35	CH <sub>4</sub>	53	0	0	52
	CO <sub>2</sub>	29	0	0	28
	O <sub>2</sub>	5,4	0	0	5,8
37	CH <sub>4</sub>	61	62	55	61
	CO <sub>2</sub>	34	34	30	32
	O <sub>2</sub>	2,3	2	5	1,9
38	CH <sub>4</sub>	62,0	61,0	65,0	64,0
	CO <sub>2</sub>	34	32	35	34
	O <sub>2</sub>	2,5	3,1	1,5	1,4
38	CH <sub>4</sub>			64,0	62,0
	CO <sub>2</sub>			33	33
	O <sub>2</sub>			1,3	1,8
40	CH <sub>4</sub>	63,0	61,0	61,0	63,0
	CO <sub>2</sub>	34	34	33	34
	O <sub>2</sub>	1,8	2,6	1,9	1,4
41	CH <sub>4</sub>	65,0	64,0	60,0	64,0
	CO <sub>2</sub>	34	33	32	33
	O <sub>2</sub>	1,7	2,2	3,4	2,4
42	CH <sub>4</sub>	65,0	63,0		
	CO <sub>2</sub>	34	33		
	O <sub>2</sub>	103	2		
43	CH <sub>4</sub>	63,0	61,0	64,0	64,0
	CO <sub>2</sub>	33	32	34	34
	O <sub>2</sub>	1,8	2,2	1,2	1,4

## Siloxaanmetingen biogas

Naam monster : Gehydrolyseerd slib 1, 07-11-2011, M45529  
Projectnummer : 067873

### Results

Component		Concentration	
		ppm	mg/m <sup>3</sup>
TetraMethylSilane	4MSi	-	-
TriMethylSilanol	3MSOH	0.05	0.18
HexaMethylDiSiloxaan	L2	-	-
HexaMethylCycloTriSiloxaan	D3	0.01	0.08
OctaMethylTriSiloxane	L3	-	-
OctaMethylCycloTetraSiloxaan	D4	0.15	1.94
DecaMethylTetraSiloxaan	L4	0.02	0.30
DecaMethylCycloPentaSiloxaan	D5	1.17	19.35
DodecaMethylPentaSiloxaan	L5	-	-

Naam monster : Gehydrolyseerd slib 2, 07-11-2011, M45530  
Projectnummer : 067873

### Results

Component		Concentration	
		ppm	mg/m <sup>3</sup>
TetraMethylSilane	4MSi	-	-
TriMethylSilanol	3MSOH	0.04	0.18
HexaMethylDiSiloxaan	L2	-	-
HexaMethylCycloTriSiloxaan	D3	-	-
OctaMethylTriSiloxane	L3	-	-
OctaMethylCycloTetraSiloxaan	D4	0.14	1.85
DecaMethylTetraSiloxaan	L4	0.02	0.34
DecaMethylCycloPentaSiloxaan	D5	1.55	25.72
DodecaMethylPentaSiloxaan	L5	-	-

- = niet aangetroffen (<0.01 ppm)



Naam monster : Referentie slib 3, 07-11-2011, M45531  
Projectnummer : 067873

### Results

Component		Concentration	
		ppm	mg/m <sup>3</sup>
TetraMethylSilane	4MSi	-	-
TriMethylSilanol	3MSOH	-	-
HexaMethylDiSiloxaan	L2	-	-
HexaMethylCycloTriSiloxaan	D3	0.03	0.28
OctaMethylTriSiloxane	L3	-	-
OctaMethylCycloTetraSiloxaan	D4	0.18	2.32
DecaMethylTetraSiloxaan	L4	-	-
DecaMethylCycloPentaSiloxaan	D5	1.09	18.08
DodecaMethylPentaSiloxaan	L5	-	-

Naam monster : Referentie slib 4, 07-11-2011, M45532  
Projectnummer : 067873

### Results

Component		Concentration	
		ppm	mg/m <sup>3</sup>
TetraMethylSilane	4MSi	-	-
TriMethylSilanol	3MSOH	-	-
HexaMethylDiSiloxaan	L2	-	-
HexaMethylCycloTriSiloxaan	D3	0.01	0.10
OctaMethylTriSiloxane	L3	-	-
OctaMethylCycloTetraSiloxaan	D4	0.14	1.86
DecaMethylTetraSiloxaan	L4	0.01	0.15
DecaMethylCycloPentaSiloxaan	D5	1.06	17.54
DodecaMethylPentaSiloxaan	L5	-	-

- = niet aangetroffen (<0.01 ppm)