



Haalbaarheidsstudie toepassing Thermische Druk Hydrolyse bij mestvergisting

December 2013

met medefinanciering van Agentschap NL / de werkgroep Intensieve Veehouderij van het Convenant Schone en Zuinige Agrosectoren.

COLOFON

Opgesteld door:

Projectbureau Lokale Mestverwerking
Ir. P. Schepers, Agrifirm Exlan
Ir. D. van den Elzen, Agrifirm Exlan

In afstemming met:

Comiva (Coöperatie voor Mineralen Valorisatie u.a.)
Postbus 960
6040 AZ Roermond

Met medefinanciering van :

Agentschap NL / de werkgroep Intensieve Veehouderij van het Convenant Schone en Zuinige Agrosectoren.

Begeleidingscommissie:

Dhr. R. Wismeijer, AgentschapNL
Dhr. H. Kager, Comiva
Dhr. J. Baltussen, BACO-adviesbureau BV

Status: Definitief

Datum laatste bewerking: 05-12-2013

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING.....	1
1.1	Algemeen	1
1.2	Comiva.....	1
1.3	Leeswijzer.....	1
2	PROJECTBESCHRIJVING.....	2
2.1	Oorspronkelijke projectopzet	2
2.1.1	Locatiekeuze.....	2
2.1.2	Verwerkingsroutes	2
2.2	Wijzigingen t.o.v. oorspronkelijke projectopzet.....	3
2.2.1	Locatie RWZI.....	3
2.2.2	Hygiënisatie.....	4
2.2.3	Gewijzigde doelstelling.....	4
3	THERMISCHE DRUKHYDROLYSE (TDH)	6
3.1	Wat is TDH?.....	6
3.2	Voor- en nadelen toepassing TDH bij slib	6
4	DESKSTUDIE ERVARINGEN TDH BIJ SLIBBEHANDELING	7
4.1	Technische ervaringen buitenland.....	7
4.2	Technische ervaringen Nederland	7
5	DESKSTUDIE ERVARINGEN TDH BIJ MESTVERWERKING	10
5.1	Verschillen samenstelling mest en slib	10
5.2	Toepassing TDH in de agrarische sector	10
5.3	Perspectief TDH voor mestververgisting	11
6	MODELBEREKENINGEN.....	12
6.1	Uitgangspunten.....	12
6.2	Resultaten	13
6.3	Gevoeligheidsanalyse.....	14
7	PERSPECTIEF TDH VOOR MESTVERGISTING	20
7.1	Technisch perspectief	20
7.2	Financieel perspectief	20
8	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	21
8.1	Conclusies.....	21
8.2	Aanbevelingen.....	21
9	REFERENTIES	22
	BIJLAGE 1 UITGANGSPUNTEN MODELBEREKENINGEN.....	23
	BIJLAGE 2: MASSABALANS	25

SAMENVATTING

In afstemming met mestverwerkingscoöperatie Comiva is een haalbaarheidsstudie uitgevoerd naar de toepassing van Thermische Druk Hydrolyse (TDH) bij mestvergisting.

De oorspronkelijke studie was gericht op onderzoek naar de mogelijkheden van parallelle verwerking van slib en mest op een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI). In eerste instantie is daarbij specifiek naar de RWZI locatie te Venlo gekeken vanwege het feit dat thans op deze RWZI slib wordt verwerkt met het TDH-procedé en de nabijheid van Duitse akkerbouwgebieden als afzetmarkt voor de behandelde mest. Daarnaast leek de vestiging van een mestverwerking op een RWZI locatie mogelijk synergie voordelen te bieden.

Lopende de projectuitvoering is op basis van voortschrijdend inzicht en overleg met betrokken partijen de projectdoelstelling bijgesteld. Het project is niet meer specifiek gericht op RWZI locaties, mede gezien de gevoeligheid van vestiging van mestverwerking op deze locaties. Daarbij bleek de beschikbare milieugebruiksruimte op RWZI Venlo te beperkt voor een parallelle mestverwerkingslijn. En hoewel de activiteiten van een RWZI in lijn liggen met die van een mestverwerkingsinstallatie ontbreken bij nadere bestudering de synergievoordelen. Daardoor is het zeker niet evident dat mestverwerking bij een RWZI zou moeten plaats vinden.

Het gewijzigde doel van deze studie is het onderzoeken van de technische en economische haalbaarheid van toepassing van TDH bij mestvergisting.

Een deskstudie is verricht naar de ervaringen van toepassing van TDH bij slibbehandeling en verwerking van mest. De uitkomsten van deze studie zijn gebruikt voor het opstellen van uitgangspunten voor het maken van financiële modelberekeningen. De haalbaarheid wordt inzichtelijk gemaakt met een exploitatiescan.

Omdat nog geen bruikbare praktijkcijfers beschikbaar zijn voor toepassing van TDH bij mest is bij de modelberekeningen uitgegaan van de praktijkervaringen met slib.

Op basis van deze haalbaarheidsstudie kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Er is nog nauwelijks (praktijk)ervaring met de toepassing van TDH bij mest. Bruikbare cijfers ontbreken.
- Toepassing van TDH als alternatief voor hygiënisatie bij mestvergisting lijkt technisch haalbaar, maar heeft nog verdere ontwikkeling.
- Op basis van modelberekeningen is de toepassing van TDH als alternatief voor hygiënisatie, onder gekozen condities, economisch niet haalbaar.
- TDH is een geschikte techniek om mest exportwaardig te maken;
- Perspectief van TDH bevindt zich met name op het vlak van voorbehandeling van laagwaardige substraten waarvan de fermenteerbaarheid nog sterk verbeterd kan worden.

De kansen voor toepassing van TDH lijken echter met name te liggen bij co-vergisting, de voorbehandeling van moeilijk fermenteerbare co-substraten. Deze producten hebben veel meer potentie dan mest om de positieve effecten van TDH optimaal te kunnen benutten.

1 INLEIDING

1.1 Algemeen

Mestvergisting op het terrein van een RWZI kan synergievoordelen opleveren. STOWA heeft een studie ("Synergie RWZI en mestverwerking" STOWA 2011-10)¹ uit laten voeren naar mogelijkheden om mest te verwerken op een RWZI. Deze studie is uitgevoerd aan de hand van een aantal fictieve casussen op RWZI's, waaronder de RWZI Venlo die wordt beheerd door Waterschapsbedrijf Limburg.

Uit dit onderzoek kwam destijds naar voren dat de RWZI te Venlo mogelijkheden zou bieden voor het gescheiden vergisten van mest en slib. Modelberekeningen gaven destijds echter aan dat onder de toen geldende marktomstandigheden het nog niet mogelijk was om op de RWZI Venlo rendabel mest te vergisten.

Sinds 2012 wordt op de RWZI Venlo slib verwerkt met behulp van Thermische Druk Hydrolyse (TDH). Het behandelde slib wordt vergist. Het betreft een nieuwe techniek die meer biogas oplevert en tegelijkertijd zorgt voor minder slib, dat bovendien verdergaand te ontwateren is.

Prijzontwikkelingen in de mestmarkt, verbeterd inzicht in de kosten van de installatie, verbeterde inzichten in de vergistingsresultaten van mest en de aanstaande wettelijke verplichting van mestverwerking zorgen ervoor dat een nieuw onderzoek naar de haalbaarheid gewenst is.

Mest zou in een tweede, parallelle verwerkingslijn op de RWZI Venlo een zelfde behandeling van TDH en vergisting kunnen ondergaan. Met medefinanciering van Agentschap NL / de werkgroep Intensieve Veehouderij van het Convenant Schone en Zuinige Agrosectoren is daarom deze haalbaarheidsstudie uitgevoerd.

1.2 Comiva

Deze haalbaarheidsstudie is opgesteld in afstemming met Comiva. Comiva is een afkorting van Coöperatie voor Mineralen Valorisatie. Dit is een coöperatie van ruim zeventig Brabantse en Limburgse varkenshouders die zich bezighoudt met het tot waarde brengen van de mineralen in mest.

Comiva is geïnteresseerd in de mogelijke toepassing van TDH in het mestvergistingsproces en de daaraan gerelateerde haalbaarheid van mestverwerking op de RWZI Venlo.

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een beschrijving van het project. De oorspronkelijke projectopzet en vervolgens de gewijzigde projectopzet. De opzet is gedurende de looptijd van het project aangepast als gevolg van wijzigingen in de uitgangspunten.

In hoofdstuk 3 wordt een korte algemene beschrijving gegeven van het TDH proces. De ervaringen die tot op heden zijn opgedaan met de toepassing van TDH bij slibbehandeling en bij de verwerking van mest zijn opgenomen in respectievelijk hoofdstuk 4 en 5.

Vervolgens is een model opgesteld voor de bepaling van het perspectief van TDH bij mestvergisting. Hoofdstuk 6 geeft een beschrijving van dit model. In hoofdstuk 7 worden de bevindingen van dit model meegenomen in een beschrijving van het perspectief van TDH voor mestvergisting.

De conclusies en aanbevelingen worden gegeven in hoofdstuk 8.

2 PROJECTBESCHRIJVING

2.1 Oorspronkelijke projectopzet

In dit haalbaarheidsonderzoek wordt gekeken naar de mogelijkheden om TDH toe te passen bij de verwerking van mest. Aangezien op RWZI Venlo reeds een TDH installatie draait en er ruimte beschikbaar is, lijkt dit, zoals eerder genoemd onderzoek ook aangaf, een geschikte locatie. De RWZI Venlo is daarom als vertrekpunt gekozen voor deze haalbaarheidsstudie.

2.1.1 Locatiekeuze

Een RWZI heeft een aantal locatievoordelen voor de vestiging van een mestverwerkingsinstallatie:

- De vestiging van een centrale mestverwerkingsinstallatie is maatwerk. De overheid heeft voor de keuze van een geschikte locatie voor een niet bedrijfseigen installatie een stappenplan opgesteld (zie o.a. 'Handreiking co-vergisting van mest')². De eerste stap bestaat daarbij uit drie locatiemogelijkheden, naast industrieterreinen en vestiging in of aansluitend aan een vestigingsgebied glastuinbouw is dat de vestiging bij een RWZI. De betreffende RWZI moet wel buiten kwetsbare gebieden liggen als de groene hoofdstructuur, en buiten landschappelijk of cultuurhistorisch waardevolle gebieden.
- De activiteiten van een RWZI liggen in lijn met die van een mestverwerkingsinstallatie.
- RWZI's zijn vaak gelegen in het buitengebied, dicht bij de veehouderijbedrijven waar de te verwerken mest vandaan komt.

Waarom RWZI Venlo?

- De RWZI Venlo is de eerste en enige locatie in Nederland waar een TDH installatie op praktijkschaal in werking is.
- De RWZI Venlo heeft ruimte op haar terrein voor de plaatsing van een parallelle verwerkingslijn voor mest.
- Venlo is een gunstige locatie, gezien de exportroute van mest uit Brabant en Limburg naar Duitsland.
- Een TDH installatie parallel aan de bestaande verwerkingslijn biedt mogelijk synergievoordelen. Naast voordelen in de bedrijfsvoering bij controle en onderhoud kan bijvoorbeeld gekeken worden naar een gecombineerde verwerking van dunne mest en afvalwater in een membraaninstallatie voor gezamenlijke terugwinning van mineralen (met name stikstof en fosfaat). Tevens kan mogelijke synergie optreden bij de verwaarding of opwaardering van het verkregen biogas.

2.1.2 Verwerkingsroutes

Onder mestverwerking verstaan we in deze studie het bewerken van mest, zodanig dat een exporteerbaar eindproduct ontstaat. Dit betekent dat verhitten daar een verplicht onderdeel van uitmaakt.

Uitgangspunt was om in deze haalbaarheidsstudie de onderstaande 4 verwerkingsroutes te bekijken. Zie ook figuur 1.

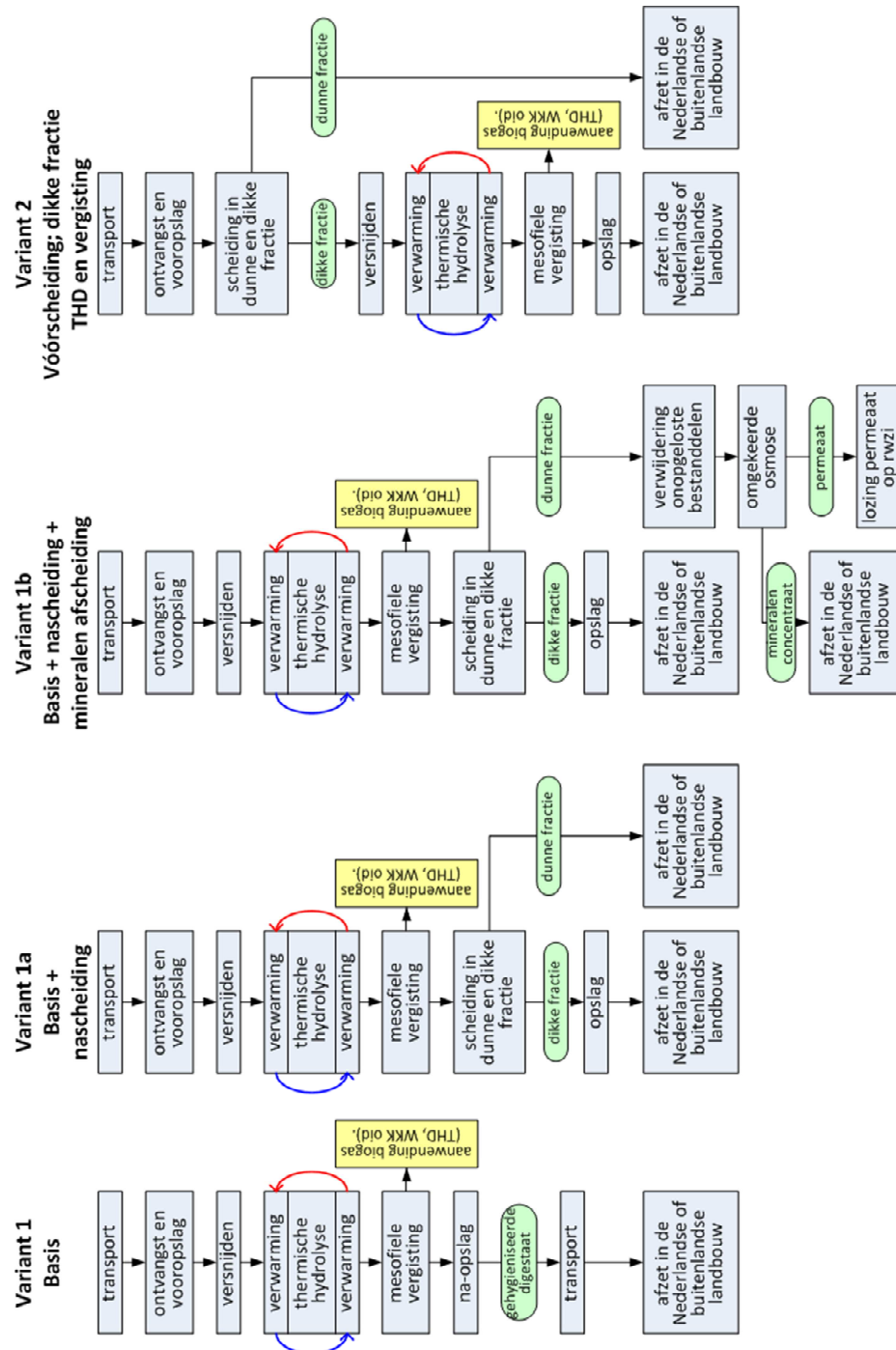
Variant 1: Basis (toepassing van TDH en mesofiele vergisting en afzet van digestaat);

Variant 1a: Basis + nascheiding (scheiding van digestaat in een dunne en dikke fractie);

Variant 1b: Basis + nascheiding + mineralenafscheiding (scheiding van dunne fractie in een mineralenconcentraat en schoon water);

Variant 2: Voorscheiding + alleen dikke fractie naar TDH en vergisting (afzet van digestaat en dunne fractie).

Figuur 1: Schematisch overzicht verwerkingsvarianten



2.2 Wijzigingen t.o.v. oorspronkelijke projectopzet

Gedurende de haalbaarheidsstudie is ervoor gekozen de oorspronkelijke projectopzet te wijzigen. Er is gekozen voor een aantal andere varianten van verwerkingsroutes. De achtergrond van deze wijziging en verbreding van de oorspronkelijke projectopzet is beschreven in deze paragraaf.

2.2.1 Locatie RWZI

In de eerste fase van de studie zijn diverse gesprekken gevoerd met partijen die betrokken zijn bij de TDH praktijkinstallatie in Venlo. Daarnaast is een literatuurstudie uitgevoerd naar de ervaringen met TDH tot dusver.

Waterschapsbedrijf Limburg (WBL), beheerder van de RWZI Venlo, liet blijken dat mede gezien de huidige milieubelasting van de RWZI, uitbreiding van deze locatie met een parallelle verwerkingslijn voor mest op dit moment niet opportuun wordt geacht. Uitbreiding van de bedrijfsactiviteiten met een mestverwerkingsinstallatie met bijbehorende toenemende milieueffecten zoals een toename van de geurbelasting en het aantal transportbewegingen, ligt uit dit oogpunt daarom niet voor de hand en kan zelfs een belemmering vormen voor toekomstige uitbreiding van de rwzi-activiteiten. Gezien het bovenstaande was verder onderzoek naar de vestiging van een mestverwerking op de RWZI Venlo niet zinvol.

Vervolgens is in overleg met WBL gekeken naar de mogelijkheid van andere geschikte RWZI locaties in Noord-Limburg. Deze bleken echter niet voorhanden, belangrijke reden daarbij was de omvang van de betreffende RWZI's (Gennep en Venray).

Naast het beoogde locatievoordeel zijn de overige synergievoordelen beperkt. Installaties voor slib en mest moeten namelijk geheel gescheiden zijn, waardoor installaties niet gezamenlijk inzetbaar zijn. Samen vergisten van mest en slib is financieel niet interessant, omdat de kosten voor mestafzet aanzienlijk lager zijn dan het verwerkingstarief voor de slibverbranding en een mengsel van mest en slib verwerkt moet worden als zijnde slib. Voordelen zitten enkel op het gebied van de werkorganisatie voor onderhoud en controle.

Daarom is in overleg met opdrachtgever en de andere betrokken partijen ervoor gekozen om de haalbaarheidsstudie te verbreden en daarbij te kijken naar andere mogelijke toepassingen en locaties voor de implementatie van TDH bij mestvergisting.

2.2.2 Hygiënisatie

Bij mestverwerking in de agrarische sector is vergisting van mest al dan niet samen met co-producten, gevolgd door een thermische hygiënisatie de gangbare techniek om duurzame energie op te wekken en het eindproduct exportwaardig te maken.

Voor export dient de mest conform Europese regelgeving (EG. Verordening dierlijke bijproducten nr. 1069/2009 en VO nr. 142/201) een thermische behandeling te ondergaan van minimaal 1 uur 70 °C of een techniek met aantoonbaar vergelijkbaar resultaat. Deze hygiënisatie installatie wordt door de beschikbaarheid van warmte vaak bij een vergistingsinstallatie geplaatst. Alternatieven om kosten van hygiënisatie te verlagen zijn interessant.

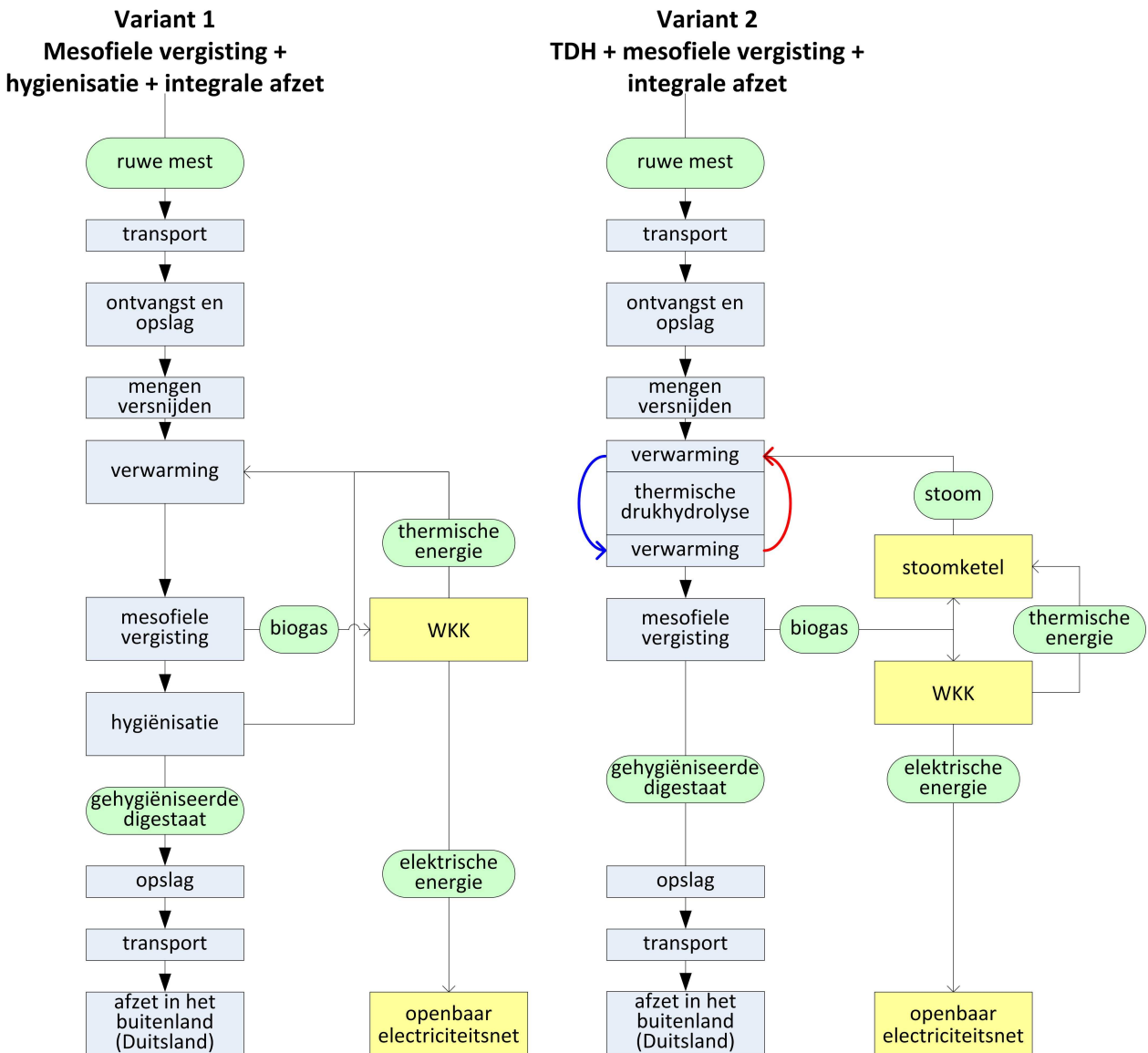
Met de introductie van de TDH techniek rees de vraag bij het Projectbureau Lokale Mestverwerking (PLMV) of deze techniek niet toepasbaar zou zijn bij een mestvergistingsinstallatie als alternatief voor bovengenoemde hygiënisatie installatie. Wanneer door de toepassing van de TDH techniek geen hygiënisatiestap meer is vereist en bovendien vergelijkbare voordelen als bij de slibvergisting optreden, is TDH mogelijk een technisch en economisch interessant alternatief. De inzet van TDH zou daarmee een voor mestverwerking breed inzetbare techniek worden, die gezien de benodigde hoeveelheid warmte naar verwachting met name toegepast zal worden op bestaande en nieuwe (co-) vergistingsinstallaties.

2.2.3 Gewijzigde doelstelling

Gewijzigd doel van deze studie is daarom de technische en economische haalbaarheid te onderzoeken van de toepassing van TDH als techniek voor hygiënisatie en verdergaande vergisting bij vergisting van mest. Daarbij wordt voor een mestvergistingsinstallatie hygiënisatie vergeleken met TDH.

Figuur 2 geeft een schematisch overzicht van de gewijzigde te onderzoeken verwerkingsvarianten.

Figuur 2: Schematisch overzicht gewijzigde verwerkingsvarianten



3 THERMISCHE DRUKHYDROLYSE (TDH)

3.1 Wat is TDH?

Thermische drukhydrolyse is een techniek om de biologische afbreekbaarheid van slib (biomassa) te verbeteren door de moeilijk afbreekbare celstructuren, zoals lignine in planten en cellen in slib, kapot te maken (zie figuur 3). Het is een voorbehandeling van te vergisten biomassa, onder hoge druk (2 tot 10 bar), bij hoge temperatuur (140 tot 180 graden Celsius), gedurende 20 minuten tot enkele uren. Hiervoor is een grote hoeveelheid energie nodig, zodat vrijwel altijd een vorm van warmteterugwinning wordt toegepast.

TDH zorgt dat er meer makkelijk afbreekbare componenten gevormd worden, waardoor een groter deel van de aanwezige organische stof makkelijker en sneller door de bacteriën kan worden omgezet. Dit zorgt bij de vergisting voor een hogere biogasproductie en een afname van de hoeveelheid digestaat.

Figuur 3: Schematische weergave van effect TDH (Bron: www.host.nl)



In de jaren negentig heeft de Noorse firma Cambi een proces voor thermische slibontsluiting ontwikkeld, dat in de praktijk bij 20 installaties met slibgisting wordt toegepast. De laatste jaren zijn meer leveranciers met systemen voor thermische slibontsluiting op de markt gekomen, o.a. GMB/Sustec en SH+E Group. De processen verschillen onderling vooral in procescondities (temperatuur, druk, drogestof percentage slib, batch of continue wijze van slibinvoer) en in de voor te behandelen slibstroom. (Stowa 2012)³.

3.2 Voor- en nadelen toepassing TDH bij slib

Theoretisch is de verwachting dat de toepassing van TDH op de slibgistingsinstallatie van een RWZI een aantal voor- en nadelen biedt. (Stowa 2012)³

Voordelen:

- Betere ontwatering van slib, dus minder slib afzetkosten;
- Toename biogasproductie, dus meer opbrengst uit elektriciteit / biogas;
- Verlaging viscositeit slib, dus input met hogere ds% mogelijk;
- Snellere omzetting aanwezige organische stof in vergistingsproces, dus vergroting capaciteit input of verkleining van het vergistingsvolume;
- Hogere concentraties nutriënten in rejectiewater, dit biedt voordelen bij terugwinning van deze nutriënten.

Nadelen:

- Hoger energieverbruik door de benodigde temperatuur- en drukverhoging, dus hogere energiekosten;
- Technisch complexere installatie, dus hogere onderhouds- en exploitatiekosten;
- Nog nauwelijks ervaring met installaties op praktijkschaal, dus grotere kans op 'kinderziektes' bij opschaling;
- Hogere investeringskosten.

4 DESKSTUDIE ERVARINGEN TDH BIJ SLIBBEHANDELING

4.1 Technische ervaringen buitenland

In het buitenland en met name in Scandinavië en Groot Brittannië is al ervaring opgedaan met TDH als voorbehandelingsstap. Op basis van de buitenlandse praktijkervaringen komt naar voren dat de installaties bedrijfszeker draaien. Er zijn wel een aantal (rand)voorwaarden.

- Hoge druk: het proces vindt plaats onder hoge druk, 2 tot 10 bar. Bij het ontwerp en de bedrijfsvoering is dit een belangrijk aspect.
- Hoge temperatuur: Het thermische slibontsluiting proces vindt plaats onder temperaturen die oplopen tot 180 graden Celsius. Na de thermische slibontsluitingsunit is het van belang het slib in voldoende mate terug te koelen om remming van gistingsproces door oververhitting te voorkomen.
- Schuim: Door combinatie van temperatuurs- en drukverhoging kan schuimvorming optreden.
- Scaling, het neerslaan van opgeloste stoffen uit een vloeistof op (vaak warme) oppervlakken: Door de combinatie van temperatuurs- en drukwisselingen kan scaling optreden. Dit gevaar is met name reëel bij de warmtewisselaars.
- Verstopping: Door grove delen uit het slib te verwijderen wordt verstopping van warmtewisselaars voorkomen.
- Indikking: De mate van indikking bepaalt de hoeveelheid slib die opgewarmd moet gaan worden. Welke indikprestaties zijn technisch mogelijk met (bestaande) indikinstallaties? Is het benodigde DS% van 8-12% mogelijk met deze installaties?
- Slibeindverwerking: Bij het toepassen van thermische slibontsluiting is het van belang dat de veranderingen van slibhoeveelheid en –samenstelling passen binnen de randvoorwaarden die zijn gesteld door de slibeindverwerkers.
- Benodigde kennis: Apparatuur met druk en hoge temperatuur is niet gangbaar op RWZI's. De benodigde kennis voor operationeel beheer en onderhoud moet wel aanwezig zijn op de RWZI.
- Effluentkwaliteit: Door het toepassen van thermische slibontsluiting kan zogenaamd stabiel CZV worden gevormd. Dit is opgelost CZV dat biologisch niet afgebroken wordt en ook niet wordt ingevangen door actief slib. Dit heeft gevolgen voor de effluentsamenstelling.
- Samenstelling rejectiewaterstroom: Toepassen van thermische slibontsluiting heeft gevolgen voor de samenstelling van het vrijkomende rejectiewater. Deze samenstelling kan betekenen dat een deelstroombehandeling nodig is. Bij een bestaande deelstroombehandeling kan het effect hebben op de performance hiervan. De thermische slibontsluiting kan ook gevolgen hebben voor de concentratie zware metalen en prioritare stoffen in het rejectiewater.

(Stowa 2011)⁴

Op basis van bedrijfsresultaten van buitenlandse praktijkinstallaties van de firma Cambi kan het volgende worden aangegeven (hierbij moet worden vermeld dat de procesomstandigheden waaronder deze waarden zijn behaald niet bekend zijn):

- Toename van de biogasproductie van 30-40%;
- Toename van methaangehalte in biogas van 65-70% naar 70-75%;
- Toename van de afbraak van organische stof van 40-50% naar 55-60%;
- Verbetering van ontwateringsresultaat van 22-25% naar 30-35% drogestof;
- Toename van PE-dosering bij slibontwatering van circa 20%;
- Toename CZV, stikstof en fosfaat in het rejectiewater (toename van het ammoniumgehalte van 500-1.500 mg NH₄/l naar 2.500-3.000 mg NH₄/l).

(Stowa 2011)⁴.

4.2 Technische ervaringen Nederland

In Nederland is al veel ervaring opgedaan met het vergisten van slib en organische reststromen. Het vergisten van slib dat behandeld is in een thermische slibontsluitingsunit is echter relatief nieuw in Nederland.

Stowa heeft in 2012 pilot-onderzoek gedaan naar de mogelijkheden en randvoorwaarden van thermische slibontsluiting (TSO). (Stowa 2012)³. Op basis van het uitgevoerde onderzoek worden in het rapport de volgende conclusies getrokken:

- Toepassen van TSO leidt tot een verbetering van de afbraak van slib, maar een eenduidig afbraakpercentage is niet te geven. Wel kan een range gegeven worden van de te verwachten toename van de organische stofafbraak van het secundaire slib. Afhankelijk van de lokale condities zal de organische stof afbraak van secundair slib toenemen met een factor tussen 1,25 en 1,45. Bij een beperkte afbraak van organische stof van secundair slib in de referentiesituatie, kan de afbraak toenemen tot een factor 1,6.
- De toename in biogasproductie is recht evenredig met de extra afbraak van organische stof. De specifieke biogasproductie (l gas per kg organische stof verwijderd) neemt niet toe. De specifieke biogasproductie is circa 850 liter biogas per kg organische stof verwijderd en daarmee conform de theoretische berekening.
- Door thermische slibontsluiting toe te passen kan een gistingsinstallatie zwaarder belast worden. Onder de geteste condities is de organische stof belasting (kg OS/m³/d) van de TSO-vergister 2,3 maal zo hoog (5 a 6 kg OS/m³/d) geweest als de referentievergister. Dit heeft niet tot problemen geleid. Hogere belastingen zijn niet getest. Wel is de schuimvorming bij de TSO vergisters een aandachtspunt, zoals uit het onderzoek in Hengelo is gebleken.
- De viscositeit van het te vergisten slib neemt duidelijk af bij toepassen van TSO. Hierdoor is het mogelijk met hoge slibconcentraties in de gisting te werken. Door het beperkte aantal metingen zijn hier geen harde getallen aan toe te kennen. Wel kan worden opgemerkt dat de menging bij geen van de pilots tot problemen heeft geleid, zelfs niet bij DS-concentraties van ruim 10% DS naar de gisting.
- Door toepassen van TSO kan met een kortere verblijftijd in de gisting worden gewerkt. Een verlaging tot 12 dagen heeft niet tot noemenswaardige problemen geleid bij het onderzoek in Amersfoort. Wel moet hierbij bedacht worden dat de testperiode relatief kort is geweest.
- Thermische slibontsluiting heeft geen noemenswaardige invloed op de biogassamenstelling. Claims dat het aandeel methaan in het biogas stijgt zijn niet aangetoond.
- De pH komt in de vergisters met thermisch ontsloten slib hoger uit en leidt daardoor eerder tot fosfaatprecipitatie in slib en in leidingen.
- Op basis van verschillende testen neemt het drogestofgehalte van het uitgegiste ontwaterde TSO-slib toe met een factor 1,3 tot 1,4 ten opzichte van de ontwaterbaarheid van het uitgegiste slib uit de REF-vergister. Uitgaande van een drogestofgehalte van uitgegiste ontwaterd slib van 23% komt dit neer op een toename naar een drogestofgehalte van 30%. Wel is er meer PE nodig voor het ontwateren van slib uit een TSO installatie. Hoeveel en welk type dient nog verder uitgezocht te worden.
- De toename van de ammoniumconcentratie is vrijwel rechtevenredig met de organische stofafbraak en het indikkingseffect van de ingaande slibstroom. Zonder adaptatie van het slib is 3 g/l een maximum voordat remming optreedt. Of hogere concentraties mogelijk zijn is niet onderzocht.
- In de meeste gevallen neemt het opgelost fosfaatgehalte toe bij toenemend afbraak, maar er lijkt geen eenduidig verband te zijn tussen afbraak en de fosfaatconcentratie. Bij het onderzoek op RWZI Hengelo neemt de concentratie in de TSO-vergisters toe ten opzichte van de REF-vergisters. Maar hoewel het drogestofgehalte van het ingaande slib 2 keer zo hoog is, is de toename in de fosfaatvrucht lager dan een factor 2. Waarschijnlijk precipiteert een deel van het vrijkomende fosfaat direct in het slib. In hoeverre scaling optreedt als gevolg van de hogere fosfaatgehalten is niet onderzocht.
- De concentratie CZV in het rejectiewater neemt toe. Dit heeft niet tot problemen in de gisting geleid, maar in hoeverre dit nadelig is voor de waterlijn is niet onderzocht. Vanwege hoge concentraties NH₄ en PO₄ wordt terugwinning van nutriënten aantrekkelijk.

Op praktijkschaal wordt TDH in Nederland op de RWZI Venlo voor de eerste keer toegepast. Daar is in 2012 een TDH installatie gerealiseerd. De installatie is geleverd door Sustec / GMB en heeft een ontwerpcapaciteit van circa 7.000 ton ds op jaarbasis. Het slib dat afkomstig is van de gravitaire indikker van de RWZI wordt door middel van een mechanische voorontwatering ontwaterd tot een droge stof

gehalte van 10 % alvorens dit in de THD installatie wordt verwerkt. Het slib is afkomstig van de RWZI's Venlo, Venray en Gennep.

Financiële ervaringen

De economisch rendabele toepassing van thermische druk hydrolyse (thermische slibontsluiting) op een RWZI is afhankelijk van een aantal factoren, onder andere:

- benodigde investeringen;
- energiebalans:
 - Energieverbruik: indikken, opwarmen en verpompen slib;
 - Energieopwekking: extra gasproductie bij gisting;
- slibverwerking (volumereductie, PE verbruik, gevolgen voor slibeindverwerking);
- rejectiewaterbehandeling.

De slibverwerkingskosten zijn de kosten voor de eindverwerking van het slib en de afzetkosten voor het ingedikte slib. De slibverwerkingskosten zijn afhankelijk van de afbraak in de slibgisting en van het ontwateringsresultaat van de slibontwateringsapparatuur. Vanwege de hoge slibafzetkosten kan een verbetering van het ontwateringsresultaat tot grote besparingen van de slibverwerkingskosten leiden.

Als gevolg van het toepassen van thermische slibontsluiting neemt de opgeloste CZV fractie in de waterfase met circa een factor 10 tot 15 toe. Het grootste gedeelte hiervan wordt omgezet in biogas. De niet omgezette fractie stroomt met het filtraat / centraat naar de waterlijn, alwaar het verwerkt wordt. Door de verhoogde afbraak van organische stof in de gisting, zal de concentratie van CZV, stikstof en fosfaat in het centraat/ filtraat na slibontwatering toenemen. De extra vuilvracht wordt verwerkt in de waterlijn. Vanwege de relatief hoge concentraties aan stikstof en fosfaat is het toepassen van een deelstroombehandeling naar verwachting interessant. (Stowa 2011)⁴

De geclaimde voordelen zoals de extra biogasproductie, verhoogde afbraak en verbeterde ontwateringseigenschappen leveren een belangrijk financieel voordeel op. Het financiële voordeel van de verminderde slibhoeveelheid is hierin dominant. Afhankelijk van de indikkingsgraad is de verhoogde biogasproductie (groten)deels nodig om het slib op temperatuur en druk te krijgen. De verbeterde afbraak in combinatie met de betere ontwaterbaarheid moeten opwegen tegen de investeringen van thermische slibontsluiting en de hogere bedrijfsvoeringskosten voor de voorontwatering en opwarmen van het slib. Per locatie dient dit te worden onderzocht, omdat het sterk afhankelijk is van de lokale omstandigheden. Kwantitatieve financiële info van de toepassing van de thermische slibontsluiting is opgenomen in het Stowa rapport 'Thermische slibontsluiting'. (Stowa 2012)³

5 DESKSTUDIE ERVARINGEN TDH BIJ MESTVERWERKING

5.1 Verschillen samenstelling mest en slib

Er zijn grote verschillen in de samenstelling van mest en (ingedikt) slib. De samenstelling van mest kan daarnaast sterk variëren door verschillen in rantsoen, watergebruik, productiewijze en andere factoren. Het is daarom moeilijk om ervaringen van TDH met slibbehandeling te vertalen naar het effect van TDH bij mestvergisting. Met name het gehalte aan nutriënten en zouten ligt in mest veel hoger dan in slib.

	Vleesvarkensmest	Ingedikt slib
Drogestofgehalte	90	100
Organische stofgehalte	60	65
N	7,2	3,7
P2O5	4,2	1,5

Tabel 1: Indicatie samenstelling vleesvarkensmest en ingedikt slib [g/kg]

De hogere gehalten en verschillen in samenstelling van vleesvarkensmest ten opzichte van ingedikt slib zorgen bij een behandeling met TDH eerder voor procesproblemen zoals scaling en een remming van het vergistingsproces door een hoog ammoniumstikstofgehalte.

5.2 Toepassing TDH in de agrarische sector

Er is nog nauwelijks tot geen ervaring met het toepassen van thermische ontsluiting op mest. Hierdoor zijn goede technische en financiële cijfers over de werking van TDH op mest nog niet beschikbaar. Daarbij zijn partijen terughoudend met de aanlevering van info.

Wageningen UR heeft in 2009 een korte inventarisatie gedaan naar voorbehandeling van mest t.b.v. hogere biogasproductie. Op basis van deze studie lijken drie verschillende ontsluitingstechnieken perspectief te bieden voor mestvergisting. Een daarvan is thermische ontsluiting indien er een goedkope warmtebron beschikbaar is (Timmerman et al., 2009)⁵. In het rapport wordt tevens genoemd dat recent onderzoek naar thermische ontsluiting van de dikke fractie van varkensdrijfmest een verhoging van de biogasproductie liet zien van 30 tot 50%.

Leverancier Sustec heeft op ACRRES nieuwe technologie ontwikkeld en getest. ACRRES is het landelijke praktijkcentrum voor duurzame energie en groene grondstoffen in Lelystad. Sustec voerde hier onderzoek uit naar voorbereiding van agrarisch restafval. In januari 2012 startte Sustec daar met de bouw van de eerste full scale TurboTec II installatie. In deze installatie werd agrarisch restafval voorbereid, zodat het beter omgezet kan worden naar biogas. De verblijftijd van het materiaal in de reactor was 4 uur. Dat leverde 1,5 m³ aan voorbereid materiaal op dat de vergister ingaat. Deze vergisters zijn 400m³ groot. Het verschil tussen vergisting met een zonder TurboTec II voorbereiding zal dus dit jaar geleidelijk duidelijk worden. (Bron: www.sustec.nl). Uit telefonisch contact met ACRRES in oktober 2013 blijkt dat de pilot met Sustec is beëindigd. De pilot leverde niet het gewenste technische resultaat.

Op de website van Sustec staan meerdere referentieprojecten met thermische hydrolyse (www.sustec.nl).

Varkensbedrijf Oude Lenferink BV te Fleringen heeft in 2008 zelf een thermo druk hydrolyse installatie ontwikkeld waarmee co-vergistingsproducten en mest bewerkt kunnen worden voordat deze de vergister in gaan. De ontwikkelde installatie heeft tevens een VWA erkenning gekregen, zodat de productiestroom voldoet aan de exporteisen. Oude Lenferink geeft aan de eerste installatie in Nederland te zijn die bij deze stoffen gebruik maakt van thermo druk hydrolyse (Varkensfokbedrijf Oude Lenferink BV, 2009)⁶.

HoSt, leverancier van biomassa energietechnieken, is bezig om de thermische druk hydrolyse techniek zelf verder te ontwikkelen. Hiervoor is HoSt begonnen met de bouw van een pilot installatie en het doen van verschillende testen om de kennis op het gebied van thermische druk hydrolyse te vergroten. Daarbij is HoSt momenteel een samenwerking gestart met ACRRES om de haalbaarheid van de technologie van thermische druk hydrolyse te optimaliseren. Het gaat daarbij om de behandeling van laagwaardige biomassa om meer biogas uit deze biomassa te halen op basis van het gehalte aan cellulose en hemicellulose. ACRRES geeft aan dat voor dit project momenteel een business case wordt opgesteld. Het is de bedoeling een pilot te bouwen en te testen waarmee de rentabiliteit bepaald kan worden.

Samenvattend: Het ontbreekt op dit moment aan goede praktijkcijfers van de werking van TDH op mest. Daarnaast wordt geconstateerd dat eventueel toekomstig onderzoek zich niet meer richt op mest, maar op laagwaardige celluloserijke biomassa.

5.3 Perspectief TDH voor mestververgisting

Bij de toepassing van TDH op slib wordt het financiële voordeel voor het grootste deel bepaald door afname van de hoeveelheid af te zetten slib, veroorzaakt door de verhoogde afbraak van droge stof en de betere ontwatering. Omdat de afzet prijzen naar eindverwerking voor slib veel hoger liggen dan de afzetprijzen van vergiste mest, zal het financiële voordeel bij de toepassing van TDH op mest veel geringer zijn. Bovendien is het de vraag in hoeverre deze verbeterde ontwatering ook geldt voor mest?

Mest bevat veel resteiwitten en vetten. Proeven moeten uitwijzen wat de gevolgen zijn bij warmteterugwinning in een warmtewisselaar, de kans op snelle vervuiling van de wisselaar lijkt groot. Bij mestverwerking is met processen zoals indamping namelijk veel ervaring opgedaan en is de vervuiling van warmtewisselaars altijd een belangrijk aandachtspunt. Daarnaast zorgen de hoge temperaturen voor ongewenste reacties van o.a. de eiwitten in de mest.

Voordeel is dat door de toepassing van TDH een extra hygiëniserende stap achterwege kan blijven. De mest is door toepassing van TDH reeds exportwaardig. Bovendien voldoet het zelfs aan eventuele strengere exporteisen zoals druksterilisatie.

Bij verdere verwerking van de met TDH behandelde mest, kan het een voordeel zijn dat de verdeling van nutriënten in de dunne en dikke fractie door de behandeling wijzigt. Het lijkt er namelijk op dat meer nutriënten terecht komen in de dunne fractie. De waarde van deze dunne fractie kan hierdoor wijzigen bovendien is de terugwinning van deze nutriënten waarschijnlijk eerder interessant.

Door toepassing van TDH bij slibgisting blijkt dat gistinginstallaties bedreven kunnen worden met een geringere hydraulische verblijftijd (hogere organische stof belasting tot ruim een factor 2). Dit voordeel zal bij toepassing op mest nauwelijks of niet spelen. De organische stof belasting van bestaande mestvergisters ligt al op een hoog niveau evenals de stikstofbelasting. Dit zou zelfs tot remming van de biogasvorming kunnen leiden.

De toepassing van TDH op co-substraten, laagwaardige biomassa, biedt het meeste perspectief. Bij deze celluloserijke biomassastromen is nog veel extra biogas te winnen.

6 MODELBEREKENINGEN

6.1 Uitgangspunten

In bijlage 1 zijn de uitgangspunten voor de modelberekeningen weergegeven om een indicatie te krijgen van de financiële haalbaarheid van toepassing van TDH bij een mestvergistingsinstallatie. De aanwezigheid van een goedkope warmtebron is een pre voor TDH vanwege de hoge energieconsumptie van het proces. Vandaar dat de haalbaarheid bij mestverwerking vooralsnog beperkt blijft tot onderzoek naar toepassing bij mestvergistingsinstallaties waarbij restwarmte beschikbaar is.

Het model is opgesteld voor een capaciteit van 100.000 ton mest per jaar. In de berekeningen is uitgegaan van de input van 100 % varkensdrijfmest, omdat dit een veel toegepaste inputstroom is bij bestaande mestvergistingsinstallaties. Uit dit oogpunt is onderzoek naar deze mestsoort het meest interessant.

De positieve effecten door toepassing van TDH op het verwerkingsproces (verbeterde vergisting met meer biogas, betere ontwatering van het digestaat) en het verkorten van de verblijftijd in de vergisting, waardoor volstaan kan worden met een compactere vergistingsinstallatie zijn als variabelen opgenomen in het model. Voor dit laatste wordt een percentage minder investering van de vergistingsinstallatie verrekend. De verbeterde ontwatering en de verhoogde biogasopbrengst worden als percentage verbetering respectievelijk meeropbrengst verdisconteerd in het model.

Voor de modelberekeningen is ervan uitgegaan dat de in de literatuur beschreven maximale effecten van de TDH die optreden bij pilotinstallaties van slibgisting ook optreden bij mestvergisting. Dit betekent een 30% meeropbrengst aan biogas. Daarnaast gaan we uit van 25 % minderinvestering op de vergistingsinstallatie als gevolg van de kortere verblijftijd en bijbehorende compactere installatie. Het effect van een betere kwaliteit biogas is niet meegenomen, omdat het niet aannemelijk is dat deze optreedt bovenop de toename van de biogasproductie.

De investeringen per hoofdprocesstap (hygiënisatie, vergisting, TDH) zijn als variabele in te voeren. Hieruit wordt per doorgerekende modelvariant de totaalinvestering opgebouwd waarbij tevens een post onvoorzien, 10% van de totale investering per modelvariant, wordt opgenomen welke ook als variabele kan worden ingesteld.

Per hoofdprocesstap worden de variabele kosten (energieverbruik, onderhoud, hulpstoffen, overig) berekend op basis van in te voeren kentallen voor kosten van o.a. energiedragers en ervaringscijfers. Voor de kapitaallastenberekeningen kunnen de afschrijftermijn in jaren en de rente worden ingevoerd als modelvariabelen. Voor onderhoud van de totale installatie wordt een procentueel variabele van de totale investeringssom verrekend.

De tarieven voor aanvoer van mest en afvoer van digestaat worden in €/ton als variabele ingevoerd. De hoeveelheid restwarmte die vrijkomt bij vergisting en die in het proces wordt ingezet ter vervanging van het energieverbruik benodigd voor hygiënisatie of voor TDH kan als variabel percentage worden ingevoerd in het model.

Daarnaast is de arbeidsbehoefte als variabele per modelvariant in te voeren. De variant met TDH heeft vanwege de complexiteit en omvang een grotere arbeidsbehoefte.

Daarnaast zijn in het model de variabelen voor de in- en verkoop van energiedragers opgenomen en conversie van biogas naar elektriciteit d.m.v. een warmtekrachtkoppeling.

Per modelvariant wordt op basis van de ingevoerde variabelen een massabalans doorgerekend en vervolgens een exploitatiescan berekend. Met de exploitatiescan kan op hoofdlijnen de financiële haalbaarheid van de varianten in beeld worden gebracht en met elkaar worden vergeleken.

6.2 Resultaten

In tabel 2 en 3 zijn de exploitatieberekeningen weergegeven van de modelberekeningen van de 2 varianten. In bijlage 2 zijn bijbehorende massabalansen opgenomen. In tabel 4 en grafiek 1 zijn de exploitatiescan berekeningen samengevat.

Variant 1		Mestvergisting en hygienisatie, 100.000 ton/jaar	
		Kosten/jaar in €	Opbrengsten/jaar in €
Afschrijving		€ 444.583	
Rente		€ 133.375	
Variabele kosten		€ 362.374	
Arbeid		€ 90.000	
Afvoer			
	<i>digestaat</i>	€ 1.260.688	
Aanvoer			
	<i>mest</i>		€ 1.700.000
Energieverkoop	<i>(0,14 euro/kWh)</i>		€ 776.160
Totaal		€ 2.291.020	€ 2.476.160
Balans		€ 185.140	

Tabel 2: Variant 1, Mestvergisting en hygiënisatie.

Variant 2		TDH en mestvergisting, 100.000 ton/jaar	
		Kosten/jaar in €	Opbrengsten/jaar in €
Afschrijving		€ 547.708	
Rente		€ 164.313	
Variabele kosten		€ 808.124	
Arbeid		€ 105.000	
Afvoer			
	<i>digestaat</i>	€ 1.248.894	
Aanvoer			
	<i>mest</i>		€ 1.700.000
Energieverkoop	<i>(0,14 euro/kWh)</i>		€ 1.009.008
Totaal		€ 2.874.039	€ 2.709.008
Balans		€ 165.031-	

Tabel 3: Variant 2, TDH en mestvergisting.

De berekeningen met de gekozen uitgangspunten laten zien dat de toepassing van TDH bij vergisting van mest het financiële resultaat sterk onder druk zet en vooralsnog financieel niet haalbaar is. Dit ondanks dat de voordelen van TDH die gevonden zijn bij slibgisting maximaal zijn vertaald naar de toepassing op mest. In de praktijk is hier nog onvoldoende inzicht over, representatieve cijfers voor installaties op pilot schaal ontbreken nog. Daarnaast is bij de berekeningen rekening gehouden met energierterugwinning t.b.v. van het TDH proces.

Conclusie is dat de toepassing van TDH bij vergisting van mest, onder de beschouwde uitgangspunten, financieel niet levensvatbaar is.

6.3 Gevoeligheidsanalyse

Met behulp van het rekenmodel is het effect van wijziging van uitgangsvaariabelen op het exploitatie resultaat eenvoudig in beeld te brengen. In onderstaande tabellen en grafieken zijn een aantal variabelen gewijzigd en het effect ervan in tabel en grafiekvorm weergegeven.

- Effect van het poorttarief van de te verwerken mest, wanneer treedt break-even exploitatie op;
- Effect van een jaarcapaciteit halvering (50 kton) of verdubbeling (200 kton);
- Effect van gewijzigde werking TDH (minder/meer opbrengst van biogas);
- Effect van gewijzigde electriciteitsprijs (+/- 2 eurocent)

poorttarief Mest bij "Break even" Exploitatie				100.000	ton/jaar
				Poorttarief in €/ton	
Variant 1, mestvergisting en hygienisatie				€	15,15
Variant 2, TDH en mestvergisting				€	18,65

Tabel 4: Poorttarief van mest bij 'break-even' exploitatie

Variant 1		Mestvergisting en hygiënisatie, 50.000 ton/jaar			
		<i>Kosten/jaar in €</i>		<i>Opbrengsten/jaar in €</i>	
Afschrijving		€	296.389		
Rente		€	88.917		
Variabele kosten		€	226.484		
Arbeid		€	67.500		
Afvoer					
	<i>digestaat</i>	€	630.344		
Aanvoer					
	<i>mest</i>			€	850.000
Energieverkoop	<i>(0,14 euro/kWh)</i>			€	388.080
Totaal		€	1.309.633	€	1.238.080
Balans		€	71.553-		

Tabel 5: Exploitatieberekening variant hygiënisatie en 50.000 ton/jr

Variant 2		TDH en mestvergisting, 50.000 ton/jaar			
		<i>Kosten/jaar in €</i>		<i>Opbrengsten/jaar in €</i>	
Afschrijving		€	365.139		
Rente		€	109.542		
Variabele kosten		€	505.078		
Arbeid		€	78.750		
Afvoer					
	<i>digestaat</i>	€	624.447		
Aanvoer					
	<i>mest</i>			€	850.000
Energieverkoop	<i>(0,14 euro/kWh)</i>			€	504.504
Totaal		€	1.682.955	€	1.354.504
Balans		€	328.451-		

Tabel 6: Exploitatieberekening variant TDH en 50.000 ton/jr

Variant 1		Mestvergisting en hygienisatie, 200.000 ton/jaar			
		Kosten/jaar in €		Opbrengsten/jaar in €	
Afschrijving		€	666.875		
Rente		€	200.063		
Variabele kosten		€	543.561		
Arbeid		€	135.000		
Afvoer					
	<i>digestaat</i>	€	2.521.376		
Aanvoer					
	<i>mest</i>			€	3.400.000
Energieverkoop	<i>(0,14 euro/kWh)</i>			€	1.552.320
Totaal		€	4.066.875	€	4.952.320
Balans		€	885.446		

Tabel 7: Exploitatieberekening variant hygiënisatie en 200.000 ton/jr

Variant 2		TDH en mestvergisting, 200.000 ton/jaar			
		Kosten/jaar in €		Opbrengsten/jaar in €	
Afschrijving		€	821.563		
Rente		€	246.469		
Variabele kosten		€	1.212.186		
Arbeid		€	157.500		
Afvoer					
	<i>digestaat</i>	€	2.497.789		
Aanvoer					
	<i>mest</i>			€	3.400.000
Energieverkoop	<i>(0,14 euro/kWh)</i>			€	2.018.016
Totaal		€	4.935.506	€	5.418.016
Balans		€	482.510		

Tabel 8: Exploitatieberekening variant TDH en 200.000 ton/jr

Samenvatting Exploitatie resultaat €/jaar		200.000	ton/jaar
Variant 1, Mestvergisting en hygienisatie		€ 885.446	
Variant 2, TDH en mestvergisting		€ 482.510	
Samenvatting Exploitatie resultaat €/jaar		50.000	ton/jaar
Variant 1, Mestvergisting en hygienisatie		€ 71.553-	
Variant 2, TDH en mestvergisting		€ 328.451-	

Tabel 9: Samenvatting exploitatieberekeningen varianten capaciteit 50 kton en 200 kton per jaar

Poorttarief mest [€/ton] bij "break even" exploitatie		50.000	ton/jaar
Variant 1, Mestvergisting en hygienisatie		€ 18,43	
Variant 2, TDH en mestvergisting		€ 23,57	

Tabel 10: Poorttarief 'Break even' varianten 50.000 ton/jaar

Poorttarief mest [€/ton] bij "break even" exploitatie		200.000	ton/jaar
Variant 1, Mestvergisting en hygienisatie		€ 12,57	
Variant 2, TDH en mestvergisting		€ 14,59	

Tabel 11: Poorttarief 'Break even' varianten 200.000 ton/jaar

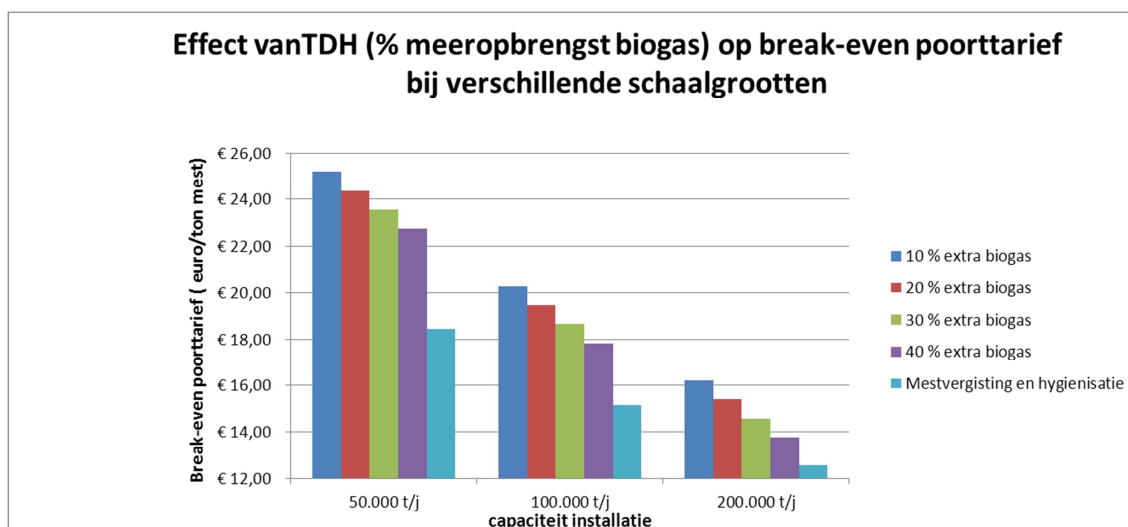
Poorttarief mest [€/ton] bij "break even" exploitatie	100.000 ton/jaar	200.000 ton/jaar	50.000 ton/jaar
Variant 1, Mestvergisting en hygienisatie	€ 15,15	€ 12,57	€ 18,43
Variant 2, TDH en mestvergisting (basis: 30% meer biogas)	€ 18,65	€ 14,59	€ 23,57
Variant 2, TDH en mestvergisting (20% meer biogas)	€ 19,47	€ 15,40	€ 24,38
Variant 2, TDH en mestvergisting (10% meer biogas)	€ 20,28	€ 16,22	€ 25,20
Variant 2, TDH en mestvergisting (40% meer biogas)	€ 17,83	€ 13,77	€ 22,75

Tabel 12: Samenvatting gevoeligheidsanalyse, effect TDH (biogasopbrengst) op poorttarief

Samenvatting exploitatieresultaat [€/ton]	100.000 ton/jaar	200.000 ton/jaar	50.000 ton/jaar
Variant 1, Mestvergisting en hygienisatie	€ 185.140	€ 885.446	-€ 71.553
Variant 2, TDH en mestvergisting (basis: 30% meer biogas)	-€ 165.031	€ 482.510	-€ 328.452
Variant 2, TDH en mestvergisting (20% meer biogas)	-€ 246.578	€ 319.416	-€ 369.225
Variant 2, TDH en mestvergisting (10% meer biogas)	-€ 328.126	-€ 156.321	-€ 409.998
Variant 2, TDH en mestvergisting (40% meer biogas)	-€ 83.484	€ 646.604	-€ 287.678

Tabel 13: Samenvatting gevoeligheidsanalyse, effect TDH (biogasopbrengst) op exploitatie

Grafiek 7



Energieprijs	Samenvatting exploitatieresultaat [€/ton]	100.000 ton/jaar	200.000 ton/jaar	50.000 ton/jaar
Basis (€0,14/kwh)	Variant 1, Mestvergisting en hygiëniseratie	€ 74.260	€ 663.686	-€ 126.993
	Variant 2, TDH en mestvergisting (basis: 30% meer biogas)	-€ 309.175	€ 194.222	-€ 400.523
"- 2 €/kwh"	Variant 1, Mestvergisting en hygiëniseratie	€ 74.260	€ 663.686	-€ 126.993
	Variant 2, TDH en mestvergisting (basis: 30% meer biogas)	-€ 309.175	€ 194.222	-€ 400.523
" +2 €/kwh"	Variant 1, Mestvergisting en hygiëniseratie	€ 296.020	€ 1.107.206	-€ 16.113
	Variant 2, TDH en mestvergisting (basis: 30% meer biogas)	-€ 20.887	€ 770.798	-€ 256.379
	Poorttarief mest [€/ton] bij "break even" exploitatie			
Basis (€0,14/kwh)	Variant 1, Mestvergisting en hygiëniseratie	€ 15,15	€ 12,57	€ 18,43
	Variant 2, TDH en mestvergisting (basis: 30% meer biogas)	€ 18,65	€ 14,59	€ 23,57
"- 2 €/kwh"	Variant 1, Mestvergisting en hygiëniseratie	€ 16,26	€ 13,68	€ 19,54
	Variant 2, TDH en mestvergisting (basis: 30% meer biogas)	€ 20,09	€ 16,03	€ 25,01
" +2 €/kwh"	Variant 1, Mestvergisting en hygiëniseratie	€ 14,04	€ 11,46	€ 17,32
	Variant 2, TDH en mestvergisting (basis: 30% meer biogas)	€ 17,21	€ 13,15	€ 22,13

Tabel 14: Effect van variatie in verkoopprijs energie.

Conclusies bij gekozen uitgangspunten gevoeligheidsanalyse:

- Bij schaalgrootten onder 100.000 ton/jaar is TDH bij mestvergisting van mest economisch niet interessant in vergelijking met mestvergisting en hygiëniseratie.
- Economisch perspectief van TDH bij mestvergisting van mest blijft zelfs bij optimaal theoretisch rendement op de biogasproductie (40% meer biogas) inferieur ten opzichte van mestvergisting en hygiëniseratie.
- Bij een schaalgrootte van 200.000 ton/jaar kan wel een aanvaardbaar economisch exploitatieresultaat worden behaald met TDH.

7 PERSPECTIEF TDH VOOR MESTVERGISTING

7.1 Technisch perspectief

TDH biedt vooralsnog alleen perspectief op plaatsen waar voldoende goedkope restwarmte beschikbaar is. Deze restwarmte kan dan worden ingezet als proceswarmte voor TDH, de energieconsumptie is namelijk relatief hoog en drukt zwaar op de exploitatie.

Co-substraten zijn vooralsnog buiten beschouwing gebleven. Bij de meeste huidige co-vergistingsinstallaties worden veel snel en goed fermenteerbare co-substraten ingezet. De vraag naar deze co-substraten is sterk toegenomen en de beschikbaarheid afgenomen, hierdoor staan de rendementen van de huidige co-vergistingsinstallaties onder druk. Bovendien zorgt de goede fermenteerbaarheid van deze co-substraten ervoor dat de inzet van TDH weinig toegevoegde waarde biedt met betrekking tot meeropbrengst in biogas.

Dit ligt anders bij de toepassing van co-substraten die langzaam fermenteren en baat hebben bij versnelde ontsluiting. Met toepassing van TDH komen ook deze moeilijk fermenteerbare co-substraten in beeld die veelal meer beschikbaar en goedkoper zijn. De invloed van TDH op diverse co-substraten zal echter nog nader moeten worden onderzocht. Het onderzoek dat momenteel wordt uitgevoerd richt zich daarom ook vooral op celluloserijke co-substraten die moeilijk fermenteren en waar nog de meeste extra biogasopbrengst te winnen is met de toepassing van TDH.

Optimalisatie van de TDH installatie voor co-vergisting is noodzakelijk om efficiëntere, goedkopere 'plug en play' standaard modules te ontwikkelen die breed kunnen worden ingezet bij bestaande co-vergistingsinstallaties. Vooral de energieconsumptie verdient aandacht daar deze in hoge mate de exploitatiekosten van TDH bepalen.

7.2 Financieel perspectief

Inzet van goed beschikbare, goedkopere, moeilijk verteerbare co-substraten zullen het financieel perspectief van TDH bij co-vergisting verbeteren. Echter hier dient verder onderzoek naar te worden gedaan. In het verlengde kan dit leiden tot meer inzet van dikke mestfracties na scheiding in bestaande co-vergistingsinstallaties.

TDH kan mede gezien het belang van export van gehygiëniseerde mest in het nieuwe op komst zijnde mestbeleid leiden tot vergroting van de kansen en zekerheid voor export. Met TDH kan daarnaast aan aanvullende exporteisen van ontvangende landen worden voldaan zoals een recente Duitse eis van druksterilisatie van verwerkte mest.

8 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

8.1 Conclusies

Op basis van deze haalbaarheidsstudie kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Er is nog nauwelijks (praktijk)ervaring met de toepassing van TDH bij mest. Bruikbare cijfers ontbreken.
- Toepassing van TDH als alternatief voor hygiënisatie bij mestvergisting lijkt technisch haalbaar, maar heeft nog verdere ontwikkeling.
- Op basis van modelberekeningen is de toepassing van TDH als alternatief voor hygiënisatie, onder gekozen condities, economisch niet haalbaar.
- TDH is een geschikte techniek om mest exportwaardig te maken;
- Perspectief van TDH bevindt zich met name op het vlak van voorbehandeling van laagwaardige substraten waarvan de fermenteerbaarheid nog sterk verbeterd kan worden.

8.2 Aanbevelingen

Om een beter beeld te krijgen van de effecten van TDH op mestvergisting is er behoefte aan praktijkcijfers, hiervoor is praktijkonderzoek met een pilotinstallatie nodig. De kansen voor toepassing van TDH lijken echter met name te liggen bij co-vergisting, de voorbehandeling van moeilijk fermenteerbare co-substraten. Deze producten hebben veel meer potentie dan mest om de positieve effecten van TDH optimaal te kunnen benutten.

De toepassing van TDH op een co-substraat zorgt ervoor dat de fermenteerbaarheid toeneemt. Het is aanbevelenswaardig te onderzoeken of met een aanvullende toepassing van enzymen de biogasproductie substantieel verder verhoogd kan worden.

9 REFERENTIES

Literatuur

1. Stowa 2011. Synergie RWZI en mestverwerking. Stowa rapport 2011-10
2. Anoniem, .Handreiking (co-)vergisting van mest. www.infomil.nl
3. Stowa 2012. Thermische slibontsluiting. Stowa rapport 2012-25
4. Stowa 2011. Verkenning thermische slibontsluiting. Stowa rapport 2011-W03
5. Timmerman, M. en W. Rulkens, 2009. Korte inventarisatie naar voorbehandeling van mest t.b.v. hogere biogasproductie. Livestock Research, WUR. Rapport 287.
6. Varkensfokbedrijf Oude Lenferink BV, 2009. Bewerking vergistingsproducten en mestbewerking middels thermo-druk hydrolyse. Eindverslag Regeling LNV-subsidies Innovatieprojecten.

Internet

Sustec, www.sustec.nl

Cambi, www.cambi.no

Stowa, www.stowa.nl

Groengas.nl, www.groengas.nl

HoSt, www.host.nl

Persoonlijk contact, gesprekken:

Giel Geraeds, Waterschapsbedrijf Limburg

Marc Bennenbroek, GMB

Lex van Dijk, Sustec

Chris de Visser, ACRRES

BIJLAGE 1 UITGANGSPUNTEN MODELBEREKENINGEN

	Massa ton	ds kg/ton	OS kg/ton	OS omzetting	Fosfaat kg/ton	Stikstof kg/ton	Drogestof kg	Org stof kg	Biogas m ³ /jaar	Biogas na TDH m ³ /jaar	Biogas na TDH m ³ /ton	Gasopbrengst m ³ /ton	productie kWhe / jaar	prod. met TDH kWhe/jaar
Varkensmest	100.000	90	60	3.000.000	4,2	7,2	9.000.000	6.000.000	2.520.000	3.276.000	33	25	5.544.000	7.207.200
Rundveemest	-	90	68	-	1,6	4,4	-	-	-	-	-	-	-	-
Totaal	100.000	90		3.000.000	4,2	7,2	9.000.000		2.520.000	3.276.000	33	25	5.544.000	7.207.200

Effect TDH op biogasopbrengst mestvergisting en omvang biogasinstallatie		
Meeropbrengst biogas agv TDH		30%
Effect verkorten verblijftijd (compactere installatie % minderinvestering vergister)		25%

Investerings	100KT/jaar	200KT/jaar	50 KT/jaar	Schaaleffect	
Hygienisatie installatie	€ 750.000	€ 1.125.000	€ 500.000		Factor
Mestvergistingsinstallatie	€ 4.100.000	€ 6.150.000	€ 2.733.333	200 KT/jaar	1,5
Thermische druk hydrolyse	€ 2.900.000	€ 4.350.000	€ 1.933.333	50 KT/jaar	0,67
Investerings onvoorzien	10%	10%	10%		

Uitgangspunten financieel	
investering-afschrijfperiode	12 jaren
rente	5%
onderhoud	5%
overige kosten onbekend	1,5%

aanvoer mest (poorttarief)	
varkensdrijfmest	17 €/ton
afvoer (mest)producten	
digestaat NL landbouw	15 €/ton
digestaat export DL	13 €/ton

Overig	100 kton /jaar		200KT/jaar	50KT/jaar
Energie				
prijs aardgas	€ 0,36	m3		
prijs electra	€ 0,10	Kwh		
Energie-Hygeniseren (m3 aardgas/ton)	10	m3 aardgas/ton		
Energie-stoom TDH (ca. 7,5 GJ/uur = 0,6 GJ/ton ingaand)	17	m3 aardgas/ton (exclusief warmteterugwinning)	12,75	21,25
1m3 biogas	2,2	Kwhe		
E verbruik co-vergisting (inkoop)	8,50%	van eigentotaalopwekking		
Electra verkoop biogas	€ 0,14	Kwh		
% vervanging E hygeniseren door warmtebenutting uit eigen proces (wkk)	100%			
% vervanging E stoom TDH door warmtebenutting uit eigen proces (wkk)	50%			

Arbeidsbehoefte	€/fte	Variant 1	Variant 2		
		FTE	FTE		
Procesoperator / onderhoud	€ 60.000	1	1,25		
Administratie	€ 40.000	0,25	0,25		
Management	€ 80.000	0,25	0,25	Schaaffect	
					factor
Totale arbeidskosten per jaar in €		€ 90.000	€ 105.000	100 KT/jaar	1
Totale arbeidskosten per jaar in €		€ 135.000	€ 157.500	200 KT/jaar	1,5
Totale arbeidskosten per jaar in €		€ 67.500	€ 78.750	50 KT/jaar	0,75

BIJLAGE 2: MASSABALANS

