

Eindrapport Biogas Hardenberg 2.0





1. Gegevens Project

Projectnummer:	TEHE115038
Projecttitel:	Biogas Hardenberg 2.0
Penvoerder en medeaanvragers:	Biogas Plus Systems BV en F. Lammers
Projectperiode:	1-6-2016 tot 1-8-2018

2. Inhoudelijk eindrapport

2.1 Samenvatting

Initiatiefafnemers Biogas Plus Systems BV en F. Lammers (gezamenlijk Agro-Energie Hardenberg) hadden als doel van het project het in de praktijk toepassen van innovatieve vergistingstechnologie die erop gericht is om grote hoeveelheden mest met veel droge stof dusdanig te doseren, mengen en voor te behandelen zodat er een stabiel en optimaal vergistingsproces ontstaat waarbij het methaangehalte substantieel wordt verhoogd en er tevens significant meer biogas wordt geproduceerd.

De optimalisatie van het vergistingsproces en het verhoogde methaangehalte leidt tot een sterk verbeterde business case voor covergisting op basis van de verwerking van relatief veel mest. Hierdoor is een doorbraak mogelijk voor mestvergisting c.q. mestverwerking.

Dit project heeft geresulteerd in een zeer goed functionerende biogasinstallatie waarbij het percentage mest opgevoerd kon worden tot boven de 85%. Verder is uit het onderzoek gebleken. Daarnaast bleek de volledige installatie nog goed te functioneren tot een drogestofgehalte van 17% van het mest/biomassa mengsel. Dit is aanzienlijk hoger dan conventionele systemen, en zorgt hierdoor voor hogere efficiëntie en lagere exploitatiekosten.

De experimenten die tijdens het project zijn uitgevoerd zijn, hebben veel informatie verschaft over de optimale procescondities in de verschillende stappen van het proces. Daarnaast is gedurende de experimenten aangetoond dat zowel de indikker als de validatietank een duidelijke bijdrage kunnen leveren aan het verwijderen van de stikstof uit het digestaat/mest.

De resultaten van dit project leiden tot een sterk verbeterde business case voor covergisting op basis van de verwerking van relatief veel mest. Hierdoor is een doorbraak mogelijk voor mestvergisting cq mestverwerking. Logischerwijs leiden de resultaten van dit project tot een situatie waarbij een lagere SDE+ bijdrage voor vergelijkbare projecten mogelijk is.

Voor Biogas Plus Systems B.V. geldt dit project als showcase voor toekomstige projecten wat inmiddels al geleidt heeft tot meerdere nieuwe opdrachten.

2.2 Inleiding

F. Lammers heeft een akkerbouwbedrijf in Brucht, Overijssel. Biogas Plus is een bedrijf dat is gespecialiseerd in het ontwerpen, bouwen en exploiteren van biogasinstallaties. Lammers en Biogas Plus hebben jaren geleden besloten gezamenlijk een biogasproject te ontwikkelen aan de Duitslandweg in Hardenberg. De locatie is in eigendom van Lammers. Partijen hebben hiertoe gezamenlijk het vergunningetraject afgelegd.



In 2014 hebben partijen een SDE-subsidie aangevraagd en gekregen voor de productie van duurzame elektriciteit en warmte (1,24 MWe, 1,472 MWth, basisbedrag €113,04 per MWh, 5.732 vollasturen per jaar) . Dit plan is gebaseerd op de SDE 2014 beschikking (WKK). De ontwikkeling en realisatie van de installatie op basis van de SDE 2016 (groen gas) staat hier los van.

Op het moment van de aanvraag lag er een business plan voor ter financiering van het project (WKK). Dit project is inmiddels gerealiseerd en in september 2016 in gebruik genomen. Eén van de ontbindende voorwaarden voor de financiers was het verkrijgen van deze TKI subsidie

De productie van biogas kan op dit moment alleen met subsidie rendabel worden gemaakt. Op de lange termijn is dit een onhaalbaar model. De kostprijs van biogas zal verlaagd moeten worden om uiteindelijk een rendabele business case te krijgen zonder subsidie. Partners in het project onderstrepen dit ten zeerste.

De kosten van een m3 biogas worden voor een groot deel bepaald door de kosten van de ingaande mest en biomassa en de kosten van de afzet van het digestaat. Door de biogasopbrengst per ton product te verhogen dalen deze beide kosten. Hierdoor verbetert het rendement van de biogasinstallatie.

De mestverwerkingsplicht is onomkeerbaar. Mestvergisting is een logische stap in het komen tot mestverwerking. Het business model is hierbij niet alleen gebaseerd op de productie van duurzame energie, maar ook op het verwerken van mest.

De biogasopbrengst van mestvergisting is, vanwege de geringe energie-inhoud van mest, relatief laag. Belangrijk hierbij is dat het droge stof percentage van het ingaande mengsel wordt verhoogd.

Om de productie van de biogas te verhogen is extra ontsluiting van organische stof zeer gewenst. Op dit moment zijn de noodzakelijke verblijftijden van mest in de vergister te kort. Onder andere hierdoor zijn grote silo's nodig en stijgt het investeringsniveau (of men investeert in een te kleine vergister met als gevolg te weinig biogasproductie, zie ook de onderzoeksresultaten m.b.t. (micro)mestvergisting).

Samenvatting probleemstelling:

- De biogasproductie per ton mest is te laag -> te weinig (organische) droge stof, te lange verblijftijden, te weinig ontsluiting van organische stof.
- Het vergistingsproces bij vergisting van relatief veel mest is niet stabiel.

De toepassing van nieuwe innovatieve technieken van Biogas Plus verhoogt de investering maar verbetert het rendement van de installatie. Om de introductie van de techniek mogelijk te maken was de ondersteuning van de TKI subsidie noodzakelijk.

2.3 Doelstelling

Lammers en Biogas Plus wilden met deze pilot de technische en financiële haalbaarheid van het project aantonen. Indien dit lukt is het concept geschikt voor verdere uitrol in de sector en zullen meerdere bedrijven het kunnen toepassen. Daarmee wordt vervolgens invulling gegeven aan een meervoudige doelstelling. Het duurzaam energie potentieel uit mest komt hiermee beschikbaar voor de maatschappij. Er wordt een belangrijke bijdrage geleverd aan de CO2-reductie doelstellingen en mest wordt verwerkt. Er wordt gewerkt aan het herstel van evenwicht op de mestmarkt en invulling



gegeven aan de doelstelling van evenwichtsbemesting. Het project zal sterk bijdragen aan de verdere ontwikkeling en uitrol van mono-mestvergisting.

De agrarische sector heeft behoefte aan een werkbare en betaalbare installatie. Bovendien zijn banken alleen bereid om bewezen technieken te financieren. Daarom wordt een beroep gedaan op de ondersteuning in het kader van de TSE regeling. Als uit deze regeling een bijdrage ontvangen wordt, is de bank bereid om een deel mee te financieren en kan het project op korte termijn gerealiseerd worden.

Samenvatting doelstelling:

- Het bouwen van een biogasinstallatie waarmee het mogelijk is een reproduceerbaar en stabiel vergistingsproces te garanderen waarbij het methaangehalte (>60%) significant hoger is bij covergisting met een relatief groot aandeel mest (>85%) met veel droge stof (>20%).

2.4 Werkwijze

Voor het project is voor de aanvraag de volgende planning gemaakt:

WP	Korte beschrijving	Categorie: FO/IO/Ontw./d emo	Uitvoerders (met namen)	Resultaat	Geplande begin- en einddatum
1	Engineering	Demonstratie	Biogas Plus	Ontwerp, tekeningen, bestek	Start: 01-06-2015 Eind: 01-09-2015
2	Bouw	Demonstratie	Biogas Plus Lammers	Gebouwde installatie	Start: 01-07-2015 Eind: 01-07-2016
3	In bedrijf name	Demonstratie	Biogas Plus Lammers	Operationele installatie	Start: 01-07-2016 Eind: 01-09-2016
4	Vergisten	Demonstratie	Biogas Plus Lammers	Mengsel met meer dan 85% mest en >20% droge stof, CH ₄ > 60%	Start: 01-07-2016 Eind: 01-07-2017
5	Monitoring	Demonstratie	Biogas Plus Lammers	Stabiel en reproduceerbaar proces	Start: 01-07-2017 Eind: 01-03-2018
6	Kennis disseminatie	Demonstratie	Biogas Plus Lammers	Kennis en ervaring delen. Eindrapport	Start: 01-08-2015 Eind: 01-08-2018

Voor meer details over de verschillende Work packages zie “Modelprojectplan Biogas Hardenberg 2 V2 2015” die gebruikt is tijdens de aanvraag.

Onderzoeksvragen die tijdens het project beantwoord moesten worden:

- Tot hoeveel procent droge stof kan het mengsel worden gedoseerd, gemengd en gepompt?
- Wat is het maximale aandeel dikke fractie in het menu?
- Wat is het maximale aandeel kippenmest in het menu?
- Wat is een optimale verhouding van mestsoorten, mede gelet op het NH₄⁺ gehalte?
- Hoeveel NH₃ (ammoniak) verdwijnt er met de afzuiging van de lucht uit de mengtank?
- Hoeveel NH₃ (ammoniak) verdwijnt er via de verwarmde indikkers?
- Wat is het risico op explosiegevaar bij het terugpompen van digestaat in de mengtank (reflux)?
- Wat is de maximale hoeveelheid mest die in de hydrolyse kan worden gepompt zonder dat de pH in de hydrolyse te veel verhoogd?
- Wat is de relatie tussen het droge stof gehalte van de biomassa en de verblijftijd in de hydrolyse? Is er een bepaald optimum?



- Wat is de meest ideale temperatuurrange in de hydrolyse?
- Wat is het effect van de thermische ontsluiting middels pasteurisatie op de biogasproductie?
- Wat is de ideale temperatuur en tijdsduur voor ontsluiting in de mengtank? Is het proces dan te valideren waarbij de mest nog steeds als verwerkt kan worden beschouwd?

2.5 Resultaten

2.5.1 Projectrealisatie

Algemeen

Wegens het later rond krijgen van de financiering van het gehele project is de start van WP1 3 maanden later geweest dan in de aanvraag opgenomen was. Gedurende het project is dit weer ruimschoots ingehaald. Uiteindelijk bleek ook de rest van het project sneller ging dan vooraf ingeschat, hierdoor wordt het project afgerond in december 2017, 8 maanden eerder dan het geplande augustus 2018.

WP1. Engineering

In de periode 1-9-2015 tot en met 1-12-2016 heeft de engineering plaatsgevonden. Dit is volgens planning verlopen.

WP2. Bouw

Bouw is conform planning succesvol uitgevoerd en was gereed op 1-10-2016.

WP3. In bedrijf name

De installatie is de eerste week van september 2016 opgestart. Opstart is goed verlopen en eind september draaide de installatie op vollast.

WP4. Vergisten

Vergistingsproces was snel onder controle, percentage methaan was al zeer snel constant boven de 60%. Percentage mest is opgevoerd tot boven de 85%. De installatie heeft bewezen dan nog steeds stabiel te kunnen blijven draaien.

WP5. Monitoring

In het voorjaar van 2017 is begonnen met deze fase doordat de vergister stabiel kon draaien bij hoge concentraties mest. De beschreven tests zijn uitgevoerd en de resultaten zijn opgenomen in dit eindrapport.

WP6. Kennisdisseminatie

Zie hoofdstuk 3.4 en 3.5 in dit verslag.

2.5.2 Onderzoeksresultaten

Onderzoeksvragen die tijdens het project beantwoord moesten worden:

- Tot hoeveel procent droge stof kan het mengsel worden gedoseerd, gemengd en gepompt?

Voor dit experiment is een mengtank gevuld met het volgende mengsel:



Biomassa	Droge stof (%)	Ton
Varkensdrijfmest	7%	50
Digestaat uit eigen vergister	8%	75
Graanresten	85%	9
Gemiddeld/totaal	12,8%	134

Van dit mengsel is bekend dat dit goed te vermengen en te verpompen is. Vervolgens is er langzaam dikke fractie kalvermest (32% Droge stof) ingeschept met behulp van de verreiker via het vulluik.

Hieruit bleek dat er maximaal 35 ton kalvermest kon worden toegevoegd. Gedurende het traject zien we dat met name het pompsysteem het moeilijker krijgt. Het mengen gaat op dat moment nog wel steeds goed.

Gedurende het traject zie je duidelijk de pomptijd die nodig is om het mengsel te verpompen op lopen. Voor het verpompen heeft de installatie met het uiteindelijke mengsel 33 minuten nodig, terwijl dit bij het verpompen van bijvoorbeeld digestaat slechts 12 minuten kost. Bij een nog hoger droge stof gehalte ging het pompsysteem in storing.

Biomassa	Droge stof (%)	Ton
Varkensdrijfmest	7%	50
Digestaat uit eigen vergister	8%	75
Graanresten	85%	9
Dikke fractie kalvermest	32%	35
Gemiddeld/totaal	16,8%	169

Uit dit experiment blijkt dat met deze opzet de vergister gevoed kan worden met een droge stof gehalte tot ongeveer 17% wat veel hoger is dan gebruikelijk bij conventionele systemen.

- Wat is het maximale aandeel dikke fractie in het menu?

Zie bovenstaande onderzoeksvragen.

- Wat is het maximale aandeel kippenmest in het menu?

Kippenmest bevat 28 kg/ton stikstof totaal. Hiervan is 24 kg/ton organisch (cijfers Eurolab.nl). De biologie in de vergister gaat slechter functioneren bij een NH₄-N gehalte van 5,5 kg/ton digestaat.

In het theoretische geval dat alleen kippenmest en water wordt gevoed betekent dit dat er maximaal 23% Kippenmest in het menu kan worden opgenomen.

36.000	ton/jaar totaal		
	Percentage	Ton/jaar	Stikstof (kg/ton)
Kippenmest	23%	8280	24
water	77%	27720	0



Totaal		36000	5,52
--------	--	-------	------

Tabel: Kippenmest en water

Bij de installatie van Agro Energie Hardenberg gaan er uiteraard ook andere biomassa stromen in die stikstof bevatten. Met name de verschillende meststromen zorgen hiervoor.

In 2016 bestond het menu van Agro energie Hardenberg voor 80% uit mest.20% waren co-stromen:

Menu 2016 (geëxtrapoleerd over hele jaar)

36.000	ton/jaar totaal		
	Percentage	Ton/jaar	Stikstof (kg/ton)
Rundveemest, dikke fractie (13)	2,6%	939	4,3
Rundveedrijfmest (excl. kalvergier) (14)	20,7%	7453	2,1
Bewerkte kalvergier (17)	3,0%	1077	0,5
Kalvergier, vleeskalveren (19)	2,7%	967	0,5
Varkensmest, dikke fractie (43)	4,5%	1634	5,2
Varkensdrijfmest zeugen (46)	22,2%	8000	1,7
Varkensdrijfmest vleesvarkens (50)	24,7%	8904	3,3
Co stromen	19,5%	7025	3
Totaal		36000	2,6

Tabel: menu en stikstof Agro Energie Hardenberg 2016 (Geëxtrapoleerd naar heel 2016)

Het gebruikte menu van de maanden september tot en met december 2016 is in deze tabel geëxtrapoleerd naar 36.000 ton/jaar, wat overeenkomt met de vergunning. De verhoudingen zijn hierbij hetzelfde gebleven.

Uit deze tabel blijkt dat er op dit moment 2,6 kg/ton organische stikstof de vergister in gaat.

Doelstelling van Agro Energie Hardenberg is om in de toekomst zoveel mogelijk co-producten te vervangen door mest.

Daarom is in de volgende tabel gekeken hoeveel co-producten vervangen kunnen worden door kippenmest om nog onder de 5,5 kg organische stikstof per ton te blijven.

Menu met kippenmest

36.000	ton/jaar totaal		
	Percentage	Ton/jaar	Nh4-N(kg/ton)
Rundveemest, dikke fractie (13)	2,6%	939	4,3
Rundveedrijfmest (excl. kalvergier) (14)	20,7%	7453	2,1
Bewerkte kalvergier (17)	3,0%	1077	0,5
Kalvergier, vleeskalveren (19)	2,7%	967	0,5
Varkensmest, dikke fractie (43)	4,5%	1634	5,2
Varkensdrijfmest zeugen (46)	22,2%	8000	1,7



Varkensdrijfmest vleesvarkens (50)	24,7%	8904	3,3
Co-producten	6,0%	2160	3
Kippenmest	13,7%	4932	24,4
Totaal		36067	5,5

Tabel: Menu gebaseerd op menu 2016 met deel co-substraten vervangen door Kippenmest

Hieruit blijkt dat ongeveer 5.000 ton kippenmest per jaar gevoed kan worden bij het huidige menu ter vervanging van de co-substraten.

- Wat is een optimale verhouding van mestsoorten, mede gelet op het NH₄⁺ gehalte?

Zie antwoord onderzoeksvraag hierboven.

- Hoeveel NH₃ (ammoniak) verdwijnt er met de afzuiging van de lucht uit de mengtank?

Vanwege een aanpassing aan de bedrijfsvoering was de flow waarmee de lucht werd afgevoerd uit de mengtank die gebruikt werd bij de validatie niet constant. Hierdoor waren ammoniak metingen in de biogasflow niet goed te gebruiken om het ammoniakstripeffect te berekenen. Om toch een idee te krijgen van het effect zijn er monsters genomen van het mengsel in de mengtank voor en na het validatie proces. Deze zijn geanalyseerd op TAC (Totaler Anorganischer Carbonatpuffer) waarde. Deze waarde staat voor de buffercapaciteit van een sample. Aangezien deze sterk afhankelijk is van het ammoniumgehalte geeft dit een aardige indicatie wat er aan ammonium verdwijnt (als ammoniak via de luchtafzuiging) uit het mengsel tijdens valideren.

De mengtank bevatte het volgende mengsel:

- 100 ton digestaat uit de vergister
- 10 ton varkensdrijfmest
- 15 ton supermarktmix
- 10 ton graanresten
- 15 ton gesnipperde aardappelen.

Experiment	Moment	TAC-waarde (g CaCO ₃ /l)
1	16-11 Na opmengen, voor valideren	13.239
1	17-11 Na valideren	9.099
2	6-12 12:00 na voeren mengtank	13.177
2	6-12 15:00 tijdens opwarmen	11.588
2	6-12 18:00 tijdens validatie	11.998
2	7-12 9:00 na validatie	6.772

Met behulp van dit experiment blijkt dus dat de TAC-waarde gedurende de validatie sterk afneemt. Dit is een duidelijke indicatie dat er dus een groot deel ammonium/ammoniak verdwijnt gedurende de validatie.



Om dit goed te kwantificeren is verder onderzoek vereist, maar dit is met de huidige opzet lastig te realiseren.

- Hoeveel NH₃ (ammoniak) verdwijnt er via de verwarmde indikkers?

Voor dit experiment is de dunne fractie gebruikt van digestaat afkomstig uit de vergisters. Dit digestaat is gescheiden met behulp van een decanter. Dit experiment is 4 maal uitgevoerd en de resultaten zijn vergelijkbaar en afhankelijk van de indikfactor (en deze is afhankelijk van de striptijd)

Van dit monster zijn samples genomen voor en na het indikken:

Samples	NH ₄ -N	DS %	Indikfactor	max kg NH ₄ -N	Volume	toaal kg NH ₄ -N	% NH ₄ -n gestript
Indikker 2 9-10 voor	5,7	13,2			1	5,7	
Indikker 2 9-10 na	4,5	16,5	1,25	7,13	0,8	3,6	37
Indikker 2 10-10 voor	5,7	12,2			1	5,7	
Indikker 2 10-10 na	4,8	16,7	1,37	7,80	0,73	3,5	39
Indikker 1 voor 10-10	5,4	11,1			1	5,4	
Indikker 1 na 10-10	3,8	16,5	1,49	8,03	0,67	2,5	53
Indikker april voor	5,4	7,0			1	5,4	
Indikker april na	3,9	11	1,58	8,52	0,62	2,4	55

Uit deze experimenten blijkt duidelijk dat een groot deel van ammonium in de dunne fractie wordt gestript in de vorm van ammoniak tijdens het indikken van het digestaat.

In de toekomst wil Agro Energie Hardenberg dit onderzoek nog verder voort gaan zetten om te kijken wat de optimale condities zijn voor het strippen met de indikker en ook wat het effect zal zijn van hardware aanpassingen.

- Wat is het risico op explosiegevaar bij het terugpompen van digestaat in de mengtank/hydrolysering (reflux)?

Om dit te kunnen onderzoeken zijn verschillende hoeveelheden digestaat uit de vergister teruggepompt naar de hydrolysering .

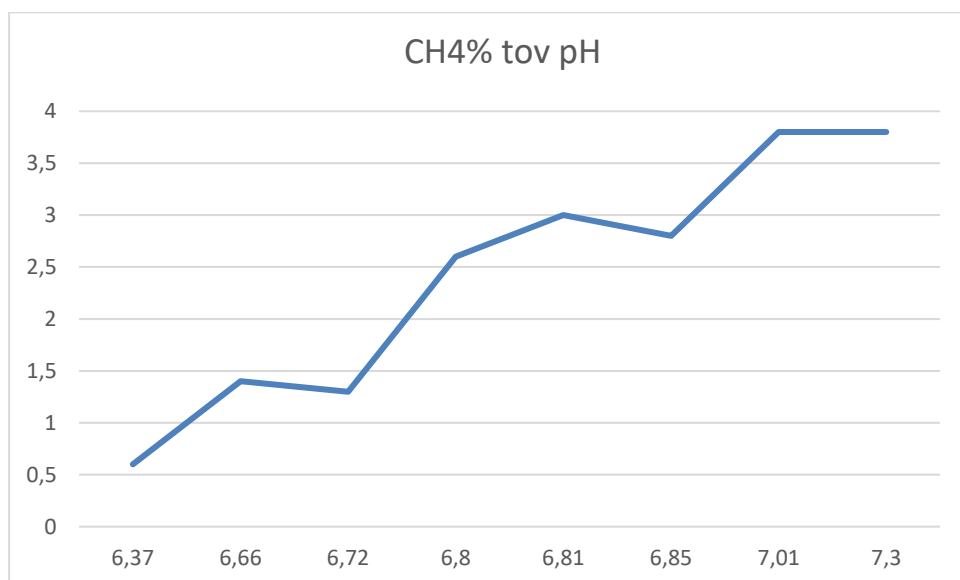
Ervan uitgaande dat in de hydrolyse ring de zuurstofconcentratie gelijk is aan lucht (21%) betekent dit dat de onderste explosiegrens van methaan gelijk is aan 4,4%.

Het blijkt in de uitvoering lastig om methaan productie te koppelen aan de hoeveelheden teruggepompt digestaat. Wel laten de resultaten duidelijk zien dat er een verband is tussen de pH in de hydrolysering/mengtank en de methaan concentratie in de lucht boven de vloeistof. Dit is duidelijk te

verklaren doordat de bacteriën verantwoordelijk voor de biogas productie een optimum pH hebben tussen de 7 en 8. Hieronder kunnen zij een stuk slechter overleven.

Resultaten:

Meting	pH	CH ₄
1	6,8	2,6
2	6,85	2,8
3	6,37	0,6
4	7,01	3,8
5	6,66	1,4
6	6,72	1,3
7	7,3	3,8
8	6,81	3



Figuur 2 CH₄ % ten opzichte van pH in de mengtank.

Hieruit blijkt dat er geen explosiecondities zijn geweest, maar dat waakzaamheid wel noodzakelijk is. Het monitoren van de pH is dan dus ook een dagelijkse activiteit voor de operator.

Bij deze metingen stonden altijd de roerwerken aan. Op momenten dat de roerwerken niet aanstonden was de methaan concentratie aanzienlijk lager.

In de normale operationele situatie worden deze extremen niet opgezocht en wordt er gestuurd op een pH van 6,5. Op basis van deze resultaten blijkt dat het risico op explosieonveilige situaties niet voorkomen bij deze pH.

- Wat is de maximale hoeveelheid mest die in de hydrolyse kan worden gepompt zonder dat de pH in de hydrolyse te veel verhoogd?



Zie antwoord vorige onderzoeksvraag. Dit is lastig te kwantificeren, aangezien de vulhoogte van de hydrolyse ring en het mengsel in de ring een grote invloed hebben. Het is daarom verstandiger om te sturen op pH in de ring.

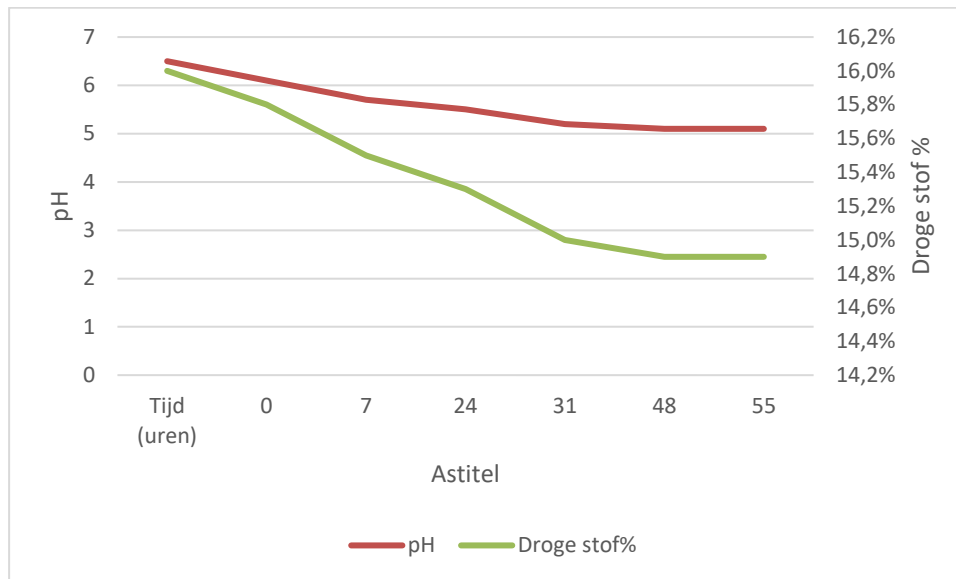
- Wat is de relatie tussen het droge stof gehalte van de biomassa en de verblijftijd in de hydrolyse? Is er een bepaald optimum?

Tijdens de hydrolyse worden moeilijk afbreekbare componenten in de biomassa afgebroken tot kleinere componenten zoals acetaat, propionaat en lactaat. Deze dienen vervolgens als de voedingsstoffen voor de methaanproducerende micro-organismen. Bekend is dat dit een snel proces is van in enkele dagen plaatsvindt. Met dit experiment wil Agro-Energie Hardenberg vaststellen wat de optimale verblijftijd in de hydrolysering is.

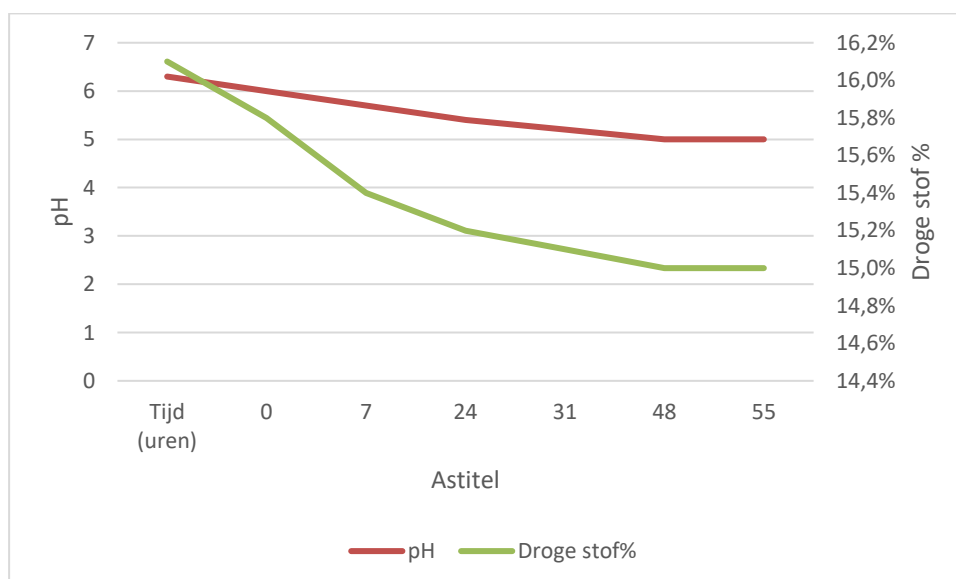
Voor dit experiment is de hydrolyse gevuld en gedurende 3 dagen gemonitord. Dit experiment is 2 maal uitgevoerd. De resultaten staan in de volgende tabel:

Experiment	Tijdstip	pH	Droge stof %
1	1 oktober 10:00	6,5	16,0%
1	1 oktober 17:00	6,1	15,8%
1	2 oktober 10:00	5,7	15,5%
1	2 oktober 17:00	5,5	15,3%
1	3 oktober 10:00	5,2	15,0%
1	3 oktober 17:00	5,1	14,9%
1	4 oktober	5,1	14,9%
2	15 oktober 10:00	6,3	16,1%
2	15 oktober 17:00	6,0	15,8%
2	16 oktober 10:00	5,7	15,4%
2	16 oktober 17:00	5,4	15,2%
2	17 oktober 10:00	5,2	15,1%
2	17 oktober 17:00	5,0	15,0%
2	18 oktober 10:00	5,0	15,0%

Als we dit uitzetten in grafieken dan volgt:



Figuur 3. Experiment 1. Effect pH en droge stof bij verblijftijd in hydrolysering.



Figuur 4. Experiment 2. Effect pH en droge stof bij verblijftijd in hydrolysering.

Uit dit beide experimenten blijkt duidelijk dat na ongeveer 48 uur de pH en het droge stofgehalte niet of nauwelijks meer zakken. Conclusie is hier uit dat een langere verblijftijd in de hydrolysering niet of nauwelijks meer bijdraagt.

- Wat is de meest ideale temperatuurrange in de hydrolyse?

Dit experiment was lastig uit te voeren. Door de manier waarop de installatie is gebouwd staat de verwarming van de hydrolysering altijd uit en is deze toch voldoende op temperatuur. Dit betekende in de zomer dat de temperatuur in de ring opliep tot 36-37 graden celcius en in de winter niet onder de 30 graden kwam. Tussen beide situaties waren geen duidelijk verschillen waarneembaar in biogasopbrengsten of methaanconcentraties.



- Wat is het effect van de thermische ontsluiting middels pasteurisatie op de biogasproductie?

Om het effect te bekijken van de thermische ontsluiting zijn wederom samples genomen uit de mengtank, voor en na validatie.

Deze zijn geanalyseerd op vluchtige organische zuren (FOS: flüchtige organische Säuren) waarde. Dit zijn de componenten die door de methaanbacteriën gebruikt worden om om te zetten in biogas zoals bijvoorbeeld acetaat en propionaat. Als deze in waarde oplopen tijdens de validatie is dit een teken dat er meer en sneller biogas geproduceerd kan worden door de methaan producerende bacteriën.

De mengtank bevatte het volgende mengsel:

- 100 ton digestaat uit de vergister
- 10 ton varkensdrijfmest
- 15 ton supermarktmix
- 10 ton graanresten
- 15 ton gesnipperde aardappelen.

Experiment	Moment	Fos-waarde (g azijnzuur/l)
1	16-11 Na opmengen, voor valideren	17.780
1	17-11 Na valideren	21.064
2	6-12 12:00 na voeren mengtank	14.315
2	6-12 15:00 tijdens opwarmen	17.089
2	6-12 18:00 tijdens validatie	21.067
2	7-12 9:00 na validatie	25.283

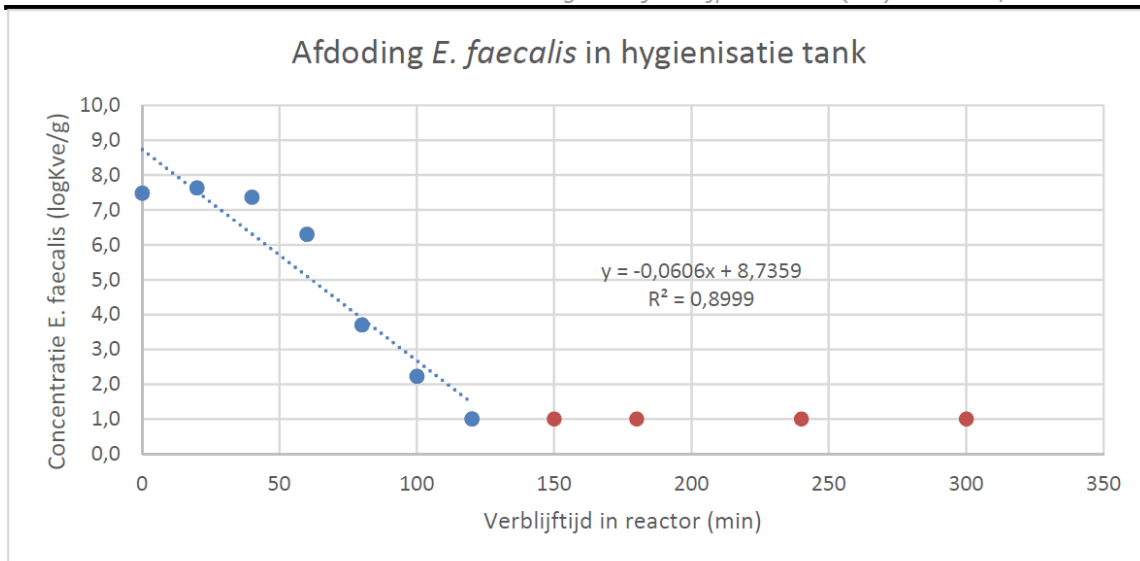
Uit dit experiment dat de thermische ontsluiting een duidelijk effect heeft op de hoeveelheid beschikbare vluchtige organische zuren en hierdoor zeer waarschijnlijk ook een positief effect op de biogasproductie.

- Wat is de ideale temperatuur en tijdsduur voor ontsluiting in de mengtank? Is het proces dan te valideren waarbij de mest nog steeds als verwerkt kan worden beschouwd?

Om antwoord te geven op deze vraag is een extern bureau ingeschakeld (Elsinga). Deze hebben een plan van aanpak opgesteld en een reductieonderzoek uitgevoerd. De resultaten van dit onderzoek worden ook aan de NVWA beschikbaar gesteld, die hier op moet goedkeuren of de hygienisatie op basis van het voorgestelde protocol voldoet.

Op basis van ervaringen bij andere biogasinstallaties is er gekozen om het onderzoek uit te voeren bij 55,2 °C. Hieruit kwam het volgende resultaat:

Reductieonderzoek in het kader van verordening dierlijke bijproducten (EG) No 1069/2009



Figuur 1: Concentratieverloop van Enterococci in de hygiëniserings tank.

Op basis hiervan is besloten dat de vaste procedure die nu gehanteerd wordt bij Agro Energie Hardenberg om voldoende reductie te behalen tenminste 1 uur en 30 minuten bedraagt bij deze temperatuur.

2.5.3 Mogelijkheden voor spin off en vervolgactiviteiten

Voor de resultaten van het stikstofstrippen met behulp van de indikker zijn erg boven verwachting. Agro Energie Hardenberg en met name de leverancier van de installatie Biogas Plus, willen dit verder gaan onderzoeken. Zo zal er op korte termijn gekeken worden naar de optimale condities voor indikken in combinatie met het strippen. Ook zal het ontwerp opnieuw bekeken worden om te kijken of hier ook nog betere stripcondities door kunnen ontstaan.

Ook het stikstofstrippen met behulp van de validatietank is iets waar leverancier van Biogas Plus zich verder op wil focussen. Helaas bleek dat dit bij de installatie van Agro Energie Hardenberg lastig te onderzoeken was en zeer waarschijnlijk zal het vervolgonderzoek bij een andere installatie van Biogas Plus plaatsvinden, waar validatie niet gebeurt in een mengtank, maar in een separate pasteurisatie tank.

Door het succes van dit project is Agro-Energie Hardenberg van plan de installatie verder uit te breiden. Inmiddels is een vergunning verleend voor een extra vergister en een groen gas installatie. Agro-Energie Hardenberg is nu druk bezig met rondkrijgen van de financiering van deze uitbreiding.

Nadat deze fase gerealiseerd is, wil Agro-Energie Hardenberg nog verder uitbreiden, om uiteindelijk 200.00 ton per jaar aan mest te vergisten.

Hierbij heeft Agro-Energie Hardenberg de ambitie om uiteindelijk puur op mest te draaien. Dit is op het moment niet mogelijk omdat de hoge hoeveelheid stikstof in de mest de biologie belemmert in het produceren van biogas. Om dit in de toekomst wel uit te kunnen voeren wil Agro-Energie Hardenberg bij de toekomstige uitbreiding een nieuw soort stikstofstripper in gaan zetten.



2.6 Discussie

Met dit project is aangetoond dat met de gebouwde biogasinstallatie een hoog aandeel mest gevoerd kan worden. Om nog een stap verder te zetten naar rendabele pure monomestvergisting is op een gegeven moment de hoge gehalten stikstof een probleem. Met name als men een groot aandeel kippenmest wil voeren is de toename van ammoniak een groot probleem voor de biologie. Kippenmest heeft ten opzichte van runder- en varkensmest een hogere biogasopbrengst wat hierdoor bijdraagt aan een winstgevend project. Dit heeft uiteindelijk weer een positief effect op de mogelijkheid tot het verlagen van de SDE-tarieven.

2.7 Conclusie en aanbevelingen

Uit de resultaten beschreven in dit rapport en de financiële resultaten van het eerste anderhalf jaar van Agro-Energie Hardenberg blijkt dat dit project een groot succes is.

Het percentage mest, kon mede door de TKI subsidie en hierdoor aangepaste lay-out van de biogasinstallatie veel eerder opgevoerd worden dan vooraf voorzien. Ook kon er een hoger aandeel mest worden gevoerd dan vooraf verwacht. De installatie heeft aantoonbaar goed gedraaid met een mestaandeel van meer dan 85%. Daarnaast hebben de verschillende installatie onderdelen aangetoond dat er tot een mest/biomassamengsel van 17% droge stof geen problemen ontstaan in de bedrijfsvoering. Dit is aanzienlijk hoger dan conventionele systemen. Hierdoor ontstaat een veel efficiëntere bedrijfsvoering en zullen de exploitatiekosten aanzienlijk zakken.

Ook is er door de experimenten die uitgevoerd zijn binnen dit project veel meer inzicht ontstaan in de optimale procescondities van de biogasinstallatie. Daarnaast zijn ook de resultaten voor het stikstofstrippen tijdens de validatie en indikker erg hoopgevend voor de Nederlands mestmarkt. Met behulp van vervolgonderzoek zal dit zeker tot meer verkoop van met name indikker kunnen leiden.

De biogasinstallatie van Agro-Energie Hardenberg heeft door de goede resultaten, voor Biogas Plus gezorgd voor veel interesse van uit de markt. Veel potentiële klanten zijn de installatie komen bekijken en dit heeft inmiddels voor meerdere opdrachten voor nieuwe biogasinstallaties gezorgd, waarbij het ontwerp in Hardenberg de basis is.

Enkele hiervan zijn:

- Opdracht voor grote mono-mestbiogasinstallatie met mestverwerking voor Twence
- Opdracht voor bouw biogasinstallatie Terramass, Oediliapeel
- Opdracht voor bouw biogasinstallatie De Greef, Woudenberg
- Uitgekozen als preferred supplier en opdracht voor 2 biogasinstallaties voor Jumpstart van Friesland Campina
- Opdracht voor de bouw van 3 biogasinstallaties in Frankrijk

Naar verwachting zullen er in 2018 nog meer opdrachten volgen.

Door dit project en de hulp van de TKI-subsidie kan dit project een bijdrage leveren aan het verlagen van de SDE-tarieven in de toekomst.



Daarnaast draagt dit project en de vervolgoopdrachten die Biogas Plus heeft gekregen naar aanleiding van dit project een aanzienlijke bijdrage leveren aan het oplossen van het mestprobleem in Nederland.

3. Uitvoering van het project

3.1 De problemen die zich tijdens het project hebben voorgedaan en de wijze waarop deze zijn opgelost

Er hebben zich geen grote problemen voorgedaan tijdens de realisatie van het project. Door een lichte vertraging in het financieringstraject is het project wel 3 maanden later aangevangen dan vooraf gepland. Door de positieve onderzoeksresultaten is dit ruimschoots ingehaald gedurende het project.

3.2 Toelichting op wijzigingen ten opzichte van het projectplan

Er hebben zich geen grote wijzigingen voorgedaan ten opzichte van het oorspronkelijk projectplan. Gedurende het project zijn wel enkele experimenten anders uitgevoerd dan vooraf gepland, en zijn er experimenten toegevoegd. Enkele experimenten bleken lastig uit te voeren en kunnen mogelijk in een vervolgonderzoek worden opgepakt bij andere biogasinstallatie. Deze veranderingen worden beschreven bij de experimenten.

3.3 Toelichting op de verschillen tussen de begroting en de werkelijk gemaakte kosten

Op basis van de boekhouding is het volgende overzicht opgesteld.

Post	Begroting TKI	Referentie-	TKI	Uitgaven	Waarvan TKI
	aanvraag	techniek			
1 Grondwerk	90.000	66.000	24.000	91.129	25.000
2 Bestrating	44.000	44.000	-	45.000	-
3 Sleufsilo's	100.000	100.000	-	98.000	-
4 Opslag dikke fractie	60.000	-	60.000	54.515	54.515
5 Tussengebouw	70.000	-	70.000	77.831	77.831
6 Bedrijfshal	390.000	175.000	215.000	376.798	215.000
7 Weegbrug	30.000	30.000	-	20.392	-
8 Brandblussers	12.500	3.000	9.500	9.000	7.000
9 Elektra en warmtemeting	12.500	6.000	6.500	12.875	6.500
10 Vergisters	888.000	730.000	158.000	910.000	185.000
11 Besturing en bekabeling	210.000	100.000	110.000	238.489	120.000
12 Wkk's	860.000	860.000	-	790.130	-
13 Opslagen	240.000	71.000	169.000	238.409	169.000
14 Pompen	220.000	50.000	170.000	249.299	185.000
15 CV werk	224.000	85.000	139.000	215.000	130.000
16 Leidingwerk	170.000	80.000	90.000	162.718	90.000
17 Luchtwassers & Indikers	460.000	-	460.000	469.739	469.739
18 Instrumentatie	28.000	8.000	20.000	26.373	19.000
19 Vergunningen	200.000	150.000	50.000	105.963	35.000
20 Engineering/projectleiding	265.000	130.000	135.000	261.072	135.000
21 Procesanalyses	16.000	6.000	10.000	9.028	5.000
22 Carverzekering	10.000	6.000	4.000	916	-
23 Voorinvestering vergunningen				92.500	
Totaal	4.600.000	2.700.000	1.900.000	4.555.176	1.928.585

Uit dit overzicht blijkt dat het merendeel van de posten overeenkwam met de vooraf begrootte kosten.



Een post die aanzienlijk lager uitkwam was de post voor WKK's. Gedurende de projectengineering is gekozen om af te wijken van het initiële plan van 2 WKK's (800 en 600kW). In plaats hiervan is uiteindelijk 1 WKK geïnstalleerd van 1240 kW.

De post vergunningen is opgesplitst in 2 posten (19 en 23). Post 23 betreffen de kosten die door Fritz Lammers zijn gemaakt voor de vergunningen voordat er sprake was van een samenwerking met Biogas Plus. Gezamenlijk zijn deze 2 posten nagenoeg gelijk aan de begroting.

Uit deze begroting blijkt dat de totale investering tot nu toe €4.555.176,- bedroeg. Agro-Energie Hardenberg verwacht nog wel kosten te maken in begin 2018 omdat er op het moment nog aanpassingen worden uitgevoerd aan het luchtwassysteem. Deze post zal dus iets hoger uitvallen dan begroot. Dit heeft ermee te maken dat het beoogde luchtwassysteem niet adequaat genoeg reinigde.

Uiteindelijk zal de totale investering hierdoor waarschijnlijk net boven de begrootte €4.600.000,- uit gaan komen.

De investeringskosten (€1.928.585,-) voor het TKI deel komen in dit overzicht al boven het begrootte bedrag uit (€1.900.000,-).

3.4 Toelichting wijze van kennisverspreiding

Tijdens de Open Dag van Agro-Energie Hardenberg heeft Seine Roelofs in een presentatie een deel van de resultaten van het onderzoek gepresenteerd. Daarnaast heeft iedere aanwezige de mogelijkheid gehad om een uitgebreide rondleiding te volgen langs alle installatieonderdelen.

Onder de aanwezigen van de open dag waren:

- Leveranciers uit de branche,
- Eigenaren/exploitanten van biogasinstallaties,
- Initiatiefnemers voor nieuwe biogasprojecten,
- Onderzoeks- en adviesbureaus,
- RVO, beleidsmedewerkers, overheid,
- Brancheorganisaties,
- Opleidingsinstituten.

3.5 Toelichting PR project en verdere PR-mogelijkheden

Dit project heeft geleid tot meerdere perspublicaties:

- 1-12-2015: "Goedkeuring voor twee nieuwe mestverwerkingsprojecten": Artikel op de website van de Boerderij; Vakblad voor de agrarische sector.
- 12-4-2016: "Energie uit mestmaken"; Artikel in de Stentor; Regionale krant
- 10-7-2016: Item in TV-programma "Doe Maar Duurzaam" op RTL 5.
- 1-8-2016: "Innovatie biogasinstallatie bijna operationeel": Artikel op website Top Sector Energie.
- 13-3-2017: "Groene kaart voor Groene helden"; op de website en in de wekelijkse uitgave van het lokale weekblad de Toren.



- 14-7-2017: “Officiële opening biogasinstallatie van Agro Energie Hardenberg” op de website van de lokale krant de Toren
- 15-7-2017: “Druk bezochte open dag biogasinstallatie” op de website en in de wekelijkse papieren uitgave van de lokale krant de Toren

Overige evenementen:

- 14-7- 2017: Officiële opening. Ruim 200 aanwezigen op uitnodiging. Sprekers waren:
 - Seine Roelofs en Fritz Lammers, initiatiefnemers. Geschiedenis en toekomstplannen en de rol van Agro-Energie Hardenberg in het oplossen van het lokale mestoverschot.
 - Jos Reijnders, RVO Nederland. Rol van de TKI voor dit project en binnen Nederland.
 - Gerd van der Logt. Groen Gas Nederland
- 15-7-2017: Open dag voor alle geïnteresseerden. Tenminste 1000 bezoekers. Ongeveer 40 rondleidingen verzorgd door medewerkers van Agro-Energie Hardenberg en Biogas Plus met gemiddeld 20 deelnemers per rondleiding.
- 24-26 oktober 2017: Tijdens de beurs Landbouw en Intensieve Veehouderij, hebben medewerkers van Biogas Plus, meerdere keren per dag rondleidingen gegeven bij de installatie aan de bezoekers van de beurs.
- 2-11-2017 Tijdens de bioenergiedag op van bio-energie cluster Oost Nederland, zijn er meerdere rondleidingen verzorgd door medewerkers van Biogas Plus.
- In samenwerking met Evenementenhal Hardenberg is een promotiefilm gemaakt over de biogasinstallatie onder de naam Boerenzaken. Deze film is te vinden op:
<https://www.youtube.com/watch?v=8XuJVn2Knc0>
- 50 man uit Frankrijk
- Veel potentiële klanten uit Nederland en daarbuiten zijn op bedrijfsbezoek geweest.