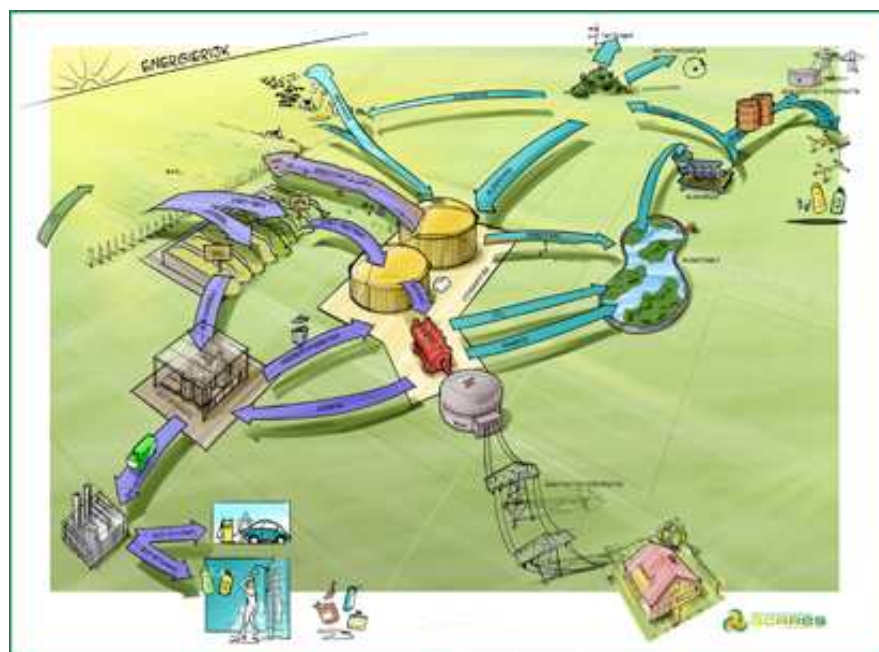


PMK21 – Energy and Waste

Westerkwartier

Biomassa uit het landschap



Bron : www.energieraad.nl

Studiejaar 2010 – 2011

Groepsamenstelling “Westerkwartier”

Deeltijdstudenten :

Marc de Vries - studentnummer : 750905003

André Hummel - studentnummer : 590712243

Arijaan Oudhof - studentnummer : 710319932

Erwin Veldman - studentnummer : 701222242

Begeleiding : Sietze Bottema

dinsdag 5 juli 2011

© Juni 2011, (van Hall Larenstein) - Leeuwarden

Uitgegeven in eigen beheer

Overname van delen van deze uitgave toegestaan is mits voorzien van bronvermelding.

Voorwoord

De samenwerkende overheden en biomassaleveranciers in het Westerkwartier (Groningen) willen graag onderzoek laten doen naar de benutting van de biomassa uit het landschap(sonderhoud). Door teruglopende financiële middelen vanuit Den Haag wil men het landschapsbeheer betaalbaar houden door het tot waarde te brengen van deze biomassa.

In de regionale kenniswerkplaats hebben we met diverse stakeholders samen gewerkt aan dit “haalbaarheids”onderzoek. Kortom een mooi onderzoek, met meerwaarde voor de regio.

In het intake gesprek hebben we afgesproken ons te beperken tot de biomassa stroom bermgras en sloothakel materiaal, met als verwerkingstechnologie vergisting.

De laatste jaren is er veel ontwikkeling geweest t.a.v. het verminderen van de CO₂ uitstoot om de doelstellingen uit het Kyoto Verdrag te realiseren. Bij het vergistingproces komt CO₂ vrij, het biogas bestaat voor 40 – 50% uit CO₂. Deze CO₂ is volledig afkomstig uit biologisch materiaal. Het levert daarom netto geen bijdrage aan de klimaatverandering. Als het CO₂ wordt hergebruikt, in kassen bijvoorbeeld, wordt ook de inzet van andere energiebronnen vermeden. Bovendien zal de netto emissie van CO₂ dan negatief zijn. Bij het verwerken van mest in een co-vergister is een bijkomend voordeel dat de methaanemissies uit de mestopslag worden vermeden. Bij de convenanten die met de agrarische sector zijn afgesloten, wordt vergisting bij de melkveehouderij ingezet om broeikasgasemissies te beperken.

(Co-)vergisting biedt dus kansen, ook met betrekking tot biomassa verwerking.

Dit rapport is tot stand gekomen door middel van representatieve en kwalitatieve onderzoeksmethoden. Objectiviteit en betrouwbaarheid zijn belangrijke uitgangspunten geweest om dit te realiseren.

Ondanks het beperkte tijdsbestek hebben we uiteindelijk een degelijk onderbouwd adviesrapport kunnen produceren. We willen hierbij Johannes van der Veen hartelijk bedanken voor alle hulp en advies tijdens het groepsproces. Wij hopen een positieve bijdrage te hebben geleverd aan de toekomstige ontwikkeling van biomassaverwerking in het Westerkwartier.

Management samenvatting

Dit onderzoeksrapport richt zich enerzijds op een inventarisatie naar de potentiële biomassastromen bermgras, natuurgras en slootruigte in het Westerkwartier, gelegen in de provincie Groningen. Daarnaast is aan de hand van deze input onderzocht welke vergistingstechnologie het meest kansrijk is, ten aanzien van economische, technische en juridische haalbaarheid.

Het onderzoeksrapport is een onderdeel van de 2e jaarmodule PMK-21 voor de studierichting Milieukunde aan het Van Hall in Leeuwarden.

Hoofdstuk 1 beschrijft een korte inleiding waarin wordt ingegaan op de huidige bezuinigingen door het kabinet, de stand van zaken rond vergisting, en de doelstelling van dit onderzoek.

In hoofdstuk 2 gaan we nader in op de probleemstelling, de opdracht voor het projectteam Westerkwartier vanuit de Kenniswerkplaats, en de algehele werkwijze die is gehanteerd.

De resultaten van de inventarisatie naar biomassastromen in het gebied wordt beschreven in hoofdstuk 3. Ook wordt in dit hoofdstuk beschreven hoe de processen van nat en droog vergisten verlopen en wat de voor –en nadelen zijn t.o.v. van elkaar. Een belangrijk onderdeel in dit hoofdstuk wat wordt beschreven is de economische haalbaarheid bij droog vergisten in twee varianten. Aan de hand hiervan zijn oplossingsrichtingen voorgesteld. Tot slot worden de juridische beperkingen voor beide technologieën onder de loep genomen.

Het laatste hoofdstuk gaat over de te trekken conclusies in dit onderzoek, op basis van de voorgaande hoofdstukken. Tot slot geven we aanbevelingen en kijken we terug naar de geformuleerde onderzoeksvraag.

Summary

This research focuses at one hand on an inventory of the potential biomass verge like grasses and ditchdredging in the Westerkwartier, located in the province of Groningen. Furthermore, using this input examined the fermentation technology is the most promising, with respect to economic, technical and legal feasibility.

The research is part of the second year module, PMK-21 of the Environmental study at the Van Hall in Leeuwarden.

Chapter 1 provides a brief introduction that discusses the current cuts by the government, the state of affairs of fermentation, and the objective of this research.

In chapter 2 we focus on the problem, the contract for the project from the Westerkwartier Knowledge Workshop, and the overall method was used.

The results of the inventory of biomass in the area described in chapter 3. Also, this chapter describes how the processes of wet and dry fermentation run and what the advantages and disadvantages compared to each other. An important part of this chapter describes what is the economic viability of dry fermented in two variants. On this basis solutions are proposed. Finally, the legal constraints on the two technologies are examined.

The last chapter is about to be drawn in this study, based on the previous chapters. Finally, we give recommendations and we look back to the research question.

Inhoudsopgave

Groepsamenstelling “Westerkwartier”	2
Voorwoord	3
1 Inleiding	7
2 Probleemstelling	8
2.1 Opdracht voor het projectteam	9
2.2 Werkwijze / onderzoeksopzet	10
3 Onderzoeksvragen	12
3.1 Inventarisatie biomassa bermgras en sloothekel in het Westerkwartier	12
3.1.1 Analyse van het probleem	12
3.1.2 Voorstel oplossingsrichting	13
3.2 Inventarisatie van natte en droge vergisting	14
3.2.1 Analyse van het probleem	14
3.2.2 Voorstel oplossingsrichting	18
3.3 Wat is de potentiële productie door droogvergisting	18
3.3.1 Analyse	19
3.3.2 Voorstel oplossingsrichting	20
3.4 Wat zijn de beperkingen voor zowel nat als droog vergisten	22
3.4.1 Analyse van het probleem	22
3.4.2 Voorstel oplossingsrichting	23
3.5 Welke technologie brengt de gekozen stroom optimaal tot waarde	24
4 Conclusies en aanbevelingen	25
Bijlage Literatuurlijst / Bronvermeldingen	26

1 Inleiding

Algemeen

Door het huidige kabinet wordt flink bezuinigd vooral op natuur en landschap. De financiering van o.a. het landschapsonderhoud dreigt hierdoor in gevaar te komen. Het tot waarde laten komen van biomassa stromen is een manier om deze financiering te realiseren.

Vergisting

De overheid is de laatste jaren actief bezig met het behalen van doelen die gesteld zijn in het Kyoto Verdrag. Onder andere hierdoor nam het aantal (co-) vergisters toe. Vergisting is een biologisch proces waarbij verschillende natte, vloeibare of droge biomassastromen in een vergistinginstallatie zonder zuurstof worden omgezet in biogas. Vergisten en co-vergisten zijn dezelfde processen met verschillende voedingsbronnen.

Nieuwe technieken laten meestal aanloopp Problemen zien, niet alleen in de techniek (niet elke biomassastroom is goed te verwerken), maar ook in de organisatie eromheen zoals beperkende regelgeving. Het vergisten van biomassa stromen blijkt uiteindelijk dus minder eenvoudig te zijn dan gedacht.

Doelstelling

De doelstelling is een inventarisatie te maken van de totale biomassa aan bermgras en slootruigte in het Westerkwartier op basis van de verzamelde gegevens van specifieke biomassa aanbieders in dit gebied, aangevuld met een voorstel voor een technologie op basis van vergisting voor deze specifieke biomassastroom.

2 Probleemstelling

De samenwerkende overheden en biomassaleveranciers in het Westerkwartier (Groningen) willen graag onderzoek doen naar de benutting van de biomassa uit het landschap. Door teruglopende financiële middelen vanuit Den Haag wil men het landschapsbeheer betaalbaar houden door het tot waarde te brengen van deze biomassa.

De huidige biomassa stromen worden op dit moment ofwel niet benut, of verdwijnen uit het Westerkwartier om elders te worden verwerkt. Deze verwijdering van biomassa en de afzet hiervan is veelal een kostenpost. Daarnaast zijn de biostromen qua grootte en aanwezigheid vaak seizoensgebonden. Daarom lijkt de noodzaak aanwezig om voor wat betreft vergistbare biostromen aansluiting te zoeken bij nabijgelegen initiatieven.

De laatste jaren wordt in het Westerkwartier en omgeving op boerderijen in toenemende mate covergisting van mest toegepast. Hierbij wordt dierlijke mest gemengd met co-substraten (vaak ook aangeduid als co-materialen of co-produkten). In een vergistinginstallatie wordt uit de afbreekbare organische bestanddelen biogas gevormd. Meestal wordt dit in een in een warmtekracht-koppelinginstallatie (WKK) verbrand waarbij een generator wordt aangedreven die stroom produceert.

Biomassa stromen uit het landschapsonderhoud zouden hierop goed kunnen aansluiten. In de praktijk wordt bij co-vergisting meestal vergisting van mest gecombineerd met andere biomassa. Voorbeelden van deze zogenaamde co-substraten zijn snijmaïs en reststromen uit de voedings- en genotmiddelenindustrie, en biomassa uit landschapsbeheer. Uit het oogpunt van subsidie- en mestwetgeving worden eisen aan de co-substraten gesteld. Hierbij moet er voor worden gezorgd dat aan het eind van het proces geen afval ontstaat, maar een bruikbaar eindproduct aan digestaat.

Daarnaast is het belangrijk dat door gebruik te maken van deze co-vergistinginstallatie zo weinig mogelijk methaan en CO₂ uitgestoten wordt en zoveel mogelijk duurzame energie wordt opgewekt door warmtekracht-koppelinginstallatie (WKK) of gas veredeling.

Met de uitkomsten van ons rapport moet het mogelijk zijn een opbouwende aanpak voor andere onderkende biomassa stromen te ontwikkelen. Het is een startpunt van een project/traject waar verschillende groepen studenten aan kunnen werken.

Het einddoel is een allesomvattend model met beschreven biomassa stromen en optimale verwerkingstechnologie(n). Met behulp van dit model kunnen keuzes gemaakt worden m.b.t. landschapsinrichting, noodzakelijke veranderingen in regelgeving etc.

2.1 Opdracht voor het projectteam

De opdracht, uit te voeren door studenten van Van Hall Larenstein, luidt om:

“Een inventarisatie te maken van de totale biomassa aan bermgras en slootruigte in het Westerkwartier op basis van de verzamelde gegevens van specifieke biomassa aanbieders in dit gebied en invulling te geven aan de verwerking van één type biomassa stroom (bermgras en slootruigte) uit het Westerkwartier gebruikmakend van één technologie (Vergisting) teneinde deze biomassa stroom optimaal tot “waarde” te laten komen.

Hierbij hoeven de aanbevelingen zich niet te beperken tot alleen de uitvoering van het optimale verwerkingsproces, maar kunnen deze aanbevelingen ook aanpassing van wet- en regelgeving inhouden.

2.2 Werkwijze / onderzoeksopzet

Vooraf

In het Westerkwartier vindt als in vele andere gebieden in Nederland landschap beheer plaats. Jaarlijks komt bij het uitvoeren van deze taken veel biomassa vrij.

De verwijdering van biomassa (maaien, snoeien, baggeren, etc.) en de afzet hiervan is veelal een kostenpost. Een andere manier van verwerken van de groene afvalstromen kan niet alleen leiden tot kostenreductie, maar ook tot energiewinning om daardoor bij te dragen aan de intentie uit het Energieakkoord Noord-Nederland om 40 - 50 PJ duurzame energie en 4 – 5 Mton CO₂-emissiereductie in 2011 te realiseren in Noord Nederland en om de kansen voor ondernemers in de regio te vergroten.

In dit hoofdstuk omschrijven we de werkwijze die we gehanteerd hebben tijdens het onderzoek en adviestraject.

Afbakening

Tijdens het intakegesprek hebben we onderstaande randvoorwaarden vastgesteld.

- Er dient zo min mogelijk transport te zijn van biomassa.
- Er dient een hoogwaardig eindproduct te komen.
- Duurzaamheid en economie zijn belangrijke factoren.
- Uitgaan van één type biomassa (bermgras en slootruigte), en hoe dit optimaal tot “waarde” kan worden gebracht,
- Uitgaan van één te onderzoeken technologie namelijk vergisting met een accent op droog vergisten.

Inventarisatie

Ons onderzoek is gestart met een inventarisatie van de huidige situatie door literatuur onderzoek en survey op het internet. Duidelijk is dat regelgeving een beperkende factor is om tot een optimale keuze te kunnen komen. Het aanpassen van regelgeving is een tijdrovende zaak. We hebben ons daarom verder niet bezig gehouden met een regelgeving analyse, maar ons gefocust op een zo snel mogelijk implementeerbaar geheel dat door alle betrokken gedragen kan worden.

Gegevensverzameling

Naast literatuurstudie heeft gegevensverzameling plaatsgevonden ten einde de hoeveelheid biomassa (bermgras en slootruigte) uit het Westerkwartier in kaart te brengen. Uiteindelijk bleek het boventafel krijgen van deze informatie zeer tijdrovend. Ons advies is om andere biomassastromen zo snel mogelijk in kaart te brengen. Om een beter gevoel te krijgen met de materie is een vergisting installatie bezocht (Landbouwer J van de Veen te Niebert).

Werkwijze

Na de inventarisatie en gegevensverzameling zijn er onderzoeksvragen opgesteld, deze zijn vervolgens afzonderlijk geanalyseerd, waarna we per vraag een specifieke oplossing hebben geformuleerd. Voor de gekozen biomassa stroom is de potentiële energieproductie berekend. In Hoofdstuk 3.3 is weergegeven wat de hoeveelheid energie (biogas en/of elektriciteit) is die kan worden opgewekt met de beschikbare hoeveelheid biomassa.

Kenniswerkplaats

Tijdens ons onderzoek heeft de kenniswerkplaats een belangrijke rol gespeeld in de procesgang. De Werkplaats is een leer-, onderzoek- en werkgemeenschap gericht op het vernieuwen van de regionale leef-/werkgeving. In de Werkplaats worden (gebieds)ontwikkelingsprojecten uitgevoerd.

Werkplaatsaanpak

De aanpak is gebaseerd op 'leren in, met en van de praktijk' waarbij nieuwe kennis gecreëerd en doorgegeven wordt (action learning/research). Het gaat erom van en met elkaar te leren en te ontwikkelen. Allen brengen daarbij hun specifieke wensen, kwaliteiten, kennis en creativiteit mee.

3 Onderzoeksvragen

Algemeen

Biomassastromen kunnen op diverse manieren worden omgezet in bruikbare vormen van energie. Deze processen zijn te verdelen in thermische en biologische processen. In dit hoofdstuk is een inventarisatie gemaakt van de specifieke biomassastroom, natte en droge vergisting en wordt een voorstel gedaan voor een technologie op basis van vergisting. Daarnaast hebben we beperkingen in de techniek en regelgeving getracht in kaart te brengen. We hebben daarom tevens gekeken naar deze beperkingen voor zowel nat als droog vergisten om uiteindelijk met een voorstel te komen die zo snel mogelijk implementeerbaar is en door alle betrokken gedragen kan worden.

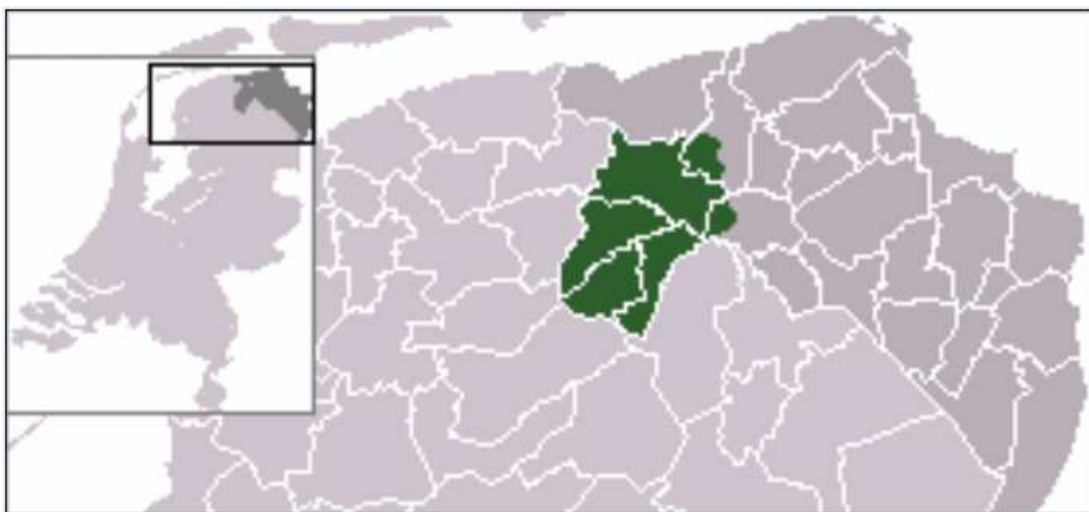
3.1 Inventarisatie biomassa bermgras en sloothekel in het Westerkwartier

3.1.1 Analyse van het probleem

Algemeen

De vier Westerkwartiergemeenten telden in 2010 60.450 inwoners (bron: CBS). Inclusief Ezinge komt het totaal op 62.100 inwoners.

Gebied




Inventarisatie Biomassa Westerkwartier (bermgras en Slootruigte)

Onderstaande inventarisatie lijst is tot stand gekomen door het opvragen van biomassa informatie bij de in de tabel genoemde biomassa leveranciers.

Hoeveelheden biomassa ZWK 2011

Organisatie/eigenaar:	Hout	Hout	Bermgras	Bermgras	Natuur	Natuurgras	Hakkelspecie	Totalen
	km1	in	Opp.	ton/jaar:	Opp.	ton/jaar:	slootruigte:	per
	singels	m3/jaar:	m2:		m2:		ton/jaar:	eigenaar
								ton/jaar:
Gemeente Zuidhorn, 2010	321	208471	638100	468	847516	--	1119	1587
Staatsbosbeheer	40	400	--	--	1200000	3000	0,4	3000,4
Provincie Groningen	--	--	818235	600	--	--	--	600
Gemeente Leek	--	--	--	687	--	--	1030	1717
Gemeente Grootegast	444	5840	--	2750	--	--	2750	5500
ANV Boer en Natuur	150	--	--	--	--	--	--	--
De Eendracht	70	--	--	--	--	--	--	--
Waterschap Noorderzijlvest	--	--	--	--	--	--	1000	1000
totalen:	1025	214711	1456335	4505	2047516	3000	5900	13404

 = Geschatte waarde

Het maaisel wordt op dit moment afgevoerd naar de afvalverwerking locatie "De Stainkoeln" te Groningen tegen een vergoeding van €33,- per ton.

3.1.2 Voorstel oplossingsrichting

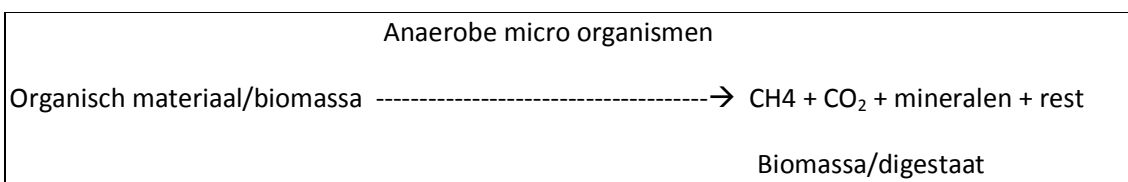
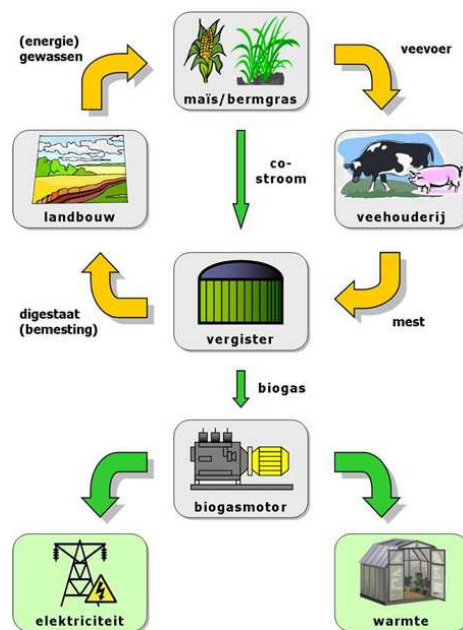
- Bovengenoemde inventarisatie totalen zullen input zijn voor de vraag met betrekking tot de berekening van de potentiële energieproductie in Hoofdstuk 3.3.

3.2 Inventarisatie van natte en droge vergisting

3.2.1 Analyse van het probleem

Vergisten in het algemeen.

Bij vergisting worden door middel van een dissimilatieproces koolhydraten door micro-organismen omgezet. Dit proces kenmerkt zich door anaerobe (zuurstofloze) omstandigheden.

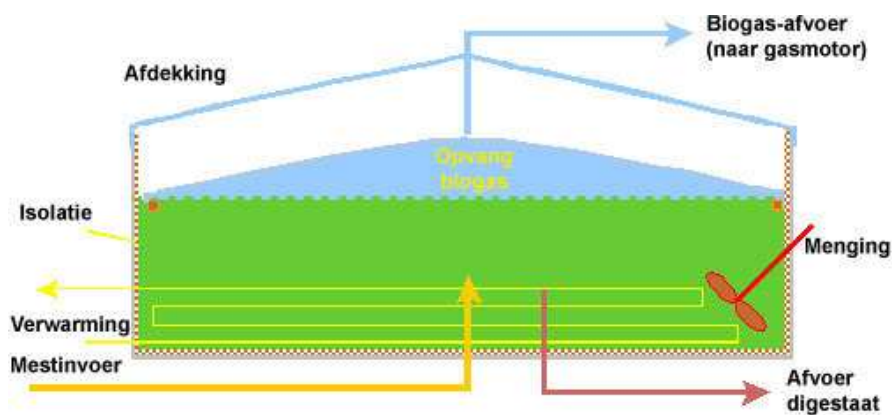


Voor nat vergisten wordt doorgaans per ton ingebracht materiaal (mix van mest en maïs) een lagere biogasopbrengst van gemiddeld 110 m³ gehanteerd. Deze lagere gasopbrengst per ton is het gevolg van het veel lagere droge stof gehalte bij nat vergisten (in water zit immers geen energie). Zowel nat als droog vergisten verloopt in vier fasen hydrolyse, acidogenese, acetogenese en methanogenese. Op de exacte werking van dit proces wordt nu niet ingegaan. Uitgebreide informatie omtrent dit omzettingproces treft u aan in bijlage 3.

Natvergisten met 1 reactor

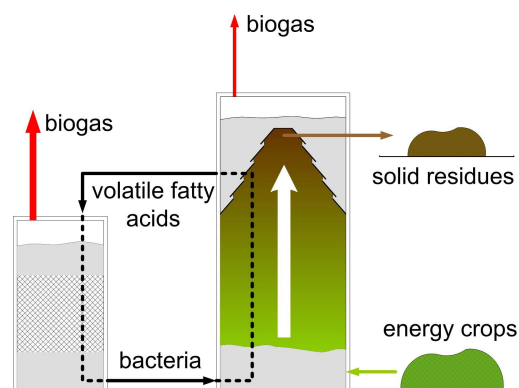
Alle vier omzettingsfasen vinden plaats in 1 tank.

Het evenwicht bewaren tussen de verschillende eisen van de fasen is een kunst op zich, zakt de pH door de eerste fasen onder de 4 dan stopt de productie van gas in methanogenese. Bij een te hoge pH breken de koolhydraten niet af en stopt het proces ook. De tank wordt continue geroerd. Verbleeftijd in dit systeem 12 tot 40 dagen.



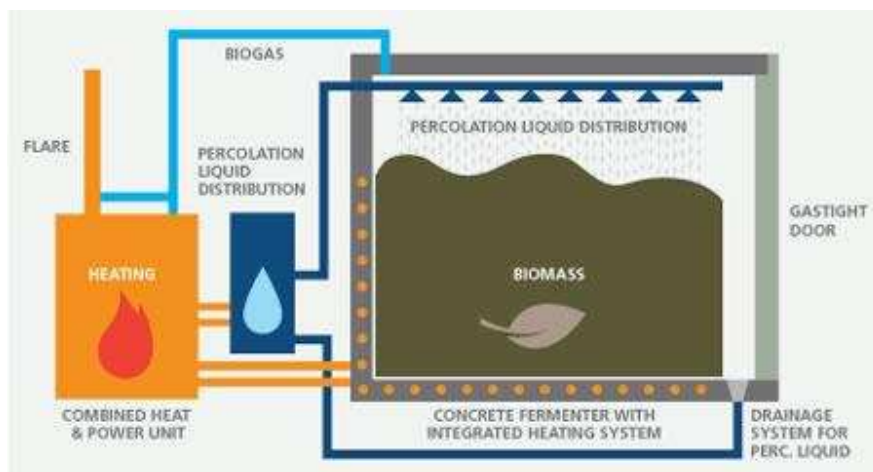
Natvergisten met 2 reactoren

Een installatie met 2 reactoren heeft 1 voor hydrolyse een voor methanogenese heeft door de verschillende optimale zuurgraden van die fasen voordelen. Beide reactoren kunnen voluit doordraaien zonder beïnvloeding van het andere proces, dit heeft voordelen voor de verblijftijd. Als voorbeeld wordt o.a. een installatie BTA genoemd die het hele proces in 3 a 12 dagen doorloopt.



Droog vergisten

Onder vergisten wordt in Nederland veelal verstaan de microbiologische omzetting van organisch materiaal naar methaangas onder omstandigheden van gemiddeld 15 % droge stof met temperaturen van 37 °C of hoger. Voor deze relatief natte stromen zijn grote silo's benodigd met een stevige constructie. Veel minder bekend is dat dit vergistingproces ook goed verloopt als het droge stofgehalte van het materiaal veel hoger is: 30-40% droge stof. In dit geval zijn veel minder zware constructies benodigd waardoor landschappelijke inpassing veel makkelijker is. Ook vereist het proces veel minder energie omdat gewerkt wordt met 'stapelbaar product': grote roermechanismen zijn niet nodig. Ander (groot) voordeel is dat zand geen bezwaar is en dat structuurrijk gras goed verwerkt kan worden. Toch is deze technologie in Nederland door de huidige manier van werken in de agrarische sector slecht van de grond gekomen en daarom onbekend. Dit in tegenstelling tot in Duitsland waar nu al een aantal van deze vergisters in de praktijk draaien. In onderstaand figuur is te zien hoe het proces plaatsvindt.



In een soort garagebox wordt biomassa ingebracht en gasdicht afgesloten. Daarboven zijn een soort douchekoppen aangebracht die percolaat (water met bacteriën) op de biomassa brengt. De biomassa wordt binnengebracht in een luchtdichte reactor en met percolaat (water met bacteriën) beregend tot een droge stof gehalte van 30 tot 35 %. De reactor wordt verwarmd tot 37 °C. De vergisting doorloopt verder de 4 fasen. Het proces dat leidt tot methaanvorming is hiermee opgestart. Het geheel wordt middels buizen in de muren en vloeren verwarmd tot de gewenste temperatuur. Door de temperatuur van gemiddeld 37 °C en het strikt anaëroobe milieu worden onkruidzaden grotendeels gedood. Het overschot aan water wordt opgevangen in een buffertank en opnieuw getourneerd naar de opgehoopte biomassa. De sleutel voor succes zit vooral in het in contact brengen van biomassa met het percolaat. Dat is ook de reden dat het bij bepaalde typen biomassa beter werkt dan bij andere.

De voorkeur gaat uit naar wat structuurrijk gras waar nog wel de nodige energie inzit voor methaanvorming. Het is ook mogelijk om structuurrijk gras toe te voegen aan 'slappe' beschikbare biomassa om de biogasopbrengst te verhogen. Het methaangas wordt opgevangen en na 4-5 weken wordt de deur weer geopend en kan het digestaat worden verwijderd en nieuw materiaal worden ingebracht. Het proces is zodanig opgezet dat het methaangas niet kan ontsnappen naar de atmosfeer. Uitgaande van 4 à 5 boxen per vergistingseenheid kan een WKK constant van biogas worden voorzien en groene elektriciteit en restwarmte leveren. De 'garagebox' waarin het droogvergisten plaatsvindt kan volledig worden aangepast aan het landschap en kan bijvoorbeeld de vorm van een boerderij krijgen.

In principe kan alle biomassa worden gebruikt mits het voldoende droog is. Het proces is verder niet kwetsbaar voor verontreinigingen van zand of hout. Wel geldt dat, met uitzondering van grasachtig materiaal, de biogasopbrengst in het algemeen lager is dan bij conventioneel (nat) vergisten. Voor grasachtig materiaal geldt juist een hogere gasopbrengst. Uit Duits universitair onderzoek blijkt dat de structuur van lang(er) gras de droge vergisting positief beïnvloedt. Het met bacteriën gevulde percolaatwater sijpelt bij langer gras makkelijker door de bult en komt daardoor beter in contact met de organische stof. In Duitsland weet men per ton grasachtig materiaal 130-140 m³ biogas te halen van 1 ton product. Dit is op zich een redelijk gunstig cijfer. In algemene zin kan men droogvergisten zien als een voorstap voor compostering.

Samenvattend schema

Nat vergisten	Droog vergisten
30-35 °C	37 ° C
droge stof gehalte 10 tot 15 %	droge stof gehalte tot 20 tot 40%
installatie gevoelig voor vervuiling te vergisten materiaal, zand etc.	minder gevoelig voor zand etc.
materiaal grootte maximaal 40 mm	materiaal grootte maximaal >40 mm
exotherm	endotherm

3.2.2 Voorstel oplossingsrichting

Natvergisten

Tijdens het onderzoek hebben we de co-vergister bij agrariër J v.d. Veen uit Niebert bezocht. Hij is een pionier op het gebied van vergisten en heeft meegewerkt aan het vergisten van bermgras in zijn vergister. Bij het meevergisten van bermgras in zijn natte vergister bleek de gasproductie te laag, en waren er problemen met teveel zand. Het model bleek uiteindelijk onrendabel voor goede bedrijfsvoering.

Droogvergisten

Droogvergisten lijkt een goed alternatief voor grovere grassoorten die bij het landschapsonderhoud vrijkomen. De technologie is een stuk simpeler dan het conventionele vergisten en daardoor kunnen de investerings- en exploitatiekosten (voorbewerkingstappen ter verkleining van het gras zijn bijvoorbeeld niet nodig) een stuk lager zijn.

Samenvattend de voordelen van droog vergisten t.o.v. nat vergisten:

- geschikt voor drogere biomassastromen
- geschikt voor grassen (vooral vezelig materiaal)
- zand geen probleem
- lichtere constructie vergemakkelijkt landschappelijke inpassing
- energiezuinig wegens afwezigheid roermechanismes

Het feit dat de onderzochte biomassastroom een seizoensgebonden karakter kent pleit voor alternatieve biomassa stro(o)m(en) om een droogvergister rendabel te laten draaien. Naast het voeren van de droogvergister met gras en slootruigte materiaal lijkt ook GFT zeer interessant te zijn als input voor het proces. Firma HRM (Hoekstra regionale Milieudienst) verzamelt in het Westerkwartier alle GFT, maar laat het nu elders verwerken tegen kosten.

Voorstel

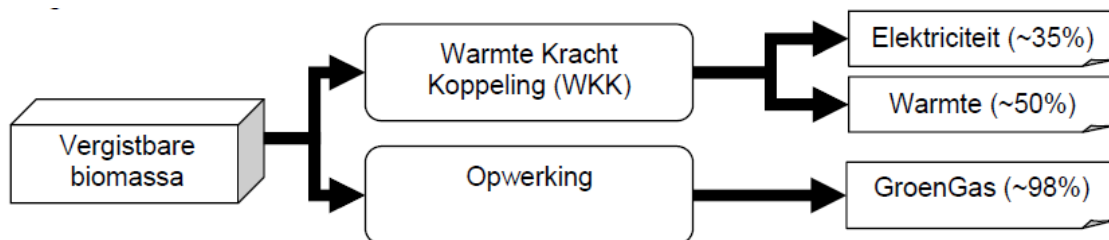
- Toepassen Droogvergisten voor biomassastroom bermgras en slootruigte
- Firma HRM (Hoekstra regionale Milieudienst) verzamelt in het Westerkwartier alle GFT, maar laat het nu elders verwerken tegen kosten. Vervolg onderzoek naar gebruik GFT-stroom.

3.3 Wat is de potentiële productie door droogvergisting

3.3.1 Analyse

In onderstaand schema is globaal de omzetting weergegeven van het vergisting proces inclusief de globale energetische rendementen per omzetting. Deze rendementen zijn vanzelfsprekend afhankelijk van de dimensies van de installatie, de toepassing van de energiestromen etc.

In dit hoofdstuk wordt het verschil in rendement tussen elektriciteit opwekking en het opwaarderen van gas tegen elkaar uiteengezet. Op deze manier wordt duidelijk welke werkwijze voor droogvergisting het meest rendabel is.



Financiële vergelijking investeringskosten en terugverdientijd per toepassing

Onderstaande bedragen zijn gebaseerd op de hoeveelheid biomassa (slootruigte, bermmaaisel) dat in 2010 vrijkwam in de vier genoemde gemeenten van het Westerkwartier. Onderstaande tabel laat duidelijk de investeringskosten, de kosten en inkomsten per jaar zien en daaraan gekoppeld de terugverdientijd van de investering per toepassing van droogvergisten (elektriciteit opwekken of gas opwaarderen), de uitgebreide berekening wordt in bijlage 4 vermeld.

<i>Financiële vergelijking</i>	Gas opwaarderen naar aardgaskwaliteit	Elektriciteit opwekken via WKK
Investeringskosten	€ 1.600.000,00	€ 1.000.000,00
Jaarlijkse kosten	€ 538.150,00	€ 474.150,00
Jaarlijkse inkomsten	€ 741.934,00	€ 541.553,40
Inkomsten - uitgaven	€ 203.784,00	€ 67.403,40
Terugverdientijd	7,85 jaar	14,84 jaar

De berekeningen wijzen uit dat elektriciteit opwekking door middel van droogvergisten van biomassa niet rendabel is. De terugverdientijd is te lang; op basis van de rente en subsidie mogelijkheden voor max. 12 jaar ontstaat er een negatieve netto constante waarde. Deze investering wordt dus niet terugverdiend en kost alleen maar geld.

Gas opwaarderen daarentegen heeft een acceptabele terugverdientijd van 7,85 jaar. Dit berekende getal is zeer afhankelijk van de jaarlijkse kosten en dan met name kosten die gemaakt worden voor het inkopen van biomassa. In deze berekening is uitgegaan van een gemiddeld bedrag van €30,00 per ton. Hoe lager dit bedrag wordt per ton, hoe sneller deze installatie is terugverdiend.

Indien de momenteel afgevoerde hoeveelheid vergistbare biomassa wordt vergist, dan kan een biogasopbrengst van 1.168.400 m³ biogas worden gerealiseerd (dit is de opgewaardeerde hoeveelheid). Dit komt overeen met het aardgasverbruik van 467 huishoudens per jaar.

Naast de biogas productie kan door verdere compostering nog 5842 ton compost worden geproduceerd. De opbrengsten van deze compost stroom zijn meegenomen in de berekening.

3.3.2 Voorstel oplossingsrichting

De kosten en opbrengsten van groene energie productie zijn afhankelijk van vele factoren waaronder de:

- kwaliteit van de biomassa (calorische inhoud maar ook of er sprake is van natuurgras of bermgras)
- beoogde energieopbrengst
- inzamelingskosten
- bewerkingskosten (voorbewerkingstappen als verkleinen/hakselen, drogen)
- eventuele investeringskosten voor materieel voor inzameling
- eventuele investeringskosten voor eigen biogas of verbrandingsinstallatie
- de brandstofprijzen
- energiegebruik voor eigen toepassing
- mogelijkheden voor warmteafzet, indien gekozen wordt voor WKK

- subsidiemogelijkheden
- mogelijke aansluiting bij bestaande initiatieven
- regionale ligging (akkerbouw of veeteeltgebied, veel/weinig initiatieven voorhanden)

Voorstel 1.

- Wel is het mogelijk om te analyseren wat de huidige manier van verwerken kost (afvoerkosten en verwerkingskosten). Indien voor energieproductie weinig voorbereidingstappen van de biomassa vereist zijn en de transportkilometers minimaal, is het zeer wel mogelijk dat op deze kosten kan worden bespaard wanneer de biomassa voor energieproductie wordt aangewend. In de regel geldt dat bij volumevergroting van de hoeveelheid aan te leveren biomassa, de opbrengst toeneemt als gevolg van schaalvergroting. Dit voorstel zou in een vervolg opdracht verder uitgewerkt kunnen worden.

Voorstel 2.

- Wanneer we puur kijken naar rendement (H3.3.1) dan is omzetting naar groengas, dus het opwerken / veredelen van de geproduceerde biogassen de aangewezen weg. In de praktijk blijkt echter het omzetten van biogas met WKK nog het meest geïmplementeerd te zijn. Het aansluiten op deze reeds geïmplementeerde technologie ligt daarom dan ook het meest voor de hand.

Voorstel 3.

- In de opdracht omschrijving is gesteld de “biomassa stroom optimaal tot “waarde” te laten komen. De onzekerheid t.a.v. prijs per ton zou kunnen worden ondervangen door langetermijn afspraken te maken, of door een samenwerkingsverband aan te gaan tussen boer en biomassa leverancier. Het geld moet uiteindelijk in het Westerkwartier blijven zo is de stelling, het samenwerken borgt dit voornemen.

3.4 Wat zijn de beperkingen voor zowel nat als droog vergisten

We hebben tevens gekeken naar deze beperkingen voor zowel nat als droog vergisten om uiteindelijk met een voorstel te komen dat snel implementeerbaar is en door alle betrokken gedragen kan worden. We hebben ons hierbij niet alleen geconcentreerd op de techniek, maar ook belemmeringen die we tijdens ons onderzoek hebben geconstateerd in regelgeving en procesgang meegenomen.

3.4.1 Analyse van het probleem

Regelgeving

Natvergisting

- Alleen materialen van de zogenaamde Positieve lijst mogen worden toegevoegd. Indien andere stromen worden toegevoegd kan het digestaat (het uitgegiste materiaal) niet worden aangemerkt als meststof, maar moet het worden beschouwd als een afvalstof. Tijdens het vergisten doen vele stoffen in sterk afwisselende samenstelling en concentraties aan het omzettingsproces mee. In de praktijk is de samenstelling van dierlijke mest zeer variabel. Dat is nog meer het geval met digestaat. Er bestaat niet zoiets als 'hét digestaat', de samenstelling van digestaat varieert immers naargelang de inputstromen die vergist worden.

Droogvergisting

- Bij het plaatsen van een droogvergister lopen we tegen het probleem aan dat gemeentes voor de plaatsing geen vergunning verstrekken omdat het geen agrarische activiteit betreft.
- In de Nederlandse agrarische sector is droogvergisten minder voor de hand liggend vanwege de huidige mestopslag (drijfmest) en de Nederlandse mestwetgeving die een mix van dierlijke mest en co producten eist en veelal zelf silo's voorschrijft. Toch is ook in de agrarische sector droogvergisten een mooi alternatief omdat er geen behoefte is aan een dure na-opslag gevuld met digestaat (het eindproduct kan worden nagecomposteerd tot compost -mits er geen mest bijzit dan blijft het mest-) en het landschappelijk beter inpasbaar is dan een nat vergistingsproces.

- Commitment van alle betrokken partijen is dwingend gevraagd. Veel biomassa verdwijnt naar het buitenland omdat dit meer winst oplevert, of wordt zoals bermgras afgevoerd (tegen hoge kosten). Dit staat haaks op de uitgesproken intentie om de “waarde” van de biomassa in het Westerkwartier te houden. Het maken van bindende afspraken door bijvoorbeeld samenwerkingsovereenkomsten is noodzakelijk.

3.4.2 Voorstel oplossingsrichting

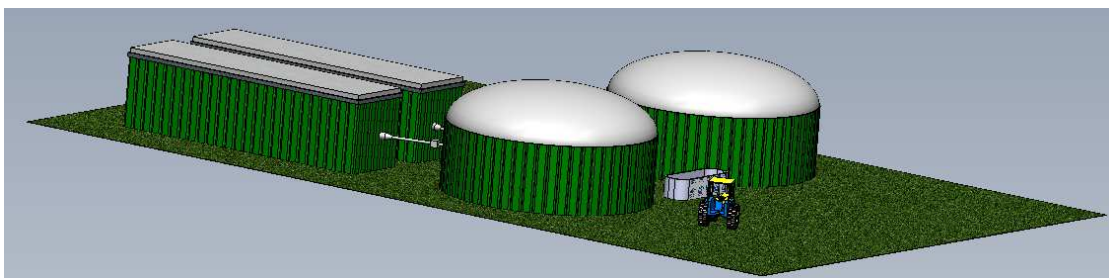
Voorstel

- Wegnemen vergunningsbelemmeringen voor het plaatsen van droogvergisters.
- Aangaan van samenwerkingsovereenkomsten.
- Probeer regelgeving voor nat en droogvergisten zo optimaal mogelijk te gebruiken. Het aanpassen van een positieve lijst of Besluit Overige Organische Meststoffen (BOOM) voor gebruik GFT duurt (te) lang.
- Combineer nat en droog vergisting om zoveel mogelijk biomassa te kunnen verwerken.

3.5 Welke technologie brengt de gekozen stroom optimaal tot waarde

Door alle voorstellen uit voorgaande onderzoeksvragen te combineren kunnen we bovenstaande vraag beantwoorden.

- Toepassen droogvergisten voor biomassastroom bermgras en slootruigte.
 - Wanneer we puur kijken naar rendement (H3.3.1) dan is omzetting naar groengas, dus het opwerken / veredelen van de geproduceerde biogassen de aangewezen weg. In de praktijk blijkt echter het omzetten van biogas met WKK nog het meest geïmplementeerd te zijn. Het aansluiten op deze reeds geïmplementeerde technologie ligt daarom dan ook het meest voor de hand.
 - Wegnemen vergunningsbelemmeringen voor het plaatsen van droogvergisters
 - Aangaan van samenwerkingsovereenkomsten
 - Probeer regelgeving voor nat en droogvergisten zo optimaal mogelijk te gebruiken. Het aanpassen van een positieve lijst of Besluit Overige Organische Meststoffen (BOOM) voor gebruik GFT duurt (te) lang.
 - Combineer nat en droog vergisting om zoveel mogelijk biomassa te kunnen verwerken.
-
- **Combi concept : Droge Cellen + Natte vergister**



4 Conclusies en aanbevelingen

Voldoende opbrengst

Er komt jaarlijks een aanzienlijke hoeveelheid biomassa vrij. De beschikbaarheid en het tijdstip van beschikbaarheid van deze biomassastromen is echter een probleem.

Combinatie droog en nat vergisten

Ons onderzoek toont aan dat droogvergisten een goed alternatief blijkt te zijn voor grovere grassoorten die bij het landschapsbeheer vrijkomen. De technologie is een stuk simpeler dan het conventionele vergisten en daardoor kunnen de investerings- en exploitatiekosten (voorbewerkingstappen ter verkleining van het gras zijn bijvoorbeeld niet nodig) een stuk lager zijn.

Daarom wordt voorgesteld om voor wat betreft vergistbare biomassastromen aansluiting te zoeken bij nabijgelegen initiatieven.

Combinatie met bestaande initiatieven

Het optimaliseren van de bestaande initiatieven, zoals combineren van nat en droogvergisten biedt kansen. De warmte die vrij komt uit de natvergisting kan vervolgens worden toegepast in het droogvergistingsproces om zo de omstandigheden hierin op de juiste temperatuur te krijgen.

Landschap

Naast economische motieven zijn er ook ecologische aspecten om biomassa in te zamelen: afvoer van biomassa gaat eutrofiering van het water tegen en betekent verschraling op het land met in beide gevallen vergroting van de soortenrijkdom tot gevolg. Meer inzameling van biomassa is dus zowel in energetisch (economisch) opzicht als in ecologisch opzicht wenselijk.

Commitment

Samenwerking tussen de diverse actoren (gemeenten, Staatsbosbeheer, boeren, enz.) in het Westerkwartier is aan te bevelen. Door dit een ieders belang te maken kunnen de opbrengsten die verdient worden aan de combi nat- en droogvergisten weer besteed worden in het gebied zelf, zoals op voorhand de bedoeling was. Dit geld verdwijnt dan niet over de grens of in de zak van één instantie.

Voorbeeld: als een agrariër deze investering doet en vervolgens biomassa moet inkopen (in onze berekening voor €30,- per ton) dan blijven de verdiensten in de zak van de agrariër en worden dus niet benut voor landschapsontwikkeling.

Als de overige belanghebbenden mee investeren in de aanschaf van de installatie als ook het onderhoud, inkoop biomassa, enz. dan wordt het een gezamenlijk project dat het hele Westerkwartier ten goede komt.

Bijlage Literatuurlijst / Bronvermeldingen

Publicaties, brochures en rapporten:

- Kennisbundeling covergisting, CLM Onderzoek en Advies BV, P-ASG en Ecofys, **ISBN 90-5634-196-0**
- Biogas-Messprogramm II, 61 Biogasanlagen im Vergleich, Erstellt durch das Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik
- Landelijk afvalbeheerplan 2009 - 2021 (LAP), 3 maart 2009, Ministerie van VROM
- Vergisting op boerderijschaal, techniek, grondstoffen en eindproducten D/2007/0248/27, provincie West Vlaanderen
- Covergisting van gewasresten. Een verkennende studie naar praktische en economische haalbaarheid, Onderzoeksprogramma Systeeminnovaties plantaardige productiesystemen, PPO Publicatienr. 530030, © 2006 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
- Brochure Co-vergisting, Bio Energie Noord
- Onderzoek afzet van digestaat uit co-vergistinginstallaties in de landbouw, HoSt HENGELO, 1366rap01 revisie: A, 27 december 2005
- Duurzaamheid co-vergisting van dierlijke mest, SenterNovem onder projectnummer 2021-06-20-10-004/0357-04-02-02-004, Alterra-rapport 1437, Alterra, Wageningen, 2006
- Handreiking (co-)vergisting van mest, De Staatssecretaris van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Drs. P.L.B.A. van Geel
- Kansen voor duurzame Energie, rapport is opgesteld op initiatief van ZLTO en SenterNovem, 2 oktober 2006
- Omzetting van methaan uit mestopslagen als verbrandingslucht, verbranding van ventilatielucht in lokale energievoorziening, door Hans Oonk en Jan Koopmans, Juli 2010

- Scheiden van rundveemest met decanter van GEA Westfalia Separator, Testresultaten van scheiden met vergiste en onvergiste rundveemest, September 2010 Rapport nr. 57, ISSN 0169-3689
- Onderzoek biomassa en energie, Biopark Terneuzen, TAG project Biopark Terneuzen, Rapport 848, Agrotechnology and Food Sciences Group
- Abschlussbericht 2004 Projekt Biogas Rheinland Energie- und Stoffumsetzung in Biogasanlagen
- Co-vergisting op nieuw melkveebedrijf te Marknesse Programma Reductie Overige Broeikasgassen – SenterNovem
- Literatuurverslag Haalbaarheidstudie van biomassavergisting in de glastuinbouw PPO nr. 3241411100 juli, 2006

Kranten/tijdschrift artikelen:

- De Volkskrant, dinsdag 23 november 2010, pagina 11, artikel; Green Deal Stuit op Haagse regels

Presentaties:

- Stand van zaken co-vergisting in Nederland, ELRIN-project 9 januari 2008, Bert van Asselt, SenterNovem

WWW-sites:

- www.wikipedia.nl
- www.enerpedia.be

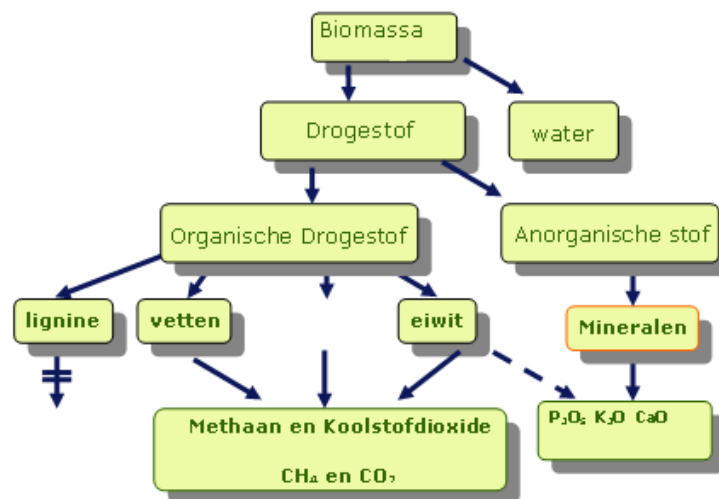
Bijlage 2 Energiewaarden van verschillende brandstoffen

[<http://www.jh.nl/nl/graantechniek/Graanverbranding.htm>]

Brandstof	Vochtgehalte (%)	Calorische waarde (GJ/t)	Calorische waarde (kWh/kg)	Calorische waarde (kcal/kg)	Dichtheid (kg/ m ³)
STRO					
Stro, geel	15	14.4	4.00	3.440	80-125
Stro, grijs	15	15.0	4.17	3.586	100-135
Stro met graan	15	15.0	4.17	3.586	200-230
Koolzaad	15	15.0	4.17	3.586	100-130
Koolzaad	9	24.6	6.83	5.874	700
Olifantsgras	10	15.9	4.40	3.784	130-150
Stroschillen	8	16.0	4.44	3.818	600
Graan	15	15.0	4.17	3.586	670-750
HOUT					
Houtsnippers, oud	40	10.4	2.89	2.485	235
Houtsnippers, vers	55	7.2	2.00	1.720	310
Zaagsel, vochtig	40	40.5	2.92	2.511	240
Zaagsel, droog	20	15.2	4.22	3.629	175
Gras, vers	50	8.0	2.21	1.900	280
Gras, droog	30	12.2	3.38	2.906	200
Boomschors	50	7.7	2.14	1.840	280
Zaagselmeel	20	15.2	4.2	3.612	160-175
Brandhout, beuken	20	14.7	4.08	3.509	400-450
Brandhout, beuken	45	9.4	2.61	2.245	650
Houtschillen	6	17.5	4.9	4.214	660
OVERIGE					
Huishoudafval	30-40	9.0	2.5	2.150	
Stookolie		42.7	11.86	10.200	840
Stookolie		34.2	9.5 kWh/l	8.200 kcal/l	
Zware stookolie		40.4	11.22	9.649	980
Gebruikte olie		42.0	11.67	10.036	900
Kool	10	25.0-28.0	6.9-7.0	6.020	
Aardgas		39.0	10.83	9.314	
Bruinkool		18.0-20.0	5.1-5.5	4.588	

Bijlage 3 De vier stappen van het anaerobe vergistingsproces

Aan het vergistingsproces neemt een groot aantal verschillende micro-organismen deel. De micro-organismen zetten complex, organisch materiaal om in CH_4 , CO_2 , H_2O , H_2S en NH_3 .



Hydrolyse

In de eerste fase van het proces (de hydrolyse) worden complexe, niet opgeloste biopolymeren (dit zijn vetten, eiwitten en koolhydraten) omgezet in minder complexe, opgeloste verbindingen door inwerking van extracellulaire enzymen. Deze enzymen worden gevormd door fermentatieve bacteriën die deze opgeloste stoffen door de celwand en membraan kunnen opnemen, Dit kunnen ze niet bij onopgeloste biopolymeren.

Koolhydraten worden ook wel sachariden genoemd. Zij bestaan uit opgeloste mono- en disachariden en niet opgeloste polysachariden. De mono- en disachariden kunnen al wel in de bacteriecel worden opgenomen, daarom is de hydrolyse alleen voor de polysachariden.

Hieronder volgen enkele voorbeelden van sachariden:

Monosachariden:

- druivensuiker (D-glucose)
- vruchtensuiker (D-fructose)

Disachariden:

- moutsuiker (maltose)
- biet-/rietsuiker (sacharose)
- melksuiker (lactose)

Polysachariden:

- amylose (zetmeel)
- chitine

- o (hemi-)cellulose

Eiwitten bestaan uit lange ketens van aminozuren. De extracellulaire enzymen knippen de ketens tot losse aminozuren. Een kenmerk van aminozuren is de aanwezigheid van een NH_2 -groep en een carboxylgroep (COOH). Een voorbeeld van een aminozuur is alanine. Vetten zijn opgebouwd uit een glycerolmolecuul en drie hogere vetzuren. Voorbeelden hiervan zijn palmitinezuur en stearinezuur).

Acidogenese

Na het omzetten de niet-opgeloste biopolymeren in minder complexe, opgeloste verbindingen, volgt de acidogenese ofwel de verzuringfase. In de cellen van de fermentatieve bacteriën worden opgeloste organische verbindingen omgezet in een reeks eenvoudige verbindingen. Een aantal producten die daarbij vrijkomen zijn:

- vluchtige vetzuren;
- alcoholen;
- waterstofgas (H_2);
- koolzuurgas (CO_2);
- ammoniak (NH_3).

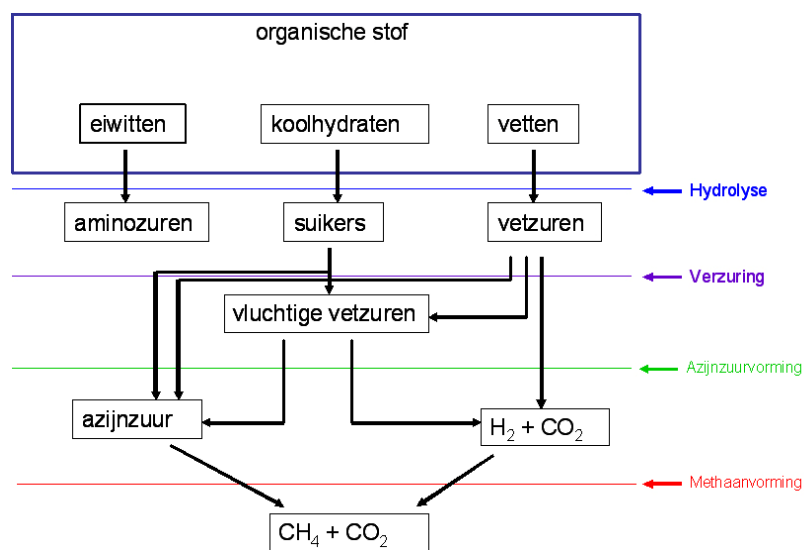
Deze producten hebben door hun samenstelling een verzurende invloed op de omgeving. Daarom wordt de fermentatiefase ook wel de zuurvormende fase genoemd.

Acetogenese

Hierbij vindt biochemische omzetting plaats van de in de fermentatiefase ontstane organische stoffen. Naast azijnzuur (CH_3COOH), koolzuurgas (CO_2) en waterstof (H_2) ontstaat er ook nieuw celmateriaal.

Methanogenese

In deze fase worden azijnzuur, waterstof en koolzuurgas omgezet in biogas. Dit biogas bestaat voornamelijk uit methaangas (CH_4) en koolzuurgas. Deze fase wordt ook wel de methaanvormende fase genoemd.



Bijlage 4 Berekening terugverdientijd droogvergisting

Investering Droogvergister en tvt		Droogvergisten met gas opwaarderen		
Investering	€ 1.600.000,00			Inkomend biomassa 2010:
Levensduur	12	jaren		14605 ton
Rente	6%			Gasopbrengst:
Gasproductie	1.752.600,00	m3/jaar		120 m3/ton
Gas opgewaardeerd	1.168.400,00	m3/jaar		H2S en CO ₂ eruit levert 2/3 opgewaardeerd gas op
Prijs	€ 0,62	per m3		
Compostproductie	5.842,00	ton/jaar		
Opbrengst compost	€ 17.526,00	per jaar		
Opbrengst	€ 741.934,00	totaal/jaar		
Uitgaven				
Biomassa	14605 ton			
	€ 30,00	per ton		Prijs per ton biomassa om in de vergister te krijgen
Subtotaal	€ 438.150,00	per jaar		
Operationeel	€ 80.000,00	per jaar		Gebruik shovel, manuren, etc.
Onderhoud	€ 20.000,00	per jaar		onderhoud installatie, evt. Storingen
Totale kosten	€ 538.150,00	per jaar		
Cashflow	€ 203.784,00	totaal/jaar		Cashflow is jaarlijkse opbrengst - jaarlijkse kosten
Terugverdientijd	7,85	jaar		terugverdientijd=investering/cashflow
Factor	11,11			Factor constante waarde opzoeken in tabel bij 12 jaar en 6,39%
som cw	€ 2.264.040,24			Cashflow * som constante waarde factor
Inv	€ 1.600.000,00			Rentevoet = investering/cash flow
NCW	€ 664.040,24			Netto constante waarde
Resultaat lijkt goed: tvt is aanzienlijk korter dan de levensduur				
NCW is duidelijk positief				
en de interne rentevoet is meer dan de rekenrente				
Investering incl. vergister, gasopwaardeerstation, infrastructuur en 2 hectare landbouwgrond				

Investering Droogvergister en tvt		Droogvergisten met WKK		
Investering	€ 1.000.000,00			Inkomend biomassa 2010:
Levensduur	12	jaren		14605 ton
Rente	6%			Gasopbrengst:
Gasproductie	1.752.600,00	m3/jaar		120 m3/ton
kWh productie	4.030.980,00	kWh		Omzetten in WKK tot elektriciteit
Prijs	€ 0,13	per kWh		Vuistregel is: 1 kuub gas levert 2,3 kWh
Compostproductie	5.842,00	ton/jaar		Gemiddeld genomen opbrengst kWh
Opbrengst compost	€ 17.526,00	per jaar		
Opbrengst	€ 541.553,40	totaal/jaar		
Uitgaven				
Biomassa	14605 ton			
	€			
	30,00	per ton		Prijs per ton biomassa om in de vergister te krijgen
Subtotaal	€ 438.150,00	per jaar		
Operationeel	€ 16.000,00	per jaar		Gebruik shovel, manuren, etc.
Onderhoud	€ 20.000,00	per jaar		onderhoud installatie, evt. Storingen
Totale kosten	€ 474.150,00	per jaar		
Cashflow	€ 67.403,40	totaal/jaar		Cashflow is jaarlijkse opbrengst - jaarlijkse kosten
Terugverdientijd	14,84	jaar		terugverdientijd=investering/cashflow
Factor	4,4392			Factor constante waarde opzoeken in tabel bij 12 jaar en 20,05%
som cw	€ 299.217,17			Cashflow * som constante waarde factor
Inv	€ 1.000.000,00			Rentevoet = investering/cash flow
NCW	-€ 700.782,83			Netto constante waarde
Resultaat: tvt te lang; op basis van de rente en subsidie mogelijkheden voor max. 12 jaar ontstaat er een negatieve NCW				
Elektriciteit opwekken d.m.v. droogvergisting is niet rendabel				
Investering incl. vergister, infrastructuur en 2 hectare landbouwgrond				