

Eindrapport

Topsector Energie Hernieuwbare energie 2015

‘Optimalisatie mest mono- en covergisting door 90%-verwerking van digestaat’

DEMO mestbewerking 90%

Projectperiode

01-01-2016 t/m 30-06-2018

Aanvrager / penvoerder

Schaap Bio Energie B.V.
Kilewierwei 1
8632 WL Tirns

Samenwerkingspartner 1

Peters Biogas B.V.
Oosterringweg 39
8315 PS Luttelgeest

Samenwerkingspartner 2

Stichting Wageningen Research
Edelhertweg 1
8219 PH Lelystad

Subsidieadviesbureau

ASQA Subsidies B.V.
p.a. Buitensingel 52
9611 DH Sappemeer

Contactpersoon communicatie:

drs. Klaas Zijlstra
0598-853903
06-14383857

kzijlstra@asqasubsidies.nl

The logo for 'Schaap bio-energie' features three green circles of varying sizes to the left of the text. 'Schaap' is in a dark purple font, and 'bio-energie' is in a green font.



Peters Biogas



INHOUD

| | |
|---|----|
| 1. Gegevens project..... | 3 |
| 2. Inhoudelijk eindrapport..... | 3 |
| 2.1 Samenvatting..... | 3 |
| 2.2 Inleiding..... | 3 |
| 2.3 Doelstelling..... | 4 |
| 2.4 Werkwijze..... | 5 |
| 2.5 Resultaten A) van het project zelf en B) mogelijkheden voor SPIN-OFF en vervolgactiviteiten | 7 |
| 2.6 Discussie..... | 22 |
| 2.7 Conclusie en aanbevelingen | 22 |
| 3. Uitvoering van het project | 23 |
| 3.1 De problemen (technische en organisatorisch) die zich tijdens het project hebben voorgedaan en de wijze waarop deze problemen zijn opgelost | 23 |
| 3.2 Toelichting op wijzigingen ten opzichte van het projectplan | 23 |
| 3.3 Toelichting op de verschillen tussen de begroting en de werkelijk gemaakte kosten | 24 |
| 3.4 Toelichting wijze van kennisverspreiding, pR project en verdere pr-mogelijkheden..... | 24 |

1. GEGEVENS PROJECT

Projectnummer: TEHE115023

Projecttitel: 'Optimalisatie mest mono- en covergisting door 90%-verwerking van digestaat'.

Afkorting: DEMO mestbewerking 90%

Projectperiode: 01-01-2016 t/m 30-06-2018

Penvoerder en medeaanvragers: Schaap Bio Energie B.V., Peters Biogas B.V. en Stichting Wageningen Research

2. INHOUDELIJK EINDRAPPORT

2.1 SAMENVATTING

Binnen dit project willen de initiators, begeleid door subsidieadviesbureau ASQA Subsidies, demonstreren dat het door verschillende technieken in combinatie met diverse toevoegmiddelen mogelijk is om tegen geringe kosten het digestaat voor 90% te verwerken, waarbij een dunne irriteerbare meststof overblijft. Dit heeft als doel: feedstock flexibiliteit te verhogen en daarmee de kostprijs te verlagen, mestafzet te vereenvoudigen en de kostprijs te verlagen en tot slot het bieden van een betaalbaar en breed inzetbaar alternatief voor dure technieken die digestaat voor 100% kunnen verwerken.

Het doel om de feedstock flexibiliteit te verhogen en daarmee de kostprijs te verlagen is behaald. De andere twee genoemde doelen zijn in mindere mate behaald. Dit door de moeilijke mestmarkt en de moeilijkheid om de mineralen voldoende uit de dunne fractie te krijgen. Een schaalmodel van de ultrafiltratie bracht te weinig voordeel/resultaat met zich mee. Om deze reden is er gekozen om het full-scale moet niet uit te voeren omdat het rendement te laag is. Door verdere optimalisatie van de overige stappen in het proces is er wel getracht het twee en derde doel zo goed mogelijk te realiseren. Wel had deze keuze gevolgen voor de begroting, een deel van de begrote kosten zijn hierdoor niet gemaakt.

Het project heeft een latere start gekend dan oorspronkelijk was gepland. De reden van de latere start is gelegen in het eerst afwachten van een SDE-toekenning. De SDE-toekenning is in de loop van 2016 afgegeven en vervolgens is het hernieuwbare energie project opgestart. Daarnaast heeft het project een langere projectperiode nodig gehad voor de uitvoering van het project.

2.2 INLEIDING

Steeds meer mest(co-)vergistingsinstallaties in Nederland komen stil te staan omdat ze niet meer rendabel te bedrijven zijn. De variabele kosten van mest(co-)vergistingsinstallaties stijgen (de kosten van co-producten vertonen een lichte stijging en de kosten van mestafzet vertonen een sterke stijging) waardoor het opwekken van duurzame energie duurder wordt. Mestverwerking is desalniettemin noodzakelijk uit het oogpunt van kostprijsbeheersing in de veehouderijketen. De overheid wil door middel van de SDE+ de kosten van de installaties verminderen. Echter blijft de SDE+ gelijk en stijgen de variabele kosten. Dit project probeert het probleem van de hogere kosten van mestvergisting aan te pakken door vermindering van het gebruik van dure co-substraten en de vervanging daarvan door vaste mest (overschot op de markt) en het terugdringen van de forse mestafzetkosten zonder dat dit ten koste gaat van de productie van de vergistingsinstallaties.

Binnen dit project wil men het probleem van stijgende variabele kosten en mestafzetkosten aanpakken. De onderzoeksvraag is: hoe kan het proces van mestvergisting goedkoper gemaakt worden als de variabele kosten en de mestafzetkosten stijgen? Hoe kunnen deze kosten geminimaliseerd worden? Hoofdvraag van onderhavig project is: Kunnen mestafzetkosten door bewerking verlaagd of weggenomen worden? Daarnaast wordt er gekeken hoe deze kosten omgezet kunnen worden in opbrengsten.

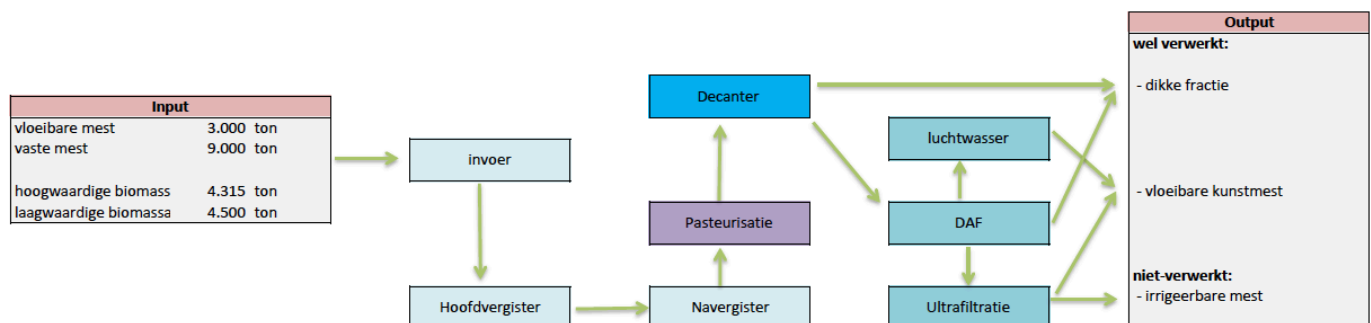
Probleemeigenaar van dit relevante probleem is de veehouderijketen waar de problematiek van mestoverschot zich afspeelt. De komende jaren zal door strengere milieunormen voor de mestafzet (fosfaat), het probleem in de toekomst toenemen. Het belang tot het komen van een oplossing voor deze problematiek wordt steeds groter. Meer mest zal buiten de Nederlands landbouw worden afgezet. Dit kan door gebruik van het innovatieve procedé om meer fosfaat en stikstof via het dikke slib naar het buitenland te exporteren. Daarnaast kunnen organisaties overwegen als aanvullende bewerkingsstap te investeren in een korrelfabriek om het dikke slib te hygiëniseren, te drogen en te persen tot exportwaardige mestkorrels. Deze aanvullende bewerkingsstap kan bijdragen aan een verdere kostprijsreductie van de vergistingsinstallaties, maar is geen onderdeel van dit demonstratieproject omdat er sprake is van bewezen technieken en de grootste kostprijsreductie is gelegen in de nieuwe configuratie van mestbewerkingsinstallatie en gebruik van innovatieve fosfaatbindmiddelen zoals zeoliet en biologisch chelaatvormer om meer fosfaat en stikstof over te brengen naar de dikke fractie na decanter en de realisatie van een exportwaardige dikke slib.

2.3 DOELSTELLING

Demonstratie van een vernieuwende aaneenschakeling van technieken voor het totale mestbewerkingsproces op representatieve schaal, zodanig dat bij eenzelfde biogasproductie minder co-substraten kunnen worden ingezet en het mogelijk wordt om het digestaat uit een mest(co-) vergistingsinstallatie voor >90% te verwerken. Door de verwerking van de mest (digestaat) tot exportwaardige dikke slib (>90% P en 70% N), en kunstmeststof (20% N) en een irrigeerbare dunne mest (<10% N en <10% P) wordt bijgedragen aan een kostprijsreductie van duurzame elektriciteit en/of groen gas. Doel van dit project is daarmee het aantonen van het kostenefficiënter maken van mestvergistingsinstallatie voor de productie van hernieuwbare energie. Het project toont dat het mogelijk is mestvergistingsinstallatie kostenefficiënter te maken en dat deze installaties kunnen bijdragen aan de duurzame energiedoelstelling van 16% in 2023.

Het uiteindelijke doel is: het goedkoper maken van de productie van hernieuwbare energie middels technieken zoals genoemd in de Regeling aanwijzing categorieën duurzame energieproductie (de SDE+ aanwijzingsregeling) voor enig kalenderjaar goedkoper maken. De gewenste oplossing voor het probleem:

- Minder invoer van 'dure' co-producten, grotere aanvoer van vaste mest in het proces;
- Verlaging van de afvoerkosten van mest;
- Opbrengsten genereren uit mestverwerking;
- Technische en economisch rendabel procedé waar minimaal 90% van de mest na vergistering verwerkt wordt.



Figuur 1. Demonstratie van vernieuwende aaneenschakeling van technieken

2.4 WERKWIJZE

Om de hiervoor geformuleerde doelstelling te kunnen realiseren willen de projectpartners de bestaande vergistingsinstallatie van Maatschap Peters te Luttelgeest aanpassen/uitbreiden. In het kort worden de volgende stappen binnen het project uitgevoerd:

- Mengen en pasteuriseren van digestaat met een flocculant in de pasteurisatietanks en decanteren van het digestaat met als resultaat een dikke fractie waar 81% van het fosfaat in zit en 55% van het stikstof en de overige mineralen;
- Scheiden van de dunne fractie door middel van Biologisch Chelaat en Zeoliet voor het binden van de stikstof en via een aerobe flotatie unit verder te scheiden zijn. Het resultaat van deze stap wordt een natte dikke fractie waar 10% van het origineel aanwezige fosfaat in zit en 20% van de originele stikstof. Verder wordt er binnen deze stap 20% stikstof als NH₃ vervluchtigd en opgevangen in de luchtwasser;
- Ultrafiltratie wordt toegepast voor afscheiding van de laatste resten organische stof;
- De dikke fractie uit de eerste stap en de dikke natte fractie uit stap 2 worden samengevoegd tot één fractie en geëxporteerd. De dunne fractie wordt als irrigeerbare mest uitgereden op het land;
- Onderzoeken van de technische en economische rentabiliteit.

Het beoogde project omvat de volgende vijf werkpakketten:

- WP1: Engineering en werkvoorbereiding;
- WP2: Bouw van de installatie-onderdelen;
- WP3: Demonstratie van de deelprocessen en procedés;
- WP4: Keuze configuratie van de gehele aaneengeschakelde installatie en disseminatie;
- WP5: Bedrijfsklaar maken en Inbedrijfsname.

Uitvoeringslocaties

De engineering en werkvoorbereiding (WP1) heeft hoofdzakelijk plaatsvinden op de locatie bij Schaap Bio Energie. De andere werkpakketten zijn hoofdzakelijk worden uitgevoerd op de locatie bij Maatschap Peters te Luttelgeest. Tot slot zijn een aantal activiteiten van ACRRES plaatsvinden te Lelystad.

Specificatie van de werkpakketten, rollen, verantwoordelijkheden, methoden en technieken

Hieronder wordt per werkpakket een korte toelichting gegeven op de beoogde uitvoering en activiteiten. Een samenvatting van de werkpakketten is te vinden in tabel 3.2.

WP1: Engineering en werkvoorbereiding

Binnen dit project hebben de engineers van Schaap Bio Energie de beoogde installatie verder gedimensioneerd en in detail het procesontwerp uitgewerkt waarmee inpassing op de vergister van Maatschap Peters mogelijk is gemaakt. Hierbij richtte Schaap Bio Energie zich met name op de DAF-installatie en de koppeling hiervan met zowel de vergister alsmede de decanter. Het is van belang om tot een goede onderlinge afstemming van de technieken te komen. Binnen dit werkpakket vond ook de werkvoorbereiding en inkoop plaats. Schaap Bio Energie is ervaren op het gebied van totaalinstallatie, het samenstellen van onderdelen en het ontwikkelen van besturingssystemen voor het totale concept. Het resultaat van werkpakket 1 is:

- Gedetailleerd procesontwerp;
- Inkoop onderdelen.

Dit werkpakket is uitgevoerd door: Schaap Bio Energie en Maatschap Peters.

WP2: Bouw van de installatie-onderdelen

Binnen werkpakket 2 zijn de diverse installatieonderdelen geproduceerd, zijn “off the shelf” onderdelen besteld, vonden de civiele voorbereidingen op de locatie van Maatschap Peters plaats en is ten slotte de installatie-onderdelen bij Maatschap Peters opgebouwd en geïntegreerd met de bestaande vergister. Dit werkpakket omvat de volgende mijlpalen en projectresultaten:

- Alle afzonderlijke installaties/componenten zijn geleverd/gebouwd en op locatie aangeleverd.
- Dit werkpakket is uitgevoerd door: Schaap Bio Energie in samenwerking met toeleveranciers. Coördinatie en supervisie op de uitvoering ligt bij Schaap Bio Energie.

WP3: Demonstratie van de deelprocessen en procedés

Binnen dit proces wordt de procestechnologie op onderdelen gedemonstreerd op full scale, waarmee de optimale operationele bandbreedte waarbinnen de gehele geïntegreerde installatie kan functioneren moet worden bereikt. Hierbij is een vergelijking gemaakt met de oorspronkelijke digestaat uit de vergister en is de prestatieverbetering vastgesteld en geëvalueerd. Er is onderzoek gedaan met diverse menu's met een andere mineralenbalans om te komen tot het gewenste menu voor de vergister. Ten opzichte van het huidige menu (2,5 kg P per ton en 5 kg N per ton) van de vergister zal het nieuwe menu met een hoger aandeel vaste mest (5,5 kg P per ton en 6,8 kg N per ton) gaan worden waardoor de kostprijsreductie mogelijk wordt gemaakt. Nadrukkelijk is er met voedingen (menu's) met hoger aandeel vaste mest getest, waarmee de verruiming van de feedstock flexibiliteit is vastgesteld. Tevens wordt met de testen de impact en de stuurbaarheid van de kwaliteit van het digestaat en mogelijkheden voor opwerking van de vaste fractie hiervan tot exporteerbaar product vastgesteld. Stuurbaarheid op P/N verhouding was hierbij een punt van aandacht/onderzoek. Binnen dit project zijn waar nodig nog aanpassingen doorgevoerd om de prestatie van het gehele proces te optimaliseren.

De werkzaamheden van ACRRES in dit werkpakket waren:

- Economische analyse van het systeem. ACRRES heeft van de gedemonstreerde deelprocessen informatie geabstraheerd om zodoende de vertaalbaarheid te verbeteren. Ze hebben enkele benchmark situaties als vergelijkende business case opgenomen. Ook dit verbetert de vertaalbaarheid naar de toekomstige business case van andere installaties. Ook hebben ze geprobeerd de mate van invloed op de verlaging van de kostprijs van duurzame productie van elektriciteit of biogas vast te stellen.
- Waardebepaling van de verschillende mestproducten die eruit komen. ACRRES heeft vastgesteld wat de bemestingswaarde is van de producten zowel voor gebruik in het binnenland als buitenland. Dit bepaalt mede de economische rentabiliteit.
- Waardebepaling van de 'maximaal 10%' laagwaardige irrigeerbare mest via gebruik bij productie van aquatische biomassa (algen, kroos en eventueel andere soorten).
- ACRRES heeft een mineralenbalans opgesteld van het nieuwe systeem en de mineralengehaltes gemeten van de verschillende mestproducten. Verder zijn ze betrokken geweest bij enkele testen om de beste dosering te bepalen van de polymeer en bindmiddelen (kosten en effectiviteit).

De mijlpalen van dit werkpakket waren:

- De machines draaien/functioneren zonder significante storingen en complicaties;
- Inzet van vaste mest is minimaal 40% van de totale invoer, stabiele bedrijfsvoering van de vergister en een nominale biogasproductie;
- Testen zijn uitgevoerd met minimaal 80% mestverwerking;
- Dikke fractie van digestaat voldoet aantoonbaar aan de kwaliteitseisen en is geschikt voor export;
- Irrigeerbare mest voldoet aantoonbaar aan de vereiste mineraalsamenstelling en is geschikt voor uitrijden met een giertank over het land;
- De waarde is bepaald van de verschillende mestproducten en een aantal economische analyses zijn door ACRRES gemaakt;
- Verslaggeving en aantoonbaarheid van de kostprijsreductie en advisering aan vervolgprojecten die zullen leiden tot additionele duurzame energieproductie.

Dit werkpakket wordt uitgevoerd door: Schaap Bio Energie en ACRRES.

WP4: Keuze configuratie van de gehele aaneengeschakelde installatie en disseminatie

Binnen dit werkpakket is de optimale proceslijn gekozen. De resultaten van dit werkpakket zijn:

- Keuze configuratie optimale proceslijn;
- Verslaglegging en rapportage van de technische en economische bruikbaarheid.

Dit werkpakket wordt uitgevoerd door: Schaap Bio Energie en ACRRES.

WP5: Bedrijfsklaar maken en Inbedrijfsname

Binnen werkpakket 5 zijn de werkzaamheden uitgevoerd om de aaneengeschakelde installatie op te leveren aan Maatschap Peters. Maatschap Peters zal de totale procesinstallatie om mineralen P en N uit de mest voor 90% te verwerken na de projectperiode direct in gebruik nemen voor productiedoeleinden. Dit werkpakket is uitgevoerd door Schaap Bio Energie en Maatschap Peters.

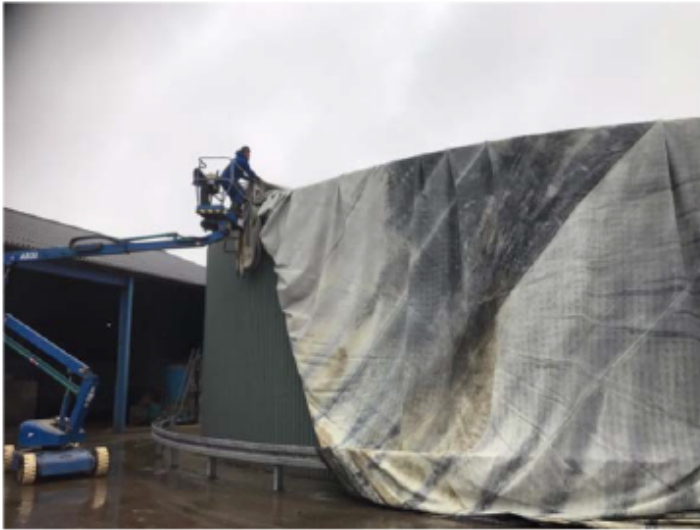
2.5 RESULTATEN A) VAN HET PROJECT ZELF EN B) MOGELIJKHEDEN VOOR SPIN-OFF EN VERVOLGACTIVITEITEN

De concrete resultaten van het project zijn:

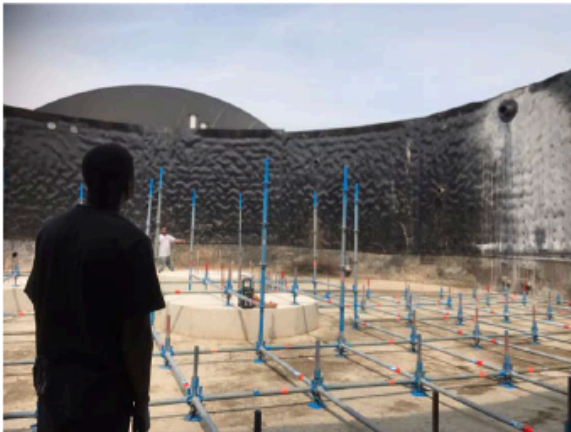
- Demonstratie op representatieve schaal dat het beoogde concept van mestbewerking van vergiste mest van mono- en covergisting installaties technisch en economisch haalbaar is voor 90% verwerking van de P en N mineralen in het digestaat en dat dit kan bijdragen aan een sterke verruiming van zowel de feedstock-flexibiliteit als de mestafzetbaarheid, waarmee de kostprijs voor productie van duurzame energie o.b.v. vergisting aanzienlijk (> 20%) kan worden teruggebracht t.o.v. de huidige situatie. Dit is concreet binnen het project gerealiseerd/geïllustreerd door de inzet van 43% vaste mest (afkomstig van verplichte mestverwerking) in plaats van vloeibare mest (9.000 ton) en vervanging van dure co-substraten zoals bijvoorbeeld glycerine (2.080 ton) door goedkopere co-substraten;
- Een kant-en-klaar concept is ontwikkeld dat breed toepasbaar is bij vergistingsinstallaties en dat rechtstreeks toepasbaar is bij agrarische bedrijven met een mestoverschot;
- Er zijn verbeterde inzichten verworven in de economische rentabiliteit;
- Er is op demonstratieschaal (full-scale) relevante bedrijfsvoeringinformatie verworven van de verschillende procesinstallaties en innovatieve bindmiddelen, waarmee inzicht is ontstaan in mogelijke verdere verbeterpunten ten aanzien van procesontwerp of procesvoering en mogelijkheden voor oplossing hiervoor of vermindering hiervan.

De resultaten van het demonstratieproject kunnen worden ingezet tijdens marktintroductie om belangstellenden en belanghebbenden te overtuigen van de werking van het ontwikkelde procedé. Door het procedé op demonstratieschaal uit te voeren ontstaat er relevante bedrijfsinformatie waarmee aangetoond kan worden hoeveel er bespaard kan gaan worden door middel van het nieuwe procedé. Ook kan de terugverdientijd berekend worden voor diverse situaties. Deze gegevens kunnen belangstellenden over de streep trekken om te investeren in het huidige economische klimaat. Het belang voor de Nederlandse sector is hiervoor zeer groot. De komende jaren zal er door strengere milieunormen voor de mestafzet (fosfaat), meer mest en meer mest buiten de Nederlandse landbouw moeten worden afgezet. Dit kan door gebruik van het innovatieve procedé met innovatieve fosfaatbindmiddelen zoals zeoliet en biologisch chelaatvormer om meer fosfaat en stikstof over te brengen naar de dikke fractie na decanter en de realisatie van een exportwaardige dikke slib.

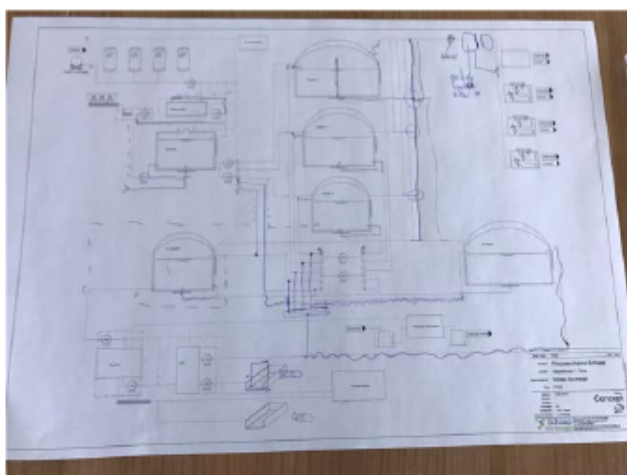
Enkele foto's van de bouw:



Demontage oude dak van de silo, gereed maken voor ombouw tot hydrolyse- en mengput



**Links: Plaatsing ondersteuning voor nieuwe dak. (lining is al gemonteerd)
Rechts: Nieuw betondak op hydrolyse/mengsilos**



**Links: Proces Flow Diagram met besproken wijzigingen
Rechts: Aanpassing leidingwerk in de grond**



Links: Verwarmingsleidingen en nieuw roerwerk in mengtank
Rechts: aanpassing warmteverdeling



Links: Schoonmaken loods voor bouw van compartimenten

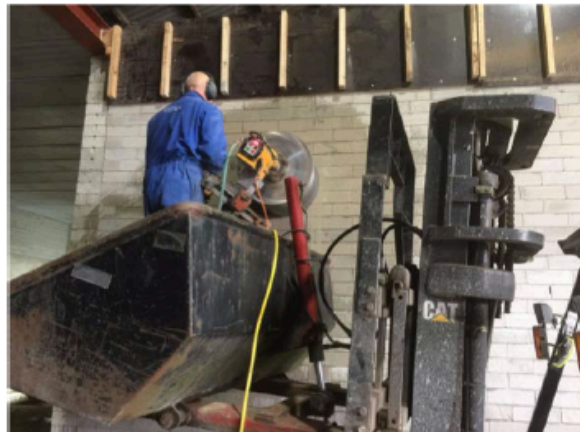
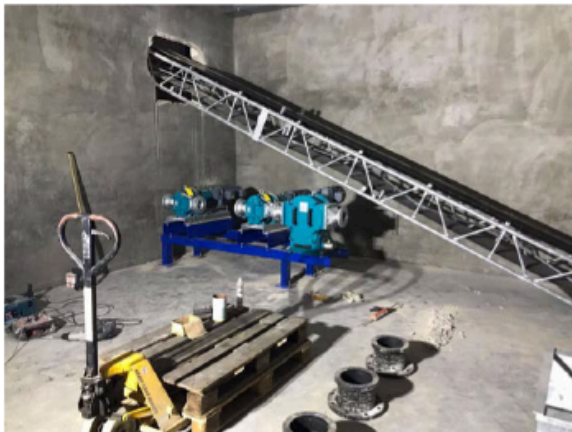


Links: gat gezaagd in de pompruimte voor pompsysteem
Rechts: stucen muren pompruimte





Links: leidingen pompsysteem aan buitenkant loods
Rechts: leidingen pompsysteem in de pompenruimte



Links: pompenruimte inrichting met pompen en transportband voor decanter
Rechts: boren doorvoer voor transportband



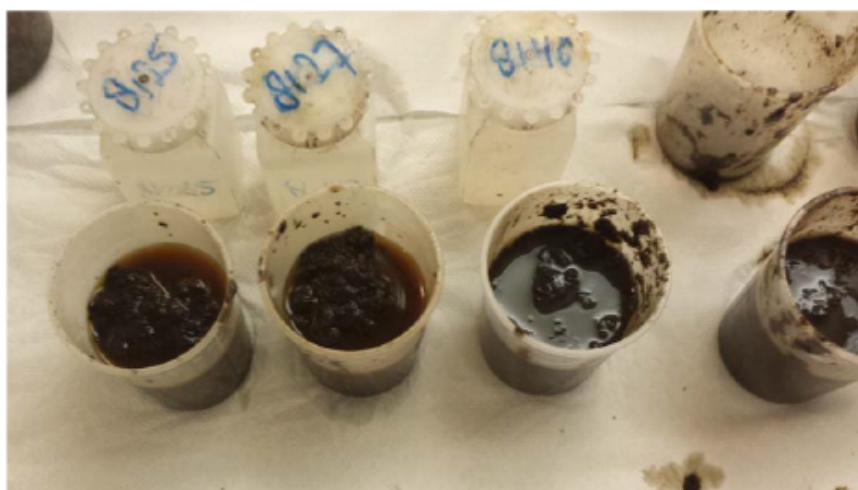
Links: bovenaanzicht gerealiseerde compartimenten in bestaande loods
Rechts: aanzichten gerealiseerde compartimenten, trap naar boven en transportband decanter



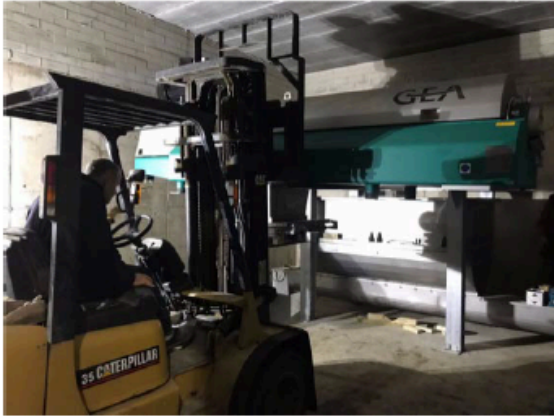
Links: pompenruimte met kantoor/besturingsruimte daarboven
Rechts: plaatsing buffertank



Links: buitenopstelling DAF installatie (wordt momenteel naar binnen verplaatst)
Rechts: plaatsing buffertank



Diverse resultaten uit de bindmiddelen/polymeren. Links het beste scheidingsrendement (dunne fractie is vuil water) en rechts het beste scheidingsredement (dunne fractie is nog heel zwart)



Links: Plaatsing decanter
Rechts: Decanter in bedrijf met gereed bordes



Nieuwe invoerinstallatie

Behaalde resultaten

Bij Peters Biogas is er een test uitgevoerd met een reeks technieken die onderdeel is van het mestbewerkingssysteem waarbij het doel is 90% van het fosfaat te verwerken. Voor het rendement van deze investeringen is het vooral noodzakelijk 90% van het fosfaat in de vaste fractie te doen belanden zodat deze koste efficiënt kan worden geëxporteerd. Het financieel rendement van deze investeringen zit met name in de mogelijkheden om meer fosfaat-rijke grondstoffen aan het vergistingsproces toe te voegen, omdat deze goedkoper en beter verkrijgbaar zijn dan grondstoffen met een laag fosfaatgehalte.

De proef is in twee fasen uitgevoerd. In de eerste fase is de input van de biogasinstallatie zodanig aangepast dat er een hoog fosfaatgehalte in het digestaat zat. Vervolgens is uitsluitend met de decanter (zonder nageschakelde technieken) een zo hoog mogelijk scheidingsrendement getracht te behalen. De Achterliggende gedachte was dat het begin van de keten goed moet zijn om verder te kunnen testen, waardoor in het eerste deel de nageschakelde technieken nog zijn weggelaten. De decantertest van de eerste fase is in twee delen uitgevoerd omdat de resultaten uit het eerste deel onvoldoende waren om verder mee te kunnen werken.

Scheidingsrendement decanter - deel I

Het digestaat uit de biogasinstallatie is op een mineraalgehalte gebracht dat aanzienlijk hoger is dan de hoeveelheid die een standaard biogas-menu bevat. Dit is gerealiseerd door biomassa met hoog fosfaatgehalte aan het proces toe te voegen. Het vergistingsproces is traag en onderhevig aan veel externe factoren. Op het testmoment was er te weinig roercapaciteit in de vergisters beschikbaar om veel meer vaste stoffen in te voeren, daarom is gekozen om een aantal vloeibare stoffen met hoog fosfaatgehalte te gebruiken. (Waterig Lecithine Olie Mengsel en Flotatieslib).

Dit heeft geleid tot het digestaat na vergisting met de volgende kenmerken:

- 93 g/kg droge stof;
- 7,7 kilogram stikstof (N-totaal);
- 6,2 kilogram fosfaat (P_2O_5);
- 4,5 kilogram Kali (K_2O).

Bij de decantertest is het ingaande debiet van het digestaat en de dosering van het vlokmiddel gevarieerd. Bij de verschillende instellingen zijn de gehalten aan droge stof, organische stof, ruwe as, stikstof, fosfor, kalium, magnesium en natrium bepaald in het ingaande digestaat en de uitgaande dikke en dunne fracties. Het gewicht van de ingaande en uitgaande stromen is niet bepaald. Op basis van het ruwe-asgehalte in de ingaande en uitgaande stromen is de verdeling van massa en inhoudsstoffen berekend (Tabel 1). De proef is in enkelvoud uitgevoerd. Per geteste combinatie van debiet en vlokmiddeldosering zijn na 15 minuten na omschakeling naar de nieuwe instellingen emmers gevuld met circa 5 liter á 7 liter uitgaand materiaal. Uit elke emmer zijn bij het analyse laboratorium (Eurofins) duplo monsters genomen, en vervolgens zijn alle monsters geanalyseerd.

Bij de standaardinstelling van de decanter (debiet van $10 \text{ m}^3/\text{h}$ en $100 \text{ liter vlokmiddel}/\text{m}^3$ ingaand digestaat) komt 15% van de massa van het ingaande digestaat in de dikke fractie terecht. In het kader van mestverwerking is vooral het fosfaatrendement van belang (hoeveelheid fosfaat die in de vaste fractie terechtkomt). Deze bedroeg circa 45% bij de standaardinstelling. Dit is relatief laag in vergelijking met waarden van 60-70% die in de literatuur worden genoemd voor een centrifuge (Evers et al. (2010), Schröder et al. (2009)). Deze literatuurwaarden betreffen bovendien waarden zonder een vlokmiddel. Uit de testresultaten blijkt wanneer het vlokmiddel wordt weggelaten (variant $10 \text{ m}^3/\text{uur}$ zonder vlokmiddel) het fosfaatrendement daalt naar circa 30%, ongeveer de helft van de fosfaatrendementen vermeld in de literatuur voor een centrifuge. Het verlagen van het ingaande debiet naar $8 \text{ m}^3/\text{uur}$ had geen duidelijke verandering in de scheiding als gevolg, terwijl bij een verhoging naar $20 \text{ m}^3/\text{uur}$ een kleiner deel van het fosfaat in de dikke fractie terecht komt. Deze resultaten liggen in de lijn van verwachting, uitgaande van het basisrendement van 45% bij de standaardinstelling. Opvallend was dat een verhoging van de dosering vlokmiddel naar $150 \text{ liter}/\text{m}^3$ ook een verlaging van het fosfaatrendement als gevolg had, naar 20%. Een duidelijke verklaring hiervoor bleek niet uit de proef. Uiteraard is het belangrijk te realiseren dat deze proef in enkelvoud is uitgevoerd, en dat herhaling gewenst is.

Tabel 1. Verdeling van massa, droge stof, organische stof, stikstof, fosfaat en kali over dikke en dunne fractie (% van ingaand).

| Debiet (m ³ /h) | Dosering vlokmiddel (L/m ³) | Fractie | Massa | Droge stof | Organische stof | N | NH ₄ -N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|----------------------------|---|---------|-------|------------|-----------------|-----|--------------------|-------------------------------|------------------|
| 10 | 100 | Dik | 15% | 49% | 58% | 27% | 20% | 45% | 26% |
| | | Dun | 85% | 50% | 41% | 72% | 91% | 50% | 86% |
| 8 | 100 | Dik | 14% | 45% | 51% | 28% | 18% | 47% | 22% |
| | | Dun | 86% | 52% | 43% | 72% | 86% | 49% | 84% |
| 20 | 100 | Dik | 10% | 36% | 42% | 19% | 15% | 34% | 15% |
| | | Dun | 90% | 60% | 52% | 79% | 98% | 61% | 87% |
| 10 | 0 | Dik | 9% | 30% | 34% | 15% | 13% | 31% | 13% |
| | | Dun | 91% | 65% | 58% | 84% | 88% | 64% | 90% |
| 10 | 150 | Dik | 6% | 23% | 27% | 11% | 9% | 20% | 12% |
| | | Dun | 94% | 72% | 64% | 93% | 108% | 73% | 102% |
| 20 | 50 | Dik | 8% | 28% | 33% | 14% | 12% | 27% | 14% |
| | | Dun | 92% | 69% | 63% | 85% | 95% | 71% | 89% |

N.b. Door meetonzekerheden en afronding kunnen totalen boven of onder 100% uitkomen.

Het scheidingsrendement is onderzocht door 6 verschillende scenario's zoals hierboven in tabel 1 weergegeven. De standaardinstelling met een debiet van 10 M³/uur en een dosering van 100 liter vlokmiddel per ingaande kuub bleek het hoogste rendement. Belangrijkste conclusie uit dit gedeelte is dat dit rendement nog altijd lager is dan wat in algemene praktijk gangbaar wordt geacht. Daarbij moet ook nog worden opgemerkt dat er in deze situatie vlokmiddel is gebruikt waardoor het rendement zelfs hoger zou moeten zijn.

Scheidingsrendement decanter - deel II

Omdat bij het eerste deel het vermoeden ontstond dat opgeloste fosfaten in het digestaat een de oorzaak kunnen zijn van het lage rendement dat de decanter liet zien, zijn vloeibare producten met hoog fosfaatgehalte uit het menu van de biogasinstallatie weggelaten. Hierdoor veranderde ook de samenstelling van het digestaat. De producten die hebben gezorgd voor het hoge mineraalgehalte zijn: Graanresten, vloeibare mest, (gedroogde) maisgluten en (gedroogde) bietenpulp. Omdat er veel vloeibare mest nodig was om het digestaat in de vergisters roerbaar te houden, is het digestaat dunner geworden.

Dit heeft geleid tot het digestaat na vergisting met de volgende kenmerken:

- 69 g/kg droge stof;
- 6,52 kilogram stikstof (N-totaal);
- 4,09 kilogram fosfaat (P₂O₅);
- 4,21 kilogram Kali (K₂O).

Omdat al veel informatie uit deel I van de decantertest beschikbaar was, is uitsluitend met de standaardinstellingen gewerkt. Bij de decantertest is het ingaande debiet van het digestaat en de dosering van het vlokmiddel gevarieerd. Omdat het hier uitsluitend de bedoeling was om een beter rendement aan te tonen en een geschikt startproduct voor de nageschakelde technieken te produceren, is de analyse van deze eindproducten eenvoudiger gehouden. Deze test liet een duidelijk beter beeld zien.

Tabel 2. Verdeling van massa, droge stof, stikstof, fosfaat en kali over de dikke en dunne fractie (% van ingaand)

| Debiet (m ³ /h) | Dosering | | fractie | massa | droge stof | N-totaal | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|-------------------------------|------------|-----|---------|-------|------------|----------|-------------------------------|------------------|
| | vlokmiddel | | | | | | | |
| 10 | 100 | dik | | 13% | 53% | 32% | 70% | 15% |
| | | dun | | 77% | 47% | 63% | 31% | 81% |

N.b. Door meetonzekerheden en afronding kunnen totalen boven of onder 100% uitkomen.

Het beeld van het scheidingsrendement dat nu is ontstaan, zit aan de bovenkant van de range die in de literatuur wordt genoemd voor een centrifuge (Evers et al. (2010), Schröder et al. (2009)). Deze literatuurwaarden betreffen zoals eerder gezegd wel resultaten zonder vlokmiddel, maar in de dagelijkse praktijk is weer bekend dat producten na vergisting (dus uit digestaat) moeilijker scheiden dan enkelvoudige (mest)stromen waar de literatuur op doelt. Het scheidingsrendement van 70% op basis van fosfaatgehalte was voor ons dan ook een goed uitgangspunt om de tweede fase van de test in te zetten.

Rendement na geschakelde technieken

Een korte tijd naar de vorige proeven, zijn er uitgebreid proeven gedaan met de menginstallatie en de DAF installatie. (Dissolved Air Flotation). Proeven zijn gedaan met verschillende debieten en vooral met verschillende mengsels toevoegmiddelen, allen op basis van zeolieten en bindmiddelen met als doel zoveel mogelijk mineralen aan de organische stof te binden, zodat deze met de flotatie naar het oppervlak drijven. De proeven zijn in enkelvoud genomen.

Tabel 3. Verdeling van massa, droge stof, stikstof, fosfaat en kali over verschillende concentraten uit menginstallatie en DAF (% van dunne fractie uit decanter)

| Debiet (m ³ /h) | Dosering | | omschrijving | massa | droge stof | N-totaal | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|-------------------------------|----------------------------|--|--------------|-------|------------|----------|-------------------------------|------------------|
| | toevoegmiddel (verdund) | | | | | | | |
| 2,5 | 50 | | BP-110 | 82% | 33% | 65% | 62% | 63% |
| 5 | 50 | | BP-112 | 82% | 36% | 80% | 67% | 84% |
| 2,5 | 50 | | BP-115 | 82% | 35% | 62% | 66% | 62% |
| 5 | 50 | | BP-116 | 82% | 37% | 68% | 70% | 66% |
| 2,5 | 50 | | BP-1009 | 82% | 41% | 79% | 77% | 78% |
| 5 | 50 | | BP-max | 82% | 44% | 81% | 83% | 79% |
| 5 | 50 | | zeo max | 82% | 37% | 79% | 70% | 82% |
| 5 | 50 | | zeo max2 | 82% | 43% | 82% | 81% | 79% |
| 5 | 50 | | c2 | 82% | 43% | 82% | 82% | 81% |
| 2,5 | 50 | | h202 | 82% | 41% | 81% | 78% | 79% |
| 5 | 50 | | 31 | 82% | 43% | 83% | 81% | 79% |
| 5 | 50 | | KOH | 82% | 44% | 81% | 82% | 223% |
| 2,5 | 50 | | IDA | 82% | 37% | 80% | 69% | 81% |
| 5 | 50 | | IDA | 82% | 44% | 82% | 82% | 82% |
| 5 | 50 | | daf-MVD | 82% | 45% | 81% | 84% | 80% |
| 5 | 50 | | LEO | 82% | 48% | 83% | 90% | 80% |
| 5 | 50 | | AZIIN | 82% | 46% | 79% | 86% | 77% |

N.b. Door meetonzekerheden en afronding kunnen totalen boven of onder 100% uitkomen.

Tijdens de proeven is direct de droge stof gemeten om een goede indicatie te krijgen van het hoogste rendement. Vervolgens zijn een selectief aantal monsters opgestuurd naar het laboratorium om daarmee een analyse te doen op de mineralen. Ook is van het product met het beste scheidingsrendement een monster genomen van het flotaat.

Tabel 4. Verdeling van massa, droge stof, stikstof, fosfaat en kali over het flotaat en concentraat met BP-110 toevoegmiddel (% van dunne fractie uit decanter)

| Debiet (m ³ /h) | Doserings toevoegmiddel (verdund) | fractie | massa | droge stof | N-totaal | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|-------------------------------|---|-------------|-------|------------|----------|-------------------------------|------------------|
| | | | | | | | |
| 2,5 | 50 | flotaat | 12% | 51% | 16% | 27% | 13% |
| | | concentraat | 82% | 33% | 65% | 62% | 63% |

N.b. Door meetonzekerheden en afronding kunnen totalen boven of onder 100% uitkomen.

De resultaten uit bovenstaande analyses zijn doorgerekend naar een berekening voor het eindproduct, namelijk het concentraat uit de DAF installatie. In onderstaande tabel is te lezen dat deze op basis van het inputmateriaal weergegeven onder het kopje 'Scheidingsrendement decanter - *deel II*' een hoeveelheid mineralen in het concentraat is overgebleven van 63% van de massa, 41% van de stikstof, 19% van het fosfaat en 51% van de kalium. Het eindproduct bevat de volgende gehalten:

Tabel 5. Berekening van de massa, droge stof, stikstof, fosfaat en kali in het dunne

| fractie | massa | droge stof | N-totaal | | P ₂ O ₅ | | K ₂ O | |
|------------------------|------------|------------|----------|-------------|-------------------------------|-------------|------------------|-------------|
| | | | % | g/kg | % | g/kg | % | g/kg |
| Digestaat | 100% | 100% | | 6,52 | | 4,09 | | 4,21 |
| Dunne fractie decanter | 77% | 47% | 63% | 4,12 | 31% | 1,26 | 81% | 3,43 |
| concentraat DAF | 63% | 16% | 41% | 2,68 | 19% | 0,79 | 51% | 2,15 |

N.b. Door meetonzekerheden en afronding kunnen totalen boven of onder 100% uitkomen.

Dit heeft geleid tot het volgende digestaat na mestbewerking:

1,7 g/kg droge stof

2,68 kilogram stikstof (N-totaal)

0,79 kilogram fosfaat (P₂O₅)

2,15 kilogram Kali (K₂O)

Het restant van de mineralen, afkomstig uit de dikke fractie na scheiding en het flotaat na de DAF, wordt gemengd als vaste fractie. Deze fractie dient als grondstof voor de drooginstallatie alwaar het product geschikt wordt gemaakt voor export. De gedroogde fractie levert geld op. Een gedeelte van de mineralen zal als verdamping de installatie verlaten.

Landbouwkundige waarde mestproducten

Landbouwkundige waarde digestaat uit decanter deel I

In Tabel 2 is de samenstelling weergegeven van het ingaande digestaat en de dikke en dunne fractie. Bij het digestaat vallen een aantal zaken op. Het fosfaatgehalte is aanzienlijk hoger vergeleken met standaardwaarden van varkensmest. Door het lage fosfaatrendement van de scheiding bevat ook de dunne fractie nog relatief veel fosfaat in vergelijking met het fosfaatgehalte van dunne fracties van vleesvarkensdrijfmest gebaseerd op gemiddelde scheidingsrendementen van de centrifuge (meest rechtse kolom Tabel 2). Daarnaast valt het hoge natriumgehalte op. Hierdoor is ook het natriumgehalte in de dunne fractie hoog. Dit is ongunstig voor landbouwkundig gebruik, omdat te veel natrium met name op kleigrond de bodemstructuur ongunstig beïnvloedt.

Bij de dunne fractie is er een verschil tussen de wettelijke en landbouwkundige stikstofwerkingscoëfficiënt, er moet wettelijk meer worden ingerekend dan er landbouwkundig beschikbaar komt. Dit is minder gunstig. Ook bij gangbare mestproducten is echter dit soms het geval.

Voor de gebruiker van de dunne fractie is vooral van belang hoeveel nutriënten en organische stof hiermee worden aangevoerd en hoeveel kunstmest kan worden bespaard. Het hoge fosfaatgehalte van de dunne fractie heeft tot gevolg dat er per eenheid aangevoerde fosfaat minder organische stof, stikstof en kalium meekomt (zie OS/P₂O₅, N/P₂O₅ en K₂O/P₂O₅-verhouding in Tabel 2).

Tabel 2. Samenstelling digestaat en dikke en dunne fractie na scheiding met decanter bij Peters Biogas bij standaardinstelling debiet van 10 m³/h en een vlokmiddeldosering van 100 L/m³ ingaand digestaat en van een aantal veel gebruikte mestproducten in de Nederlandse landbouwpraktijk

| | Decanter Peters Biogas | | | Standaardwaarden gangbare mestproducten | | |
|--|------------------------|---------------|---------------|---|-----------------------|---|
| | Digestaat | Dikke fractie | Dunne fractie | Runderdrijfmest | Vleesvarkensdrijfmest | Dunne fractie vleesvarkensmest ¹ |
| | g/kg | g/kg | g/kg | g/kg | g/kg | g/kg |
| Droge stof | 93 | 282 | 50 | 92 | 107 | |
| Organische stof | 55 | 196 | 24 | 71 | 79 | 44 |
| Ntotaal | 7,7 | 13,0 | 5,9 | 4,0 | 7,0 | 5,8 |
| N-NH ₄ | 3,7 | 4,6 | 3,6 | 1,9 | 3,7 | 3,5 |
| P ₂ O ₅ | 6,2 | 17,4 | 3,3 | 1,5 | 3,9 | 1,5 |
| K ₂ O | 4,5 | 7,1 | 4,1 | 5,4 | 4,7 | 4,7 |
| MgO | 1,2 | 5,3 | | 1,2 | 1,5 | |
| Na ₂ O | 9,7 | 9,4 | 8,9 | 0,7 | 1,2 | |
| Nwerkzaam, wettelijk, zand ² | 6,1 | 7,1 | 4,7 | 2,4 | 5,6 | 4,6 |
| Nwerkzaam, wettelijk, klei ² | 4,6 | 7,1 | 4,7 | 2,4 | 4,2 | 4,6 |
| Nwerkzaam, landbouwkundig ³ | 4,7 | 6,8 | 4,1 | 2,4 | 5,0 | 4,4 |
| Verhoudingen | | | | | | |
| N-NH ₄ /Ntotaal | 0,5 | 0,4 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,6 |
| N/P ₂ O ₅ | 1,2 | 0,8 | 1,8 | 2,7 | 1,8 | 3,9 |
| K ₂ O/P ₂ O ₅ | 0,7 | 0,4 | 1,2 | 3,6 | 1,2 | 3,1 |
| OS/P ₂ O ₅ | 8,9 | 11,3 | 7,3 | 47,3 | 20,3 | 29,3 |

Bron van standaardwaarden gangbare mestproducten: www.handboekbodemenbemesting.nl.

1 gescheiden met centrifuge (fosfaatrendement van 70%)

2 op basis van wettelijke forfaitaire stikstofwerkingscoëfficiënt (www.rvo.nl)

3 berekend op basis van landbouwkundige stikstofwerkingscoëfficiënt voor minerale en organische stikstof in de mest

Landbouwkundige waarde mestproducten

Landbouwkundige waarde digestaat uit decanter en DAF deel II

Als vervolg op bovenstaande tabel is ook van het tweede deel van de decanter de landbouwkundige waarde berekend. Dit is gedaan van het uiteindelijk bewerkte materiaal, dus en centraat afkomstig uit de DAF installatie.

Tabel 7. Samenstelling bewerkt digestaat uit het verwerkingsproces, dunne fractie uit DAF.

| | Dunne fractie uit DAF | Runder - drijfmest | Vleesvarkens- drijfmest | Dunne Fractie vleesvarkens- mest ¹ |
|--|-----------------------|--------------------|-------------------------|---|
| | <i>g/kg</i> | <i>g/kg</i> | <i>g/kg</i> | <i>g/kg</i> |
| Droge stof | 17 | 92 | 107 | |
| Organische stof | 9 | 71 | 79 | 44 |
| N-totaal | 2,7 | 4 | 7 | 5,8 |
| P ₂ O ₅ | 0,8 | 1,5 | 3,9 | 1,5 |
| K ₂ O | 2,2 | 5,4 | 4,7 | 4,7 |
| N-werkzaam, wettelijk, zand ² | 2,2 | 2,4 | 5,6 | 4,6 |
| N-werkzaam, wettelijk, klei ² | 2,2 | 2,4 | 4,2 | 4,6 |
| N-werkzaam, landbouwkundig ³ | 2,2 | 2,4 | 5 | 4,4 |
| Verhoudingen | | | | |
| N / P ₂ O ₅ | 3,4 | 2,7 | 1,8 | 3,9 |
| K ₂ O / P ₂ O ₅ | 2,8 | 3,6 | 1,2 | 3,1 |
| OS / P ₂ O ₅ | 11,3 | 47,3 | 20,3 | 29,3 |

Bron van standaardwaarden gangbare mestproducten: www.handboekbodemenbemesting.nl

1 gescheiden met centrifuge (fosfaatrendement van 70%)

2 op basis van werkelijke forfaitaire stikstofwerkingscoëfficiënt (www.rvo.nl)

3 berekend op basis van landbouwkundige stikstofwerkingscoëfficiënt voor minerale en organische stikstof in mest

Model

Het aanbod mest, mestproducten en co-producten kan per seizoen verschillen, net als de waarde van deze stromen kan variëren. Binnen het project is door Wageningen Research een Microsoft Excel rekenmodel opgesteld dat door middel van lineaire programmering (Solver functie) de dosering (optimalisatie) van co-producten, op basis van een vastgestelde mest en mestproductendosering, optimaliseert om een zo laag mogelijke kostprijs voor biogas te realiseren.

Waarden voor onderstaande parameters zijn overgenomen uit het projectplan behorende bij dit project:

- Dosering en type mest, mestproducten en co-producten;
- Gewenste (minimale) biogasproductie.

Tijdens de optimalisatie van co-producten houdt het model rekening met:

- De dosering en type mest en mestproducten worden gelijk gehouden aan die in projectplan (maar zijn wel aanpasbaar om scenario's met andere mestsoort en dosering door te rekenen);
- De dosering en type co-product vermeld in het project worden aangehouden als maximale waarde (maar wel aanpasbaar om scenario's met andere co-producten en dosering door te rekenen);
- Biogasproductie moet minimaal gelijk zijn aan ingestelde waarde overgenomen uit het projectplan;
- Verblijftijd van ingangsproducten moet tussen ingestelde minimale en maximale verblijftijd vallen.

In het rekenmodel vindt er naast optimalisatie van de dosering van co-producten ook een berekening plaats waarin het geproduceerde digestaat, volgens het projectplan, met verschillende scheidingstechnologieën wordt gefractioneerd. De scheidingsrendementen van de verschillende gebruikte technologieën zijn aanpasbaar.

Het opgestelde rekenmodel had als doel het bedrijfsproces te kunnen optimaliseren en een voorspelling te kunnen doen hoe de verwerking van het digestaat zou verlopen. Om het rekenmodel bruikbaar te maken moest dit worden gevalideerd aan de praktijksituatie. Doordat in de praktijksituatie bij de bestaande biogasinstallatie was valideren te lastig, de gewone bedrijfsvoering en de noodzaak tot productie van biogas maakte dat er onvoldoende kon worden bijgestuurd en gevarieerd in de bedrijfsvoering. Hierdoor bleek validatie niet mogelijk. Het gemaakte model is opvraagbaar bij Wageningen Research ACRRES te Lelystad.

Financiële vergelijking

Het financieel voordeel van dit project zit in een besparing op de grondstofkosten in combinatie met besparing op de afzetkosten. Zonder mestbewerking en nageschakelde technieken is het in de praktijk vrijwel niet mogelijk om digestaat naar derden af te zetten met een hoger fosfaatgehalte dan 2 kilogram per ton product. In tabel 8 berekenen we het financieel voordeel van de mestverwerking in een drietal theoretische scenario's. Hierbij moet worden opgemerkt dat het eerste scenario, met een fosfaatgehalte in het digestaat van >3 g/kg niet realistisch is. De afzetkosten zijn dermate hoog dat hier niet snel voor gekozen gaat worden. In de praktijk worden dan mobiele scheiders ingezet of wordt het menu aangepast zodat er minder fosfaat in het digestaat zit.

Tabel 8. Inputkosten op jaarbasis in drie scenario's te behoeve van een productie van 1 MW elektrisch.

| Product | prijs per ton | M3 biogas per ton | kg P205 per ton | prijs per 100 KWe | hoog fosfaat 4,66kg fosfaat/ton | | gemiddeld fosfaat 1,90kg fosfaat/ton | | laag fosfaat 0,98kg fosfaat/ton | |
|--------------------------------|---------------|-------------------|-----------------|-------------------|------------------------------------|------------------|---|------------------|------------------------------------|------------------|
| | | | | | tonnage | kosten | tonnage | kosten | tonnage | kosten |
| co-producten | | | | | | | | | | |
| glycerine | € 180 | 500 | 0,30 | € 18,00 | | | 3,8 | € 684 | 11,0 | € 1.980 |
| melasse | € 120 | 400 | 0,80 | € 15,00 | | | 3,8 | € 456 | 11,0 | € 1.320 |
| restromen fourage | € 60 | 300 | 0,90 | € 10,00 | | | 8,0 | € 480 | 4,0 | € 240 |
| energiemix | € 80 | 300 | 2,40 | € 13,33 | | | 8,0 | € 640 | | |
| bloembollen | € 5 | 100 | 2,60 | € 2,50 | | | 12,0 | € 60 | | |
| bloembollen | € 5 | 100 | 2,60 | € 2,50 | 8,0 | € 40 | | | | |
| graanresten | € 60 | 650 | 4,00 | € 4,62 | 7,5 | € 450 | | | | |
| flotatieslib | € 8 | 130 | 4,78 | € 3,08 | 8,5 | € 68 | 12,0 | € 96 | | |
| bietenpunten | € 10 | 65 | 5,25 | € 7,69 | 8,0 | € 80 | | | | |
| maïsgluten | € 100 | 550 | 5,50 | € 9,09 | 3,0 | € 300 | | | | |
| mest | | | | | | | | | | |
| dunne kalvergier | € (14) | 12 | 0,90 | € (58,33) | | | | | 35 | € (490) |
| rdm | € (10) | 20 | 1,30 | € (8,85) | 51,0 | € (510) | 53 | € (530) | 40 | € (400) |
| kippenmest | € 2 | 175 | 17,00 | € 0,57 | 15,0 | € 30 | 0 | € - | | |
| totaal per dag | € - | 275 | - | € 0,62 | 101,0 | € 458 | 101 | € 1.886 | 101 | € 2.650 |
| totaal per jaar (8000u) | | | | | | € 152.667 | | € 628.667 | | € 883.333 |
| kosten per 100KWe | | | | | | € 3,74 | | € 15,40 | | € 21,63 |

Naast de inputkosten, bestaat de COGS (Costs Of Goods Sold / variabele kostprijs) ook uit afzetkosten van digestaat die eveneens per scenario sterk kunnen variëren. De prijzen voor de mestafzet zijn prijzen die op de installatie in Luttelgeest voor de verschillende digestaatsoorten zijn betaald en/of moeten worden betaald op basis van prijsopgaven van verschillende mesthandelaren en intermediairs.

Hierbij moet worden opgemerkt dat het scenario met een fosfaatgehalte boven de 3 kilogram per ton momenteel geen dagelijkse praktijk is. Vanwege een overschot in de markt is deze mestsoort vrijwel niet af te zetten. Geen enkele handelaar of intermediair kan er significante hoeveelheden ontvangen. De kosten voor vaste mest zijn niet meegerekend omdat deze op de installatie in Luttelgeest via de drooginstallatie zonder kosten kunnen worden afgezet als mestkorrels.

Tabel 9. Afvoerkosten per ton digestaat in diverse scenario's op basis van de biogasinstallatie Peters Biogas in Luttelgeest met een totale verwerkingscapaciteit van 36.000 ton/jaar, 100 hectare grasland waarop digestaat kan worden uitgereden en een drooginstallatie voor afzet/verwerking van dikke digestaat.

| uitgangspunten: | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---------------------------|--------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|-----------|-------------|---|--------------------|
| capaciteit | | 1 MW | | | | | | | | |
| tonnage input | | 36.000 ton product | | | | | | | | |
| plaatsingsruimte stikstof | | 25.000 kg | | | | | | | | |
| plaatsingsruimte fosfaat | | 7500 kg | | | | | | | | |
| kg fosfaat per ton digestaat | prijs (per ton digestaat) | output massa (%)* | output (ton digestaat) | extern af te zetten (ton digestaat) | afzetkosten externe afzet digestaat | afvoerkosten plaatsing digestaat op eigen grond (uitrijden) | plaatsing | afzetkosten | afvoerkosten plaatsing digestaat op eigen grond (uitrijden) | totale afzetkosten |
| | | | | | | | | | per ton | totaal |
| >3 kg** | € 35 | 90% | 32.400 | 2.143 | 30.257 | € 1.059.000 | € 4 | € 8.571 | € 1.067.571 | |
| 2,0-3,0 kg | € 28 | | | | | | | | | |
| 1,5-2,0 kg | € 23 | 77% | 27.720 | 4.286 | 23.434 | € 527.271 | € 4 | € 17.143 | € 544.414 | |
| 1,0-1,5 kg | € 19 | | | | | | | | | |
| <1,0 kg | € 17 | 63% | 22.680 | 8.333 | 14.347 | € 243.893 | € 4 | € 33.333 | € 277.227 | |

* De massa die in vloeibare vorm het proces verlaat. Hierbij is gerekend met 10% verdamping door het vergistingsproces en 13% output gescheiden fractie en 14% output flotaat die beide in de dikke fractie terecht komen en/of worden verdampt.

** dit scenario is niet realistisch in de dagelijkse praktijk. Deze optie is dermate kostbaar dat de ondernemer altijd zal kiezen voor een lager mineraalgehalte in het menu van de biogasinstallatie of zal kiezen voor externe scheiding van digestaat

In de volgende tabel berekenen we het voordeel in twee scenario's, namelijk de outputkosten van dit bewerkingsproces inclusief CAPEX en OPEX versus de inputkosten met een gemiddeld fosfaatgehalte en de inputkosten met een hoog fosfaatgehalte. Idealiter zou een biogasinstallatie die gelijksoortige investeringen doet voor een mestbewerkingsinstallatie ten alle tijde het inputmenu met een hoog fosfaatgehalte moeten hanteren, maar er kunnen andere beperkingen aan de input zijn, zoals bijvoorbeeld technische beperkingen en/of een beperkte milieuvergunning. Om deze reden vergelijken we beide scenario's.

Tabel 10. vergelijking input met hoog en gemiddeld fosfaatgehalte bij outputkosten met laag fosfaat (=volledige mestbewerking)

| | vergelijking met input gemiddeld fosfaat | vergelijking met input hoog fosfaat |
|---|--|-------------------------------------|
| inputkosten | € 628.667 | € 152.667 |
| outputkosten laag fosfaat | € 277.227 | € 277.227 |
| totale bruto kosten per jaar | € 905.893 | € 429.893 |
| CAPEX mestbewerking | € 70.000 | € 70.000 |
| OPEX mestbewerking | € 85.000 | € 85.000 |
| Totale netto kosten per jaar | € 1.060.893 | € 584.893 |
| referentie: input en output met gemiddeld fosfaat | € 1.173.081 | € 1.173.081 |
| besparing per jaar | € 112.188 | € 588.188 |
| besparing per KWe | € 0,01 | € 0,07 |
| besparing per M3 biogas | € 0,03 | € 0,15 |
| besparing me M3 hernieuwbaar gas (groengas) | € 0,04 | € 0,23 |

2.6 DISCUSSIE

De belangrijkste discussie richt zich op de toepasbaarheid van deze resultaten op andere locaties. Een biogasinstallatie blijkt vrijwel onmogelijk als 'standaard' te kwalificeren. Op elke locatie zijn andere beperkingen, voorwaarden en details die groot effect op de exploitatie kunnen hebben. Om deze reden is in de vergelijking van tabel 10 gekozen voor twee verschillende vergelijkingen met een significant prijsverschil. Hiermee hebben we geprobeerd de range van potentiële besparingen aan te geven op basis van de toepasselbaarheid van het (hoog-fosfaatgehalte) menu. Redenen waarom het menu met hoog fosfaat niet zou kunnen worden toegepast zijn:

- Onvoldoende beschikbaarheid laagwaardige grondstoffen;
- Onvoldoende mogelijkheden steekwaste producten in te voegen (40% in dit menu is steekvast);
- Vergiftigende werking pluimveemest (15% in dit menu is pluimveemest).

Tijdens de uitvoering van dit project is verschillende keren gebleken dat onderzoek niet precies zo mogelijk was als vooraf ingeschat. Het is een demonstratieproject dat plaatsvindt bij een draaiende co-vergisting installatie met een draaiende exploitatie. Ook hebben we te maken met verschillende marktomstandigheden, beschikbaarheid van biomassa en prijsniveaus. Het menu kon niet naar hartenlust worden aangepast om de modellen te valideren, omdat dit de bestaande exploitatie in gevaar zou brengen.

De potentiële besparingen zijn aanzienlijk, maar grotendeels afhankelijk van de toepasbaarheid van een menu met hoge mineralen en een lage kostprijs. Een dergelijk menu bevat veel droge stof en steekwaste producten. In de test opstelling is het wel gelukt soortgelijke samenstelling aan het vergistingsproces toe te voegen, maar dit is niet voor lange periode gevalideerd omdat er andere beperkingen in het vergistingsproces een verandering van menu afdwongen.

2.7 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

Er is een kostprijsbesparing realiseerbaar tussen de 3 en 15 eurocent per m³ biogas. De mate van besparing is afhankelijk van het toegepaste menu en een aantal omstandigheden zoals de plaatsingsruimte van digestaat op eigen grond en het al dan niet gebruik maken van een drooginstallatie om vaste fractie digestaat kosteloos te kunnen afzetten.

Feit is dat de aaneenschakeling van verwerkingstechnieken zoals in dit project toegepast, heeft geleid tot een reductie van 59% N-totaal, 81% fosfaat en 49% kalium. Het meest bepalende bestanddeel fosfaat, komt hiermee heel dicht bij het beoogde doel van 90%. Voor stikstof en kalium blijkt het in de praktijk ook niet noodzakelijk dit verder te reduceren. De afzet van digestaat wordt niet goedkoper of minder wanneer deze beide gehalten lager zijn.

Door het procedé dat in dit project gedemonstreerd is, wordt 81% van het fosfaat wordt uit de vloeibare digestaat fractie verwijderd. Hierdoor wordt er aanzienlijk om mestafzet bespaard, deels door een hoger aandeel intern te plaatsen digestaat, deels door extra tonnages die als vaste mest en/of verdamping worden afgezet en deels doordat de afzet goedkoper is. De resultaten die zijn behaald tijdens het project zullen leiden tot nieuwe vervolgonwikkelingen met als doel fosfaatreductie op grote schaal te realiseren.

Bijkomend voordeel is dat er met dit procedé een andere samenstelling van input mogelijk is. Omdat de mineralen aan de 'achterzijde' van de biogasinstallatie geen probleem meer veroorzaken, kunnen deze aan de voorzijde omhoog worden gebracht met producten die een aanzienlijk lagere kostprijs per geproduceerde m³ biogas hebben. Deze producten hebben wel weer andere beperkingen zoals droge stof, viscositeit en toxiciteit van zouten en/of stikstof, dus per locatie en per situatie moet de haalbaarheid van dit voordeel zorgvuldig worden afgewogen.

3. UITVOERING VAN HET PROJECT

3.1 DE PROBLEMEN (TECHNISCHE EN ORGANISATORISCH) DIE ZICH TIJDENS HET PROJECT HEBBEN VOORGEDAAN EN DE WIJZE WAAROP DEZE PROBLEMEN ZIJN OPGELOST

Een schaalmodel van de ultrafiltratie bracht te weinig voordeel/resultaat met zich mee. Geen enkele leverancier kon een full-scale installatie leveren met enige garantie over de prestaties. Bovendien bleek al vrij snel dat in de praktijk, vrijwel uitsluitend het fosfaatgehalte bepalend was. Zonder ultrafiltratie leek het eindproduct uit de DAF al heel snel richting de 80% fosfaatreductie te gaan waardoor extra reductie alleen een hogere kostprijs met zich mee zou brengen zonder extra besparing.

Om deze reden is er gekozen om het full-scale moet niet uit te voeren omdat het rendement te laag is. Door verdere optimalisatie van de overige stappen in het proces is er wel getracht het twee en derde doel zo goed mogelijk te realiseren. Wel had deze keuze gevolgen voor de begroting, een deel van de begrote kosten zijn hierdoor niet gemaakt. Als alternatief is er wel een extra filter toegepast na de DAF installatie, waarbij het centraat nog wordt nagefilterd.

Verder zijn de pasteurisatietanks zoals in het projectplan voorzien niet gerealiseerd, omdat is gekozen voor een grote verwarmingsinstallatie in de mengtank (zie afbeelding pagina 9). Idee was dat door verwarming in de mengtank de grondstoffen ook beter te mixen waren en zodoende met een hoger drogestof gehalte kan worden gewerkt. Het resultaat hiervan is echter moeilijk te valideren maar het resultaat van de verwarmingsstap is gelijk. Bovendien was dit qua kosten efficiënter dan pasteurisatietanks, waardoor ook dit aanzienlijk goedkoper is uitgevoerd.

Al met al zijn de meeste knelpunten tijdens de looptijd van het project opgelost en zijn maatregelen genomen door aanpassingen van het werkplan om bovenstaande knelpunten weg te nemen. Praktische knelpunten zijn door medewerkers zelf opgelost. Voor grote wijzigingen ten opzichte van de aanvraag is in overleg met RVO formeel toestemming gevraagd. Op deze wijze is er een goede projectuitvoering geweest. Voor het verkrijgen van de langere doorlooptijd van het project is er een formeel verzoek tot verlenging van de projectperiode ingediend. Met de formele toekenning van RVO is daarmee dit knelpunt opgelost.

3.2 TOELICHTING OP WIJZIGINGEN TEN OPZICHTE VAN HET PROJECTPLAN

Het project is inhoudelijk grotendeels conform ingediende aanvraag verlopen. Er zijn een aantal wijzigingen geweest ten opzichte van het oorspronkelijke projectplan met betrekking tot investeringen, fasering en projectduur. De belangrijkste wijzigingen waren de langere doorlooptijd van het project en het wijzigen van de einddatum. Het project heeft een latere start gekend dan oorspronkelijk was gepland. De reden van de latere start is gelegen in het eerst afwachten van een SDE-toekenning. De SDE-toekenning is in de loop van 2016 afgegeven en vervolgens is het hernieuwbare energie project opgestart. Daarnaast heeft het project een langere projectperiode nodig gehad voor de uitvoering van het project. Dit komt met name doordat investeringen voor dit project gelijk liepen met andere investeringen ter voorbereiding op het SDE project.

3.3 TOELICHTING OP DE VERSCHILLEN TUSSEN DE BEGROTING EN DE WERKELIJK GEMAAKTE KOSTEN

Hoofdzakelijk zijn de gerealiseerde kosten overeenkomstig subsidieaanvraag en zijn wijzigingen op de gerealiseerde kosten tussentijds besproken met medewerkers van de afdeling Hernieuwbare Energie van RVO; de heer Jos Reijnders heeft enkele keren de projectlocatie in Luttelgeest bezocht. De totale kosten van de projectuitvoering zijn iets lager geworden ten opzichte van de aanvraag. In de begroting waren in totaal € 1.282.201,- aan kosten begroot, hiervan zijn er in totaal € 987.378,85 aan kosten gerealiseerd. In onderstaande tabel is een overzicht gemaakt van de begrote kosten ten opzichte van de gerealiseerde kosten en een overzicht van de gevraagde subsidie ten opzichte van het subsidiebedrag die behoort bij de gerealiseerde kosten.

| Partner | Begrote kosten | Gerealiseerde kosten | Gevraagde subsidie | Gerealiseerde subsidie |
|-------------------------------|----------------------|----------------------|--------------------|-------------------------------|
| Schaap Bio Energie B.V. | € 328.351,- | € 251.170,90 | € 213.428,- | € 163.261,09 |
| Peters Biogas B.V. | € 871.350,- | € 666.167,85 | € 566.378,- | € 433.009,10 |
| Stichting Wageningen Research | € 82.500,- | € 70.040,10 | € 66.000,- | € 56.032,08 |
| Totaal | € 1.282.201,- | € 987.378,85 | € 845.806,- | € 652.302,27 |

De verschillen in de begrotingen zijn ontstaan doordat er voor validatie in de mengtank is gekozen en omdat de ultrafiltratie is komen te vervallen.

3.4 TOELICHTING WIJZE VAN KENNISVERSPREIDING, PR PROJECT EN VERDERE PR-MOGELIJKHEDEN

De resultaten uit dit onderzoek zullen worden verspreid in het magazine van de Biogas Branche Organisatie. Hierin zal ook direct worden verwezen naar een open dag / mini-symposium dat zal worden georganiseerd. Aanvankelijk was het de bedoeling dat dit mini-symposium tijdens de projectperiode zou worden gehouden, maar dit stuitte op een aantal bezwaren. Ten eerste was op het eind van de projectperiode de verbouwing van de biogasinstallatie in Luttelgeest in volle gang. In het kader van een nieuwe SDE-subsidie wordt er hard gewerkt aan de realisatie van twee nieuwe biogasinstallaties, een nieuwe biomassa loods en een groengas opwaardeerinstallatie. Ten tweede willen we deze investeringen ook graag aan het grote publiek laten zien, waardoor het ons beter leek om het mini-symposium te combineren met een open dag. Nadeel voor ons is dat deze kosten binnen de projectperiode niet meer declarabel zijn. De consortiumpartners zijn tot slot bereid mee te werken aan evenementen zoals informatiebijeenkomsten, seminars, e.d. van RVO voor het doen van kennisverspreiding.